



Statens vegvesen

# Lærebok Drift og vedlikehold av veger

VD rapport

Vegdirektoratet

Nr. 53



Vegdirektoratet  
Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen  
Vegteknologi  
November 2011



# VD rapport

## Tittel

Lærebok

Drift og vedlikehold av vegger

## Undertittel

## Forfatter

Joralf Aurstad m fl

## Avdeling

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

## Seksjon

Vegteknologi

## Prosjektnummer

602962

## Rapportnummer

Nr. 53

## Prosjektleder

Øystein Larsen

## Godkjent av

Øystein Larsen

## Emneord

Kompetanseutvikling

Drift og vedlikehold

Lærebok

## Sammendrag

Det har lenge vært et ønske å samle grunnleggende kunnskap om drift og vedlikehold av vegger og gater i en lærebok. Eksisterende kursmaterieell innenfor dette brede og sammensatte temaet er gjennomgående foreldet med tanke på utviklingen som har skjedd de seneste årene. Denne foreliggende læreboka har kommet i stand med bidrag fra en rekke fagspesialister, både i og utenfor Statens vegvesen. Boka er primært utarbeidet for bruk på høyskoler og tilsvarende (bachelor-nivå).

Antall sider 314

Dato November 2011

# VD report

## Title

Textbook

Road Operation and Maintenance

## Subtitle

## Author

Joralf Aurstad et al

## Department

Traffic Safety, Environment and Technology Department

## Section

Road Technology

## Project number

602962

## Report number

No. 53

## Project manager

Øystein Larsen

## Approved by

Øystein Larsen

## Key words

Competence training

Operation and maintenance

Textbook

## Summary

This textbook contains basic information on the many different tasks and subjects regarding road operation and maintenance. Skilled persons, both within and outside the Public Road Administration, have been involved in working out the different parts/chapters. The textbook is primarily meant for academy/University college level (bachelor).

Pages 314

Date November 2011



# Forord

Det har lenge vært ønske om å samle grunnleggende kunnskap om drift og vedlikehold av veger og gater i en lærebok som kan brukes til undervisning på høyskoler og universitet. Eksisterende kursmaterieell er gjennomgående foreldet med tanke på utviklingen som har skjedd de seneste årene.

Statens vegvesen har i sitt etatsprogram ”Kompetanseutvikling drift og vedlikehold 2007-2010” sterkt vektlagt kompetanseoppbygging og rekruttering. Sentralt her har vært utvikling av undervisningsstoff og kurstilbud tilpasset ulike nivå, fra operatørene ute på vegen til spesialister, PhD-studenter osv. Denne foreliggende læreboka er primært utarbeidet for bruk på høyskoler og tilsvarende (bachelor-nivå). Men det vil sikkert være aktuelt å bruke stoffet, enten direkte eller i litt bearbeidet form, også på andre nivå og mot andre målgrupper.

Boka har kommet i stand med bidrag fra en rekke fagspesialister, både i og utenfor Statens vegvesen. De enkelte delforfatterne framgår av innholdslista til hvert kapittel. Arbeidsgruppen vil her få takke alle bidragsyterne, uten deres innsats hadde ikke denne læreboka/ notatsamlingen vært mulig å få i stand.

Arbeidsgruppen for utarbeidelse av boka har bestått av:

Joralf Aurstad, Statens vegvesen (leder/hovedredaktør)  
Øystein Larsen, Statens vegvesen  
Geir Refsdal, Statens vegvesen  
Geir Berntsen, NCC  
Inge Hoff, NTNU  
Bjørn Ove Lerfald, SINTEF

Trondheim, 20. november 2011

Fotos og illustrasjoner i rapporten er kreditert med opphavspersonens navn der dette er kjent. Fotos og illustrasjoner uten kreditering er fra Statens vegvesens arkiv, håndbøker etc, og/eller ukjent opphav. Fotos på 1. omslagsside: Geir Brekke (kantklippemaskin); Knut Opeide (snøfreser, spylebil og asfaltutlegger)



# Innholdsliste

## Kapittelinnndeling

- 1 Drift og vedlikehold – innledning
- 2 Standard for drift og vedlikehold
- 3 Skademekanismer
- 4 Tilstandsregistrering
  
- 5 Friksjon
- 6 Planlegging av dekkevedlikehold
- 7 Drenering
- 8 Vedlikehold av vegdekker
- 9 Dimensjonering og forsterkning
- 10 Grøntarealer
  
- 11 Beslutningsstøtte og meteorologi
- 12 Vinterdrift
  
- 13 Bruer og kaier
- 14 Vegtunneler
- 15 Beredskap
- 16 Trafikkskilt og vegoppmerking
- 17 Trafikkberedskap og trafikantinformasjon
- 18 Drift og vedlikehold i byer og tettsteder
- 19 Andre drifts- og vedlikeholdsoppgaver
- 20 Kontraktstyper
- 21 HMS
- 22 Ytre miljø

## Forfattere

- Tor-Sverre Thomassen*
- Ole Peter Resen-Fellie, Øystein Larsen*
- Inge Hoff, Geir Refsdal*
- Dagfin Gryteselv, Jostein Aksnes, Bård Nonstad*
- Alex Klein-Paste, Bård Nonstad*
- Rolf Johansen*
- Geir Berntsen*
- Joralf Aurstad*
- Geir Refsdal*
- Ingjerd Solfeld, Elisabet Kongsbakk, Astrid Skrindo*
- Stine Mikalsen*
- Øystein Larsen, Åge Sivertsen, Kai Rune Lysbakken, Bård Nonstad, Skuli Thordarson*
- Eva Rodum*
- Harald Buvik*
- Tore Humstad, Skuli Thordarson*
- Bjørn Skaar*
- Kjersti Leiren Boag*
- Terje Lindland*
- Øystein Larsen*
- Torgeir Leland, Gisle Fossberg*
- Jan Erik Lien*
- Jørn Ingar Arntsen*

*Versjon 2011-11-20*





# Kapittel 1 Drift og vedlikehold – innledning

*Tor-Sverre Thomassen, Statens vegvesen*

1.1	Hva er drift og hva er vedlikehold?.....	2
1.2	Sammenhengen mellom planlegging, bygging og drift av veier .....	3
1.3	Forvaltning av vegkapital.....	3
1.4	Tungt vedlikehold .....	4
1.5	Generelt om arbeid på veg, sikkerhet og miljø .....	5

*Versjon 2011-11-20*

# 1 Drift og vedlikehold – innledning

Drift og vedlikehold av veger er et særdeles bredt fagområde. En lærebok i drift og vedlikehold vil derfor bli svært omfattende hvis den i full dybde skal ta for seg alle oppgaver som inngår. Omtalen av de ulike tema må derfor i praksis begrenses. Det finnes flere kilder for skaffe seg ytterlige kunnskaper, herunder de mange håndbøker som er utgitt av Statens vegvesen.

Driftsoppgaver kjennetegnes ved at arbeidet må gjentas og gjentas, det ikke er noe bestemt tidspunkt da en endelig kan avslutte, slik tilfellet er for anleggsarbeider. Innen vedlikehold er gjentagelsesfrekvensen vesentlig lavere, for eksempel vedlikehold av vegdekker. Her avslutter en arbeidet, men en må så komme tilbake etter 10-15 år.

## 1.1 Hva er drift og hva er vedlikehold?

Med drift mener vi innsats og aktiviteter som er nødvendig ute på vegnettet for at trafikken skal komme fram på en trygg og effektiv måte fra dag til dag. Dette er med andre ord 7/24/365 tjenester. Utfordringene for å få dette til er størst om vinteren de fleste steder i landet fordi det krever rettidig innsats for snørydding/brøyting og tiltak for å bedre friksjonen. Værvarsling og andre systemer for å gi prognoser for utviklingen på kort og lang sikt er av stor betydning for de som er ansvarlig for tjenesten slik at (preventive) tiltak kan iverksettes.

Med vedlikehold av veier forstås innsats og aktiviteter som ivaretar infrastrukturen på en måte som muliggjør trygg og effektiv transport i et lenger perspektiv. Det vil alltid oppstå behov for anleggsarbeider i det eksisterende vegnettet utover vanlig vedlikehold. Anleggsarbeidet skal ivareta behov for kapasitetsøking og for å erstatte elementer langs vegnettet som har ”gått ut på dato”, det vil si har overskredet forventet teknisk levetid.

Til vedlikehold av veger regnes normalt ikke tiltak som er nødvendig for å sikre økt kapasitet som følge av at trafikken har vokst. I Statens vegvesen har en imidlertid etter hvert introdusert begrepet tyngre vedlikehold. Noe av det som inngår i begrepet tyngre vedlikehold er klart i grenseland med det som kan betegnes som anlegg.

I vegforvaltning skilles det mellom *investeringer* og *drift og vedlikehold* når det gjelder arbeider på vegnettet. Dette er termer som knytter seg til budsjetteringsopplegg og rutiner, hvor nyanlegg og andre anleggsarbeider finansieres over investeringsbudsjettet, mens drift og vedlikehold får sine midler fra drift og vedlikeholdsbudsjettet. For trafikantene er det likegyldig hvor pengene kommer fra bare arbeidet blir utført når det er behov for det.

### *Oppsummert:*

*Driften av vegnettet omfatter alle oppgaver og rutiner som er nødvendig for at vegene skal fungere godt for trafikantenes daglige bruk. Dette er aktiviteter som brøyting, strøing med salt og sand, vegoppmerking, vask og rengjøring, oppretting av skilt, skjøtsel av grøntarealer, trafikkstyring og trafikantinformasjon.*

*Vedlikehold av riksvegnettet omfatter tiltak for å ivareta den fysiske infrastrukturen. Med dette forstås tiltak for å opprettholde standarden på vegdekker, grøfter, bruer, tunneler, vegutstyr og tekniske anlegg/installasjoner i tråd med fastsatte kvalitetskrav.*

## 1.2 Sammenhengen mellom planlegging, bygging og drift av veier

I en vegs livsløp inngår tre viktige faser. Dette er plan-, bygge- og driftsfasen. Det er i driftsfasen samfunnet får nytten av vegen. Sett i forhold til planleggings- og byggefasen er driftsfasen lengst. Ofte skal et veganlegg fungere i 30-40 år uten nevneverdige endringer forutsatt at trafikken utvikler seg normalt.

Skal nytten av et nytt vegprosjekt bli god må anleggets utforming bli slik at trafikken ikke forstyrres unødvendig gjennom vegens funksjonstid. Det er derfor viktig at vegen planlegges og bygges på en slik måte at behovet for senere vedlikehold er minst mulig, og at nødvendig vedlikehold kan utføres på en effektiv måte uten å forstyrre trafikken i særlig grad. Det må også være lagt opp til at driften kan gjennomføres effektivt.

Et konkret eksempel på forhold som det må tas hensyn til i plan- og byggefasen, er det behov driften av vegen har når det gjelder snølagring, isdannelse i sideterreng og behov for snuplasser og underganger for det operative opplegget. Hvis slike forhold ikke ivaretas i byggefasen vil en måtte gjøre slike tiltak senere, med betydelige merkostnader for vegholder. Trafikantene vil i tillegg bli påført ulemper og kostnader mens forbedringsarbeidet pågår. Dersom vegen ikke tilpasses driftens spesielle behov, får en økte driftskostnader. Planleggerne, utbyggerne og driftsansvarlige må komme fram til løsninger som er de beste teknisk og økonomisk.

*Oppsummert:*

*Det er viktig å se sammenhengen i alle faser av en vegs livsløp og velge løsninger som optimaliserer nytte og kostnader. Erfaringer fra driftspersonell må inn i de to første fasene (planlegging og bygging) dersom en skal sikre gode løsninger i vegens bruksperiode.*

## 1.3 Forvaltning av vegkapital

Det offentlige vegnett som eies av kommuner, fylker og stat har samlet sett en betydelig verdi. Anslag viser at kostnadene for å bygge vegnettet i dag ville ligge et sted mellom 700 til 1000 mrd kr. Grovt regnet er det derfor investeringsbehov på 7-10 mrd hvert år til fornyelse hvis horisonten for slike tiltak er 100 år. Men vegene som ble anlagt i begynnelsen av 1900 – tallet ville i dag ikke ha egnet seg for moderne biltrafikk og er erstattet for lengst. Hvis vi dobler investeringene til 15-20 mrd årlig får vi en gjennomsnittlig utskiftingstakt på 50 år, noe som virker mer rimelig i forhold til behovet.

I dag er ikke takten på langt nær så høy, og dette gir etterslep når det gjelder vegnettets evne til å kunne avvikle trafikken på en sikker og effektiv måte.

Forvaltning av vegkapital kan defineres som en systematisk fremgangsmåte for drift, vedlikehold og videreutvikling av vegnettet, hvor man kombinerer ingeniørfaget med sunne økonomiske vurderinger. I denne fremgangsmåten tilrettelegger man for å etablere et grunnlag for å ta de beslutningene som på en best mulig måte innfrir brukernes forventninger. Brukspolitikk som tillatte aksellaster og totalvekter inngår i en slik definisjon.

I tidligere tider har forvaltningen av vegkapitalen vært fragmentert i den forstand at den har vært gjenstand for separate vurderinger og separate budsjetter til bygging (investeringer) og vedlikehold. I tillegg har ikke alltid de administrative forhold som for eksempel endring i brukspolitikk vært etterfulgt av nødvendige fysiske tiltak over investerings- og vedlikeholds-budsjettene. Innføring av nye krav i vegnormaler er også ofte gjort ut fra separate vurderinger.

Separate vurderinger gir nødvendigvis ikke et galt resultat, men det gir iallfall ikke mulighet til å avveie investeringer mot for eksempel vedlikehold eller mot endret bruk.

Ifølge OECD skal et *forvaltningssystem for vegkapital* inneholde alle ressurser som inngår. I denne læreboka konsentrerer vi oss om den fysiske infrastrukturen, dvs. vegens overbygning, bruer, skilt, etc. Vi må imidlertid ikke glemme at et slikt forvaltningssystem også omfatter veggrunn, menneskelige ressurser (kompetanse), utstyr og materialer. I tillegg kommer andre verdier som data om vegnettet og systemene rundt disse.

*Oppsummert:*

*Forvaltning av vegkapital kan defineres som en systematisk fremgangsmåte for drift, vedlikehold og videreutvikling av vegnettet hvor man kombinerer ingeniørfaget med sunne økonomiske vurderinger av nytte og kostnader. I denne fremgangsmåten tilrettelegger man for å etablere et grunnlag for å ta de beslutningene som på en best mulig måte innfrir brukernes forventninger. Brukspolitikk med hensyn til tillatte aksellaster og totalvekter inngår i en slik definisjon. Koordinering av investering og drift og vedlikehold er nødvendig for å kunne oppnå best mulig resultat av den samlede innsats så vel økonomisk som fysisk ute på vegnettet. Det er bruken av vegnettet som gir avkastning av vegkapitalen.*

## 1.4 Tungt vedlikehold

Alt vedlikehold har til hensikt å sørge for at vegsystemet skal fungere som tiltenkt, i dag, i morgen og i lang tid framover. Hvor lenge skal i prinsippet fastsettes ut fra det som er fastsatt som normal levetid for de enkelte elementer. Erfaringene fra vegsystemet er likevel at vi holder liv i mange elementer mye lenger enn forutsatt. For vegholder kan dette i mange tilfeller føre til unormalt høye årlige kostnader, samtidig som nye funksjoner ikke bringes inn. Dette fører til økte kostnader for brukerne og samfunnet.

Tungt vedlikehold er nødvendig når levetiden er overskredet og elementene må erstattes. I den forbindelse er det naturlig å vurdere om det er behov for nye funksjoner (herunder også geometriske parametere, styrke o.l.).

Det er tungt vedlikehold som settes i verk i de programmer vegholder lager for å ta igjen deler av etterslepet som er påvist. Slike prosjekter finansieres over investeringsbudsjettet.

Tungt vedlikehold har lang virkning og koster forholdsvis mye pr tiltak/lm. Tungt vedlikehold trenger nødvendigvis ikke være utløst av at mindre tiltak ikke er utført til rette tid (etterslep), selv om dette er en vanlig årsak i dag. Ett eksempel på dette er nedbrytingen som skjer i forsterknings- og bærelag og som resulterer i behov for utskifting av bærelagsmasser, oppretting og legging av nye slitelag.

Som tungt vedlikehold regner vi:

- Vedlikehold av drens- og avløpsanlegg, med unntak av:
  - Slamsuging
  - Spyling og rensk
  - Reparasjoner av skader som oppstår akutt
- Alt arbeid med vegfundamentet
- Vegdekker, med unntak av:
  - Lapping av grusveger
  - Høvling av grusveger

- All slags støvbinding
- Lapping av faste dekker
- Flatelapping
- Forsegling av faste dekker
- Belegninger utenfor kjørebane, hvis ikke dette er en del av et større tyngre vedlikeholdsarbeid som f eks oppjustering av skulder etter dekkelegging
- Murer
- Støytiltak, med unntak av
  - Arbeid med fundamentering
- Stabilitetssikring
- Utskifting av rekkverk som ikke tilfredsstiller kravene (i Håndbok 111 Standard for drift og vedlikehold), med unntak av:
  - Oppretting etter påkjørsler og ras
- Vedlikehold av bruer og kaier, med unntak av:
  - Inspeksjoner og kontroll
  - Oppmåling
  - Rengjøring og opprensning (sørge for vasslaup)
  - Vedlikehold av vegutstyr

## **1.5 Generelt om arbeid på veg, sikkerhet og miljø**

Når det skal utføres drifts og vedlikeholdstiltak på vegnettet må dette gjøres på en måte og til tider som medfører minst mulig forstyrrelser for brukerne av vegene. En må ta hensyn til sikkerheten for de som er delaktig. Dette innebærer at trafiksikkerheten ikke må reduseres ved slike arbeidssteder og vegarbeidernes sikkerhet skal være ivaretatt. Det er derfor nødvendig å gjennomføre sikker jobbanalyser og innføre de tiltak som viser seg nødvendig for å ivareta helse, sikkerhet og miljøforholdene. Aktivitetene må heller ikke påvirke det ytre miljø i unødig grad.

Dette er nærmere behandlet i egne kapitler.



# Kapittel 2 Standard for drift og vedlikehold

*Ole Peter Resen-Fellie og Øystein Larsen, Statens vegvesen*

2.1	Innledning – mål og hensikt .....	2
2.2	Beskrivelse av standardkravene .....	3
2.3	Oppbygging av standarden.....	5
2.4	Spesielle beskrivelser og instruksjoner .....	6
2.4.1	Spesielle beskrivelser .....	6
2.4.2	Instruksjoner.....	7
2.5	Operativ standard for vegruter .....	7
2.5.1	Generelt .....	7
2.5.2	Spesielle vurderinger.....	7
	Referanser.....	8

*Versjon 2011-11-20*

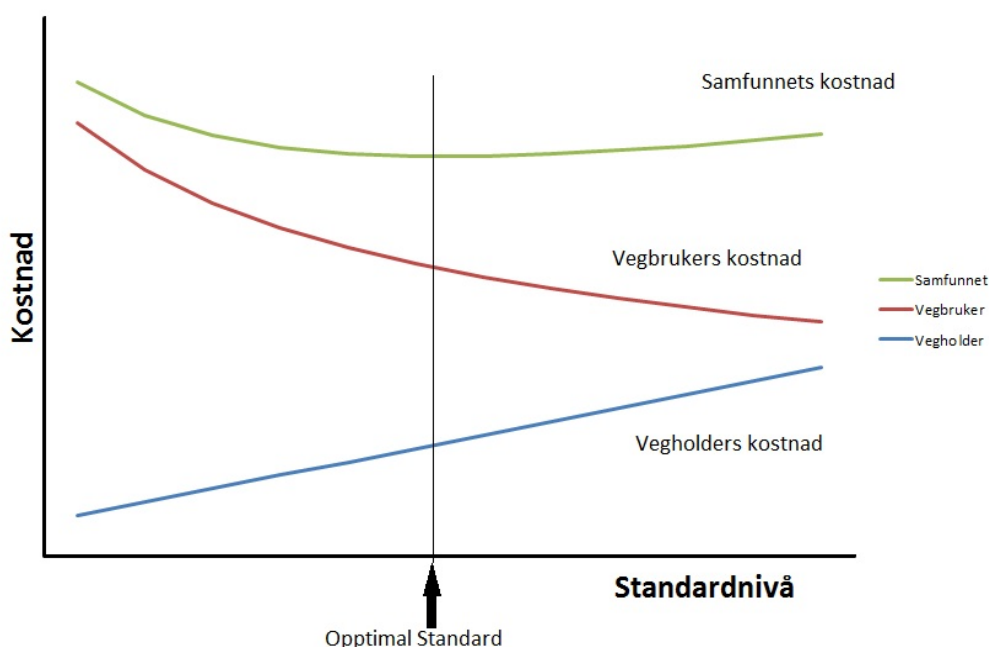
## 2 Standard for drift og vedlikehold

### 2.1 Innledning – mål og hensikt

Statens vegvesens Håndbok nr 111 "Standard for drift og vedlikehold av veger og gater" gir retningslinjene for hvordan riksvegene i Norge skal driftes og vedlikeholdes, herunder krav til funksjon og tilstand for de ulike objektene i vegnettet. Måten standarden er bygget opp på gir mulighet for å bruke store deler av den også på fylkesveger og kommunale veger.

Hensikten med Håndbok 111 er å oppnå en mest mulig jevn og optimal standard på vedlikeholdet. Trafikantene skal oppleve ensartet vedlikeholdsstandard på vegruter av samme viktighet, uavhengig av administrative grenser mellom fylker eller kontraktområder.

Standarden angir den samfunnsøkonomisk optimale tilstand ut fra en nytte/kostnadsvurdering hvor vegholders og vegbrukers kostnader vektet likt. Dette innebærer også at standardkravene på noen områder differensieres avhengig av trafikkmengde, fartsgrenser og vegens viktighet. Riktig standard er den som gir lavest kostnad for samfunnet, jfr figur 2.1.



Figur 2.1 Beregning av optimal standard for drift- og vedlikeholdsoppgaver innebærer en kartlegging av vegholders og vegbrukernes kostnader ved forskjellige standardvalg

Standardkravene brukes til flere formål:

- Styring fra bevilgende myndigheter (departement og fylkeskommuner) til SVV Vegdirektoratet => regioner => fylker
- Krav i kontrakter mellom Statens vegvesen som byggherre og private entreprenører
- Kommunikasjon med brukere (trafikanter)

Standardkravene er ikke juridisk bindende for vegholder, da oppnåelig standard er avhengig av budsjett. Dersom bevilgningene ikke er store nok til å holde alle kravene, må det foretas en prioritering slik at konsekvensen blir minst mulig for trafikanter og vegkonstruksjon.



Avvik som kan være trafikkfarlig må varsles med skilt eller på annen måte inntil avviket er utbedret.

Krav beskrevet i driftskontraktene er bindende for entreprenørene dersom de har forpliktet seg til å gjennomføre oppgavene med avtalt standard til en fastsatt pris.

Videre beskrivelse av standardkravene er basert på siste versjon av Håndbok 111 som er vedtatt i 2011 og som tas i bruk fra 2013-14.

## 2.2 Beskrivelse av standardkravene

Håndbok 111 omfatter krav knyttet til drift og vedlikehold av veger, byggverk (konstruksjoner), tunneler, sideområde og sideanlegg samt utstyr og installasjoner.

Kravene er beskrevet dels som felles krav som gjelder alle vegobjekter og dels som krav for det enkelte vegobjekt eller for generelle aktiviteter.

Kravene til drift og vedlikehold av det enkelte objekt tar utgangspunkt i objektets tiltenkte funksjon. Gjennomføring av drift og vedlikehold i henhold til kravene sikrer at objektets funksjon ivaretas til enhver tid, både på kort og lang sikt. Kravene bygges vanligvis opp med en kombinasjon av funksjonskrav, funksjonsrelaterte krav og tiltakskrav (materialkrav og metode/utførelseskrav).

Eksempler på ulike måter å beskrive standarden på:

### Funksjon (intensjon):

- *Forutsigbar og god framkommelighet med god regularitet og sikker trafikkavvikling under vinterforhold for alle trafikanter på en måte som ivaretar miljøhensyn.*
- *Trær skal bidra til trivsel og estetisk nytelse, binde sammen veg og omgivelser, samt skape grønne områder eller landskapsrom og skjerming mellom ulike landskapsrom.*
- *Ferdselsareal for gående og syklende skal være farbart og attraktivt for fotgjengere og syklister slik at de foretrekker å ferdes der framfor i kjørebanelen.*

### Fysiske krav til tilstand:

- *maksimalt 1 cm løs snø*
- *friksjonskoeffisient større enn 0,25*
- *skilt lesbart på 100 m avstand ved fartsgrense 70 km/t*



Figur 2.2 Friksjonsmåling på vinterveg

### Tiltakstid:

- maksimal syklustid for strøing 2 timer
- skilt skal rengjøres innen 1 døgn
- hull i vegdekke skal repareres innen 1 uke

### Frister eller hyppighet:

- tunnel helvask 2 gang pr år
- rot- og stammeskudd skal fjernes årlig
- lavtvoksende vegetasjon klippes 1 gang pr år før løvsprett eller etter 15.08.

Et fritt valgt eksempel fra Håndbok 111 er vist i figur 2.3, objekt ”Trær”:

**7.6 Trær**

Trær omfatter trær i parklike områder og definerte trær i naturlike områder, både lauvfellende og vintergrønne trær.

Trær omfatter enkeltstående trær, trær i en tregruppe, lund, allé eller trekke.

Trær skal bidra til trivsel og estetisk nytelse, binde sammen veg og omgivelser, samt skape grønne områder eller landskapsrom og skjerming mellom ulike landskapsrom.

Trær vil ha positiv innvirkning på luftkvalitet og klimatiske forhold.

Trær skal være del av kultur- og naturlandskap, inngå i og ivareta romdannelse og landskapsform samt arkitektoniske og kulturelle verdier i grøntanlegg/ gaterom.

Treet skal ha en sunn vekst som er normal for arten.

Beskjæring av tre i etablering- og oppbyggingsfasen: Beskjæres slik at veksten blir stimulert til å danne sunne trær med god kronestruktur tilpasset art og lokaliteten.

Beskjæring av tre etter etablering- og oppbyggingsfasen: Trærne skal ha tilsyn og tiltak iverksettes for å fjerne døde, tørre, ødelagte og sikkerhetsmessige farlige greiner. Trær og greiner skal beskjæres og fjernes før de blir sikthindrende, kommer inn i vegens frie rom eller er til hinder eller skade for belysning, tilføringsledninger og øvrige objekters funksjon.

Innenfor vegens sikkerhetssone eller innenfor rekkverkets arbeidsbredde skal det ikke forekomme trær med diameter større enn 10 cm målt 40 cm over bakken.

Rot- og stammeskudd skal fjernes årlig.

Ugras innenfor en sirkel med 50 cm avstand fra stammen skal ikke forekomme for tre i etablerings- og oppbyggingsfasen. Eventuelt dekkemateriale skal opprettholdes.

Døde og hardt skadede trær, med diameter mindre enn 5 cm, målt i 1,0 meters høyde, skal erstattes med samme art og størrelse på et hensiktsmessig tidspunkt innen ett år.

For trær med spesiell verdi (landskapsmessig, kulturhistorisk, økologisk, botanisk, e.a.) skal det foreligge skjøtselsplan.

Figur 2.3 Eksempel på kravbeskrivelse i Håndbok 111; skjøtsel av trær

Kravene til hvert objekt er bygd opp slik (jfr figur 2.3):

- Objekt (skrevet som overskrift)  
Navn på objektet eller på den aktuelle samlingen av objekter
- Gyldighet (skrevet som tekst) med angivelse av
  - Hva inngår i objektet - hvilke fysiske objekter gjelder kravet for?
  - Hvor gjelder kravet (område, areal, geografi etc)?
  - Når gjelder kravet (tid på døgnet, ukedag, sesong, årstid etc)?

- Formål og funksjon (skrevet i ramme)  
Angivelse av samfunnets, brukers eller omgivelsenes behov samt hvordan objektet tilfredsstiller dette behovet.
- Krav, måleregler og grenseverdier (skrevet som tekst med tabeller, figurer mm)
  - Standardens krav, uttrykt som funksjonskrav, funksjonsrelaterte krav og tiltakskrav (metode, frekvens, utførelse og materialer)
  - Regler for måling og fastlegging av status i forhold til krav
  - Grenseverdier for kravene inkludert eventuelle toleranser
- Annet (skrevet under egen overskrift hvis det er aktuelt med spesiell annen informasjon)

## 2.3 Oppbygging av standarden

Håndbok 111 er oppdelt i ti kapitler;  
felleskrav - vegbane og sideområde - konstruksjoner i vegnettet med utstyr - tunnel - vegutstyr - sideanlegg (plasser) med utstyr - grøntskjøtsel - renhold av vegområde - vinterdrift - spesielle bestemmelser.

### 1. Felleskrav

Det som står her gjelder alle objekter. Dersom det er noe som gjelder for et spesielt objekt så er det skrevet inn på det spesielle objektet, som for eksempel intervaller og tidspunkter.

### 2. Vegbane og sideområde

Dette omfatter vegdekker/faste dekker på vegbaner, fortau, gs-veger, spesielle belegninger på bruer og kaier, grusdekker og steindekker. Videre beskrives krav til trafikkskiller, kantstein, avvannings- og drensssystem, vanngjennomløp, sideområder (stabilitetssikring, skråningsbeskyttelse), erosjonsikringer, skredsikring, faunapassasjer, trapper m m.

### 3. Konstruksjoner i vegnettet med utstyr

Her inngår krav i forbindelse med drift og vedlikehold av konstruksjoner i vegnettet, dvs bruer, ferjeleier, støttemurer, skredvern osv.

### 4. Tunnel

Omhandler drift- og vedlikehold av tunnelvegger og tak, fuktisolering, bergrensk, strømfor- syning, tunnelbelysning, ventilasjonsanlegg, utsmykking, luftreanseanlegg osv.

### 5. Vegutstyr

Vegutstyr omhandler skilt, vegoppmerking, ledelys, vegbelysningsanlegg, trafikksignal- anlegg, overvåkningsanlegg, gjerder, kantstolper, rekkverk, støtputer, leskur, indikatorer, snøskjermer m m.

### 6. Sideanlegg

Omfatter rasteplasser og toaletter, døgnhvileplass, ferjeleie landområde, kollektivknutepunkt, godsterminal, omlastingsplass, parkeringsplass, kjettingplass, kontrollplass m m.

### 7. Grøntskjøtsel

Her angis krav til stell og skjøtsel av henholdsvis naturområder, grasbakker, grasplener, blomsterfelt, busker og trær.

## **8. Renhold av vegområde**

Renholdskravene omfatter vegbane (kjørefelt, sykkel felt, sperreområde, lommer, parkeringsfelt, skulder, kantsteinklaring, kantstein), gang- og sykkelveg, sykkelveg med fortau, fortau, trapp og rampe, trafikkskille (trafikkdeler, midtdeler, trafikkøy og sentraløy med fast dekke, grusdekke eller vegetasjonsdekke), sideområder, faunapassasjer samt areal under og inntil konstruksjoner.

Hvordan graffiti og tagging (uønsket påført lakk, maling, tusj m.m. på vegobjekter) skal behandles er også nevnt eksplisitt.

## **9. Vinterdrift**

Her angis krav til drift av alle brøyte- og strøarealer (veg og gang-/sykkelarealer):

- *Veg:*  
Brøyteareal omfatter kjørefelt, sykkel felt, sperreområde, lommer, parkeringsfelt og skulder.  
Strøareal omfatter kjørefelt, sykkel felt, lommer og parkeringsfelt.
- *Ferdselsareal for gående og syklende:*  
Brøyte/strøareal omfatter fortau, gang- og sykkelveg, sykkelveg med fortau, gangfelt med tilhørende arealer på fortau og trafikkøy, venteareal ved leskur samt trapper og ramper (inkludert definert ferdselsareal på fortau i by og tettbygd strøk).  
For fortau hvor det er etablert veggssone, ferdselsareal og møbleringssone skal det foreligge instruks for brøyting, strøing og rydding av veggssone og møbleringssone.

## **10. Spesielle bestemmelser**

Her omtales bl a håndtering av

- *fremmede skadelige organismer* som kan true stedegent biologisk mangfold
- *fremmedinstallasjoner* i form av ledninger/kabler med føringsveger (høyspentledning, vann- og avløpsledning, fjernvarmeledning, telekabel, antenneanlegg o.a.), reklamefinansierte leskur, bomstasjoner samt andre installasjoner
- *vernede kulturminner*; fredete kulturminner, vegminner (veger, bruer, bygninger), kulturmiljøer samt veghistoriske miljøer

## **2.4 Spesielle beskrivelser og instruks**

### **2.4.1 Spesielle beskrivelser**

Innføring av lokale bestemmelser og krav kan gjøres uten fraviksbehandling der dette er angitt i standarden med formuleringen ”... eller etter spesiell beskrivelse”.

Spesiell beskrivelse er en beskrivelse, utarbeidet sentralt og/eller lokalt, som angir:

- Alternativt gyldighetsområde for krav gitt i standarden:
  - Alternative eller supplerende objekter som kravene i standarden gjelder for
  - Alternative geografiske områder for krav gitt i standarden
  - Alternativ tidsperiode eller tidspunkt for krav gitt i standarden
- Alternative krav i henhold til standardens krav basert på lokale forhold
- Oversikter over objekter som skal behandles på særskilt måte

## **2.4.2 Instruks**

Standarden krever at det for noen objekter skal utarbeides instruks for drift og vedlikehold.

Instruks er en skriftlig, detaljert beskrivelse av hvordan et arbeid skal utføres. Instruks binder den utførende instans eller person til å handle på en bestemt måte. Instruks omfatter en utdyping av forhold som dekkes av standarden og/eller supplerer av forhold som ikke dekkes av standarden.

Krav gitt i standarden skal beholdes/overholdes i instruks. Instruks kan ikke endre eller overstyre krav gitt i standarden utover tillatte variasjoner iht. ”etter spesiell beskrivelse” eller etter fraviksbehandling.

Instruks kan være sentrale eller lokale. Den enkelte instruks skal inneholde informasjon om hjemmel for instruks, gyldighetsområde, hvem som har utarbeidet instruks og hvem som har godkjent instruks.

Instruks kan også utarbeides for objekter hvor dette spesifikt ikke kreves i standarden. Reglene for instruks gitt ovenfor gjelder også for slike instruks.

## **2.5 Operativ standard for vegruter**

### **2.5.1 Generelt**

Håndbok 111 tar ikke hensyn til alle variasjoner som kan forekomme langs en vegrute og mellom vegruter. Det må derfor bestemmes en operativ standard som tar hensyn til faktiske forhold og utfordringer på den enkelte vegrute, samt hensyn til gjennomgående forhold slik at f eks ulike føreforhold vinterstid ikke gjør kjøreturen unødig vanskelig for trafikantene når de krysser områdegrensener, fylkesgrensener, kontraktsgrensener etc.

Målet er å tilby en ensartet standard med hensyn på trafiksikkerhet, framkommelighet og miljøpåvirkning. Derfor må kravene i håndbok 111 gjennomgås konkret i forhold til den enkelte vegrute for å fastlegge den operative standarden som skal gjelde lokalt. På vegruter hvor forholdene til visse tider kan bli særlig vanskelig for vegbrukerne, kan det være nødvendig å heve kvaliteten over den beskrevne standarden. Av budsjettmessige grunner kan det bli aktuelt å senke kravene for noen drift- og vedlikeholdsarbeider.

Operativ standard skal fastlegges ut fra vegens viktighet, trafikk, klima og miljø. Det skal gjennomføres spesielle vurderinger for å identifisere særlige behov og nødvendige tilpasninger av kravene.

I arbeidet med å fastlegge operativ standard for vegrutene kan det benyttes ulike tilnæringsmåter og metoder. Det anbefales å nytte risikovurderinger for dette formålet. Dette begrunnes med at risikovurderingene kan tilpasses det informasjons- og kunnskapsgrunnlag som til enhver tid foreligger.

### **2.5.2 Spesielle vurderinger**

For å sikre en ensartet standard langs en strekning eller en rute selv om ÅDT eller andre forhold varierer langs strekningen/ruten, skal det gjennomføres strekningsvis eller rutevis fastlegging av standard for følgende tema:

- Sikt
- Trafikkberedskap
- Vinterdrift

Valg av jevnhetsklasse for en rute skal utføres av vegmyndigheten basert på rutens transport-funksjon og legges til grunn for drift- og vedlikeholdsentreprisene.

Dersom maksimal syklustid for brøyting gitt i standarden antas å gi for dårlige forhold for trafikantene, kan krav til syklustid for brøyting justeres basert på statistiske data om nedbørs-intensitet.

Strekninger med forsterket krav til friksjon kan være beskrevet spesielt; f eks strekninger med kurver, bakker, kryss, uoversiktlige avkjørsler o l.

## **Referanser**

- /1/ Statens vegvesen Håndbok 111 *Standard for drift og vedlikehold av veier og gater*.  
Høringsutgave mars 2010

# Kapittel 3 Skademekanismer

*Inge Hoff, NTNU og Geir Refsdal, Statens vegvesen*

3.1	Skader på vegene – som forventet eller mot normalt? .....	2
3.2	Spor og permanente deformasjoner.....	3
3.2.1	Piggdekkslitasje.....	3
3.2.2	Deformasjoner i asfalten .....	5
3.2.3	Deformasjoner i bære- og forsterkningslag.....	6
3.2.4	Deformasjoner i undergrunnen.....	7
3.3	Sprekker .....	7
3.3.1	Utmattingssprekker .....	7
3.3.2	Lavtemperatursprekker.....	7
3.4	Kantskader.....	8
3.5	Teleskader .....	8
3.6	Bestandighet/aldring.....	9

*Versjon 2011-11-20*

## 3 Skademekanismer

### 3.1 Skader på vegene – som forventet eller mot normalt?

Vegen har mange fiender som fører til at tilstanden forverrer seg og at vegen over tid vil trenge vedlikehold og rehabilitering. Det er mulig å bygge veger som har veldig langsom skadeutvikling og som dermed vil kunne vare lenge med minimalt vedlikehold. Dessverre er slike løsninger veldig kostbare og brukes i dag bare ved ekstremt høye trafikkmengder, eksempelvis i Nederland. Der er konsekvensene av å hindre trafikken med vedlikehold så store at det lønner seg å bygge veldig solide løsninger.

I Norge er det forventet at en veg skal få en viss skadeutvikling, men det er viktig at utviklingen ikke er for rask og fører til behov for hyppig og kostbart vedlikehold. Figur 3.1 viser forventet levetid for ulike asfaltdekker i Norge, avhengig av trafikkmengden.

L	NORMERTE DEKKELEVETIDER <sup>1)</sup> FOR ULIKE DEKKETYPEN (år)						
	ADT						
Dekketype	≤ 300	301-1500	1501-3000	3001-5000	5001-10 000	10 001-20 000	> 20 000
Ska				13	10	7	6
Ab			15	12	9	6	5
Agb		15	14	11			
Ma, Egt	16	13	12				
Eo	14	12					

1) Normale utslag i dekkelevetiden vil være ± 2 år, avhengig av klima og andre lokale forhold.

Figur 3.1 Forventet levetid for asfaltdekker for ulike trafikkgupper (Håndbok 018)

Forholdet mellom investeringskostnad og framtidig vedlikeholdskostnad blir i prinsippet vurdert gjennom en levetidsbetraktning der nåverdien av framtidige utgifter blir redusert. I en slik betraktning vil en løsning som koster litt mer, men som er billig å vedlikeholde, ofte komme dårlig ut. Dette er en anerkjent beregningsmåte innen samfunnsøkonomien, men det kan nok stilles spørsmålsteget om dette er den mest fornuftige tankegangen i denne sammenhengen.

I dette kapitlet vil vi se nærmere på noen av de mest vanlige skadene og på årsakene som ligger bak. Veger er kompliserte konstruksjoner, og det kan være flere forhold som fører til samme type skade. Det er derfor ikke alltid enkelt å avgjøre hvilken mekanisme som ligger bak skadene som kan observeres på overflaten.

I tillegg til de naturlige/forventede skadene som utvikler seg over tid ser man ofte skader som skyldes feil ved dimensjoneringen, materialproduksjonen og/eller utførelsen. Disse kan ta forskjellige former, det kan være en rask utvikling av skader nevnt i dette kapitlet, men også mer spesielle skader som ikke er omtalt her.

Vedlikeholdet i seg selv påvirker skadeutviklingen i stor grad. Hvis skader ikke blir utbedret vil skadeutviklingen akselerere. Åpne sprekker vil føre til at vann trenger inn i konstruksjonen. Det gjør at materialene i bære- og forsterkningslag mister noe av sin bæreevne, som igjen fører til at sprekken utvikler seg enda raskere.



Det kan også forekomme mer direkte, mekaniske skader på vegen, blant annet fra vinterdriften. Spesielt er kantsteiner og lignende utsatt for påkjørsel av ploger og høvler.

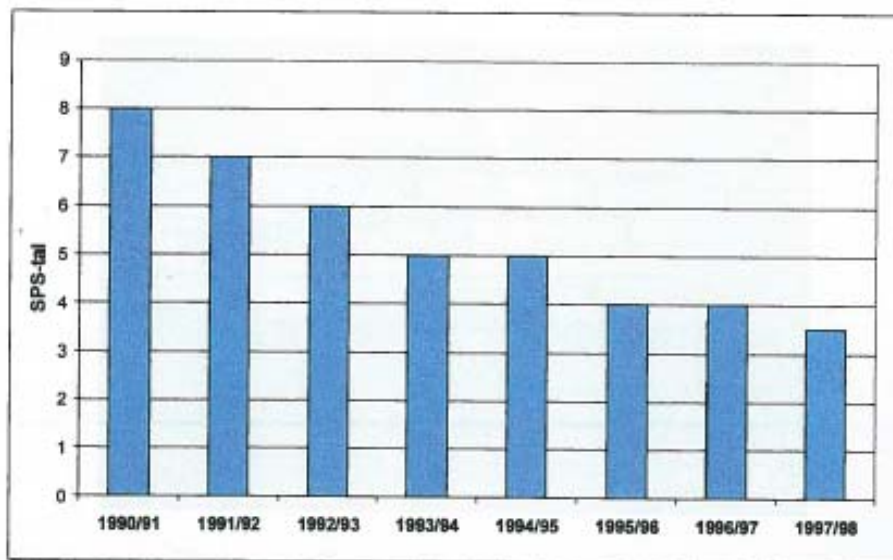
## 3.2 Spor og permanente deformasjoner

Spordannelse er den skademekanismen som får mest fokus i Norge. Det er som regel dype spor som er utløsende faktor for reasfaltering, og vi benytter store deler av asfaltbudsjettet til å bekjempe sporutviklingen. Vedlikeholdsstandarden (Håndbok 111) setter klare krav til maksimalverdiene, dype spor vil ha direkte innvirkning på trafikksikkerheten. Ved mye nedbør og vannfylte spor i vegbanen øker faren for vannplaning betydelig.

Tradisjonelt har vi lagt mye av skylden for sporutviklingen på piggdekkslitasje. I de senere år har imidlertid piggdekkbelastningen blitt vesentlig mindre, og det er tydeliggjort at en god del av sporutviklingen også skyldes deformasjoner i vegkonstruksjonen.

### 3.2.1 Piggdekkslitasje

Norge er et av få land i verden som tillater bruk av pigger i bildekk. På bar veg vil disse piggene slite bort asfaltmateriale og danne spor. Man har gjennom flere år lagt en betydelig innsats i å finne fram til asfalttyper som har bedre slitasjemotstand i forhold til piggdekk. Sammen med reduksjon i andelen som bruker piggdekk, samt innføring av mer miljøvennlige (lettere) pigger, har piggdekkslitasjen gått betydelig ned sammenlignet med situasjonen tidlig på 1990-tallet. Dette er illustrert i figur 3.2. SPS (spesifikk piggdekkslitasje) er den masse i gram som en personbil med 4 piggdekk sliter av vegbanen for hver kjørte kilometer.



Figur 3.2 Utvikling av sporslitasje, her uttrykt som spesifikk piggdekkslitasje (SPS) i Göteborg fra 1990 til 1998

Kvaliteten til steinmaterialet i asfalten har stor betydning for piggdekkslitasjen. I Norge stiller vi krav til at slitasjemotstand skal dokumenteres ved hjelp av den nordiske Kulemøllemetoden (NS-EN 1097-9). Her tromles steinmateriale og vann sammen i en sylinder etter en bestemt prosedyre, og nedkningen av materialet gjennom forsøket gir et bilde på motstanden mot

piggdekkslitasje. Gjentatte undersøkelser har vist at asfaltmaterialer med stein som klarer seg bra i denne testen får liten slitasje ute på vegen.

En ulempe ved å stille krav bare til steinmaterialet er selvsagt at man ikke får med effekten av de andre komponentene i asfalten. Både felterfaringer og laboratorieforsøk har vist at type bindemiddel og eventuelle tilsetningsstoffer også kan ha stor betydning for slitasjen. I Prall-testen (EN 12697-16) testes hele asfaltmaterialet, sylindriske prøver fra vegdekket utsettes for slagpåkjenninger av stålkuler etter en bestemt prosedyre. Dette antas dermed å gi et bedre bilde på de totale slitasjeegenskapene. Prall-testen har vært i bruk lenge i Sverige og det er rapportert god sammenheng mellom laboratorieresultater og feltobservasjoner fra veger under trafikk.



Figur 3.3 Kulemølle (Foto: SINTEF)



Figur 3.4 Prall-test (Foto: SINTEF)

I tillegg til de økonomiske konsekvensene knyttet til sporutvikling og forkortet dekkelevetid fører piggdekkslitasje også til et betydelig støvproblem, spesielt i byer med mye trafikk og klimatiske forhold med stillestående luft. Eksempelvis har det i Trondheim på kalde tørre dager uten vind tidvis vært så dårlig luftkvalitet at personer med luftveisproblemer frarådes å bevege seg utendørs.

### 3.2.2 Deformasjoner i asfalten

Deformasjoner i asfaltmaterialet kan skyldes både ustabil kornkurve og feil type/mengde bindemiddel. Hvis det benyttes myke bindemidler vil asfalten lett deformeres på varme sommerdager. På den andre siden vil bruk av for stive bindemidler kunne føre til økt oppsprekking om vinteren ved lave temperaturer.

I figur 3.5 er det vist et ekstremt eksempel på skjærdeformasjoner i asfaltmaterialet som sannsynligvis skyldes en feil i asfaltproduksjonen.

Deformasjoner i asfalt er i stor grad avhengig av temperatur og belastningshastighet. Mest kritisk er tung og saktegående trafikk på varme sommerdager. Det er ikke uvanlig at temperaturen i asfalten kan komme opp i 50 °C. Man vil i bystrøk da fort kunne observere økt sporutvikling i kryssområder og busslommer, sammenlignet med der trafikken flyter raskere.



Figur 3.5 Eksempel på asfaltdeformasjon på E6 i Nordland (Foto: Inge Hoff)

Motstanden mot permanente deformasjoner i et asfaltmateriale kan dokumenteres ved hjelp av "Wheel-track" - forsøket (NS-EN 12697-22). Det er vanlig å stille krav til slik dokumentasjon for spesielt utsatte områder.



Figur 3.6 Wheel-track apparatur og prøve etter testing

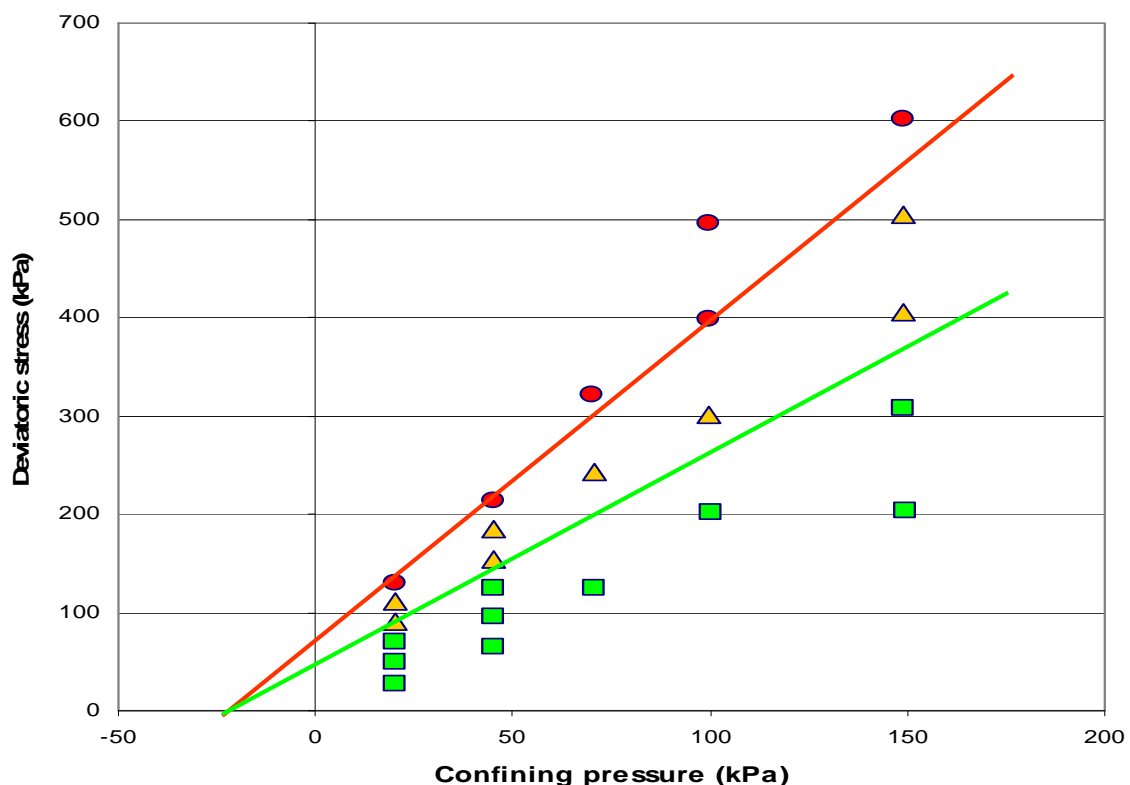
### 3.2.3 Deformasjoner i bære- og forsterkningslag

Ubundne materialer vil utvikle permanente deformasjoner hvis spenningene på grunn av trafikken overskrider visse grenseverdier. Figur 3.7 viser grenser for et pukkmateriale avhengig av sidetrykk (confining pressure) og skjærspenning (deviatoric stress). Når belastningen på materialet er i området under den nederste grønne streken får man minimale permanente deformasjoner. Vi ser at så lenge materialet er godt innspent (til høyre på figuren) kan det tåle ganske mye belastning. Blir derimot sidestøtten liten (mot venstre på figuren) går styrkekapasiteten dramatisk ned.

Ut fra dette kan man også forstå at veger med smale skuldre og bratte grøfteskråninger, dvs liten innspenning, vil være særlig utsatt for spor og deformasjoner.

Finstoffinnhold og vann vil også være med å bestemme hvor stor motstand disse materialene har mot deformasjon. Særlig på gamle veger kan materialkvaliteten være variabel, med mye innhold av finstoff. Hvis også dreneringsforholdene er dårlige, noe de ofte er, vil man kunne få store problemer, og da spesielt i teleløsningen.

I en nybygd veg, der materialene oppfyller kravene i Håndbok 018, vil det vanligvis ikke være store deformasjoner i de ubundne lagene. Forutsetningen er selvsagt at materialene legges ut og komprimeres på en slik måte at man unngår separasjoner og finstoffopphopninger. Det har vært eksempler på at slike uheldige forhold har gitt både deformasjoner og telehiv, selv i forholdsvis nye vegkonstruksjoner.



Figur 3.7 Eksempel fra trecks-forsøk på pukk, med inntegnede grenseverdier for permanente deformasjoner (grønn; elastisk sone – rød; bruddsone)

### **3.2.4 Deformasjoner i undergrunnen**

Hvis alle forhold er like langsatter vegen vil de fleste skader utvikle seg jevnt og det vil være få eller ingen ujevnheter. Dette er dessverre sjelden tilfelle. Grunnforholdene vil normalt variere mye selv over korte strekninger, det samme kan være tilfelle for dreneringen.

For en godt dimensjonert veg skal spenningene som forplanter seg nedover i konstruksjonen være så små at de heller ikke forårsaker deformasjoner på undergrunnen, selv om dette kan være et svært dårlig/svakt material. Men på en gammel veg på dårlig grunn der bære- og forsterkningslaget har mangelfull kvalitet kan det hende at hovedbidraget til sporene i vegbanen kommer helt nede fra grunnen. Dette er en situasjon som er vanskelig å utbedre uten betydelige masseutskiftninger.

## **3.3 Sprekker**

Sprekker i vegoverflata er i seg selv vanligvis ikke så plagsomt for biltrafikken, men langsående sprekker kan være svært ubehagelige for de som ferdes på to hjul. Oppsprekking vil ofte føre til akselerert skadeutvikling og dannelse av krakelering og slag hull. Disse prosessene er delvis forårsaket av vann som trenger inn i og svekker konstruksjonen, og delvis av lokale spennings-konsentrasjoner i nærheten av sprekken.

Ulike typer sprekker kan ha ulike årsaker. Noen ganger gjør et karakteristisk sprekke mønster det ganske lett å finne årsaken til problemene, andre ganger er bildet mer sammensatt.

### **3.3.1 Utmattingssprekker**

Utmattingssprekker er knyttet til gjentatte deformasjoner i asfaltdekket, forårsaket av de enkeltvise kjøretøypasseringer. I mange land er utmatting en sentral skademekanisme, men i Norge har vi tradisjonelt ikke lagt stor vekt på dette. Trafikkmengden er relativt beskjeden på de fleste vegene, og vi har også en litt annen type vegoppbygging enn mange land på kontinentet. Dette gjør at vi så langt har vært mest opptatt av spor og jevnhet.

Det ventes at med en videreutvikling av dagens måleutstyr og målemetoder (jfr kapittel 4) til også å omfatte detaljert sprekke registrering, vil dette bli mer vektlagt også i PMS-sammenheng (jfr kapittel 6).

### **3.3.2 Lavtemperatursprekker**

Når temperaturen synker trekker asfalten seg sammen og det dannes strekkspenninger i vegdekket (som i alle materialer). Hvis temperaturendringen ikke skjer for fort og det ikke blir for kaldt, vil asfalten på grunn av de visko-elastiske egenskapene rekke å tilpasse seg/utjevne spenningene uten å sprekke opp. Men ved raske temperaturfall ned til lave temperaturer (mange kuldegrader) kan asfalten bli så stiv/sprø og spenningene bygge seg opp så fort at strekkstyrken overskrides. Resultatet blir en karakteristisk lavtemperatur-sprekk på tvers av vegen, ofte gjentatt med fast intervall bortover vegen (se også kapittel 8.3).

Ved vegbygging i områder som er utsatt for lave temperaturer vil et aktuelt tiltak være å bruke polymermodifiserte bindemidler som gjør at asfalten bedre tåler disse påkjeningene.

### 3.4 Kantskader

I Norge er det mange veger som er veldig smale slik at belastningen fra trafikken kommer veldig langt ut mot kanten. Hvis det da i tillegg er laget en bratt grøftekant skapes en veldig uheldig spenningssituasjon (jfr kapittel 3.2.3).



Figur 3.8 Typisk kantskade med deformert skulder (Foto fra Roadex.org)

God drenering er avgjørende for å sikre god bæreevne, men man må passe på at man ikke ødelegger innspenningsforholdene når man går inn med slike tiltak, f.eks. i forbindelse med grøfting på smale veger.

### 3.5 Teleskader

Telehiv om vinteren og bæreevnesvikt i teleløsninga om våren er det alvorligste problemet for mange lavtrafikkerte veger. Når siltholdige telefarlige materialer fryser kan det oppstå en situasjon hvor kapillærsug trekker stadig mer vann opp til frysefronten. Hvis det er mye fritt vann tilgjengelig i underliggende lag kan dette føre til dannelse av store islinser (flere cm tykke lag av ren is). Disse krever stor plass og fører til at vegoverflaten hever seg (telehiv). Hvis man så får kraftig mildvær som gjør at alt dette vannet tiner uten at det har anledning til å dreneres bort, oppstår den klassiske teleløsningssituasjonen med bæreevnesvikt og akselerert skadeutvikling.

Jevn telehiving over en strekning vil ikke oppleves så ubehagelig for trafikantene. Dessverre er dette sjelden tilfelle. Som regel er det lokale variasjoner både i grunnforhold og overbygningmaterialer langs en vegstrekning, og faste elementer som kulverter, stikkrenner, brukar osv. beveger seg lite og ingenting. Resultatet blir i praksis ujevnheter både på langs og tvers av vegen.

Der det ligger snø langs vegen (brøytekanter) vil denne virke isolerende. Det gjør at telen trenger dypere ned midt i vegen enn langs kantene. Dette gir ofte ujevne telehiv på tvers av vegen, noe som igjen kan føre til at det dannes langsgående telesprekker.

Full telesikring krever tykke lag av steinmaterialer eller kunstige isolasjonsmaterialer som lettklinker, skumglass eller ekspandert polystyren (EPS). I henhold til Håndbok 018 Vegbygging frostdimensjoneres norske riks- og fylkesveger med ÅDT > 1500 normalt etter en "10 års vinter". For veger med mindre trafikk vil kostnadene med en slik full telesikring bli uforholdsmessig store. Her må man vurdere behovet i hvert tilfelle, ut fra hvor mye ujevnhets/telehiv man kan akseptere.

### 3.6 Bestandighet/aldring

I tillegg til skader som skyldes belastning fra trafikken er vegen og vegdekket utsatt for mange klima- og miljøpåkjenninger. Vann er nevnt, det kan ha mange negative innvirkninger og forårsake bl a bæreevne- og teleproblemer. Men i tillegg vil nedbør, fryse/tine sykluser, solstråling (spesielt UV), temperaturvekslinger osv føre til at selve asfalten endrer egenskaper over tid. Den "aldres" og blir både stivere og sprøere. Et aldret asfaltdekke vil dermed være mye mer utsatt for oppsprekking og forvitring.

For mange lavtrafikkerte veger vil slike bestandighetsproblemer gjøre at vegen ikke varer så lenge som ønskelig, selv om alle andre forhold skulle ligge til rette for lang levetid.

Både erfaringer fra felt og forskjellige typer nedbrytingsforsøk i laboratorium har vist at det kan være store forskjeller mellom ulike asfaltmaterialer med hensyn på aldring. Blant annet er det observert at man kan få betydelig forbedring i aldringsegenskapene når man bruker polymermodifiserte bindemidler.



Figur 3.9 Prøver av Ab 11 (asfaltbetong) etter et halvt års simulert aldring i laboratorium, til venstre med ordinær bitumen 160/220, til høyre med bitumen 160/220 tilsatt 6 vekt-% polymer (Foto: Joralf Aurstad)





# Kapittel 4 Tilstandsregistrering

*Jostein Aksnes og Bård Nonstad, Statens vegvesen  
Dagfin Gryteselv, SINTEF*

4.1	Systemer for tilstandsregistrering .....	2
4.1.1	Spor-, jevnhets- og tverrfallsmålinger .....	2
4.1.2	Vegbilder.....	4
4.1.3	Visuelle kartlegginger – manuelle .....	5
4.1.4	Bæreevne målinger .....	6
4.1.5	Georadar.....	8
4.1.6	Oppgraving - grunnboringer .....	9
4.1.7	Friksjonsmåling av vegdekker .....	9
4.2	Tilstandsutviklingsmodeller.....	11

*Versjon 2011-11-20*

## 4 Tilstandsregistrering

For å kunne planlegge optimalt vedlikehold eller rehabilitering av en vegstrekning, er det viktig med god og tilstrekkelig kartlegging av tilstand og forhold på og ved vegen. Dette innebærer både innsamling av ulike data og informasjon, samt å sette denne informasjonen sammen og presentere den slik at riktige tiltak kan velges. I dette inngår mulighet for å vurdere årsaksforhold til opptredende skader. Dette kapitlet beskriver noen av de viktigste informasjonskilder og verktøy som kan benyttes for beskriving av tilstand og valg av tiltak.

### 4.1 Systemer for tilstandsregistrering

- Spor, jevnhet, tverrfall (ViaPPS, tidligere ALFRED )
- Vegbilder (ViaPhoto)
- Visuelle kartlegginger
- Bæreevne
- Georadar
- Oppgraving – grunnboringer
- Friksjonsmåling

#### 4.1.1 Spor-, jevnhets- og tverrfallsmålinger

Statens vegvesen utfører spor-, jevnhets- og tverrfallsmålinger på alle riks- og fylkesveger stort sett hvert år. I tillegg måles det på strekninger der det er lagt nye dekker samme sommer-sesong. Disse initialmålingene er i enkelte tilfeller også grunnlag for endelig oppgjør med asfaltentreprenør basert på fastsatte kvalitetskrav. Målebilen er vist i Figur 4.1.



Figur 4.1 Målebil for spor-, tverrfall- og jevnhetsmåling (Foto: Torleif Haugødegård)

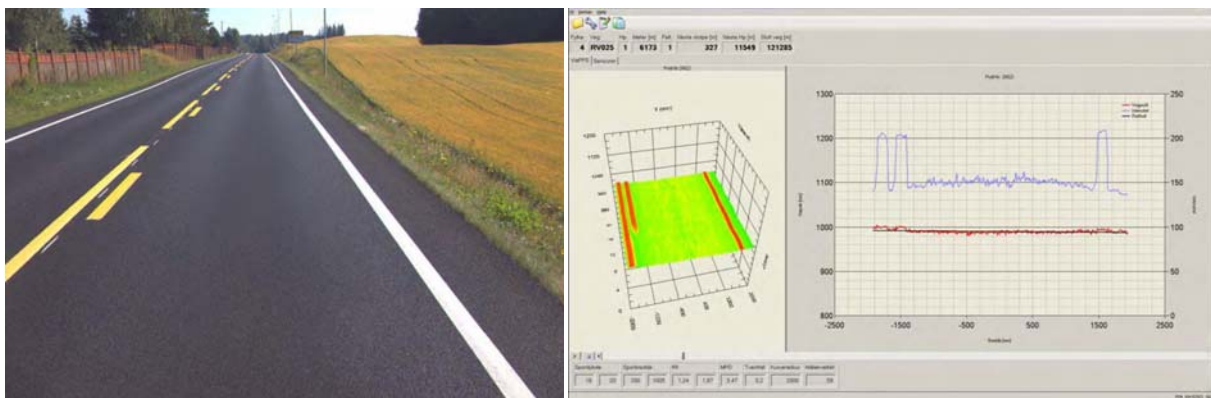
Utstyret er en roterende laserskanner med følgende tekniske data:

- 140 omdreininger pr sekund, dvs tverrprofilavstand er 16 cm i 80 km/t
- 4 m målebredde, 550 pkt pr tverrprofil

Utstyret registrerer:

- Tverrprofil (spordybder, tverrfall, vegmerkingslinjer, enkelte skader, bl.a sprekker)
- Lengdeprofil (jevnhet/IRI)
- Tekstur, ruhet (kan indirekte også indikere noe om friksjon)

Data for spordybde (mm), jevnhet (IRI – mm/m) og tverrfall (%) registreres pr kjørefelt, beregnes og bearbeides og lagres i NVDB for hver 20 m. Rådata fra registreringen kan i tillegg inspiseres i en egen applikasjon for mer detaljert informasjon. Blant annet kan man identifisere både oppmerking og sprekker fra disse rådataene.



Figur 4.2 Visning av detaljdata (rådata) fra registreringen



Figur 4.3 Visning av tilstandsutvikling for spor og jevnhet i PMS basert på 90-percentiler



Figur 4.4 Lengdeprofilvisning av spor, jevnhet og tverrfall, 20 m intervaller (PMS)

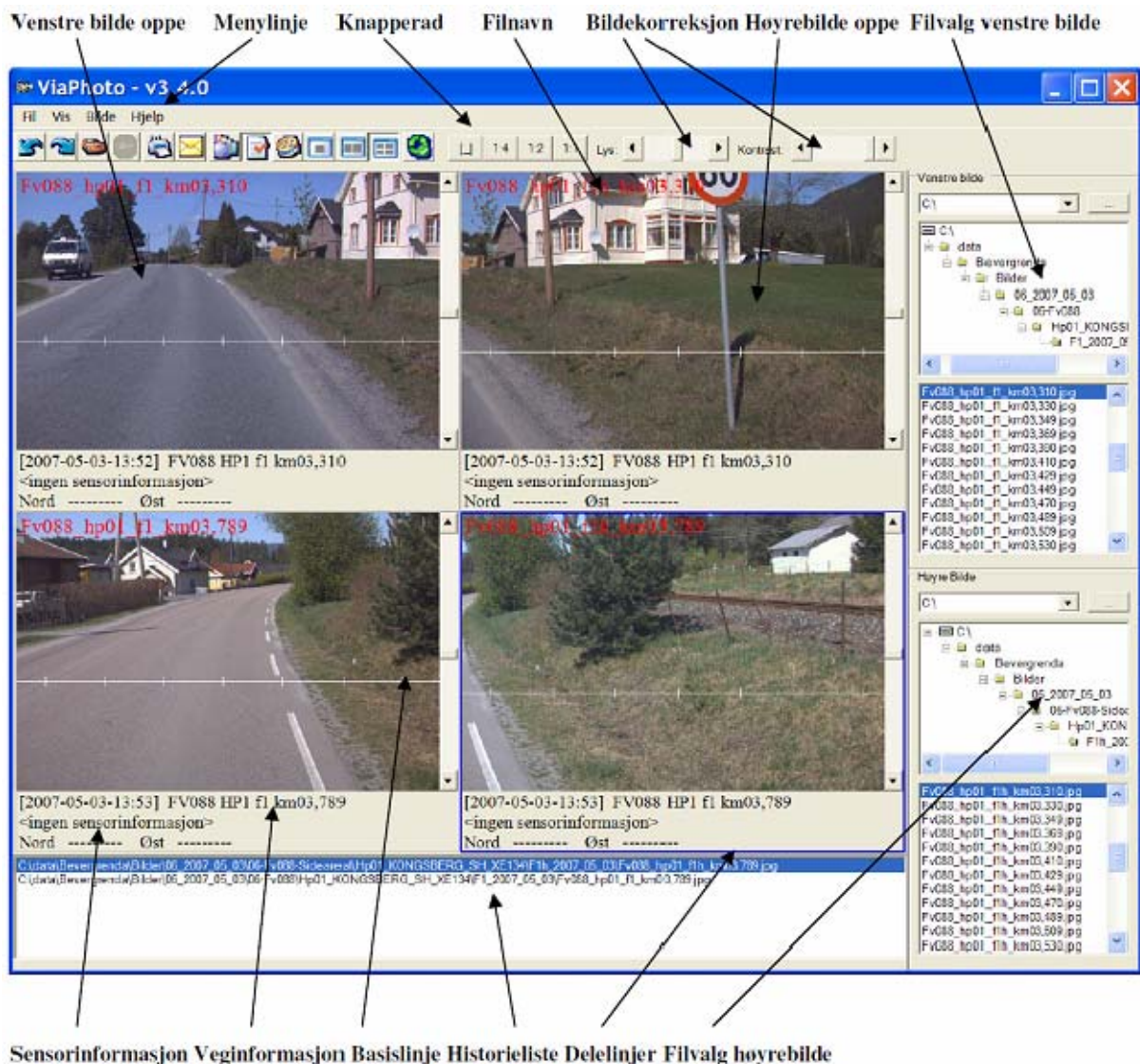
#### 4.1.2 Vegbilder

Samtidig med spor- og jevnhetsregistreringer tas det stillbilder av vegen og det nærmeste sideterenget for hver 20 m. Bildene kan for så vidt vises enkeltvis i hvilket som helst bildevisnings-/behandlingsverktøy (jpg-format). Det er laget et dataprogram, ViaPhoto, som gjør det enklere å vise bildene. I ViaPhoto er det funksjoner for visning av flere bilder, visning av begge kjøreretninger samtidig, simulert "kjøring" av vegen i f.eks 80 km/t og mulighet for å måle virkelige bredder på ulike objekter. Breddemåling er ypperlig til f.eks å beregne omfang på tiltak der vegbredder ikke er kjent (linjal-/målestokkfunksjon).

Telling av ulike objekter er også enkelt. Antall kummer, sluker, skilt, lengde rekkverk og kantstein gjøres finnes enkelt ut fra disse bildene.

I PMS kan også disse vegbildene vises, men med noe begrenset funksjonalitet. Linjal fungerer bl.a. ikke i PMS sin visning av vegbilder (pr desember 2010).

Figur 4.5 viser eksempel på vegbilder slik de vises i ViaPhoto.



Figur 4.5 Visning av vegbilder i ViaPhoto

### 4.1.3 Visuelle kartlegginger – manuelle

Visuell kartlegging av dekketilstand kan blant annet være aktuelt ved planlegging av forsterkingstiltak eller som en del av en mer omfattende tilstandoppfølging av forsøksstrekninger.

For å være i stand til å velge riktig utbedringstiltak er det nødvendig å ha kunnskap om de fremtredende dekkeskadene på en vegstrekning og om årsakene til at de har oppstått. Visuell skadekartlegging, gjerne over flere år, vil i denne sammenheng være til stor hjelp.

En visuell registrering av vegdekkeskader vil alltid være influert av vurderingene til den eller de personer som utfører registreringen. For å bidra til en mest mulig ensartet skadevurdering utarbeidet Statens vegvesen ”Skadekatalog for bituminøse vegdekker” (Håndbok 193) i 1996. Skadekatalogen er en veiledning til Håndbok 018 Vegbygging, og inneholder beskrivelse av de vanligste skadetyper, oversikt over mulige årsaker samt forslag til utbedringstiltak.



Figur 4.6 Håndbok 193 Skadekatalog for bituminøse vegdekker

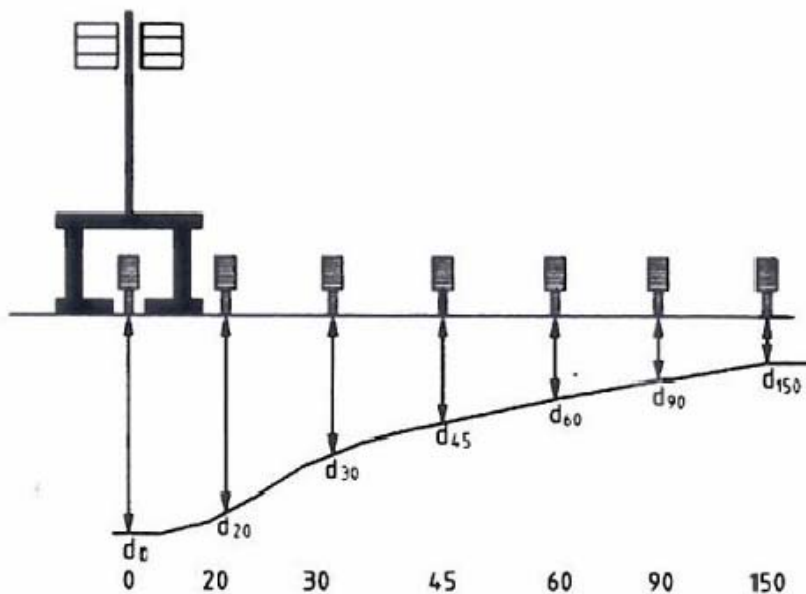
#### 4.1.4 Bæreevne målinger



Figur 4.7 Falloddsutstyr

Et fallodd (Falling Weight Deflectometer, FWD) består i prinsippet av to deler; en vekt som faller fra en bestemt høyde ned på en belastningsplate og en serie med geofoner som registrerer nedbøyningen i lastsenteret og i ulike avstander fra belastningsplata. Krafta som overføres mellom plata og underlaget måles av ei kraftcelle. Lasten fra falloddet skal normalt tilsvare ei hjullast på 5 tonn.

### Tolkning av nedbøyningmålinger



Figur 4.8 Nedbøyningssenseng ved falloddsmåling

Størrelsen på nedbøyningene og formen på nedbøyningssensengen kan gi flere opplysninger om tilstanden for vegen.

Er det svake materialer øverst i vegkonstruksjonen vil krumningen ( $d_0 - d_{20}$ ) bli stor. Er det svake materialer i undergrunnen vil deformasjonen langt fra lastsenteret ( $d_{90}$  evt.  $d_{150}$ ) bli stor.

Forholdstallet mellom maksimal deformasjon i lastsenteret ( $d_0$ ) og krumningen av deformasjon under lastsenteret ( $d_0 - d_{20}$ ) gir indikasjon på hvor i vegkonstruksjonen svakheten sannsynligvis ligger.

$$\frac{d_0}{d_0 - d_{20}} > 5 \quad \text{Svakhet i undergrunn/forsterkningslag}$$

$$3 < \frac{d_0}{d_0 - d_{20}} < 5 \quad \text{Svakhet i forsterkningslag/bærelag}$$

$$\frac{d_0}{d_0 - d_{20}} < 3 \quad \text{Svakhet i bærelag/dekke}$$

### Beregning av bæreevne

Vegens bæreevne uttrykkes i tonn (aksellast) og beregnes ved hjelp av empiriske formler hvor kraft, nedbøyning og gjennomsnittlig antall tunge kjøretøyer pr. døgn ( $\dot{A}DT_T$ ) er inngangsparametre. Bæreevneformelen er forskjellig for veg med grus og asfaltdekke.

$$\text{Bæreevne på grusveg: } B_{\text{grus}} = 11 \cdot \left( \frac{225 \cdot p}{d_0 \cdot 150} \right)^{0,6} \cdot \left( \frac{50}{\dot{A}DT_T} \right)^{0,072}$$

$$\text{Bæreevne på asfaltert veg: } B_{\text{asfalt}} = 11 \cdot \left( \frac{E_{\text{dim}}}{200} \right)^{0,6} \cdot \left( \frac{50}{\dot{A}DT_T} \right)^{0,072}$$

$$\text{hvor } E_{\text{dim}} = \frac{110 \cdot p}{\sqrt{d_0 \cdot (d_0 - d_{20})}} \text{ (MPa) (gjelder for platediameter 30 cm) og } p \text{ er flatetrykk (MPa)}$$

Dimensjonerende bæreevne tilsvarer bæreevnen som 90 % av strekningen oppfyller (dvs. vi tillater at 10 % av strekningen er svakere).

### 4.1.5 Georadar

Georadar (3D-GPR) kan være et alternativ og/eller supplement til oppgraving og grunnboringer. Et eksempel på georadarantenne montert på bil er vist i Figur 4.9. I tillegg finnes ulike varianter bl.a. til bruk i tunnel og for bruk i terreng. Selve målingene vil i de fleste tilfeller kreve lite tidsforbruk. GPR produserer et kontinuerlig profil/snitt og vil f.eks. kunne avdekke lagtykkelser, dybde til fjell, variasjoner i materialtyper og vanninnhold og teledybde. Sammen med grunnboringer/oppgravinger for å kalibrere resultatene, kan det gi et godt bilde av grunnforholdene langs en vegstrekning. Georadar kan normalt ikke benyttes til å bestemme detaljerte materialeegenskaper i grunnen som f.eks. kornfordeling og materialsammensetning.

Georadar er også egnet dersom spesielle objekter i grunnen ønskes påvist. Dette kan være ulike konstruksjoner, rør og kabler av en viss tykkelse. Georadaren kan under gunstige forhold "se" objekter ned til ca 5 cm størrelse og til en dybde på 2,5 – 3 m under overflaten.

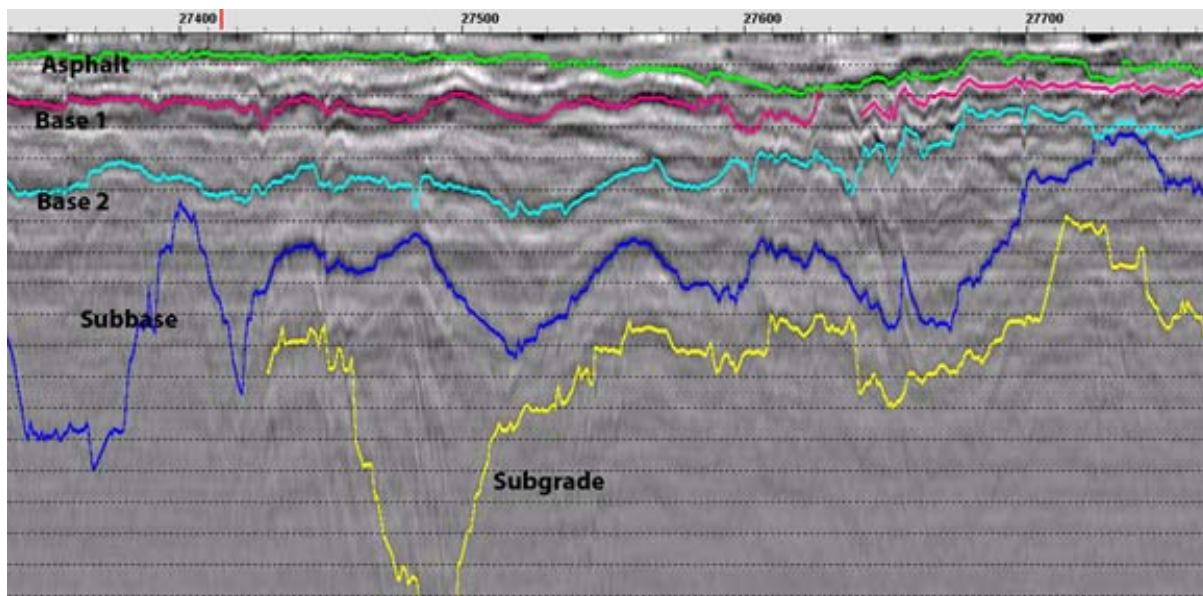


Figur 4.9 3D-GPR (3-Dimensional Ground Penetrating Radar). (Foto: SINTEF)



3D-GPR fungerer ved at det sendes ut elektromagnetiske impulser fra en eller flere antenner ned i grunnen. De reflekterte signalene fanges opp av antenner som gjennom signaltolkninger, beregninger og analyser, produserer tolkbare resultater. Disse må i sin tur vurderes av kompetent person for å gi anvendbart resultat til bruk i planlegging av prosjektering og/eller rehabilitering.

Eksempel på dette er vist i figur 4.10. Resultatet er vist som lengdeprofil der lagdelinger og spesielle objekter/observasjoner er avmerket.



Figur 4.10 3D-GPR; eksempel på resultatvisning lengdeprofil

#### 4.1.6 Oppgraving - grunnboringer

Dersom konstruksjonsoppbygging og undergrunn og tilhørende materialegenskaper er ukjent, vil det kunne være aktuelt med oppgravninger og materialanalyser for å finne lagtykkelser og materialtyper. Omfang og opplegg for dette må tilpasse i hvert tilfelle. Statens vegvesens Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser, Håndbok 015 Feltundersøkelser og Håndbok 016 Geoteknikk i vegbygging omhandler felt-/terrengundersøkelser og materialanalyser i detalj.

#### 4.1.7 Friksjonsmåling av vegdekker

Friksjonsforholdene har stor betydning for trafikksikkerheten på vegene både sommer og vinter. Hovedvekten av målingene foretas på vinterføre i forbindelse med oppfølging av kravene i driftskontraktene. Entreprenøren gjør målinger for å se om det er behov for friksjonsforbedrende tiltak, og byggherren (Statens vegvesen) gjennomfører friksjonsmålinger for å kontrollere at entreprenøren har gjort jobben sin.

Sommerfriksjon måles normalt kun ved mistanke om glatt vegbane eller ved spesielle hendelser slik som ulykker. I tillegg gjøres det stikkprøvekontroller av nylagte og eldre vegdekker.

Det benyttes kontinuerlige friksjonsmålere som har et målehjul som bremses og kreftene som virker på hjulet registreres. Det er friksjonsmåleren ROAR (ROad Analyser and Recorder) som benyttes for å følge opp friksjonen på vegdekker i Norge. Måleresultatet angis som en friksjonskoeffisient, og er da et uttrykk for vegdekkets friksjon under de gitte betingelser.

En måling foregår med en målehastighet på 60 km/t, samtidig som det legges ut en vannfilm på 0,5 mm foran målehjulet. Det benyttes et standardisert glatt målehjul (uten mønster). En måling skjer enten med fast- eller variabel slipp. Slipp (%) er en betegnelse for graden av oppbremsing i forhold til fritt rullende hjul. Låst hjul er dermed 100 % slipp. Variabel slipp vil si at målehjulet bremses fra fritt rullende til låst hjul i løpet av et par sekunder, og den maksimale friksjonsverdien i løpet av denne nedbremsinga registreres.

Friksjonsdataene legges inn i en egen database (Rosita) for bearbeiding og føres så over til Nasjonal Vegdatabank (NVDB).

Friksjon og friksjonsmåling er nærmere beskrevet i kapittel 5.



*Figur 4.11 Friksjonsmåling med Roar Mark III*



Figur 4.12 Rosita Database for dekketilstandsmålinger; friksjon (sommermålinger), spor og jevnhet og vegmerking

## 4.2 Tilstandsutviklingsmodeller

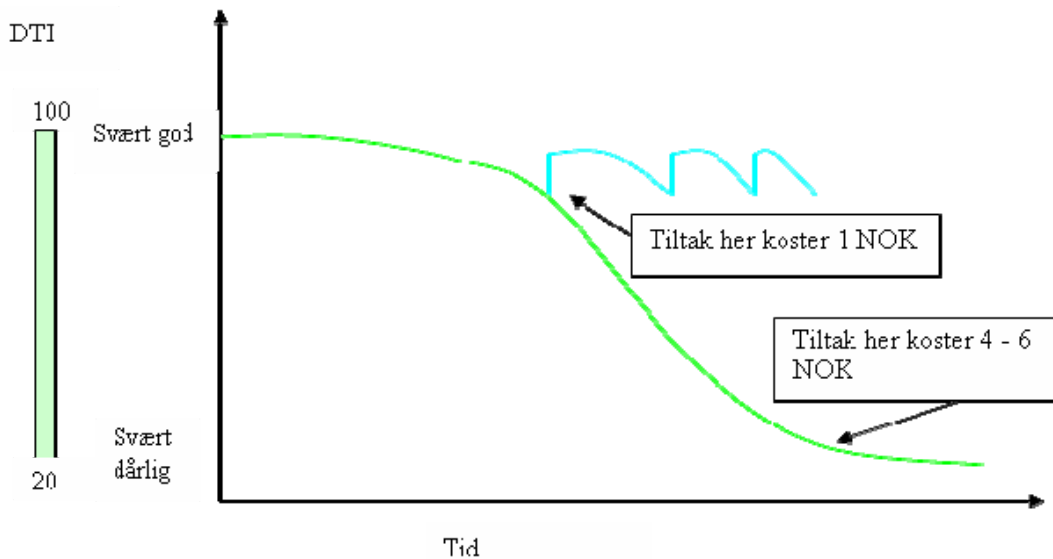
En tilstandsutviklingsmodell er et matematisk verktøy for beregning av framtidig tilstand til vegoverbygningen. Vanlig brukte tilstandsindikatorer er spordybde, krakelert dekkeareal og IRI (International Roughness Index). IRI er en av de viktigste tilstandsindikatorer og er et uttrykk for ujevnhet. Med gitte opplysninger om trafikkbelastning, klimapåkjenninger, materialegenskaper og vegens oppbygging kan en tilstandsutviklingsmodell kunne brukes til å beregne tilstandsutviklingen.

Siden AASHTO-forsøkene i USA på 1960-tallet har mange forskjellige tilstandsutviklingsmodeller blitt utviklet. De aller fleste er empiriske (erfaringsbaserte), dvs. de er utviklet for bestemte klima- og trafikkforhold. Empiriske modeller har imidlertid begrenset anvendbarhet og det kreves en stor innsats med kalibrering og tilpasning for at de skal kunne anvendes ved andre forutsetninger.

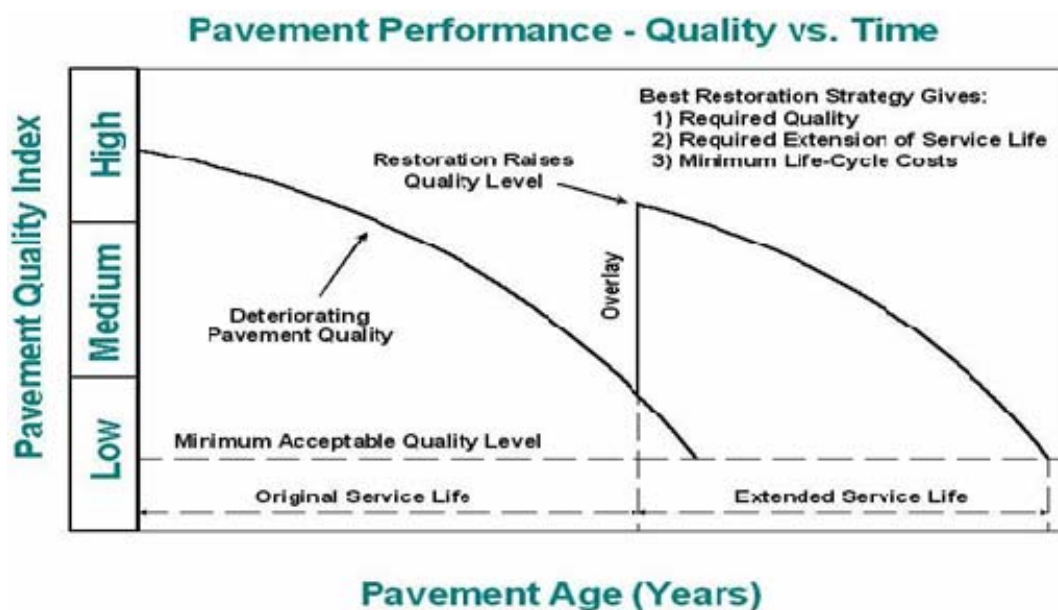
En mindre gruppe av modeller som er utviklet er av typen mekanistisk-empirisk. Disse modellene bruker grunnleggende mekanistiske/teoretiske prinsipper og materialegenskaper for å beregne spenninger og tøyninger som brukes videre til beregning av framtidige dekkeskader ved bruk av empiriske relasjoner. Mekanistisk-empiriske modeller gjør det mulig å inkludere effekten av klimafaktorer (temperatur, fuktinnhold) i beregning av tilstandsutvikling. De er som regel mer komplekse og krever relativt omfattende data om materialegenskaper, trafikk-laster og klima-faktorer.

Tilstandsutviklingsmodellene utgjør en viktig del av dekkeplanleggingssystemer (PMS), dimensjoneringsystemer og vegkapital forvaltningssystemer. Dette på grunn av at tilstandsutviklingsmodellene gjør oss bedre i stand til å forutsi framtidig dekketilstand som kan danne grunnlag for å:

- beregne framtidige kostnader for drift og vedlikehold av veger
- beregne framtidig ressursbehov
- optimalisere dimensjonering av vegkonstruksjonen
- bestemme riktig tidspunkt for vedlikeholdstiltak
- vurdere effekten av ulike tiltak



Figur 4.13 Typisk tilstandsutviklingskurve/modell som kan være et hjelpemiddel for å bestemme riktig tid for vedlikeholdstiltak (DTI = dekketilstandsindikator)



Figur 4.14 Tilstandsutviklingskurve

# Kapittel 5 Friksjon

*Alex Klein-Paste, NTNU og Bård Nonstad, Statens vegvesen*

Enheter og størrelser.....	2
5.1 Litt grunnleggende mekanikk.....	3
5.1.1 Hastighet, akselerasjon og masse.....	3
5.1.2 Newtons andre lov.....	3
5.1.3 Mekanisk arbeid og kinetisk energi.....	4
5.1.4 Beregning av bremselengde.....	5
5.2 Friksjon - definisjoner.....	6
5.2.1 Introduksjon.....	6
5.2.2 Friksjon og bremskraft.....	7
5.2.3 Statisk og dynamisk friksjon.....	9
5.2.4 Slipp.....	10
5.2.5 ABS systemer.....	11
5.3 Friksjonsmekanismer.....	12
5.3.1 Kontaktflate og kontaktareal.....	12
5.3.2 Deformasjon.....	13
5.3.3 Slitasje.....	14
5.3.4 Adhesjon.....	14
5.3.5 Tribosystemet.....	15
5.4 Hvordan blir friksjon tapt?.....	16
5.5 Variasjoner knyttet til friksjonsmåling.....	19
5.5.1 Vannfilmens betydning.....	21
5.5.2 Sesongvariasjoner.....	21
5.5.3 Hastighetens betydning.....	22
5.5.4 Slippens betydning.....	22
5.5.5 Dekketypens betydning.....	23
5.5.6 Forskjeller i og mellom spor.....	24
5.6 Måling av friksjon.....	25
5.6.1 Måling av bremselengde.....	25
5.6.2 Retardasjonsmålere.....	26
5.6.3 Kontinuerlige målere (slippmålere).....	27
5.6.4 Standardisering av friksjonsmålinger.....	29
5.7 Krav til friksjon.....	29
5.7.1 Sommer.....	29
5.7.2 Vinter.....	30
5.8 Tiltak for å bedre friksjonen.....	31
5.8.1 Sommer.....	31
5.8.2 Vinter.....	32
Referanser.....	32

*Versjon 2011-11-20*

## Enheter og størrelser

Størrelse	Symbol	Offisiell enhet	Symbol	Alternativ enhet	Omregning
Masse	$m$	kilogram	kg		
Hastighet	$v$	meter / sekund	m/s	km/t	1 m/s = 3,6 km/t
Akselerasjon	$a$	meter / sekund <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>	m/s/s	
Kraft	$F$	Newton	N	kg	1 kg = 9,81 N
Bremsekraft	$F_b$	Newton	N	kg	1 kg = 9,81 N
Normalkraft	$F_n$	Newton	N	kg	1 kg = 9,81 N
Friksjonskraft	$F_t$	Newton	N	kg	1 kg = 9,81 N
Avstand	$l$	meter	m		
Energi	$E$ eller $W$	Joule	J	cal	1 cal = 4,18 J
Bremsetrykk	$P$	Pascal	Pa	bar PSI	1 bar = 10 <sup>5</sup> Pa 1 PSI = 6894,7 Pa
Slipp	$S$	meter / sekund	m/s		
Omdreinings- hastighet	$\omega$	omdreininger per sekund	s <sup>-1</sup>		
Aksehøyde	$h$	meter	m		
Friksjonskoeffisient	$\mu$	-	-		
Slipp-rate	$\lambda$	-	-		

## 5 Friksjon

Friksjon er en meget viktig parameter i forbindelse med drift og vedlikehold av veger, friksjonsmålinger brukes både sommer og vinter i ulike sammenhenger.

Målet med dette kapitlet er å gi en innføring i temaet, herunder vise både hvordan friksjon blir skapt og hvordan man taper friksjon. Utstyr og metoder for hvordan man måler friksjon er også presentert.

### 5.1 Litt grunnleggende mekanikk

Å kjøre trygt og effektivt i trafikken betyr at man må kunne styre, bremse og akselerere. Med andre ord, man må kunne kontrollere *hastigheten* og *bevegelsesretningen* av kjøretøyet. Og fordi kjøretøyet har en masse, krever dette en kraft. Denne kraften kommer hovedsakelig fra friksjon mellom dekk og vegbane.

Før vi ser nærmere på hvordan friksjon mellom dekk og vegbane oppstår, er det naturlig å først se litt overordnet på hvordan en kraft påvirker kjøretøyets hastighet og bevegelsesretning. Dette dekkes av fagfeltet ”mekanikk”, som er studien av objekter i bevegelse.

#### 5.1.1 Hastighet, akselerasjon og masse

I det daglige språket uttrykkes hastigheten av et kjøretøy i kilometer per time [km/t]. Den offisielle enhet som brukes i beregninger er meter per sekund [m/s]. For å regne om hastigheten fra km/t til m/s deles det på faktoren 3,6. Vanligvis brukes symbolet  $v$  for å uttrykke hastighet.

Akselerasjon er *endring av hastighet*, og uttrykkes dermed i meter per sekund, per sekund [m/s/s eller m/s<sup>2</sup>]. F eks vil en akselerasjon på 2 m/s<sup>2</sup> bety at kjøretøyets hastighet øker med 2 m/s for hvert sekund som går. Etter 10 sekunder har hastigheten dermed økt til 20 m/s.

Vi bruker symbolet  $a$  for akselerasjon.

Bremsing eller retardasjon er også hastighetsendring. Derfor beskrives dette som en *negativ akselerasjon*. En akselerasjon på -2 m/s<sup>2</sup> betyr at bilens hastighet minker med 2 m/s for hvert sekund.

Et kjøretøy har en masse  $m$ . Den offisielle enheten for masse er kilogram [kg]. En masse oppgitt i tonn må derfor først regnes om til kilogram (1 tonn = 1000 kg).

I det daglige språket brukes ofte ordet ”vekt” istedenfor masse.

#### 5.1.2 Newtons andre lov

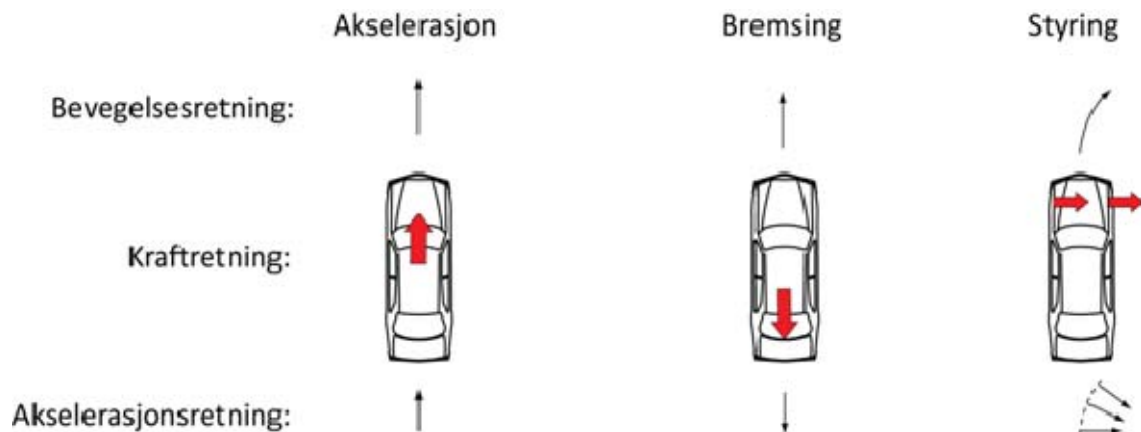
Som alle objekter med en viss masse kreves det en kraft for å endre hastigheten av et kjøretøy. Kraften måles i Newton [N] og vi bruker symbolet  $F$ . I det daglige språket blir kraft også ofte uttrykt i kilogram. En kg tilsvarer da 9,81 N.

Sammenheng mellom kraft, masse og akselerasjon er gitt av Newtons andre lov:

$$F = m \times a$$

Denne formelen er den mest grunnleggende likningen i mekanikken. I kjøretøysammenheng forteller den at når bilen er dobbelt så tung, kreves det dobbelt så mye kraft for å oppnå samme akselerasjon.

En kraft har ikke bare en størrelse, men også en retning. *Og akselerasjonen skjer i samme retningen som kraften virker.* Dette betyr at når man skal øke farten må kraften være i samme retning som kjøreretningen. Tilsvarende under bremsing (hvor akselerasjonen er negativ) kreves det en kraft i motsatt retning av bevegelsen. Når vi styrer i en kurve er kraften og akselerasjonen hele tiden rettet mot senteret av kurvaturen, som vist i figuren nedenfor.



Figur 5.1 Illustrasjon av bevegelses-, kraft- og akselerasjonsretning på et kjøretøy

### 5.1.3 Mekanisk arbeid og kinetisk energi

Energi forekommer i forskjellige former (f. eks termisk energi, bevegelsesenergi, mekanisk arbeid) og alle måles i Joule [J]. Én J (1 J) er definert som den mengde energi som er nødvendig for å flytte et objekt en avstand 1 m med hjelp av en kraft på 1 Newton.

Vi bruker symbolet  $E$  for energi.

Å akselerere et kjøretøy krever energi som må tas fra motoren. Denne formen for energi kalles mekanisk arbeid,  $E_w$ . Energien er her lik kraften ganger avstanden bilen kjører:

$$E_w = F \times l$$

Energien som brukes for å akselerere blir ikke borte, den omformes til kinetisk energi,  $E_{kin}$ , også kalt bevegelsesenergi. Et kjøretøy som kjører med en konstant hastighet inneholder en viss mengde bevegelsesenergi, gitt av følgende formel:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

Det er altså en lineær sammenheng mellom energi og masse. Dvs er bilen dobbelt så tung, inneholder den også to ganger så mye energi. Det er imidlertid en *kvadratisk sammenheng mellom energi og hastighet*. Det betyr at hvis bilen kjører dobbelt så fort, vil den ha fire ganger så mye energi.



### Eksempelboks 1

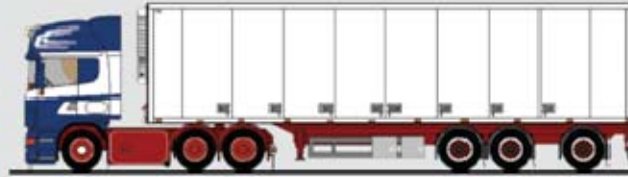
Hvor mye energi inneholder en 50 tonns semitrailer som kjører i 80 km/t?

Løsning:

Omregning til offisielle enheter:

$$m = 50 \text{ tonn} = 50\,000 \text{ kg}$$

$$v = 80 \text{ km/t} = 80/3,6 = 22,22 \text{ m/s}$$



Beregning av kinetiske energi:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \times 50\,000 \times (22,22)^2$$

$$E_{kin} = 12\,345\,679 \text{ J}$$

$$E_{kin} = 12,3 \text{ MJ}$$



med 12,3 MJ kan man  
koke opp 137 l vann!

#### 5.1.4 Beregning av bremselengde

Bremselengden er definert som den avstanden et kjøretøy bruker fra bremsing til full stillstand. Bremselengden bestemmes av følgende faktorer; (1) initialhastighet, (2) kjøretøyets masse, (3) friksjonskraften, (4) luftmotstanden og (5) vegbanens helning.

Initialhastighet og masse bestemmer hvor mye energi kjøretøyet inneholder ved start av bremsingen (jfr. forrige avsnitt). Luftmotstanden er avhenging av bilens utforming og kjørehastigheten. Bidraget fra tyngdekraften bestemmes av bilens masse og helningen av vegbanen. Når man brems i en oppoverbakke hjelper tyngdekraften å bremse (kraften virker i motsatt retning av kjøreretningen), mens i en nedoverbakke virker den i kjøreretningen og bidrar til å akselerere kjøretøyet.

Den totale bremsekraften  $F_{bremsing}$  er summen av de enkelte krefter som virker på kjøretøyet. Friksjonskraften omfatter de krefter som kjøretøyet påfører vegbanen når man presser ned bremsepedalen.

$$F_{bremsing} = F_{friksjon} + F_{luftmotstand} + F_{tungdekraft}$$

Å bremse et kjøretøy betyr at man må fjerne (en del av) bilens kinetiske energi. Dette gjøres igjen via mekanisk arbeid, bestemt av totalkraften som virker over en avstand lik bremselengde  $l$ .

$$E_w = F_{bremsing} \times l$$

$$E_w = E_{kin}$$

$$l = \frac{E_{kin}}{F_{bremsing}}$$

Vi kan altså finne bremselengden ved å dele den kinetiske energien (som bilen hadde ved starten) på den totale bremsekraften.

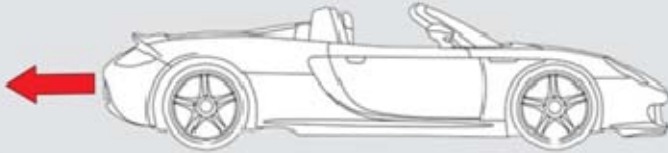
## Eksempelboks 2

En sportsbil som veier 850 kg bremses fra en initial hastighet  $v_i$  av 120 km/t til stilstand. De totale bremskraft som virker i motsatt retning av kjøreretningen er 7000 N. Hva blir bremselengde?

Løsning:

Omregning til offisielle enheter:

$$v = 120 \text{ km/t} = 120/3,6 = 33,33 \text{ m/s}$$



Beregning av kinetiske energi:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \times m \times v_i^2$$

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \times 850 \times 33,33^2$$

$$E_{kin} = 472\,222 \text{ J}$$

Bremselengde:

$$l = \frac{E_{kin}}{F_{bremsing}}$$

$$l = \frac{472\,222}{7000}$$

$$l = 67,4 \text{ m}$$

## 5.2 Friksjon - definisjoner

Vi har nå sett at man må påføre krefter på et kjøretøy for å kunne akselerere, bremse og styre. Men for at disse kreftene skal virke må de overføres fra kjøretøyet til vegbanen. I dette avsnittet skal vi se nærmere på denne kraftoverføringen.

### 5.2.1 Introduksjon

La oss se nærmere på hva som skjer når vi bremses et kjøretøy uten antiblokkeringsystem (ABS). Vi tar utgangspunkt i Figur 5.2. Først er forløpet på bremsepedalen illustrert (a) når denne trækkes jevnt inn over en tidsperiode fra  $t_0$  til  $t_3$ .

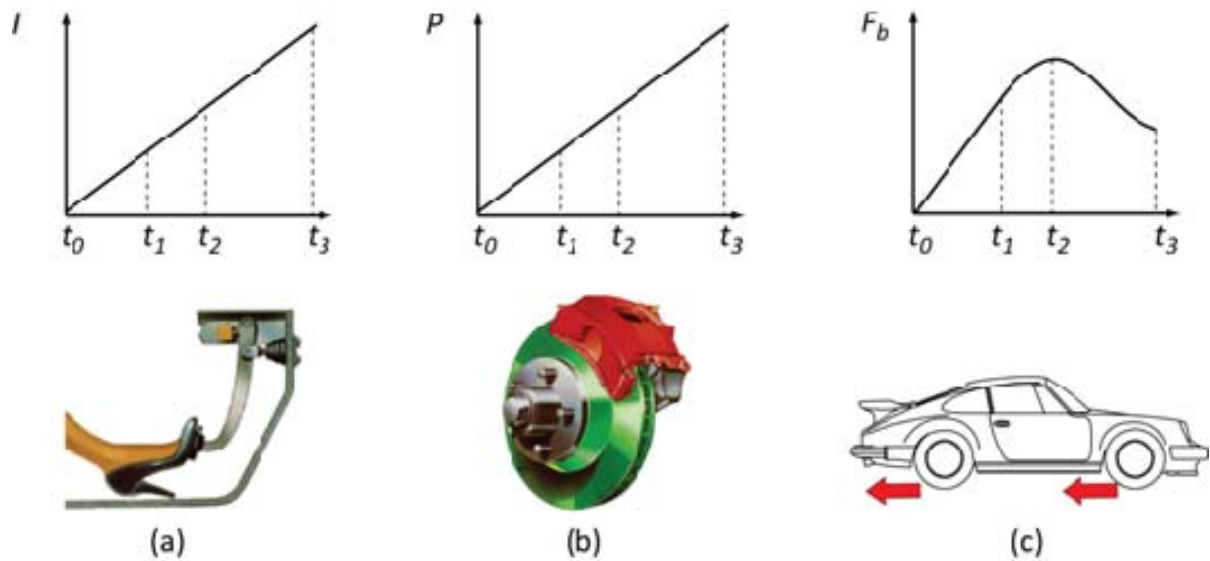
Når bremsepedalen trykkes inn, øker samtidig trykket på bremseklossene. Bremsetrykket  $P$  (b) følger samme utviklingen som bremsepedalen over hele tidsperioden.

Derimot har bremskraften som kjøretøyet opplever et annet forløp (c). Mellom tidspunkt  $t_0$  og  $t_1$  følger bremskraften samme lineære forløp som bremsepedalen. Her kjennes det at bremsene virker, men hjulene ruller ennå med nesten samme hastighet som bilen har.

I området  $t_1$  til  $t_2$  øker fremdeles bremsetrykket, men bremskraftkurven begynner å flate ut. Årsaken skyldes ikke bremsesystemet, men kontakten mellom gummiene og vegbanen. Hjulene blir nå bremses så mye at de roterer saktere enn et fritt rullende hjul ville gjort. Dermed begynner det å oppstå en glidning mellom dekk og vegbane.

På tidspunkt  $t_2$  når man den fysiske grensen for hvor mye krefter man kan overføre mellom dekk og vegbane. Igjen, denne grensen er ikke bestemt av bremsesystemet, men av dekkene, vegbanen og "føret", altså det som ligger på vegbanen av snø, is, sand, støv etc. Når man passerer punkt  $t_2$  avtar bremskraften selv om man opprettholder eller øker bremsetrykket. Rotasjonshastigheten av hjulene avtar mer og mer, og til slutt står de stille ( $t_3$ ). Kjøretøyet har

fremdeles en del bremskraft, men sklir på låste hjul og føreren har for en stor del mistet kontroll over bevegelsen.



Figur 5.2 Forenklet bremserespons hos et kjøretøy uten ABS-system

### 5.2.2 Friksjon og bremskraft

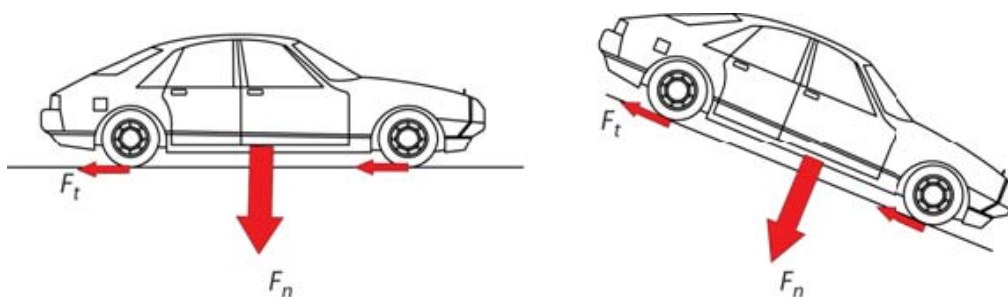
I dagligspråk bruker vi begrepet ”friksjon” om den maksimale kraften som kan overføres fra kjøretøyet til vegbanen. Denne friksjonskraften  $F_f$  kan brukes enten til å akselerere, bremse eller styre og retningskontrollere kjøretøyet.

Det er mange faktorer som er med å bestemme hvor stor den maksimale friksjonskraften kan være. Men den viktigste er normalkraften som presser dekkene til vegbanen. Normalkraften kommer fra tyngdekraften (dvs. kjøretøyets vekt) og er alltid rettet vinkelrett mot vegbanen.

Når bilen står horisontalt kan normalkraften beregnes ved:

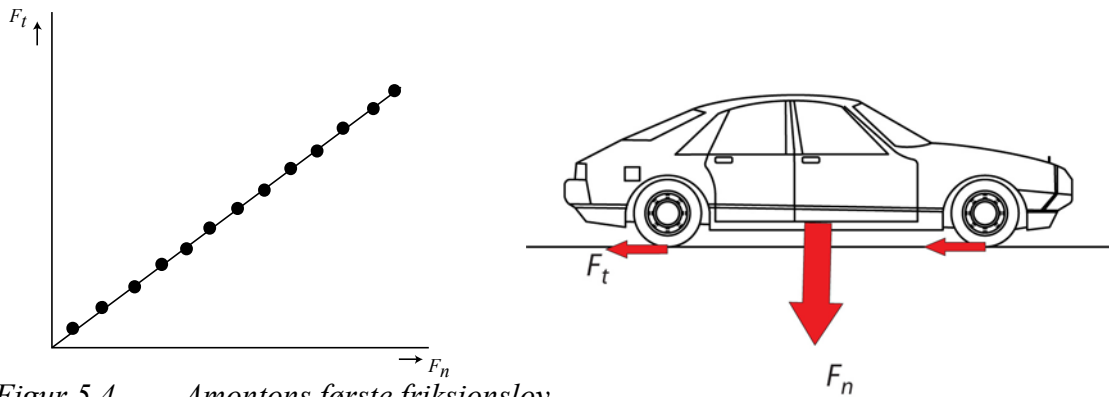
$$F_n = m \times g$$

hvor  $m$  er kjøretøyets masse, og  $g$  er gravitasjonskonstanten ( $g = 9,81$ ).



Figur 5.3 Normalkraften på et kjøretøy er alltid rettet vinkelrett mot vegbanen

Jo kraftigere dekkene blir presset mot vegbanen, jo mer friksjonskraft kan genereres. I 1699 fant franskmannen Guillaume Amontons at en dobling av normalkraften også førte til en dobling i friksjonskraft. Denne sammenhengen kalles nå Amontons første friksjonslov. Leonardo da Vinci fant for øvrig samme sammenhengen cirka 200 år tidligere.



Figur 5.4 Amontons første friksjonslov

Det er veldig vanlig å snakke om friksjonskoeffisient i samband med friksjon. Friksjonskoeffisienten  $\mu$  er definert som forholdet mellom normalkraft og friksjonskraft:

$$\mu = \frac{F_t}{F_n}$$

Friksjon kan altså ses på som den maksimale kraften et kjøretøy kan overføre til vegbanen. Hvor mye friksjon som er *tilgjengelig* er avhengig av en rekke faktorer knyttet til bl a dekk, vegdekke og føreforhold. Hvor mye friksjon som blir *brukt* er avhengig av føreren og hans kjørestil. Kjører man fort og aggressivt ”forbruker” man mer friksjon enn når man kjører rolig og forsiktig. Man opplever vegbanen som glatt når man etterspør mer friksjon enn det som er tilgjengelig.

### Eksempelboks 3

En sportsbil som veier 850 kg bremser på en horisontal vegbane og opplever en friksjonskoeffisient  $\mu=0,5$ . Hvor stor var friksjonskraften?

Løsning:

Beregning av normalkraft:

$$F_n = m \times g$$

$$F_n = 850 \times 9,81$$

$$F_n = 8339 \text{ N}$$

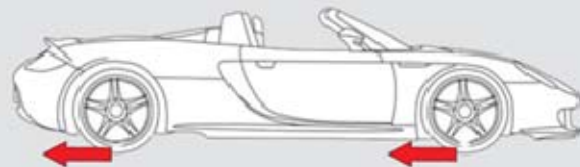
Bremsekraft:

$$\mu = \frac{F_t}{F_n}$$

$$F_t = \mu \times F_n$$

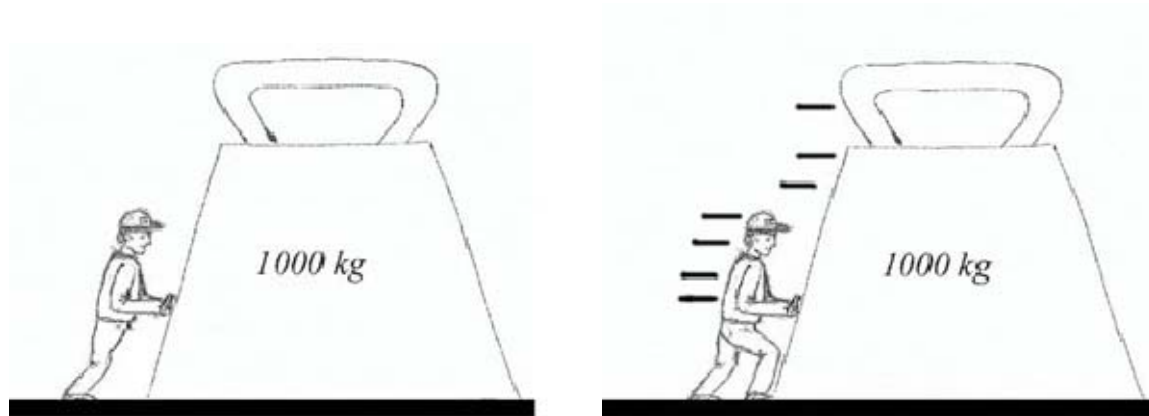
$$F_t = 0,5 \times 8339$$

$$F_t = 4169 \text{ N}$$



### 5.2.3 Statisk og dynamisk friksjon

I friksjonslære bruker man ordet friksjon i en litt annen betydning. Her brukes friksjon for å beskrive den motstand mot bevegelse som opptrer mellom to flater som er i kontakt med hverandre. Dette kan illustreres med følgende figur:



Figur 5.5 Statisk og dynamisk friksjon

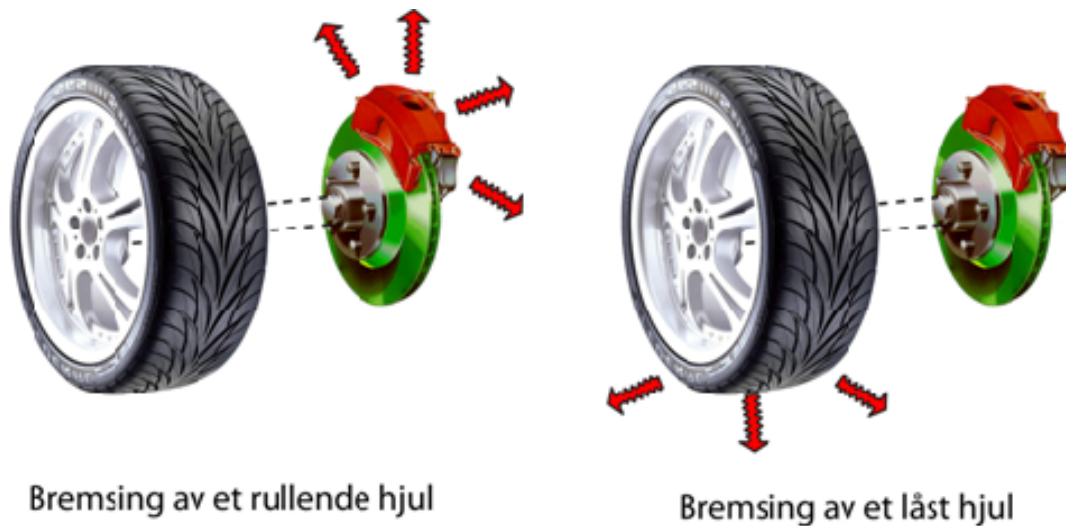
Vi kan tenke oss en mann som forsøker å skyve bort en tung blokk som står på en flate. Når mannen dytter på blokken påfører han en kraft. Samtidig opplever han en motkraft som virker i motsatt retning. Motkraften oppstår i kontaktflaten mellom blokken og underlaget. Så lenge blokken står i ro opplever mannen like mye motstand som det han selv påfører. Denne type motstand kalles for statisk friksjon. *Statisk friksjon er motstand mot bevegelse, uten at det er bevegelse mellom de to flatene som er i kontakt.*

Hvis mannen klarer å få bevegelse i blokken opplever han en lavere motstand. Men han må fremdeles påføre kraft for å holde blokken i bevegelse. Denne type motstand kalles for dynamisk friksjon, eller glidningsfriksjon. *Dynamisk friksjon er motstand mot bevegelse, men hvor det er bevegelse mellom de to flatene som er i kontakt.*

En viktig forskjell mellom statisk og dynamisk friksjon er at det utvikles varme i dynamisk friksjon, det skjer ikke i statisk friksjon. Dette kan illustreres gjennom bremsing av et hjul. Når man begynner å bremse et hjul som roterer er det ingen vesentlig glidning<sup>1</sup> mellom gummi og vegbane, og vi har en tilstand av statisk friksjon. Mellom bremseskive og bremseklossene derimot er det sklibevægelse, og derfor dynamisk friksjon. Den kinetiske energien fra kjøretøyet reduseres og overføres til varme i bremsene.

Bremser man nå så hardt at man låser hjulene, opphører hastighetsforskjellen mellom bremseskivene og bremseklossene, varmetutviklingen stopper her og vi får statisk friksjon. I stedet sklir det låste dekket på vegbanen og opplever dermed dynamisk friksjon der. Dette resulterer i varmetutvikling under dekkene.

<sup>1</sup> Det er alltid litt glidning mellom dekket og vegbanen, det runde dekket må hele tiden tilpasse seg den flate vegbanen. Dette går ikke uten at gummi sklir litt i forhold til vegoverflata. Denne type glidning kalles for mikroslip, men drøftes ikke i detalj her.



Figur 5.6      Varmetap under bremsing

### 5.2.4 Slipp

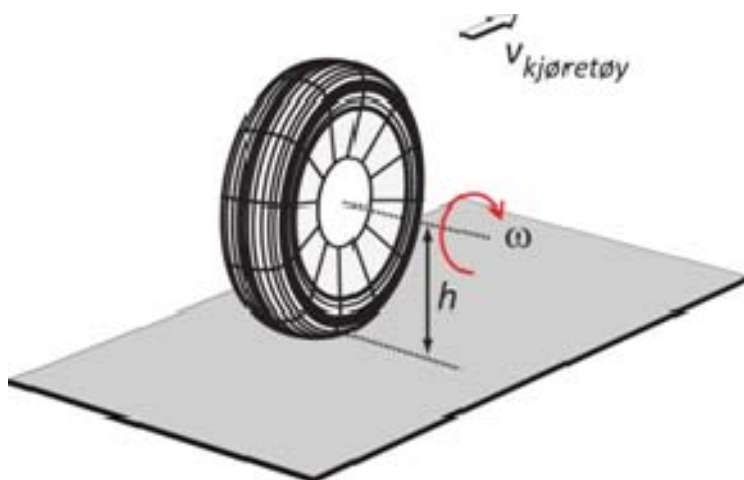
Hvor mye dekket sklir under oppbremsingen kalles i fagterminologien for slipp. Slipp  $S$  måles i meter per sekund og er definert som hastighetsforskjellen mellom kjøretøyet og gummihjulets slitebane, dvs det ytterste laget med gummi som er i kontakt med vegbanen.

$$S = v_{\text{kjøretøy}} - v_{\text{slitebane}}$$

Hastigheten til gummidekkets slitebane kan beregnes ut fra dekkets omdreiningshastighet  $\omega$  [antall omdreininger/sek] og aksehøyden  $h$ .

$$v_{\text{slitebane}} = \omega \times 2\pi h$$

Merk at man bruker aksehøyde og ikke dekkets radius, et dekk under belastning er flatet ut i kontaktområdet (ikke en perfekt sirkel).



Figur 5.7      Illustrasjon av aksehøyde og omdreiningshastighet

Hvor mye dekket sklir blir gjerne uttrykt som et forholdstall kalt slipp-ratio (slipp-rate),  $\lambda$ .

Slipp-rate er slipp-hastighet delt på kjøretøyets hastighet. Slipp-raten er dermed et tall mellom 0 og 1 hvor  $\lambda = 0$  er et frittrullende hjul og  $\lambda = 1$  tilsvarer låst hjul. Alternativt uttrykkes den i prosent hvor 0 % slipp = frittrullende hjul og 100 % slipp = låst hjul.

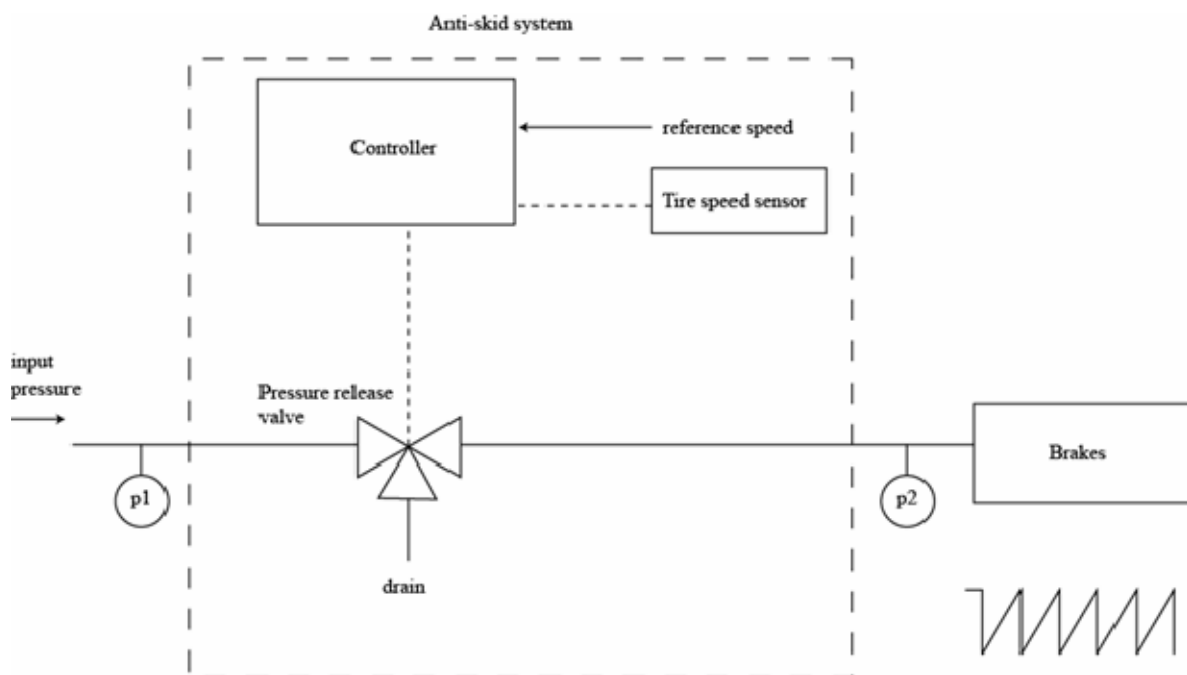
$$\lambda = \frac{S}{v_{\text{kjøretøy}}}$$

Hvis man plottes kjøretøyets opplevde friksjon mot slipp-rate får man en såkalt slippkurve. Formen på kurven og høyden på maksimal bremsekraft (eller friksjonskoeffisient) er avhengig av føreforholdene, men slippunktet hvor maksimumsverdien ligger er forholdsvis likt i de fleste tilfeller, rundt  $\lambda = 0,2$ . Det betyr at hjulet må skli cirka 20 % for å kunne oppnå optimal bremsekraft. Noen typiske slippkurver er vist i figur 5.26.

### 5.2.5 ABS systemer

Det som her er beskrevet kan ha alvorlige konsekvenser for trafikksikkerheten. I en stress-situasjon hvor man må bremse hardt er det naturlig å trykke inn bremsepedalen for fullt, med maksimal kraft. Som vist fører ikke dette til at man tar ut den høyeste bremsekraften, man blokkerer i stedet hjulene og kan miste retningskontrollen over kjøretøyet.

For å unngå dette er de fleste nyere kjøretøyer utstyrt med ABS (antiblokkeringsystemer). Disse overvåker hvor mye slipp hvert dekk opplever, og hvis slipp-raten overstiger 20 % ( $\lambda = 0,2$ ) griper ABS-systemet inn og reduserer bremsetrykket.



Figur 5.8 Skjematisk framstilling av et ABS system

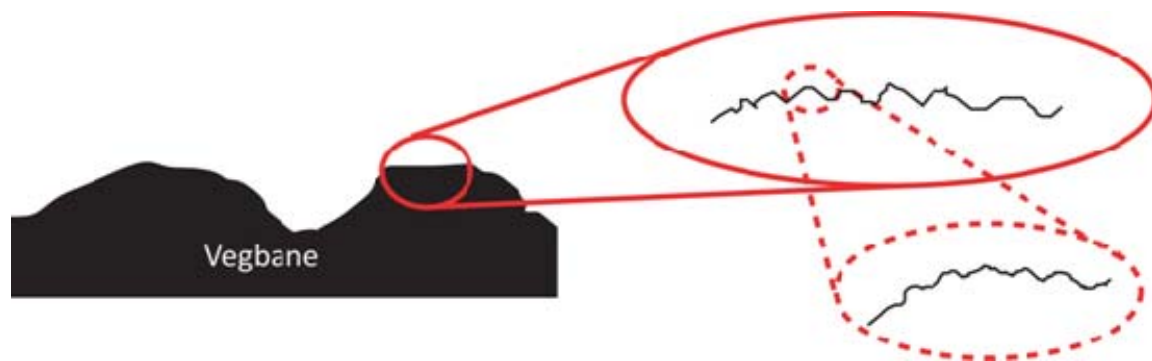
### 5.3 Friksjonsmekanismer

For å få et bilde av hvordan friksjon oppstår må man se nærmere på de prosessene som foregår i kontaktflata mellom dekkgummi og vegbane.

#### 5.3.1 Kontaktflate og kontaktareal

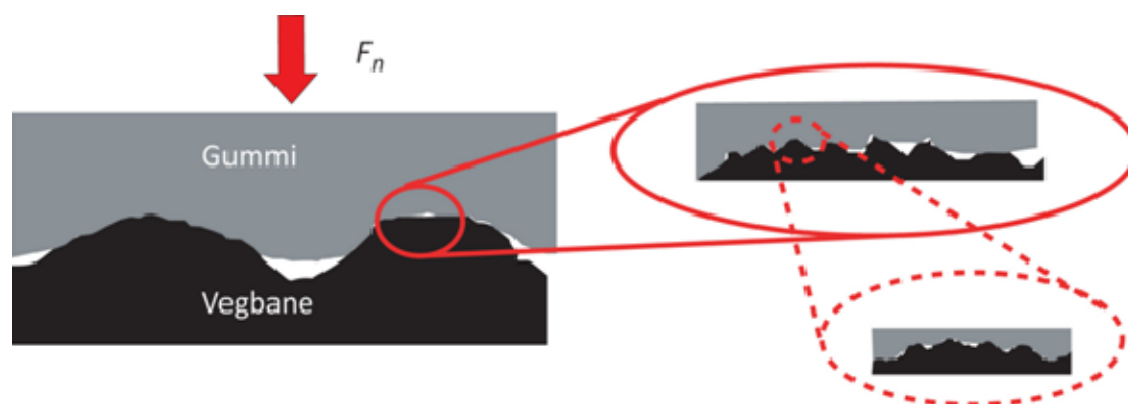
Når man studerer en vegoverflate ser man fort at den har en viss ruhet eller tekstur, den består av mange topper og groper. Ruheten kommer fra de ulike oppstikkende steinkorna i asfalten (og bindemiddelet som holder steinmaterialet sammen). Tar vi et forstørrelsesglass og kikker nærmere på en topp (en stein i asfalten) ser vi at også steinen har en viss ruhet. Vi ser mange små topper og groper i selve steinoverflata. Og studerer vi steinen i mikroskop, vil vi finne enda mindre topper og groper.

Vegbanen er altså ru, og ruheten kan studeres ved ulike grader av forstørrelse. Vi snakker i denne sammenheng gjerne om *makrotekstur* og *mikrotekstur*.



Figur 5.9 Vegbanens ruhet (tekstur) ved ulike grader av forstørrelse

Gummien i bildekkets slitebane er et forholdsvis mykt, viskoelastisk materiale. Dette gjør at gummi deformeres lett. Når man presser hjulet mot en hard ru vegbane, vil gummi gi etter og bøye seg rundt toppene i vegoverflata. På den måten vil gummi og vegbane gripe inn i hverandre, jo mer jo større normalkraften er. Denne prosessen skjer ved alle bølgelengdene av ruhet (ulike grader av forstørrelse).



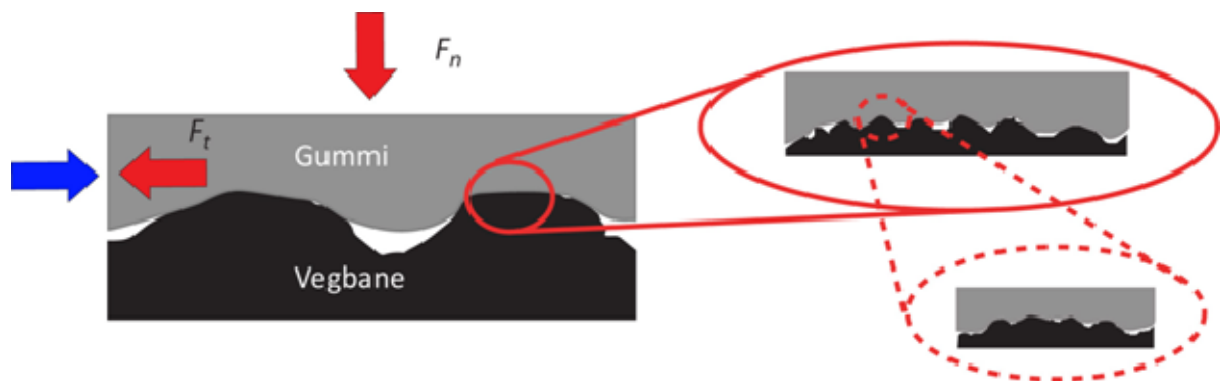
Figur 5.10 Dekkgummien bøyer seg rundt vegbanens ruhet



Som forsøkt vist i figur 5.10 vil det, tross godt inngrep mellom bildekk og vegbane, alltid være områder hvor gummi og vegbanen ikke er i kontakt. Dette gjør at det *reelle* kontaktarealet er mindre enn det *tilsynelatende* kontaktarealet. Det reelle kontaktarealet bestemmes hovedsakelig av (1) normalkraften, (2) gummihardheten, (3) vegbanens tekstur og (4) dekktrykket.

### 5.3.2 Deformasjon

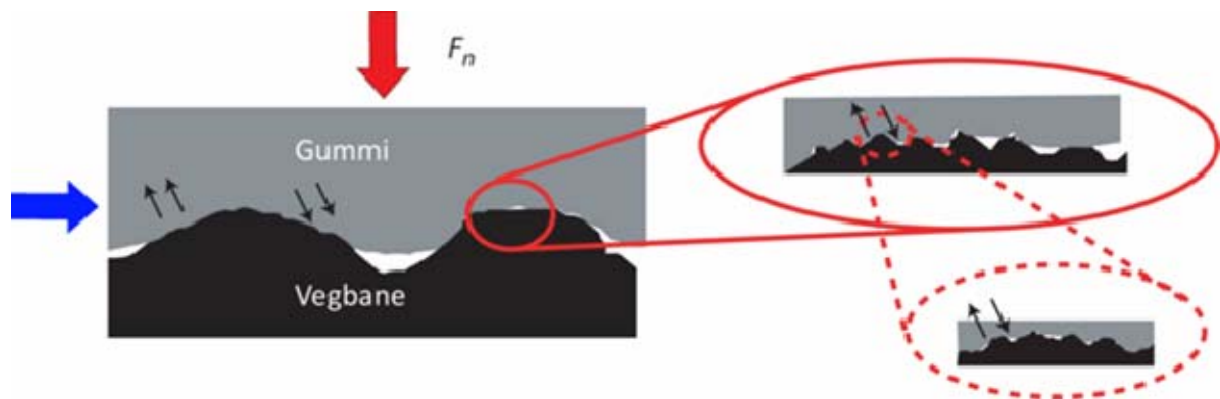
Når gummi og vegoverflate griper inn i hverandre, kan det overføres en horisontalkraft fra kjøretøyet til vegbanen. Denne mekaniske innlåsing er en av årsakene til friksjon. Det er da i utgangspunktet ikke slipp eller glidning mellom dekk og vegbane, og det produseres ikke varme (statisk friksjon).



Figur 5.11 Statisk friksjon pga mekanisk innlåsing

Blir kreftene i kontaktflata store nok vil gummi begynne å skli over vegdekket, og man går over fra statisk til dynamisk friksjon. For at gummi kan skli over en ru vegoverflate med markerte topper må gummi deformeres/komprimeres før den går over toppene. Etter at en topp er passert kan den så "fjære tilbake" i gropen. Dette kalles relaksering.

Prosessen av komprimeringer og relakseringer skjer ved alle ulike bølgelengder/ruheter (ulike grader av forstørrelse).



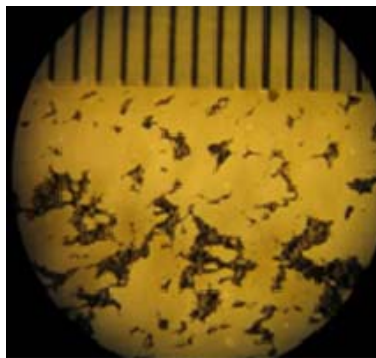
Figur 5.12 Gummikomprimering og -relaksering mens dekket sklir over vegbanen

### 5.3.3 Slitasje

Fortsetter man å resonnerer ut fra det samme bildet/modellen som vist foran, kan man tenke seg at gummi ofte ikke klarer å komme seg fort nok over en topp, spesielt når toppen (dvs. ruheten i vegoverflata) er veldig bratt eller skarp. I slike tilfeller kan små biter av gummi rives løs fra bildekket. Vi observerer dette som dekkslitasje.

Det koster energi å rive løs gummibiter, og denne prosessen bidrar dermed til friksjonen. Dette forklarer også at et dekk som slites fort, som oftest også gir mye friksjon ("har gode friksjonsegenskaper").

Slitasje er ikke bare begrenset til gummislitasje. Det forekommer også på vegbanen, hvor harde partikler som sand eller pigger riper opp overflaten. På snø- og isføre vil slike slitasjemekanismer kunne ha avgjørende bidrag til friksjonen.



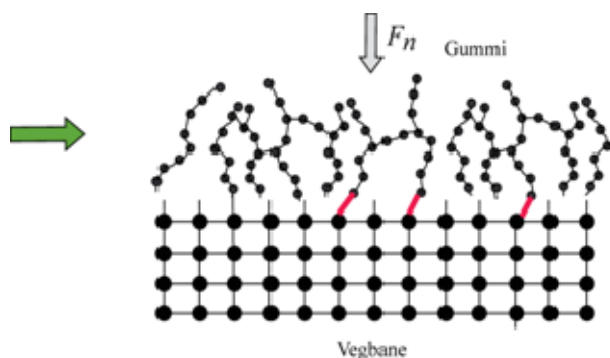
Figur 5.13 Mikroskopbilde av slitasjepartikler fra bremsende bildekk

### 5.3.4 Adhesjon

Den tredje mekanismen i samspillet gummi-vegoverflate som skaper friksjon kalles adhesjon. Dette foregår på et annet størrelsesnivå enn deformasjon og slitasje. Adhesjon oppstår på grunn av interaksjon mellom molekylene i gummi og i materialet på vegoverflata.

Gummi er bygd opp av lange molekylstrenger mens mineralene i steinmaterialene er bundet i fastere molekylnettverk (svarte prikker og streker i figur 5.14). Både polymerstrengene og mineralnettverket har frie ender med bindingsmuligheter. Det vil si; hvis et gummimolekyl kommer i nærheten av et tilsvarende molekyl i vegbanen kan det dannes en binding mellom disse to. I det øyeblikket bindingen formes, frigjøres det energi som blir til varme.

Når gummi så skyves over vegbanen, må bindingen knekkes igjen, og dette krever kraft. Denne adhesjonsmotstanden bidrar på den måten til den totale friksjonen.

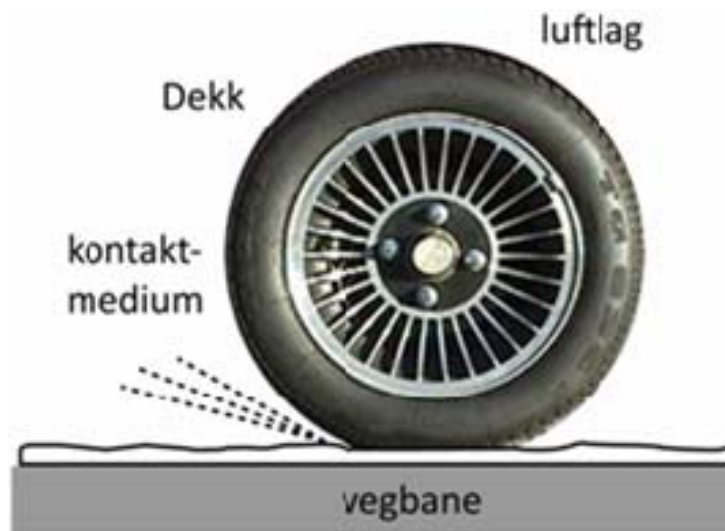


Figur 5.14 Adhesjon mellom gummi og vegbane

### 5.3.5 Tribosystemet

I tillegg til samspillet mellom gummi og asfalt/vegoverflate er det mange ytre faktorer som også er med på å bestemme hvor mye bremsekraft som kan overføres fra kjøretøyet til vegbanen. På fagspråket kalles hele dette samspillet for *tribosystemet*. Tribosystemet består av fire hovedkomponenter; (1) dekk, (2) vegbane, (3) kontaktmedium og (4) luftlag/omgivelser. Med kontaktmediet menes alt som kan ligge mellom dekk og vegbane; vann, snø, is, sand, salt, vegstøv etc. Eksempelvis handler mye i vinterdriften om å kontrollere (reducere), endre og overvåke kontaktmediet.

Hver av hovedkomponentene har visse egenskaper som bidrar til å bestemme hvor mye friksjon som kan genereres, eksempelvis vegbanens tekstur eller kontaktmediets temperatur. I tillegg kommer noen systemparametere som for eksempel kjørehastigheten, jfr tabell 5.1.



Figur 5.15 Hjul-vegbane tribosystem (Norheim et al. 2000)

Tabell 5.1 Viktige parametere som bestemmer den maksimale bremsekraften

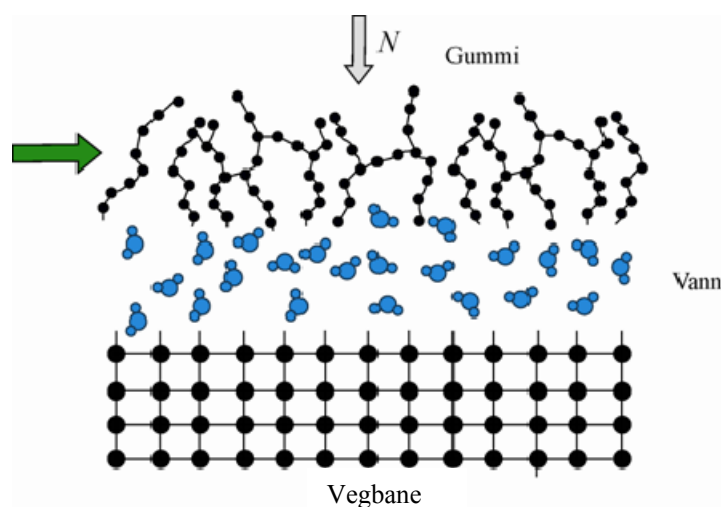
Systemparametere	Dekk	Vegbane	Kontaktmedium	Luftlag
Normalkraft	Dekktrykk	Mikrotekstur	Mengde	Luftfuktighet
Kjørehastighet	Gummiegenskaper	Makrotekstur	Viskositet/konsistens	Temperatur
Slipp rate	Mønster	Spor/jevnhet	(snø, is, slaps)	
	Temperatur		Temperatur	
			Tekstur	
			Harde partikler	
			(sand, støv etc)	

## 5.4 Hvordan blir friksjon tapt?

Det er ikke alltid bare, tørre veger i Norge. Det er mye nedbør både i form av regn og snø som er med på å skape ”glatte” forhold. Men hvordan mister vi den friksjonen? Helt generelt sagt mister vi friksjon hvis vi ikke klarer å generere deformasjon, slitasje, og/eller adhesjon.

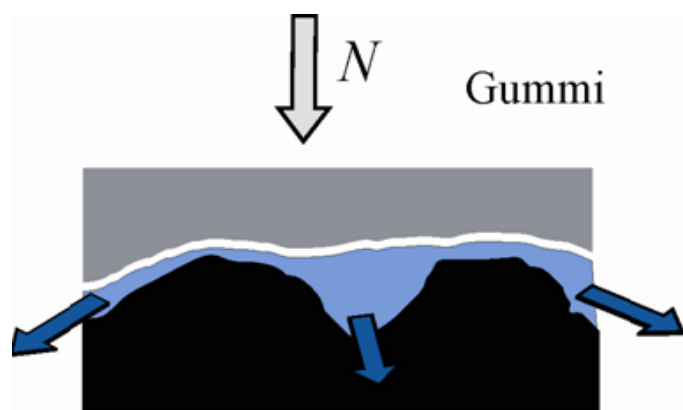
### Bar veg

Når det begynner å regne blir vegbanen våt. Så fort det kommer vann på vegen blir det vanskelig for gummimolekylene å komme i kontakt med molekylene i asfalten og danne bindinger. Det trengs ikke mange vannmolekyler for å forhindre at gummi binder seg mot vegen. Adhesjon kan altså gi mye friksjon, men den går også veldig fort tapt.



Figur 5.16 Vannmolekyler mellom dekk og vegbane

Når det kommer mer vann mellom dekket og vegen (mer enn et par molekyler) må vannet presses ut, før gummien kan legge seg rundt toppene av asfalten. Denne utpressingen av vannet møter en motstand (ikke så stor, men den er der). Motstanden mot vannutpressing gjør at det tar lengre tid før gummien former seg rundt toppene av asfalten. Dermed er det også mindre tid igjen til å skape deformasjon og slitasje. I praksis medfører vann derfor en reduksjon i både deformasjon og slitasje. Med andre ord: Vannet gjør vegen glattere. Det er mindre friksjon tilgjengelig for bilen.

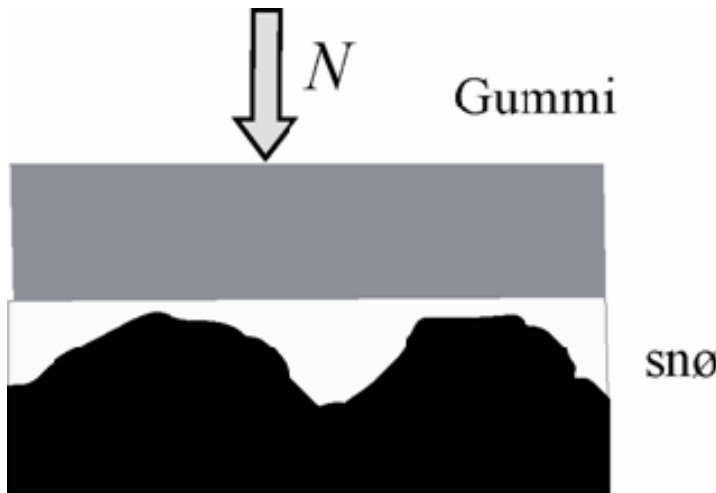


Figur 5.17 Mye vann mellom gummidekk og vegoverflate

Hvis det er for mye vann på vegen, og bilen beveger seg så fort at det er ikke nok tid til å presse ut vannet, vil en bil oppleve veldig lite friksjon. Dette fenomenet er bedre kjent som vannplaning.

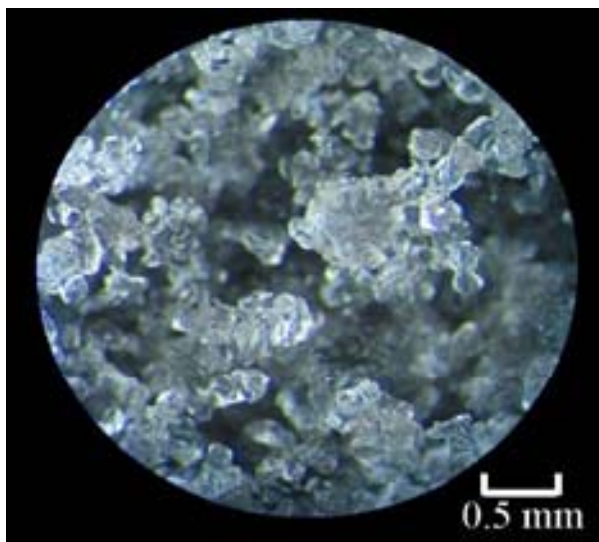
### Snødekke

Det som er beskrevet foran gjelder sommerføre, men hva med snø? Snøen presses ikke ut på samme måte som vann, snøen blir komprimert. Med det fyller den opp gropene i asfalten og vegbanen blir jevnere. Effektivt sett, så mister vegbanen tekstur og med det evne til å deformere gummi og slite dekket.



Figur 5.18 Snø mellom gummidekk og vegoverflate

Men all ruhet er ikke nødvendigvis borte. Figur 5.19 viser et mikroskopbilde av snø som har vært komprimert av dekk. Man kan se forskjellige snøkrystaller og at det er mange luftrom mellom dem.



Figur 5.19 Mikroskopbilde snøkrystaller

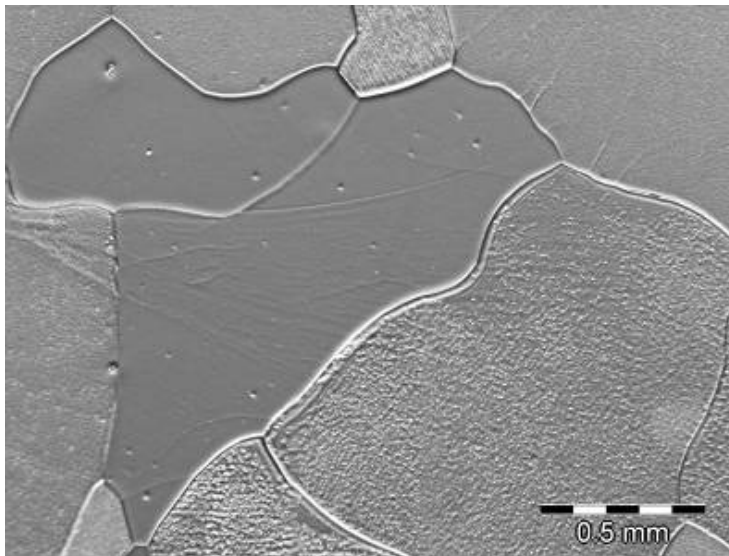
Snø har en åpen struktur og det er til en viss grad mulig for gummien å forme seg rundt snøkrystallene, men hva som nøyaktig skjer mellom gummi og snø vet forskerne ennå veldig lite om. Trolig er det et minimum av slitasje, snøen ikke er sterk nok for det. Når det gjelder deformasjon vil sannsynligvis både gummien og snøen deformere seg, men hva som bidrar mest til å skape friksjon kan vi ikke si sikkert.

Det er også en del usikkerhet når det gjelder adhesjon mellom gummi og snø. Når snøen er veldig nær smeltepunktet finnes det nesten ingen adhesjon. Men for kaldere snø er ikke forskerne helt enige. Mange tror at det dannes en vannfilm mellom snø og gummi pga varmen som genereres når de to materialene sklir over hverandre. Av det følger at det heller ikke er særlig adhesjon mellom gummi og snø under slike forhold. Men det har ikke vært lett å påvise denne vannfilmen, hvor tykk den er og hvor viktig den er.

### Is

Hva skjer så når det er is på vegen? Is er likt snø ved at begge er vann i fast (frosset) form. Men det er en del forskjeller. Is på vegoverflaten kan dannes på forskjellige måter; (1) når en våt veg fryser, (2) når is legger seg på vegen fra fuktig luft, (3) ved flere komprimeringer av snø.

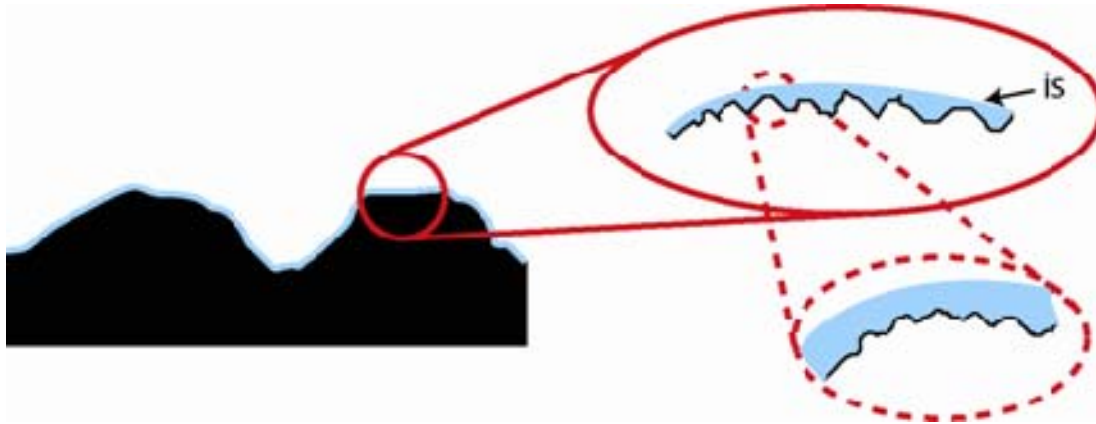
Det ikke lett å se på is direkte under mikroskop, is er jo gjennomsiktig. Men det er mulig å lage et avtrykk av isen, og så se på det. Figur 5.20 viser et avtrykk av en isoverflate dannet av en tynn vannfilm som har frosset på en flat stein.



Figur 5.20 Mikroskopbilde isoverflate

Is har tydelig ikke den samme åpne strukturen som nylig komprimert snø har. De ulike iskrystallene sitter tett mot hverandre, uten luft imellom. Sammenligner vi med figur 5.19 har is åpenbart mindre ruhet på mikronivå.

Den glatte, jevne isoverflaten gir oss problemer. Når en våt veg fryser, eller når is setter seg på vegoverflaten fra fuktig luft (når vegen er kaldere enn duggpunktet), mister vi på kort tid mye av vegdekkets ruhet, spesielt på mikronivå.



Figur 5.21 Ising på en vegoverflate

Uten denne ruheten er det ikke mulig å deformere gummiene, det er ikke mulig å slite på dekket, og det er sannsynligvis veldig lite adhesjon mellom gummi og is. Uten disse tre mekanismer kan ikke friksjon skapes og vegen blir oppfattet som veldig glatt.

## 5.5 Variasjoner knyttet til friksjonsmåling

Som nevnt i kapittel 5.3 er det mange parametere som påvirker friksjonen mellom et gummi-dekk og en vegoverflate. I det følgende skal vi se på hva disse faktorene har å si for hva vi faktisk måler med en friksjonsmåler.

En vegbane skal tilfredsstillende visse friksjonskrav, og disse friksjonskravene er presentert som et krav til en viss friksjonskoeffisient,  $\mu$ . Denne friksjonskoeffisienten varierer normalt mellom 0 og 1. Jo lavere tall desto glattere forhold. Figur 5.22 viser en del typiske friksjonskoeffisienter (kontakt mellom gummidekk og underlag) for ulike føretyper.

Våt is: Friksjonskoeffisient 0,05-0,15



Tørr is/snøføre: Friksjonskoeffisient 0,15-0,30



Tørr sand på is- snøføre:  
Friksjonskoeffisient 0,25-0,35



Fastsand (Se kapittel 12.6):  
Friksjonskoeffisient 0,30-0,50



Våt, bar veg: Friksjonskoeffisient 0,40-0,90



Tørr, bar veg: Friksjonskoeffisient 0,80-1,00

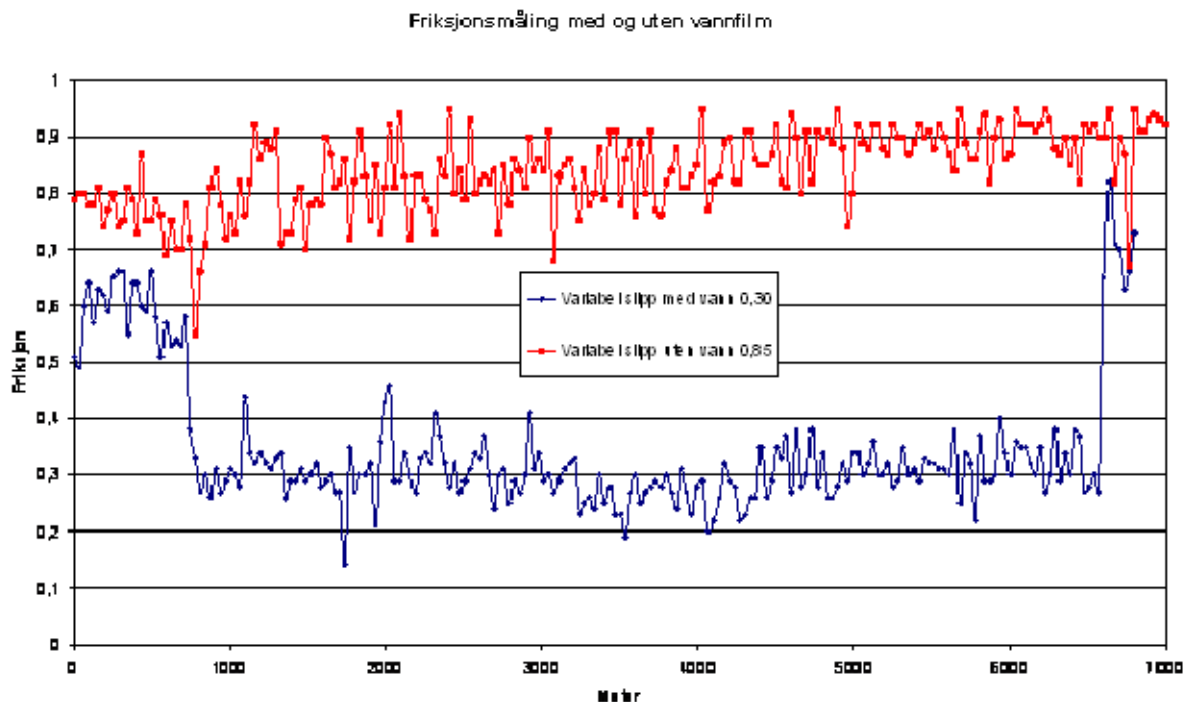


Figur 5.22 Typiske friksjonskoeffisienter ved ulike føreforhold



### 5.5.1 Vannfilmens betydning

Friksjonen på en bar veg er avhengig av en rekke faktorer, hvor den viktigste er om overflaten er våt eller tørr. Under tørre forhold er friksjonen generelt god for de fleste dekketyper. Dette skyldes blant annet adhesjonsmekanismen, men denne måten å skape friksjon på forsvinner med en gang vegbanen blir fuktig og våt. Det er derfor under våte forhold at det oppstår variasjoner mellom dekketyper, og at enkelte dekketyper får svært lav friksjon (se figur 5.23). Derfor utføres friksjonsmålinger på vått dekke på sommeren for å skape en mer kritisk situasjon enn en tørr, bar vegbane.



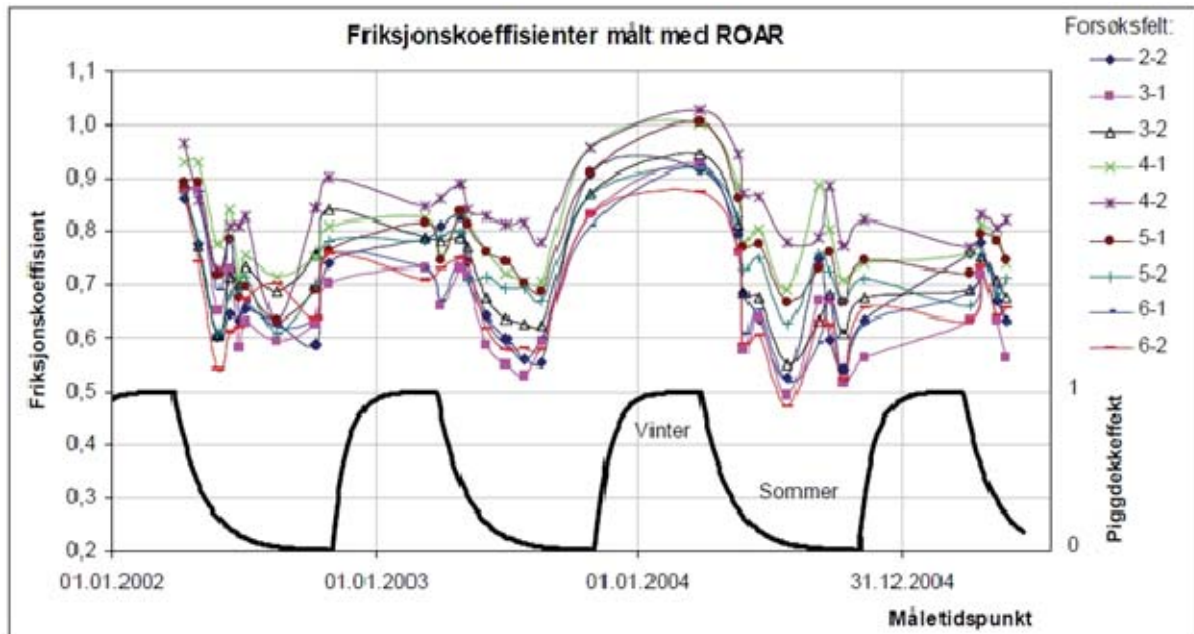
Figur 5.23 Forskjell på våt (blå) og tørr (rød) friksjonsmåling

### 5.5.2 Sesongvariasjoner

I løpet av en sommer tilføres vegen pollen i store mengder fra naturen. Etter lange tørrværsperioder med lite vasking av kjørebane kan derfor friksjonen være lav. Økende bruk av piggfrie vinterdekk skaper mindre oppruing av dekket i vinterhalvåret, noe som igjen gir lavere friksjonsverdier på sommeren. Temperaturforskjeller har også betydning, og da særlig for mykheten på bindemidlet. Kalde perioder fører til mikroskopiske sprekker i overflaten og dermed bedre tekstur og friksjon.

Alt dette i sum gir derfor en varierende bar friksjon over året, med lavest friksjon i sommerhalvåret. (Larsen, 1998)

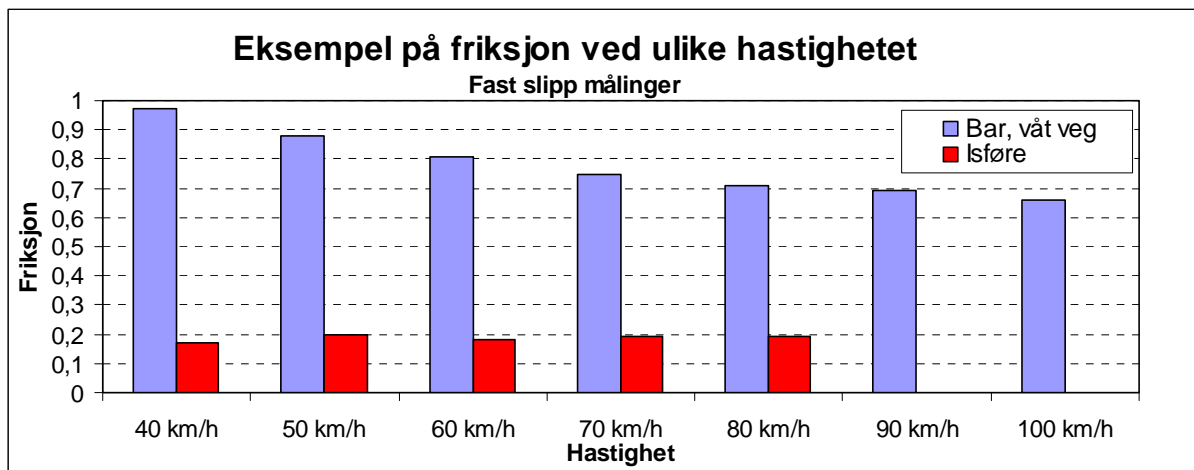
Figur 5.24 viser hvordan friksjonen varierer over et år på en teststrekning i Sør- Trøndelag. Friksjonen er på ofte på sitt laveste i september, og øker igjen i oktober og november når pigge dekkene kommer på.



Figur 5.24 Friksjon over året, eksempel (Horvli med flere, 2006)

### 5.5.3 Hastighetens betydning

Målinger på en og samme strekning med forskjellig hastigheter viser at friksjonen avtar med økende målehastighet. Dette gjelder for bar veg. På snø- og isføre er derimot friksjonen så og si uavhengig av hvilken hastighet man måler i.

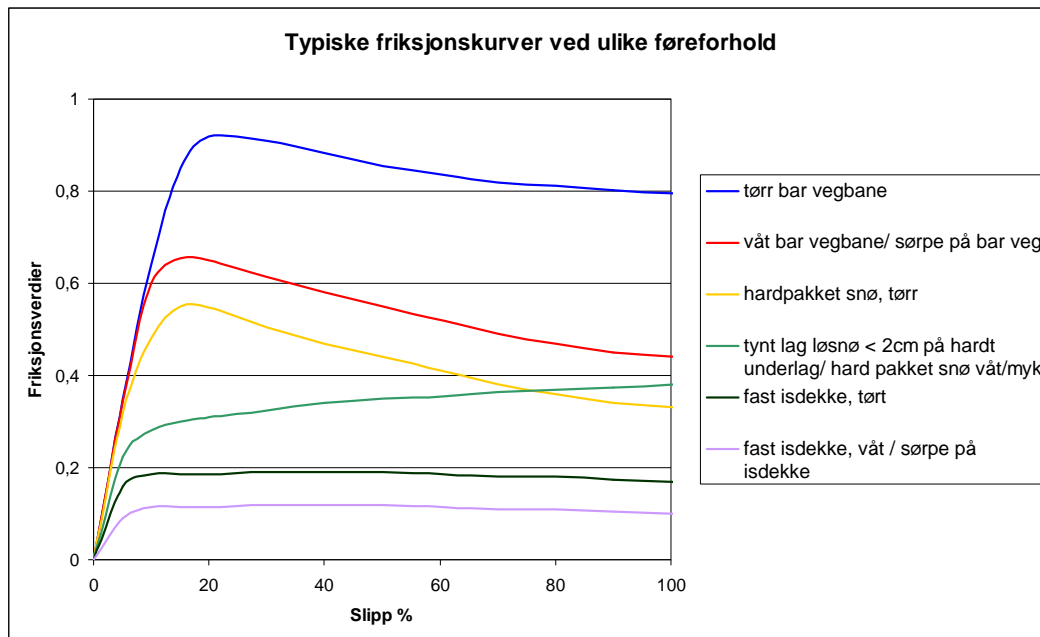


Figur 5.25 Friksjonsmålinger ved forskjellige hastigheter på bar, våt veg og på vinterføre (is)

### 5.5.4 Slippens betydning

Figur 5.26 viser typiske friksjonskurver ved ulike føreforhold. Den røde kurven viser friksjonsforløpet ved bremsing fra fritt rullende hjul til låst hjul (100 % slipp) på en våt, bar veg. Med låste hjul er friksjonen betraktelig lavere enn ved toppunktet. Som tidligere nevnt vil topp-punktet (optimal slipp) ligge ved ca 20 %, men dette vil variere litt avhengig av vegoverflatens tilstand. ABS-bremser prøver å utnytte dette forholdet.

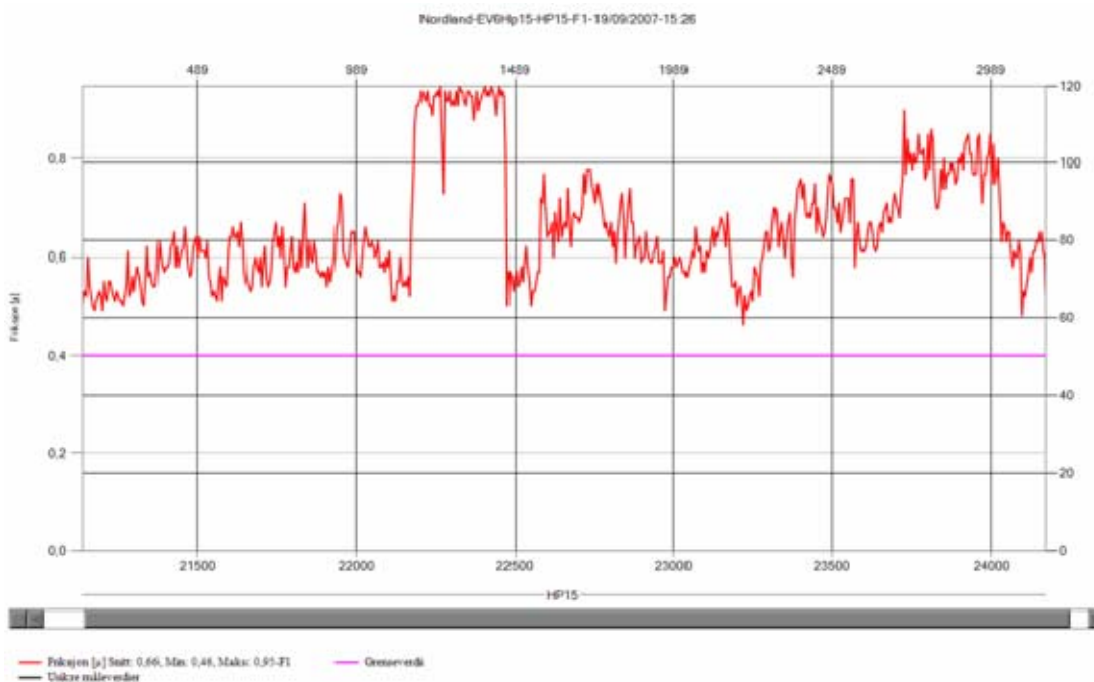
Dersom vi har et isdekke (de to nederste kurvene på figuren) er det svært liten forskjell i oppnådd friksjon, uavhengig av hvor kraftig man bremses.



Figur 5.26 Typiske friksjonskurver ved ulike forhold

### 5.5.5 Dekketypens betydning

Friksjonen varierer også avhengig av hvilken dekketype som benyttes. Figur 5.27 viser variasjoner på E6 over Saltfjellet i Nordland. På denne strekningen er det prøvd ut forskjellige asfalttyper som gir utslag i ulike målte friksjonsverdier.



Figur 5.27 Eksempel på variasjon i friksjon over strekning avhengig av dekketype

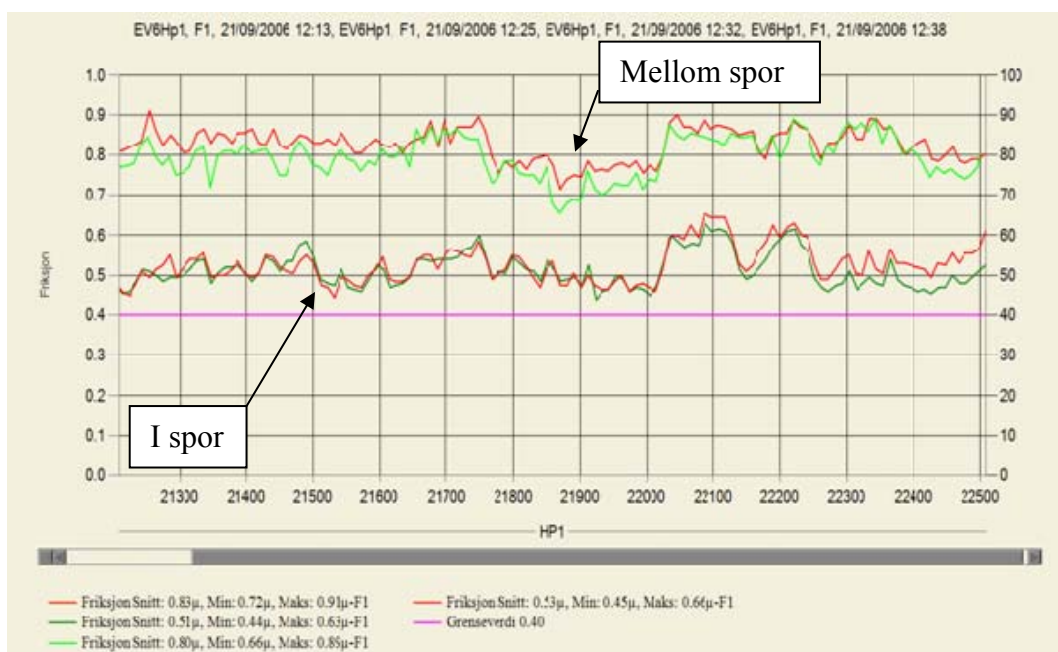
### 5.5.6 Forskjeller i og mellom spor

Det kan være store forskjeller på målt friksjon i og mellom spor. Dette skyldes først og fremst polering av vegdekket fra trafikken. På våren er det ofte bedre friksjon i sporene enn mellom dem. Dette skyldes piggdekkene som er med på å ruge opp overflaten slik at tekstur og friksjon bedres. Utover våren og sommeren vil dette bildet forandre seg og vi får en gradvis polering av trafikken i hjulsporene.



Figur 5.28 Eksempel på dekke hvor det er betydelig glattere i spor enn mellom spor

Figur 5.29 viser et eksempel på hvor store forskjeller det kan være på friksjon mellom og i spor. Målingene i spor er på i gjennomsnitt 0,52, mens målingene mellom spor er på 0,81. Målingene her er gjennomført i september, dvs. en tid på året da vi normalt måler lav friksjon på bar veg. Hvor lav denne friksjonen blir er avhengig av dekketype, trafikkmengde, temperatur m m.



Figur 5.29 Forskjeller på målt friksjon mellom spor (to øverste kurver) og i spor (to nederste kurver) på E6 Sør-Trøndelag

Det kan også være store forskjeller i friksjonen på tvers av vegen på vinteren. Ofte er det bart i hjulsporene, mens det er is eller snøføre mellom og på kantene.

## 5.6 Måling av friksjon

Måling av friksjon er en viktig oppgave, både sommer og vinter. Hovedvekten av målinger foretas på vinterføre i forbindelse med oppfølging av driftskontrakter.

Friksjon på veg kan måles med mange typer utstyr og metoder. I praksis opererer de ut fra tre måleprinsipper:

- Måling av bremselengde
- Retardasjonsmålere
- Kontinuerlige målere (slippmålere)

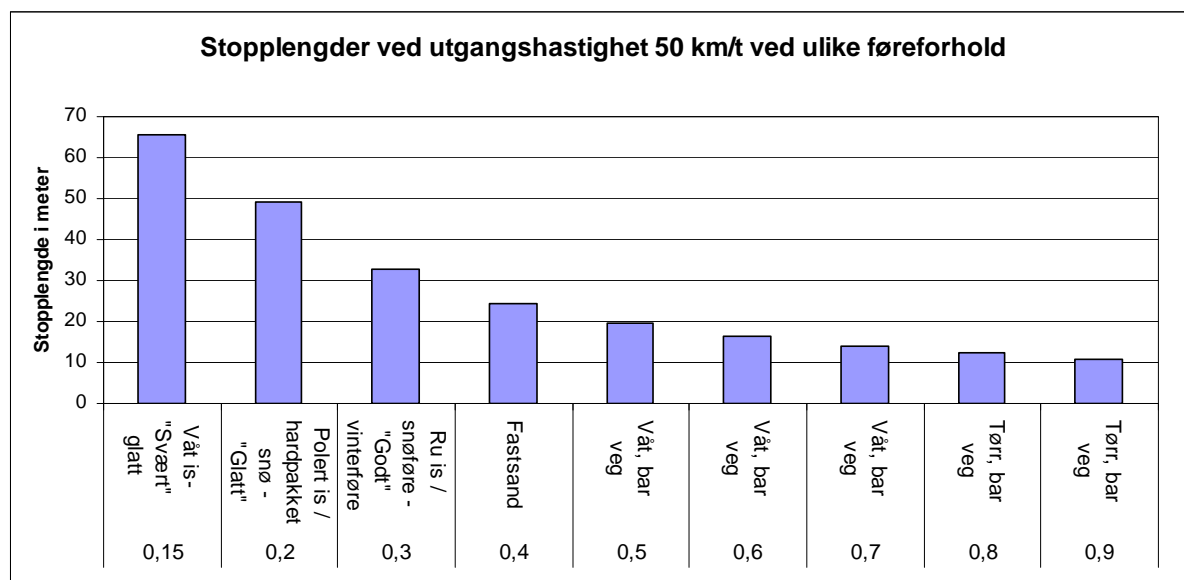
### 5.6.1 Måling av bremselengde

Dette er den enkleste måte å måle friksjon på. Man trenger ikke noe spesialinstrument, og en vanlig personbil kan benyttes. Distansen kjøretøyet bruker på å stoppe og hastigheten idet oppbremsinga starter er de inndata som behøves. Man kan ut fra dette kalkulere en tilnærmet gjennomsnittelig friksjonsverdi over bremserekningen ved hjelp av formelen:

$$\mu = \frac{v^2}{254,3 \cdot L_b}$$

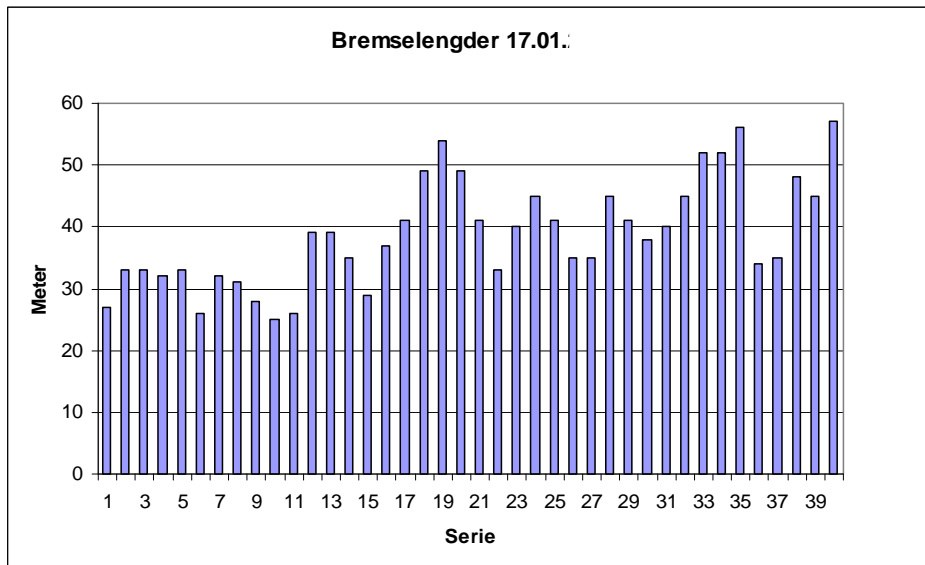
hvor  $v$  er farten i km/t og  $L_b$  er bremserekningen.

Det er denne formelen som ligger til grunn for grafen som er vist i figur 5.30.



Figur 5.30 Bremselengder ved utgangshastighet 50 km/t ved forskjellige føreforhold

Måling av bremselengde gir riktignok kun en indikasjon på hva friksjonen er på stedet, og det kan derfor ikke brukes for å dokumentere friksjonen. Årsaken til det er at biler har ulik tyngde og er utstyrt med ulike dekk, bremsesystem etc. Disse faktorene vil gi forskjellige utslag i bremselengde. Figuren under viser bremselengder for ulike dekk og forskjellige personbiler i forbindelse med en test på isføre. Som en ser er det store forskjeller på korteste og lengste bremsestrekning i testen.



Figur 5.31 Bremselengder med ulike personbiler på isføre

### 5.6.2 Retardasjonsmålere

Nedbremningsmålere eller retardasjonsmålere er enkle målere som kan monteres i alle personbiler. En friksjonsmåling foregår ved å foreta en kraftig nedbremsing. Instrumentet registrerer hastigheten når bremsingen begynner og slutter, samt bremsetiden. Middelveien for utnyttet friksjon over strekningen beregnes av formelen:

$$\mu = \frac{v_1 - v_2}{g \cdot t}$$

hvor  $v_1$  er hastigheten før nedbremsing,  $v_2$  er hastigheten idet bremsingen avsluttes,  $t$  er bremsetida og  $g$  er tyngdens akselerasjon ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ).

Beregnet friksjonskoeffisient er, foruten av vegbanen, avhengig av en rekke faktorer (hastighet ved start og slutt av bremsing, bremsetiden, bilens dekkutrustning, last-/ vektfordeling, bilens bremsesystem, førerens bremseteknikk m m). For å få god repeterbarhet er det viktig at disse faktorene er så like som mulig fra gang til gang. Det er derfor utarbeidet retningslinjer for hvordan målingene skal utføres, samt satt krav om at alle målere som brukes i driftskontraktene minst en gang i året skal kalibreres opp mot en av Statens vegvesens referansemålere.



Figur 5.32 Displayet til henholdsvis Coralba-trip og Eltrip-45n retardasjonsmålere

### 5.6.3 Kontinuerlige målere (slippmålere)

Når et gummi hjul som ruller på et vegdekk bremses uten at kjørehastigheten reduseres, vil det i kontaktflaten mellom dekk og vegoverflate oppstå en glidebevegelse. Denne bevegelsen kalles slipp (jfr avsnitt 5.2.4). Ved å måle dreiemomentet som målehjulet blir påført for bremsing ned til forskjellige sliphastigheter kan friksjonskoeffisienten beregnes, og en kurve tilsvarende den i figur 5.26 kan tegnes opp.

Det er to målemetoder som er dominerende; måling med variabel slipp og måling med fast slipp. Variabel slipp vil si at friksjonen blir målt kontinuerlig gjennom hele bremseprosedyren fra 0 % slipp (fritt rullende hjul) til 100 % slipp (låst målehjul). I løpet av denne bremseprosedyren registreres maksimalfriksjonen. Denne friksjonen vil oppnås ved litt ulike slippprosenter avhengig av målebilens hastighet og overflatens egenskaper.

Fastslipp-systemer arbeider vanligvis med en slipp på mellom 10 og 20 prosent. Eksempler på slike systemer er de norske målerne TWO og ViaFriction (se foto på figur 5.35).

Statens vegvesen bruker OSCAR friksjonsmåler som referanse for friksjonsmåling på veg. OSCAR er en såkalt kontinuerlig måler som kan operere både med fast og variabel slipp.

Det finnes bare én OSCAR-måler i Norge og den brukes derfor mest som referansemåler og i forbindelse med forsknings- og utviklingsoppdrag (se figur 5.33).

Roar (Road Analyzer and Recorder) Mark III er en avansert friksjonstilhenger som også kan operere med både fast og variabel slipp. For vintermålinger benyttes 20 % fastslipp. For sommermålinger benyttes fast eller variabel slipp og en vannfilm foran målehjulet. Vannfilmen benyttes for å skape en mer kritisk situasjon enn den bare, tørre veggen som nesten alltid vil ha gode friksjonsforhold.

Statens vegvesen har (pr 2011) 5 stk Roar Mark III, én i hver region. Roar-målerne kalibreres hvert år opp mot OSCAR.

Bruksområdene til de regionale Roar-målerne er blant annet kalibrering av andre vinterfriksjonsmålere, kartlegging av friksjon (vinter og sommer), oppfølging av krav til friksjon, samt målinger i forbindelse med forskning og utviklingsoppgaver (FoU).



Figur 5.33 Friksjonsmåleren OSCAR er referansemåleren for friksjon i Norge



Figur 5.34 Friksjonsmåling på vinterføre med Roar Mark III

Det finnes også flere lettere slippmålere på markedet, fra håndholdt trillende utstyr til etterhengende målere på bil. Disse brukes mer og mer i oppfølging av driftskontrakter, og kan også være praktiske på f. eks gang- og sykkelveger.



Figur 5.35 Ulike typer kontinuerlige målere (Fastslipp systemer)



#### 5.6.4 Standardisering av friksjonsmålinger

På grunn av at det er så mange faktorer som påvirker en friksjonsmåling forsøker man å standardisere prosedyrer, kalibreringsrutiner etc så mye som mulig. Det finnes instruksjoner for måling av friksjon både i sommersesongen (på asfaltdekker) og i vintersesongen.

Denne standardiseringen går blant annet på hvilke målehjul som benyttes, målehastighet, slipp prosent, vannfilm med mer. Det er også satt krav til at det skal gjennomføres kalibrering av alle friksjonsmålere før hver sesong.



Figur 5.36 Kalibrering av referansemålere (OSCAR t h og fem stk Roar Mark III)

### 5.7 Krav til friksjon

#### 5.7.1 Sommer

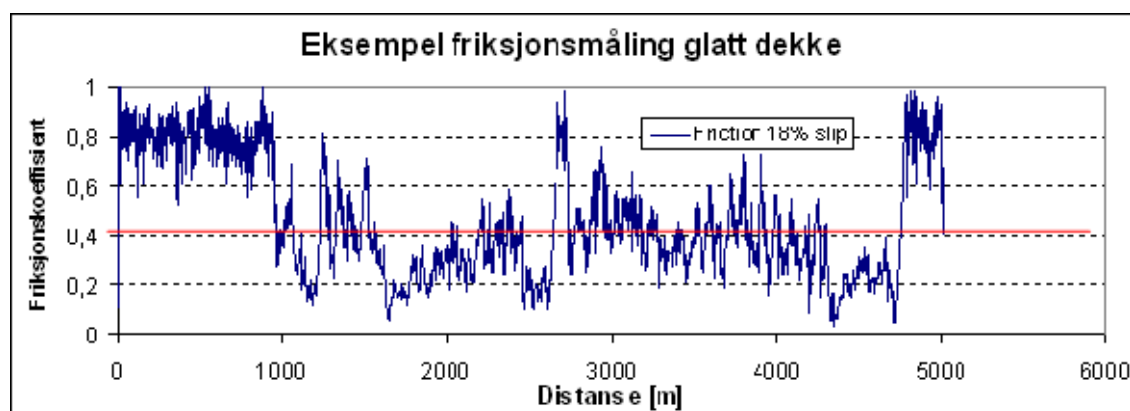
Friksjon var tidligere ikke noe stort problem på norske vegdekker. Dette skyldtes den omfattende bruken av piggdekk som sørget for at dekkeoverflaten gjennom vintersesongen ”opparbeidet” en tilfredsstillende ruhet og friksjon. Den reduserte bruken av piggdekk har endret dette. På tørre vegdekker vil som regel friksjonskravet være oppfylt, og nivået varierer lite fra dekketype til dekketype. Men ved våt vegbane kan variasjonen mellom ulike dekketyper bli stor og enkelte dekker kan få svært lav friksjon (Larsen, 1998).

Nylagte asfaltdekker kan ofte få partier med mye bindemiddel på toppen av dekket. Ved våt vegbane kan disse bli svært glatte. Etter en vintersesong får de normalt bedre friksjonsegenskaper.

Figur 5.37 viser et nylagt dekke med store problemer med blødning (anriking av bindemiddel i dekkeoverflata). Den horisontale streken viser krav til friksjon på faste dekker ( $\mu$  større enn 0,4).

Friksjon på vegdekker skal måles på vått dekke, måleutstyret legger selv ut en vannfilm før måling (vanligvis 0,5 mm vannfilm for måling på veger). I henhold til Statens vegvesens Håndbok 018 Vegbygging (2011) skal friksjonskoeffisienten målt ved 60 km/t være større

enn 0,40. På veger med tillatt hastighet høyere enn 80 km/t bør friksjonskoeffisienten være over 0,50. Kravene er knyttet til middelerdi av enkeltdelestrekninger med lengde på 20 meter.



Figur 5.37 Eksempel på glatt vegdekke

### 5.7.2 Vinter

Vinterdrift utføres etter to forskjellige strategier:

- Strategi vinterveg
- Strategi bar veg

Ved strategi vinterveg er det akseptabelt med snø- eller isdekke hele eller deler av vinteren. Strategi bar veg innebærer at vegen normalt skal være snø- og isfrie hele vinteren.

Ved strategi vinterveg skal det benyttes sand eller saltblandet sand for å oppnå tilstrekkelig veggrep og friksjon. Tiltak skal settes i verk dersom friksjonen er så dårlig at normalt vinterutrustede kjøretøy ikke kommer opp bakker etc.

Ved strategi bar veg skal det normalt benyttes salt, saltløsning eller andre kjemiske strømidler.

Tabell 5.2 Verdier for friksjonskoeffisient før strøtiltak iverksettes (strategi vinterveg)

Vegkategori	ÅDT	Punktstrøing		Helstrøing	
		Start ved	Fullføres innen	Start ved	Fullføres innen
Stamveger		$\mu < 0,30$	1,0 timer	$\mu < 0,20$	2,0 timer
Øvrige veger	Over 1500	$\mu < 0,25$	1,0 timer	$\mu < 0,20$	2,0 timer
	501-1500	$\mu < 0,25$	2,0 timer	$\mu < 0,15$	3,0 timer
	0 – 500	$\mu < 0,20$	4,0 timer	$\mu < 0,15$	4,0 timer

Tabell 5.3 Tiltak og tiltakstid for strategi bar veg

ÅDT	Tiltak og tiltakstid ved forskjellige friksjonskoeffisienter og ÅDT		
	Under 3000	3001-5000	>5000
Preventiv salting	Iverksettes dersom det forventes friksjon < 0,4	Iverksettes dersom det forventes friksjon < 0,4	Iverksettes dersom det forventes friksjon < 0,4
Etter snøfall: Bar veg innen:	6 timer	4 timer	2 timer

Verdiene i tabellene refererer til kravene i Statens vegvesens Håndbok 111 Standard for drift og vedlikehold (2003).

## 5.8 Tiltak for å bedre friksjonen

### 5.8.1 Sommer

For sikring av god friksjon på nylagte dekker er overvåkingen av utleggingsfasen viktig. Hvis dekkearbeidene viser tendens til blødning eller feite bindemiddelmiddelrike partier, kan tilstrekkelig friksjon enklest sikres i utleggingsfasen med en avstrøing av vegdekket.

Aktuelle tiltak for utbedring ved lav friksjon på eksisterende dekker er avstrøing med sand eller asfaltert finpukk, med eller uten oppvarming, tilpasset det aktuelle dekket. På eldre asfaltdekker kan strukturfresing nyttes, særlig ved polering. Høytrykksspyling eller bruk av annet spesialutstyr kan også være aktuelt.

I Oslo-området har det vært en del problemer med at enkelte strekninger blir svært glatte i løpet av sommersesongen. Figur 5.38 viser et eksempel på tiltak som har vært prøvd, i dette tilfelle en maskin som opererer med vann under høyt trykk. Maskinen er utviklet i Østerrike og har vært testet i Norge gjennom flere sesonger.

Som figuren viser kan man få en god effekt ved at maskinen renser og delvis ”skjærer opp” asfaltoverflaten slik at tekstur og friksjon forbedres. På det meste har friksjonen blitt økt med 0,4 med bruk av slikt utstyr.



Figur 5.38 Høytrykkspyling av vegdekker. Behandlet asfalt til venstre, ubehandlet til høyre

### 5.8.2 Vinter

De viktigste vinterdriftstiltakene er snøbrøyting, høvling, sanding og salting, og det er sanding og salting som har til hensikt å bedre friksjon. Se for øvrig kapittel 12 Vinterdrift for mer info om friksjonsforbedrende tiltak på vinteren.

### Referanser

- Amontons (1699): *De la Resistance causée dans les Machines*. Mémoires de l'Académie Royale A. pp. 247-260
- Norheim, A.; Shina N.K and Yager T.J. (2001): *Effects of the structure and properties of ice and snow on the friction of aircraft tyres on movement area surfaces*. Tribology International, vol. 34, pp 617-623
- Dowson, D. (1998): *History of Tribology*, Prof. Engineering Publishing, London
- Moore, D. F. (1975): *The friction of pneumatic tyres*. Amsterdam, Elsevier Scientific publishing company
- Horvli, I. med flere (2006): *SIV - Spor I Veg, Forsøksfeltene på E6 ved Klett*. SINTEF ISBN 82-14-03607-0
- Statens vegvesen, Vegdirektoratet (2003): *Standard for drift og vedlikehold*. Håndbok 111, retningslinjer
- Statens vegvesen, Vegdirektoratet (2003): *Temahefte til Håndbok 111 Standard for drift og vedlikehold*. Intern rapport nr. 2337.
- Larsen, Ø. (1998): *Friksjonsmålinger og bruk av måledata - erfaringer med ROAR*. EEU-kurs vintervedlikehold av veger, NTNU november 1998

# Kapittel 6 Planlegging av dekkevedlikehold

*Rolf Johansen, Statens vegvesen*

6.1	Overordnet dekkeplanlegging .....	2
6.1.1	Dekkevedlikeholdet – en del av det totale vedlikeholdsbildet .....	2
6.1.2	Dekkelevetider og årskostnader .....	3
6.1.3	Årssyklus - væravhengighet .....	5
6.2	Bruk av tilstandsdata .....	5
6.2.1	Utvalgskriterier – den enkelte strekning .....	5
6.2.2	Flerårs dekkeplanlegging .....	6
6.2.3	Forsterkningsbehov – dekkefornyelse eller forsterkning? .....	6
6.3	Dataverktøy – NVDB/PMS .....	7
6.3.1	Hva som er lagret og hva vi får ut – bruk av data .....	7
6.3.2	Funksjonalitet, PMS til planlegging .....	8
6.4	Planlegging av tiltak .....	10
6.4.1	Tiltaksmetoder – problemstillinger og alternativer .....	10
6.4.2	Type kontrakt .....	11
6.4.3	Planlegging av forarbeider .....	12
6.4.4	Plan for kvalitetskontroll og oppfølging av utførelsen .....	12
6.4.5	Helse, miljø og sikkerhet – spesielt for asfaltarbeider .....	12
6.5	Markedsforhold .....	13
6.5.1	Prisanalyser .....	13
6.5.2	Konkurransforhold .....	13
6.5.3	Markedsplaner – langsiktighet .....	14

*Versjon 2011-11-20*

## 6 Planlegging av dekkevedlikehold

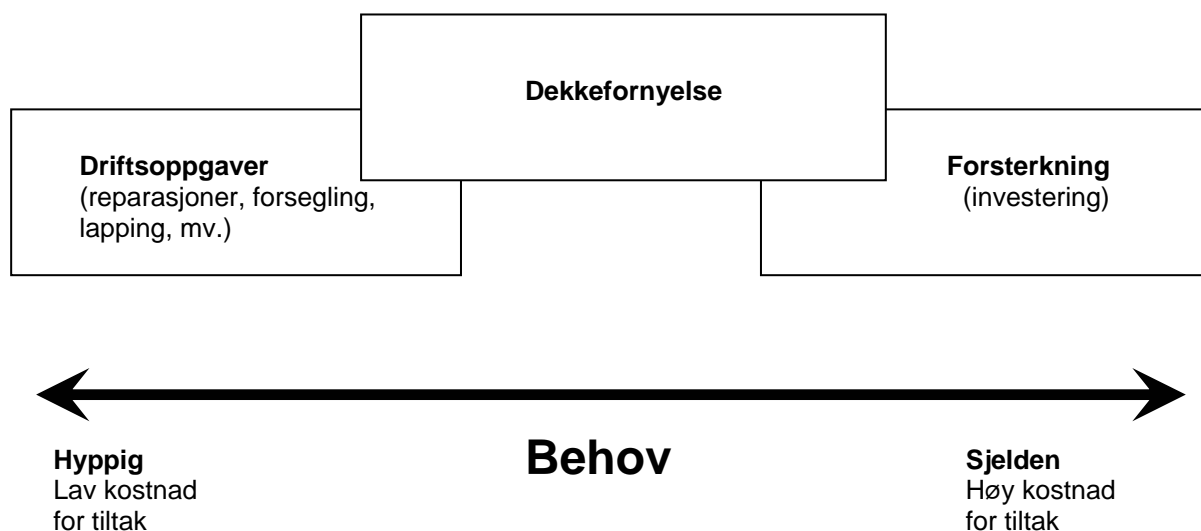
Samfunnet bruker hvert år store beløp for å vedlikeholde vegdekkene til en akseptabel standard for vegbrukerne og for å unngå at det bygges opp vedlikeholdsforfall som man må slite med i framtida. For å kunne utnytte de pengene som bevilges på en best mulig måte er det nødvendig å kjenne til prinsippene for hvordan man overvåker tilstanden på vegnett og håndterer data om dekketilstanden. Forståelse av hva planleggingsverktøyene kan gi av informasjon og hvilke begrensninger de har, bidrar til at planleggeren kan gjøre de best mulige valg i planleggingen av vedlikeholdet. Videre trengs kunnskap om de alternativer man har å spille på i valg av materialer og metoder for å bestille optimale tiltak som gir lavest mulig årskostnad.

Den som er involvert i drift og vedlikehold av veger trenger kunnskap om kontraktstyper, markedsforhold og ikke minst materialprodusenter og de utførende entreprenørenes utfordringer. Slik kan man oppnå optimal utnyttelse av bevilgninger og naturressurser i samspill med bransjen.

### 6.1 Overordnet dekkeplanlegging

#### 6.1.1 Dekkevedlikeholdet – en del av det totale vedlikeholdsbildet

Dekkevedlikeholdet (dekkefornyelse) har en plass i vegens drift og vedlikehold hvor det ofte er overlappende hvorvidt man bør fortsette med driftsoppgaver, gjennomføre dekkefornyelse eller foreta forsterkning av overbygningen, se figur 6.1.



Figur 6.1 Dekkefornyelse sett i sammenheng med andre oppgaver i drift og vedlikehold

### ***Dekkefornye eller fortsette med driftsoppgaver?***

Dekkefornyelse skal utføres når en vegstrekning har nådd en tilstand som i hht Statens vegvesens Håndbok 111 "Standard for drift og vedlikehold" skal utløse tiltak eller når driftsoppgaver som forsegling av overflaten, lapping av hull, tetting av sprekker, oppretting av lokalt deformerte områder mv. ikke lenger er tilstrekkelig for å opprettholde vegens tilstand. Med andre ord at det er blitt uøkonomisk å fortsette med disse driftsoppgavene sammenlignet med å legge nytt dekke på strekningen.

I praksis gjøres ikke denne avveiningen ved økonomisk analyse i hvert enkelt tilfelle. Nytt dekke legges når grenseverdiene for dekkets tilstand slik de er beskrevet i vedlikeholdsstandarden (Håndbok 111) er overskredet, eller når man ikke har kapasitet til å fortsette med driftsoppgaver om dekket begynner å gå i oppløsning. Dersom tilstandskrav som spor og jevnhet er overholdt, men bestandigheten av dekket er dårlig, kan det ligge en betydelig gevinst i å utnytte gode driftsmetoder (f.eks. forseglinger) for å utsette en dekkefornyelse inntil spor eller jevnhet tilsier at tyngre tiltak skal gjøres.

### ***Dekkefornye eller forsterke overbygningen?***

Tilsvarende vurderinger kan/bør gjøres når behovene for normal dekkefornyelse dukker opp altfor hyppig. Da må det vurderes om det er samfunnsøkonomisk mer lønnsomt å forsterke overbygningen slik at dekkelevetidene økes og blir normale. Disse vurderingene gjøres i praksis på grunnlag av kriteriene for forsterkning som er gitt i Håndbok 018 Vegbygging.

## **6.1.2 Dekkelevetider og årskostnader**

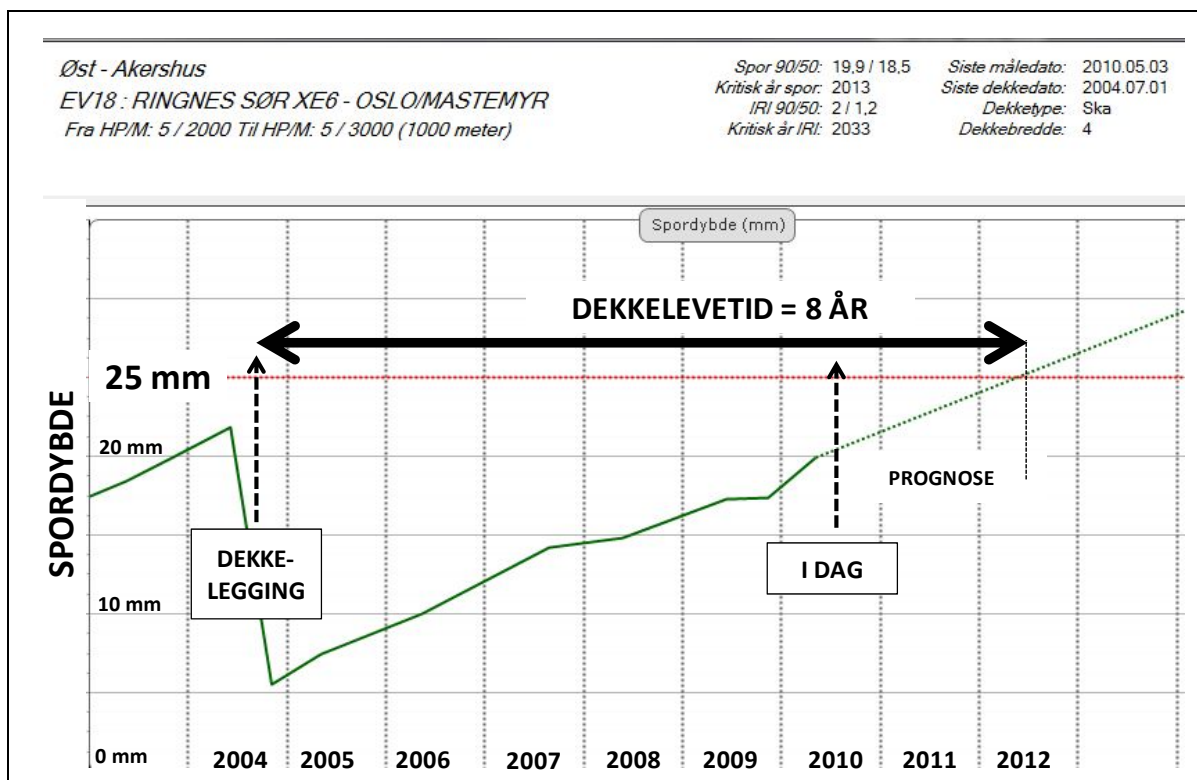
### ***Dekkelevetider***

Dekkelevetid er definert som det antall år fra man legger et dekke til man **har behov for** å legge nytt dekke i henhold til Vedlikeholdsstandarden (Håndbok 111). Man kan ikke vite hva dekkelevetiden blir for et nytt dekke, men hvis man måler tilstanden over et antall år etter asfaltering kan man se en tendens som kan framskrives til det punktet hvor Vedlikeholdsstandarden sier at man har behov for nytt dekke, se figur 6.2.

I praksis er det kun parameteren spordybde (jevnhet på tvers av vegen) vi har mulighet til å framskrive og dermed forutsi på denne måten, og da på de høyest trafikkerte vegene. Jevnhet på langs (IRI – International Roughness Index) endrer seg normalt så lite fra ett år til det neste at slik framskriving for å finne dekkelevetiden blir unøyaktig.

Også andre feil i dekket kan være utløsende for tiltak, som f.eks. steinslipp og rask utvikling av hull. Slike skader er det svært vanskelig å framskrive før skadene begynner å vise seg og man greier normalt ikke å forutsi dekkelevtiden på grunnlag av denne typen dekkeskader.

På lavtrafikkerte veger, hvor det er liten årlig sporutvikling, vil det ofte være jevnhet på langs (IRI) eller andre forhold som utløser tiltak. Her vil dekkefornyelsen ofte gjøres i forbindelse med andre reparasjonsarbeider knyttet til kantsetninger, sprekker og krakelering, setninger, teleskader mv.



Figur 6.2 Definisjonen på dekkelevetid i hht Håndbok 018.  
*Eksempel:* Utskrift fra PMS, graf over årlige spordybde målinger. Dekkelevetid regnes fra asfalteringen i 2004 til nytt behov for asfaltering i 2012 uavhengig av når asfalteringen virkelig vil finne sted.

### Årskostnader

Den årlige kostnaden for å holde vegdekket innenfor de grensene for tilstand som er fastsatt i vedlikeholdsstandarden (Håndbok 111) skal være styrende for vedlikeholdsopplegget. Sammenhengen er i prinsipp enkel og kan illustreres som følger:

$$\frac{\text{Kostnad for dekkelegging (kr)}}{\text{Dekkelevetid (år)}} = \text{Årskostnad (kr/år)}$$

Dette betyr at for å finne årskostnaden må man vurdere to hovedparametere, nemlig kostnad for dekkefornyelse og dekkelevetid. Et billig dekketiltak kan være økonomisk selv om det bare har en kort levetid sammenlignet med et dyrt tiltak som holder mye lenger. Den største usikkerheten i dette ligger i å anslå forventet dekkelevetid, mens kostnadsnivået er relativt godt kjent. Det som ytterligere kompliserer dette bildet er at forarbeidene, som avrettingslag eller fresing av gammel dekkeoverflate, slår sterkt ut på kostnadene. Statens vegvesen Region øst publiserte i 2007<sup>1</sup> en sammenstilling som viser en rangering av alle dekketyper som har vært i bruk de senere år sammen med forarbeider av forskjellig type. Dette er så langt den eneste kjente sammenstillingen som er gjort i Norge for å rangere dekketyper ut fra erfaringsdata om dekkelevetid og kan benyttes av alle som driver med dekkeplanlegging - med litt tilpasning til lokale forhold.

<sup>1</sup> Statens vegvesen, Region øst: Rapport TR2491 Dekkestrategi 2007



### 6.1.3 Årssyklus - væravhengighet

I vinterhalvåret i Norge er det i praksis ikke mulig å få gjort et godt dekkevedlikehold. Binde- midlene i asfalten blir raskt stive, det blir vanskelig å pakke massen tilstrekkelig ved valsing og asfalten får dermed for høyt hulrom og blir av dårlig kvalitet. Det er også vanskelig å få asfaltdekket til å feste seg til underlaget når det er mye vann på overflaten, og i praksis umulig når det er is på vegen. Utover vinteren vil telehiv, som det er mye av på det norske vegnettet, i tillegg gjøre at man ofte vil komme i skade for å rette opp ujevnheter på det eksisterende dekket ut fra en falsk høydereferanse (telehivet).

Disse forholdene gjør at aktivitetene i dekkevedlikeholdet i Norge følger en årssyklus:

1. **Utlysning** av årets asfaltkontrakter ca. 1. februar
2. **Oppstart** av årets asfaltarbeider: ca. 15. mai avhengig av landsdel/klima
3. **Slutt** på årets asfaltarbeider: ca. 1. oktober avhengig av landsdel/klima
4. **Avslutning av årets, og klargjøring av neste års kontrakter:** oktober-november-desember-januar

Konsekvensen av en slik syklus er at dekkevedlikeholdet blir dyrt fordi maskiner og andre ressurser hos entreprenørene utnyttes kun over en kort periode av året. Man får heller ikke en jevn sysselsetting av personellet som utfører arbeidene ute på vegen og i asfaltfabrikkene, noe som er dyrt for firmaene og ugunstig for de ansatte.

Ved hjelp av spesielle tilsetningsstoffer i asfalten, for eksempel voks eller andre typer kjemi- kalier, er det mulig å legge asfalt med litt lengre sesong enn med vanlige bindemidler, men denne teknologien er enda ikke fullt utviklet for bruk i stor skala i Norge.

## 6.2 Bruk av tilstandsdata

### 6.2.1 Utvalgsriterier – den enkelte strekning

Data fra de detaljerte lasermålingene av vegnettet (se kapittel 4 Tilstandsregistrering) omreg- nes til representative tilstandsverdier for hver 20. meter veglengde. Fra disse 20 m-verdiene (f.eks. spordybde) beregnes så typiske tilstandsverdier for de vegstrekninger som planleg- geren har definert i sitt planleggingssystem (PMS-parseller). Disse PMS-parsellene skal være mest mulig homogene, og er gjerne litt over en km lange (gjennomsnittlig 1,3 km for riks- veger i 2010), noen få er opptil 15 km.

Grensene for hvilken dekketilstand som skal utløse tiltak er angitt i Håndbok 111. Ved å sam- menholde verdiene for PMS-parsellene mot grenseverdiene i Vedlikeholdsstandarden framkommer så evt behov for tiltak (hvis grenseverdiene overskrides utløses krav om nytt dekke).

Dagens grenseverdier i Håndbok 111 for tilstand som skal utløse dekketiltak er angitt som såkalte 90/10 verdier. Dvs at 10 % av parsellen tillates å ha en dårligere verdi enn den angitte grenseverdien.

Gjeldende krav for spor og jevnhet er som følger (Håndbok 111, utgave 2003):

Ingen definert ensartet parsell skal ha verdier dårligere enn det som er gitt nedenfor på mer enn 10 % av parsellen målt om høsten etter avsluttet dekkelegging.

Maksimum jevnhet på tvers (spordybde): 25 mm  
Maksimum IRI-verdi (jevnhet på langs): 4,0 – 7,0 (avhengig av trafikkmengde, ÅDT)

På det høyt trafikkerte vegnettet hvor bæreevnen er rimelig god er jevnhet på tvers (spor- dybden) viktigste parameter og som oftest utløser behov for dekkefornyelse.

Disse grenseverdiene er utarbeidet på samfunnsøkonomisk grunnlag for bruk i Statens vegvesen. En del vegeiere (kommuner, fylkeskommuner, private) benytter ikke alle deler av Håndbok 111 og da kan andre tilstandskrav være gjeldende.

## 6.2.2 Flerårs dekkeplanlegging

### *Behov for forutsigbarhet*

Vegvedlikehold utgjør en stor kostnad for samfunnet. Alle som bevilger penger til dette formålet trenger forutsigbarhet, altså oversikt over hvor store budsjettbehov man har over et antall år. På vegnettet utføres dessuten mange forskjellige typer arbeider som må koordineres med dekkefornyelser (forarbeider til dekkelegging, driftsoppgaver, gravearbeider etc), også med tanke på trafikkavviklingen i området.

Tilstandsutviklingen på vegnettet er imidlertid ikke så forutsigbar at man kan detaljere slike planer på strekningsnivå mange år framover, selv med gode planleggingsverktøy (jfr kapittel 6.3). I Statens vegvesen har man valgt å utgi 3-års planer, som oppdateres hvert år. (Man kunne valgt en lengre periode, men nøyaktigheten av planene reduseres jo lengre inn i framtida man prøver å forutsi vedlikeholdsbehov i detalj.)

### *Tiltak over flere år*

Man kan i mange tilfeller redusere kostnadene i dekkevedlikeholdet ved å benytte metoder/ tiltak som strekker seg over flere år. Tiltakene må da settes opp i en flerårs dekkeplan.

Et enkelt eksempel på slike tiltak satt i system kan være:

Planfresing (eller oppretting)  $\longrightarrow$  Trafikk i 1-3 år  $\longrightarrow$  Legging av nytt slitelag

## 6.2.3 Forsterkningsbehov – dekkefornyelse eller forsterkning?

Noen ganger vil feil og mangler i dekket eller svakheter dypt i vegoverbygningen komme til uttrykk som dårlig dekketilstand etter kortere tid enn man skulle forvente. Dette tyder på et behov for forsterkning. Kriteriene (grenseverdiene) for dette er nærmere beskrevet i kapittel 9.

Den som planlegger dekkevedlikeholdet har også ansvar for å avdekke behov for forsterkning av vegoverbygningen. For å kunne benytte seg av kriteriene i kapittel 9 trenger man å vite dekkelevetiden på de aktuelle vegstrekningene, altså man må følge tilstandsutviklingen over flere år for å se om trenden tilsier for lav dekkelevetid. Denne informasjonen får man fra data-verktøyene som dekkeplanleggeren bruker (se kapittel 6.3).

I tillegg er det dekkeplanleggerens ansvar å innhente informasjon fra andre som har oppgaver innen drift og vedlikehold eller som er godt kjent på vegnettet, slik at man kan danne seg et best mulig bilde av de reelle forsterkningsbehovene og velge de beste tiltak ut fra dette.

## 6.3 Dataverktøy – NVDB/PMS

### 6.3.1 Hva som er lagret og hva vi får ut – bruk av data

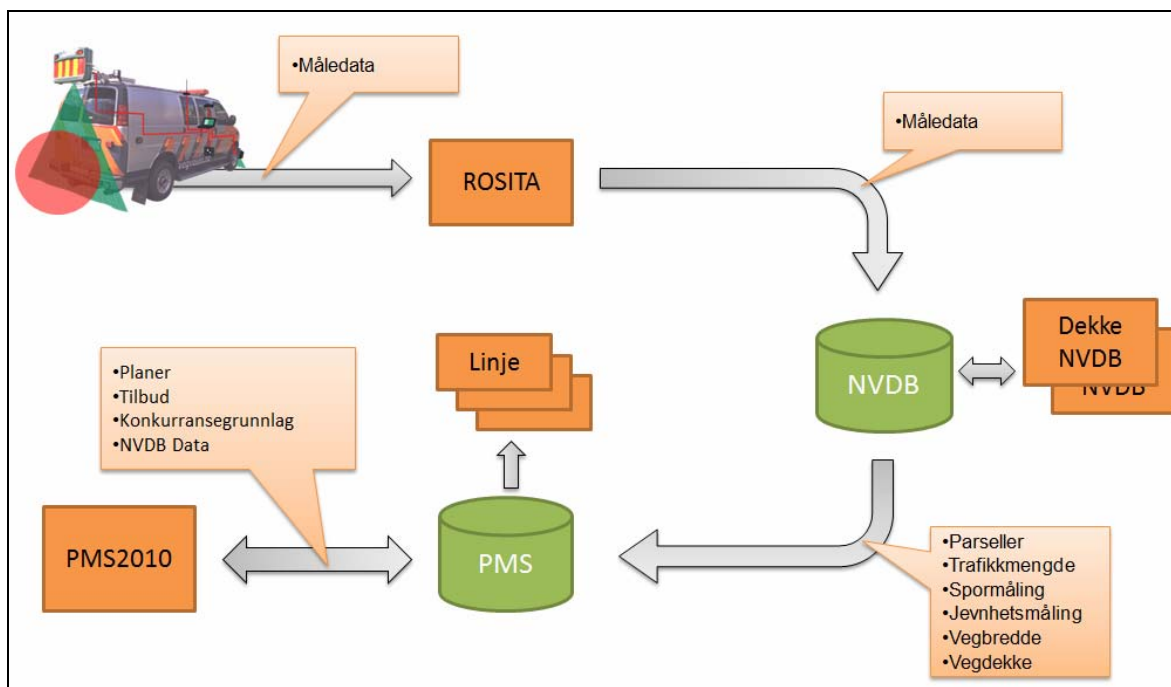
#### *Innsamling og lagring av data*

Det norske systemet for å samle inn, lagre og bruke data om vegens tilstand er utviklet til et nivå som ligger i verdenstoppen. De viktigste data som samles inn er:

- Jevnhet på tvers (spordybde). Rapporteres i mm med en desimals nøyaktighet.
- Jevnhet på langs (IRI, International Roughness Index). Rapporteres med en desimals nøyaktighet. Verdiene ligger mellom 1 og 8 for dekkelagte veger, lavt tall betyr jevn veg.
- Vegbilder (fotos) for hver 20 m, i begge kjøreretninger.

For de fleste riks- og fylkesveger oppdateres disse dataene årlig, samtidig som de eldre beholdes. Dette gir grunnlag for å vurdere tilstandsutviklingen.

Det finnes flere datasystem som "samarbeider" for å lagre og behandle dataene, se figur 6.3.



(ill. Triona AS)

Figur 6.3 Systemer for innhenting og håndtering av tilstandsdata

#### *NVDB (Nasjonal VegDataBank)*

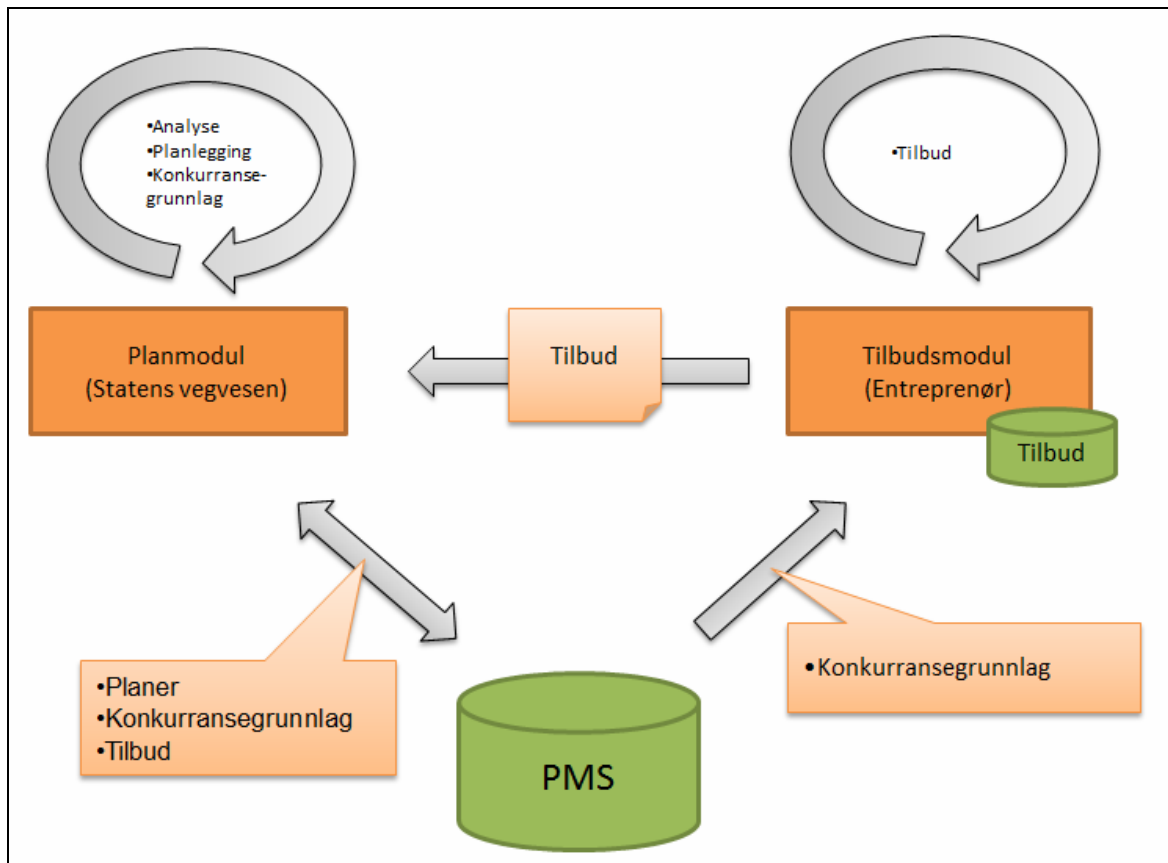
Dekkeplanleggeren må sørge for at følgende data er oppdaterte i NVDB for at PMS skal kunne mates med riktige data for videre bearbeiding:

- **Dekkedata:** Informasjon om hvilke dekker som er blitt lagt, oppdateres etter dekkelegging. Nødvendig for historikk og for å ha startpunkter for beregning av dekkelevetider. Viktig for å kunne lære hvilke materialer og metoder som gir hvilke resultater i form av dekkelevetid.
- **PMS-parselliste:** Inndelingen i PMS-parseller må være definert slik at NVDB kan beregne typiske tilstandsverdier (90 % verdier) ut fra tilstandsmålingene for hver 20 m. Hele vegnettet skal være dekket av PMS-parseller for at man skal kunne bearbeide data videre i planleggingsarbeidet.

### *PMS (Pavement Management System)*

PMS er den viktigste programvaren dekkeplanleggeren bruker. Programvaren har følgende hovedfunksjoner som også er skissert i figur 6.4:

1. **Tilstandsovervåking:** Gir oversikt over tilstanden på PMS-parsellene
2. **Planlegging av dekketiltak:** Oppretter tiltaksstrekninger med tiltak og kostnader for disse
3. **Kontrahering:** Planleggeren lager konkurransegrunnlag og utlyser kontrakter elektronisk
4. **Tilbud:** Entreprenøren kan hente konkurransegrunnlag elektronisk og legge inn tilbud
5. **Tilbudsanalyse:** Planleggeren analyserer innkomne tilbud, prisnivå mv



(ill. Triona AS)

Figur 6.4 Arbeidsgang med PMS programvare

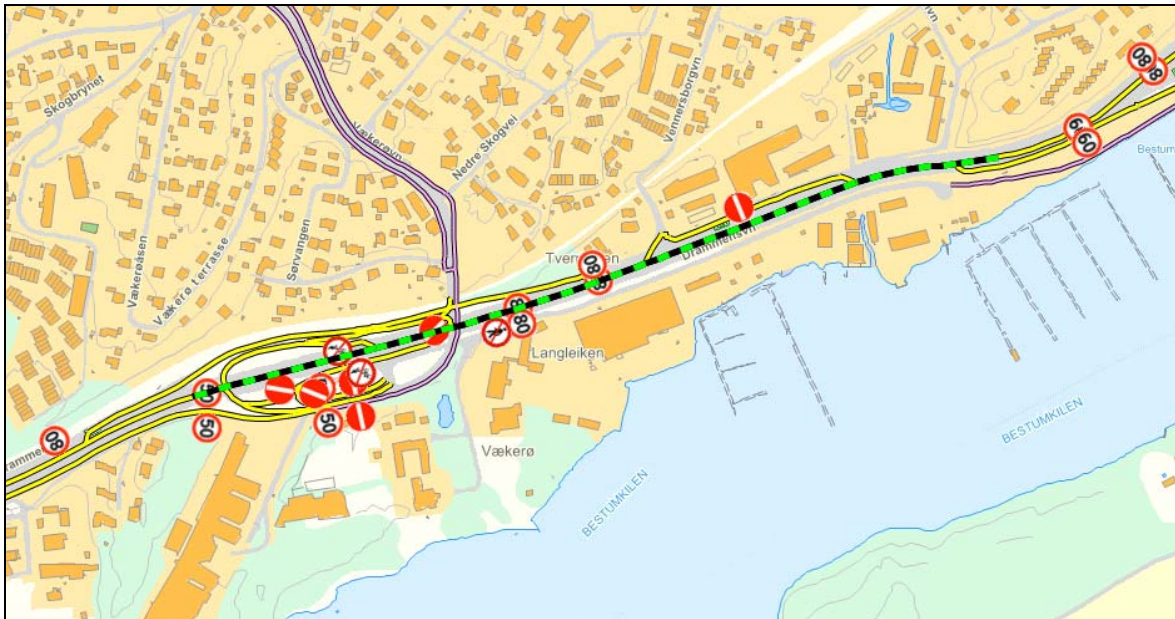
### 6.3.2 Funksjonalitet, PMS til planlegging

Nedenfor er det vist eksempler på noen av de viktigste funksjonalitetene som tilbys planleggeren i PMS, foruten opplister i tabeller og beregninger som er lagt inn i tabellene:

- Kartfunksjon og vegbilder
- Tilstandsutviklingen (historisk og framskrevet) for enkeltparseller
- Tilstanden langs en vegstrekning
- Historiske dekkedata

#### **Kartfunksjon og vegbilder**

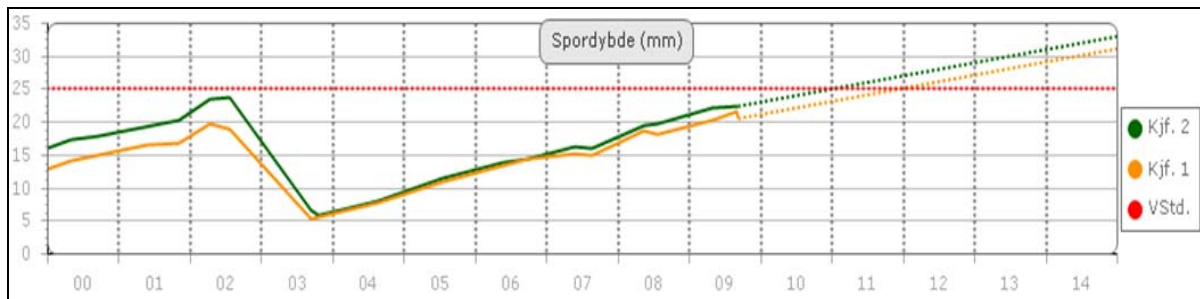
Både tiltaksstrekninger, tiltak og arbeidsprosesser kan vises i kart. Fra kartet er det mulig å klikke på et bestemt punkt på en veg og få vist bilder av vegen på dette punktet, se figur 6.5.



Figur 6.5 Kartfunksjon med PMS programvare

### Tilstandsutviklingen (historisk og framskrevet) for enkeltparseller

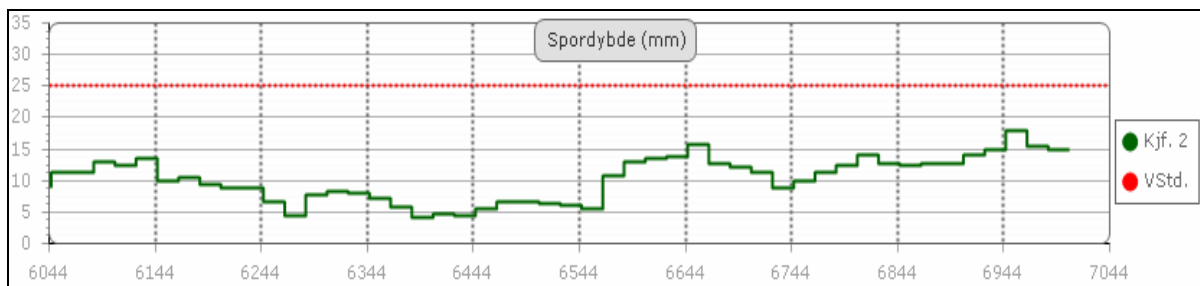
Programvaren gir plottinger av tilstand på den enkelte PMS-parsell mot årstall for målingen for både jevnhet på tvers (spordybde) eller på langs (IRI). Eksemplet i figur 6.6 viser sporutviklingen over flere år. Dette kan vise et framskrevet årstall når utløsende verdi (25 mm) forventes, og dermed gi anslag over forventet dekkelevetid.



Figur 6.6 Tilstandsutvikling, eksempel spordybde

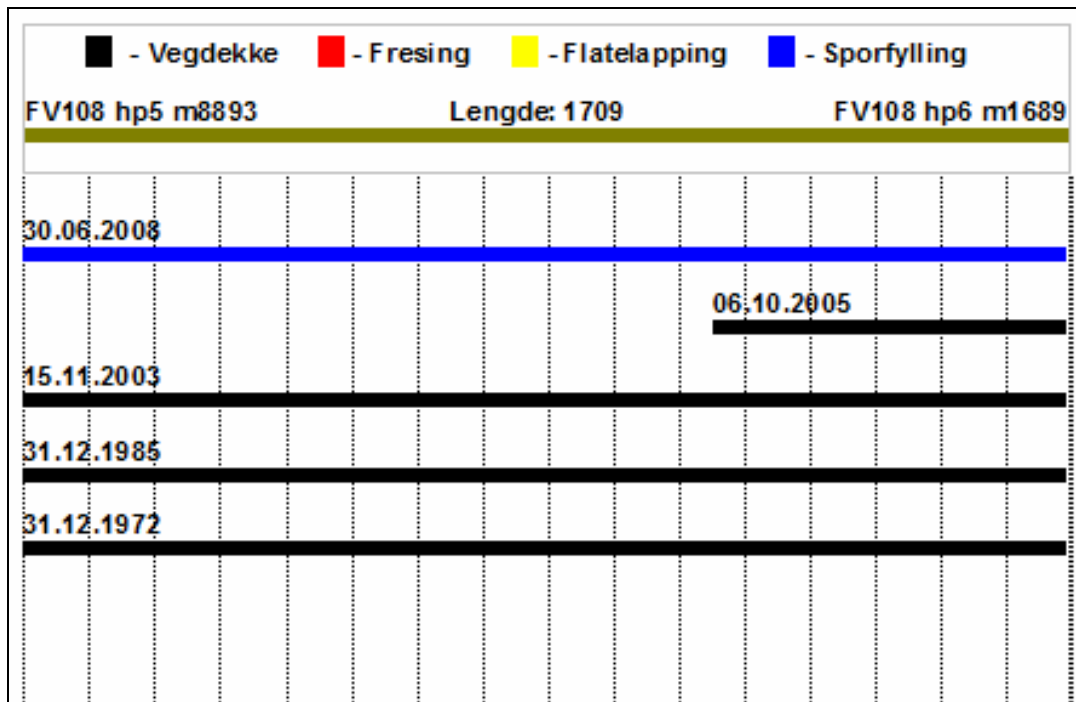
### Tilstanden langs en vegstrekning

Programvaren gir plottinger av tilstand på/langs den enkelte PMS-parsell. Eksemplet i figur 6.7 viser **sporverdier**, men tilsvarende plottinger kan også vises for **jevnhet på langs (IRI)** og for **tverrfall** på vegen.



Figur 6.7 Lengdeprofil, eksempel spordybde

## Historiske dekkedata



Figur 6.8 Historiske dekkedata framstilt grafisk, utskrift fra PMS

## 6.4 Planlegging av tiltak

### 6.4.1 Tiltaksmetoder – problemstillinger og alternativer

Alle typer tiltak for dekkefornyelse har spesielle fordeler og ulemper. Planleggeren må vurdere de tilgjengelige alternativene slik at det alternativet man velger ikke har ulemper som blir kritiske for dekkelevetiden og dermed gir høyere årskostnad enn nødvendig. Som en grov oversikt kan man si at disse metodene har følgende typiske egenskaper (se også kapittel 8 om Vegdekker):

- **Opprettingslag på eksisterende veg, etterfulgt av nytt slitelag (konvensjonelt):**  
Gir økt bæreevne (forsterkning) av overbygningen. Konvensjonell metode, lett å legge i vanskelige områder og gir god jevnhet pga asfaltlegging i flere omganger. Mht kostnad og ressursbruk: Slitelag må legges i en viss minimum tykkelse avhengig av massetype, men økt bæreevne er uansett tilsiktet når metoden velges. Man taper vegbredde ved at høydene økes. Passer ofte dårlig inntil kantstein eller ved andre vegobjekter som låser høydene.
- **Fresing av eksisterende dekke, etterfulgt av nytt slitelag (konvensjonelt):**  
Gir ikke økt bæreevne av overbygningen. Mht kostnad og ressursbruk: Må legges i en viss minimum tykkelse avhengig av massetype. Konvensjonell metode, lett å legge i vanskelige områder og gir god jevnhet hvis freseoperasjonen er god. Høydene beholdes, noe som muliggjør legging i enkeltkjørefelt og nær kantstein og andre vegobjekter som låser høydene. Kan være vanskelig å få god heft til underlaget på grunn av støv fra fresingen (trafikkering etter fresing hjelper, men er ikke alltid praktisk mulig). Sitter da ofte dårlig fast til underlaget (rakner) mot slutten av levetiden dersom rengjøring/klebingen har vært mangelfull.
- **Forvarming og sporfylling over hele kjørefeltbredden (spesialutstyr):**  
Mht kostnad og ressursbruk: Lite forbruk av ny masse, men betydelig energibruk ved varming. Gir ikke økt bæreevne av overbygningen. Gir god heft, sitter fast på underlaget uten å rakne inntil dekket er utslitt. Kan være vanskelig å oppnå flatt tverrprofil med mindre man freser mellom hjul-

sporene før legging. Tendens til store initialspor dersom vegen åpnes for tung trafikk kort tid etter legging, grunnet oppvarming av øvre del av vegkonstruksjonen. Kan ikke benyttes i tunneler. Vanskelig å legge i kompliserte områder, passer best i gjennomgående kjørefelt. Krever separat bortfresing av gamle vegmerkingsmaterialer av arbeidsmiljøhensyn.

- **Tynndekke (spesialutstyr):**

Mht kostnad og ressursbruk: Lite forbruk av ny masse. Raskt å legge. Gode slitasjeegenskaper. Gir god heft, sitter fast på underlaget uten å rakne helt til dekket er utslitt. Dekketykkelsen er gjerne mindre enn spordybdekriteriet som utløser neste dekkefornyelse, noe som betyr at man vil få gjennomsliting før utløsende tilstand er nådd. Kan da gi økt årskostnad ved for tidlig dekkfornyelse. Vanskelig å legge i kompliserte områder, passer best i gjennomgående kjørefelt. Begrensninger mht værforhold sent på høsten.

- **Remix (spesialutstyr):**

Mht kostnad og ressursbruk: Lite forbruk av ny masse, men betydelig energibruk ved varming. Gir ikke økt bæreevne av overbygningen, men kan bryte opp eksisterende sprekkemønster og homogenisere eksisterende dekke. Bli en del av eksisterende dekke og løsner dermed ikke fra underlaget. Oppvarming av bindemidlene i eksisterende dekke fører til at dette blir hardere ("aldres") og kan i noen tilfeller medføre dårlig bestandighet. Tendens til store initialspor dersom vegen åpnes for tung trafikk kort tid etter legging, grunnet oppvarming av øvre del av vegkonstruksjonen. Kan ikke benyttes i tunneler. Vanskelig å legge i kompliserte områder, passer best i gjennomgående kjørefelt. Krever separat bortfresing av gamle vegmerkingsmaterialer av arbeidsmiljøhensyn.

- **Overflatebehandlinger (spesialutstyr):**

Mht kostnad og ressursbruk: Lite materialforbruk, lav energibruk. Raskt å legge. Svært gunstige årskostnader, men kostnadene for en evt. oppretting styrer økonomien i tiltaket. Gode slitasjeegenskaper, men er tynt og vil gjennomslites der trafikken er stor. Begrensninger mht trafikkmengde, passer bare for lavtrafikkerte veger under norske forhold. Sårbar mht værforhold og for legging utover høsten. Betydelig risiko for feilslag i områder med mye ustadig vær. Sensitiv mht entreprenørens spesialkompetanse. Vanskelig å legge i kompliserte områder, passer best i gjennomgående kjørefelt.

## 6.4.2 Type kontrakt

Til dekkevedlikeholdet i Norge dominerer den "reseptorienterte asfaltkontrakten". Byggherren beskriver da hvilken dekketype som ønskes blant de normerte dekketyperne i Håndbok 018. Oppgjøret skjer pr. mengde-enhet, vanligvis som tonn utlagt og betales like etter legging ved kontraktsavslutning, vanligvis samme år. Entreprenørens ansvar strekker seg til å levere et asfaltdekke innenfor de kravene som gjelder for materialer og utførelse. I tillegg følger en reklamasjonsperiode på vanligvis fem år regnet fra leggeåret for å avdekke produktfeil som ikke var synlige samme år som asfalten ble lagt.

Andre aktuelle kontraktstyper for dekkevedlikehold:

- **Funksjonskontrakt (sporutvikling):** Entreprenøren velger type tiltak, gir en garanti for tilstandsutviklingen på strekningen og utfører tiltaket mot betaling pr. mengde-enhet som for en reseptorientert kontrakt. Kontrakten gjøres opp etter et forutbestemt antall år, med utfallet trekk eller bonus til entreprenøren avhengig av virkelig tilstandsutvikling på strekningen.
- **Funksjonskontrakt med tiltak i garantitiden:** For eksempel OPS (Offentlig Privat Samarbeid), strekningskontrakter, områdekontrakter og lignende kontraktstyper som har det felles kjennetegn at entreprenøren har ansvar for å opprettholde vegens tilstand over et antall år mot en fast månedlig eller årlig betaling. Entreprenøren velger tid, sted og type tiltak gjennom denne perioden og bærer tiltakskostnaden i hvert tilfelle.
- **Reseptorienterte kontrakter med bonusordninger** som vedrører vegens funksjon, for eksempel jevnhet på langs (IRI) eller tvers (spor) eller andre parametere som gir entreprenøren ekstra motivasjon for å levere spesielt høy kvalitet utover kontraktens krav.

Fordelen ved å benytte funksjonskontrakter vil vise seg på lang sikt ved at entreprenørene kan få uttelling for å ta i bruk egenutviklede metoder og teknologi som gir bedre dekke-levetider.

Dette ventes å føre til teknologiutvikling og en bedre utnyttelse av de totale ressursene til forskning og utvikling (FoU). De senere år er mulighetene til å drive FoU på teknologi og metode for asfaltdekker i stor grad blitt flyttet fra vegholderen til entreprenørene. Det er derfor viktig at kompetansen og ressursene som entreprenørene sitter med kan utvikles og bli tatt i bruk, og da er kontraktformen det viktigste verktøyet for å få dette til. Dette er en ønsket utvikling og Statens vegvesen/Vegdirektoratet har utarbeidet en byggherrestrategi som angir en opptrappingsplan for å ta i bruk funksjonskontrakter.

### 6.4.3 Planlegging av forarbeider

Med unntak av kontraktstyper hvor entreprenøren har ansvar for å bestemme tiltak (OPS og lignende, jfr kapittel 6.4.2) er byggherren den som må koordinere forarbeidene slik at alt er klart når asfaltentreprenøren skal starte sine arbeider. Nødvendige forarbeider vil variere avhengig av type veg og område, men omfatter ofte følgende:

- Drenering (bør utføres året før asfaltering)
- Fjerning av torvkanter og rengjøring (utføres vanligvis gjennom driftskontraktene)
- Fresing (oftest en del av asfaltkontrakten, men kan utføres ett eller flere år tidligere)
- Lapping og oppretting av deformasjoner (oftest en del av asfaltkontrakten, men ikke alltid)

### 6.4.4 Plan for kvalitetskontroll og oppfølging av utførelsen

Bruk av reseptorienterte kontrakter er krevende å følge opp fra byggherrens side. Det er vesentlig for om man oppnår den tilsiktede dekkelevetiden at materialene har den forutsatte kvaliteten og at utførelsen er god. Systemet for dette kontrollregimet er gitt i en egen håndbok<sup>2</sup>. Hovedprinsippet utgjøres av følgende tre typer kontroll:

- **Entreprenørkontroll:** Entreprenørens driftskontroll.
- **Byggherrekontroll:** Byggherrens stikkprøvekontroll.
- **Etterkontroll:** Felles kontroll som settes i verk der man har mistanke om at arbeidene ikke er utført i henhold til krav. Kontrollresultatene er grunnlag for trekk ved avvik.

En viktig del for byggherren, der det stilles krav om det i kontrakten, er kontroll av initialtilstanden. Det er særlig jevnhet på tvers (spordybde) som er den viktigste parameter i denne sammenhengen. Dette er den tilstandsverdien vegdekket har fra én til fem uker etter at trafikken er satt på. Dersom disse jevnhetsverdiene (spordybdene) er høye kan man ha tapt flere års dekkelevetid allerede før dekket er tatt skikkelig i bruk.

På grunn av den store økonomiske betydningen av disse måleverdiene påføres entreprenøren trekk ved høye verdier, og i noen tilfeller bonus ved spesielt gode verdier.

### 6.4.5 Helse, miljø og sikkerhet – spesielt for asfaltarbeider

#### *Trygge forhold på arbeidsplassen*

Lovverket stiller strenge krav til et trygt arbeidsmiljø og det er krav til hvordan dette skal dokumenteres som det er gjenspeilet i asfaltkontraktene. Alle involverte i gjennomføringen av kontraktene har ansvar på bestemte områder slik det er beskrevet i lovverket. De som utfører asfaltarbeider på offentlig veg er spesielt utsatt for farene ved å oppholde seg nær biltrafikk.

---

<sup>2</sup> Statens vegvesen Teknologirapport TR2505 "Reseptorienterte asfaltkontrakter - kontroll og dokumentasjon av utførelsen" Januar 2008 (reviderte versjoner kan få nytt nummer)



De fleste tilfeller av uønskede hendelser som registreres i Statens vegvesens kontrakter gjelder problemer med trafikkanter som ikke overholder de anvisninger de blir gitt av trafikkdirigentene. Både politi og andre som er opptatt av trafikanters oppførsel mener det skjer en gradvis "brutalisering" av trafikken og mindre respekt for andre mennesker i trafikkbildet, noe som gjør asfaltarbeidere spesielt utsatt.

### ***Helserisiko ved asfaltarbeider***

Internasjonalt foregår det flere kartlegginger av helsefarene asfaltarbeidere blir utsatt for. Disse omfatter blant annet kreftfare, fare for utvikling av luftveisplager (for eksempel KOLS) og belastningsskader på skjelett/muskler. Alle involverte i gjennomføringen av dekkevedlikeholdet har bestemte roller som kan påvirke helsebelastningene for asfaltarbeidere. Entreprenøren er arbeidsgiver med et betydelig ansvar mens dekkeplanleggeren har påvirkning ved at det benyttes et utvalg dekketyper som gir forskjellig type og grad av helsebelastning. Statens vegvesen har et sektoransvar, og driver et samarbeid med entreprenørene om disse spørsmålene.

## **6.5 Markedsforhold**

### **6.5.1 Prisanalyser**

Byggherrene trenger årlige prisanalyser for å bli kjent med pristrendene for asfaltdekker. Slik kunnskap er nødvendig for å holde rede på om de metodene/dekketyperne man til enhver tid bestiller er de optimale eller om prisendringer gjør at andre alternativer ventes å gi lavere årskostnader. Prisanalyser er videre nyttige for å avdekke hvordan konkurranseforholdene er i de områdene man har ansvar for og hvordan dette påvirker prisene.

### **6.5.2 Konkurransforhold**

#### ***For høy produksjonskapasitet – en utfordring for entreprenøren***

En betydelig andel av prisen på asfalt ligger i transportkostnaden, og varm asfalt er en ferskvare som ikke kan fraktes over lange avstander med biltransport. Med unntak av de større befolkningssentra i Norge overskrider kapasiteten til asfaltfabrikkene i de fleste tilfeller de årlige behovene for asfaltering innenfor en avstand hvor massen økonomisk kan transporteres. Mange steder vil det ikke være "plass til" flere enn én entreprenør ved at "nummer to" ikke vil få tilstrekkelig volum til å produsere økonomisk i løpet av sesongen. To fabrikkoppstillinger i et slikt område kan skape risiko og uforutsigbarhet for entreprenørene da den ene i et enkeltår kan falle helt utenfor de store bestillingsrundene, mens det kanskje finnes lite av øvrige asfaltarbeider i området for å holde produksjonen i gang.

#### ***Områder med svak konkurranse – en utfordring for byggherren***

Andre steder har man dårlige konkurranseforhold og kun én tilbyder ved kontraktutlysningene i et område. Dette utgjør en utfordring for den som bestiller asfaltarbeider. Et vanlig grep hos byggherrene for å bedre konkurranseforholdene er å tilrettelegge for store kontrakter som kan rettferdiggjøre mobiloppstillinger eller båttransport. Noen steder utnytter man flerårs-kontrakter for at volumet skal bli tilstrekkelig for en ny fabrikkoppstilling. Men dette kan også slå tilbake ved at all asfaltering i et område låses til denne entreprenøren i flere år. Sammensetting av strekningene i den enkelte kontrakt slik at man unngår "hegemonier" i områdene rundt asfaltfabrikkene er et annet grep som byggherrene bruker for å bedre konkurransen.

### ***Betydningen av krav til steinmaterialene***

Byggherrene bør være bevisste på at kravene til steinmaterialene man bestiller kan påvirke konkurranseforholdene fordi de enkelte oppstillingsstedene har forskjellige begrensninger mht hvilken steinkvalitet som er tilgjengelig. Økning i trafikkvolum kan utløse nye krav om høyere steinkvalitet enn tidligere og dermed forskyve konkurranseforholdene i et område.

### **6.5.3 Markedsplaner – langsiktighet**

#### ***Metoder og utstyr***

En betydelig utfordring for asfaltentreprenørene er å dimensjonere sine ressurser til den mengden arbeid som skal gjøres i dekkeseongen. Investeringene hos entreprenørene må ofte besluttes på høsten grunnet bestillingstider på utstyr, altså før neste års dekkeplaner er tilgjengelige. Utfordringen innebærer ikke bare dimensjonering av kapasiteten, men også å gjøre de *riktige* investeringene slik at maskinparken og kompetansen hos de ansatte passer for de dekketyperne som byggherrene bestiller.

Forutsigbarhet mht valg av metode for dekkefornyelse gir sunne konkurranseforhold fordi flere vil investere i utstyr med trygghet for at utstyret blir etterspurt. Man oppnår dessuten god kvalitet fordi entreprenørene unngår unødige innkjøringsperioder og opplæring ved stadige endringer av metode. Byggherrene bør derfor utgi markedsplaner som en viktig del av kommunikasjonen med entreprenørene - til felles nytte.

Forutsigbarhet for entreprenørene gjelder spesielt for metoder som krever spesialutstyr, hvor følgende fem er de mest aktuelle i Norge i dag:

- Tynndekker
- Forvarmingsmetoder
- Remixmetoder
- Dypfresing
- Overflatebehandling/penetrert pukk/forseglingsarbeider

#### ***Bindemidler - massetyper***

Man har i dag tilgjengelig mange typer bindemidler med tilsetningsstoffer som gir ønskede egenskaper til asfalten avhengig av hva som kreves på forskjellige vegstrekninger, for eksempel PMB (**P**olymer**M**odifisert **B**indemiddel). Bruk av slike spesialmaterialer krever investering i kompetanse og utstyr samt utvikling av nye massereseptor hos entreprenørene. Byggherrene bør derfor kommunisere i god tid med entreprenørene hvis man planlegger endring i omfanget av spesialmaterialer som bestilles.

#### ***Steinmaterialer - massetyper***

Steinmaterialer av høy kvalitet, slik man krever til asfaltdekker, er en ressurs som blir stadig vanskeligere å få tilgang til. Pukkverksindustrien sliter i tillegg med å utnytte ressursene optimalt da enkelte sorteringer (steinstørrelser) er mer etterspurt enn andre. Utnyttelsen av steinmaterialene er forskjellig for de forskjellige dekketyperne som er i bruk. For eksempel er det viktig for steinproduksjonen om massetypen inneholder store eller små mengder finpartikler (i praksis om det er Ab eller Ska massetype) og hvilken største steinstørrelse massene skal ha (i praksis 16 mm eller 11 mm). Byggherrene bør derfor så langt som mulig spille på lag med produsentene ved å kommunisere sin framtidige policy for valg av dekketype og største steinstørrelse.

# Kapittel 7 Drenering

*Geir Berntsen, NCC Roads*

7.1	Overflatedrenering .....	2
7.1.1	Friksjon .....	2
7.1.2	Vannplaning .....	3
7.1.3	Rullemotstand/drivstofforbruk .....	3
7.1.4	Siktforhold/sprut .....	3
7.1.5	Erosjon på sideareal og grusveger .....	4
7.1.6	Overvann i bymessige strøk .....	5
7.2	Drenering av vegkonstruksjonen.....	6
7.2.1	Finstoff, vanninnhold og bæreevne.....	6
7.2.2	Grunnvannstand .....	7
7.2.3	Teeløsning.....	9
7.3	Ulike dreneringselementer og aktuelle tiltak .....	10
7.3.1	Krav i vedlikeholdsstandarden.....	10
7.3.2	Avrenning fra kjørebanen .....	11
7.3.3	Overvannsgrøfter .....	11
7.3.4	Drensgrøfter .....	11
7.3.5	Terrenggrøfter og overvannsgrøfter utenfor vegområdet .....	13
7.3.6	Stikkrenner/kummer.....	13
7.3.7	Lukket drens- og overvannsanlegg .....	16
7.3.8	Veger uten fullstendige drens- og avløpsanlegg .....	16
7.3.9	Tunneler .....	16
7.3.10	Andre aktuelle dreneringstiltak .....	17

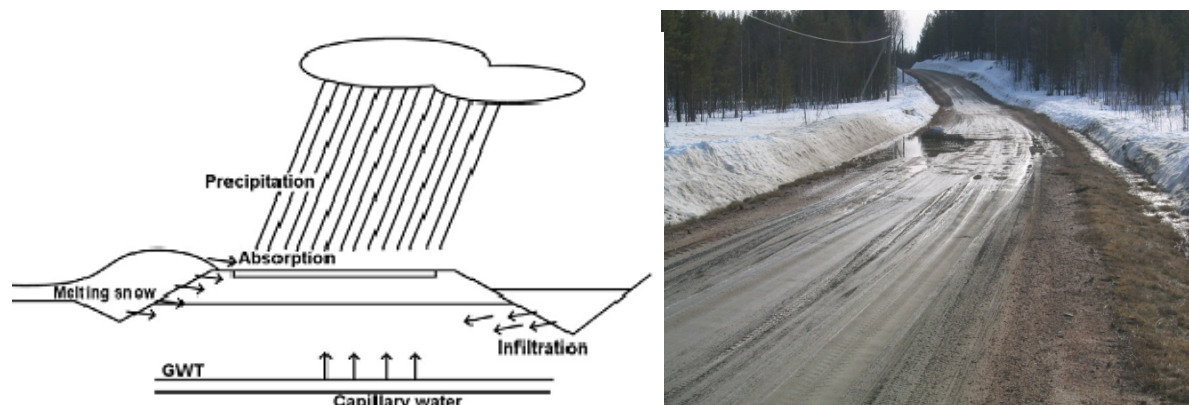
*Versjon 2011-11-20*

## 7 Drenering

Drenering betyr i denne sammenhengen å lede bort vann fra vegen og fra tilstøtende områder. Hensikten er å forhindre at vann skal påføre vegen eller vegtrafikken skader.

Vannet kommer som nedbør, smeltevann, grunnvann, vann som infiltreres fra grøfter og sideliggende terreng samt overflatevann i form av bekker, elver etc. Fukt vil også kunne kondenseres på vegoverflaten ved spesielle værforhold, men dette er ikke behandlet her.

Ofte skiller man mellom *overflatedrenering* og *drenering av vegkroppen/vegkonstruksjonen*. Dette er omtalt nærmere i følgende avsnitt.



Figur 7.1 Vann på og i vegen kommer fra flere kilder (Illustrasjon og foto: Roadex.org)

### 7.1 Overflatedrenering

Manglende eller utilfredsstillende overflatedrenering kan forårsake flere ulike problemer.

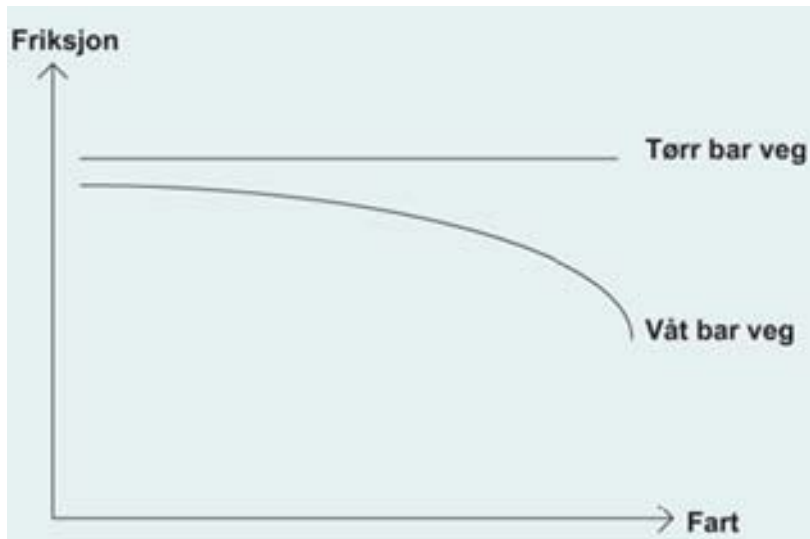
#### 7.1.1 Friksjon

En fuktig vegoverflate har dårligere friksjon enn en tørr. Overflatevann må derfor raskest mulig ledes bort fra vegarealet.

En tørr asfaltflate har normalt en friksjonskoeffisient på 0,7-0,9 mens friksjonskoeffisienten på våt asfalt bare er 0,4-0,7. Friksjonen på tørr asfalt er tilnærmet upåvirket av kjøretøyenes hastighet, men for våt asfalt vil økt hastighet redusere denne slik som illustrert i figur 7.2.

Dersom risikoen for personskadeulykker på tørr bar veg settes lik 1,0, er denne risikoen på våt bar veg anslått til ca 1,2 på dagtid og ca 1,4 om natten da førere har lenger reaksjonstid. Økningen i risiko på våt veg tiltar med nedbørmengden, spesielt på slitte vegdekker. (Trafikk-sikkerhetshåndboka, Transportøkonomisk institutt - TØI).

I Norge har problemene med våt vegbane vært mindre enn i andre land da piggdekkene har gitt en ru overflate. Nå er imidlertid piggdekkandelen sterkt redusert slik at denne friksjonsforbedringen har uteblitt i en viss grad.



Figur 7.2 Overflatevannets innvirkning på friksjon (Trafikksikkerhetshåndboka, TØI)

### 7.1.2 Vannplaning

Ujevnheter i vegoverflaten (spor, setninger, telehiv etc.) gjør at overvann blir stående i vegbanen. Dette kan medføre fare for vannplaning og dermed svært liten friksjon.

Vannplaning er en betegnelse på at bilhjulene under bestemte forhold mister kontakten med vegbanen. Mekanismen er at ved kjøring på våt veg bygges det opp en vannkile foran hjulet. Avhengig av ulike faktorer (vegens overflatetekstur, vannmengde, kjørehastighet, dekkmønster m m) kan denne vannkilen trenge inn under hjulene og føre til at bilen verken reagerer på styring eller bremsing, den «flyter» i praksis på en vannpute. Dette er en svært farlig tilstand som lett forårsaker sleng på bilen med påfølgende kollisjon eller utforkjøring.

### 7.1.3 Rullemotstand/drivstofforbruk

Overvann som blir stående i kjørebane vil også medføre at drivstofforbruket for kjøretøyene øker.

Dersom det er vann eller snø på vegen øker rullestanden, og dermed også drivstofforbruket, med 10-20 %. (Kilde; Volvo Trucks Norway)

### 7.1.4 Siktforhold/sprut

Overvann på vegoverflaten fører til at bilene spruter og virvler opp vann, til fare og sjenanse for øvrig trafikk og omkringliggende områder.

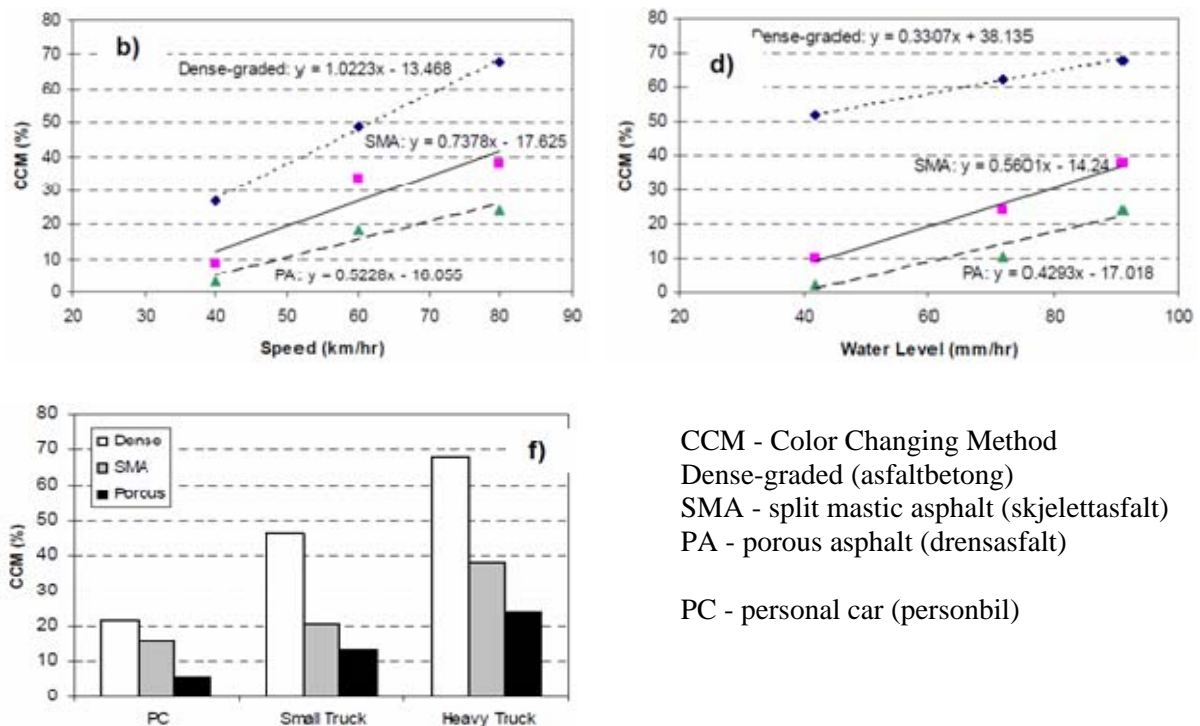
Sprut på frontruter fører direkte til dårlig sikt og dermed redusert trafikksikkerhet. I tillegg vil vann som virvles opp danne en "sky" med vandrdåper som også reduserer siktforholdene. Dette kan være et spesielt problem i forbindelse med forbikjøringer, hvor det jo er særlig viktig med god sikt.

Salting av vegene er et ofte debattert tema, også i denne sammenheng. "Saltsprut" viser seg å kunne forårsake skader på omkringliggende vegetasjon og rustskader på kjøretøyer. Saltet skaper ofte våt vegbane i seg selv (tiner snø, holder på vannet), gode avrenningsforhold kan slikt sett sies å være ekstra viktige på disse parsellene.



Figur 7.3 Våt vegbane kan gi svært dårlige siktforhold (TRB 09-1913, Rungruangvirojn and Kanitpong)

Det finnes flere metoder for å måle tap av sikt som følge av sprut og vannpartikler. Undersøkelser viser at sikttapet er avhengig av størrelsen på kjøretøyet, antall hjul, hastighet og mengden vann på vegoverflaten. Figuren under viser et eksempel fra en slik undersøkelse på forskjellige dekketyper hvor sikt er målt med en metode kalt CCM - Color Changing Method.



CCM - Color Changing Method  
 Dense-graded (asfaltbetong)  
 SMA - split mastic asphalt (skjelettasfalt)  
 PA - porous asphalt (drensasfalt)  
 PC - personal car (personbil)

Figur 7.4 Eksempel på måling av sikt (TRB 09-1913, Rungruangvirojn and Kanitpong)

### 7.1.5 Erosjon på sideareal og grusveger

Overflatevann vil kunne medføre erosjon i vegfyllings- og skjæringsskrånninger. Avhengig av nedbørmengden kan dette gi omfattende skader.

Erosjon som følge av overflatevann må sees i sammenheng med evt. grunnvannsutsig i skråningen, som også medfører erosjon.

Erosjon i skråninger medfører at dreneringssystemet slammes igjen av finpartikler og mister sin funksjon. Erosjonen kan i verste fall medføre stabilitetsproblemer og utglidning av materialer i skråningen.

I vegfyllinger vil erosjonen kunne medføre at skulder/vegbanekant blir vasket bort.

Overflateerosjon kan også forekomme på selve vegdekket der vi har grusdekke. Dette er særlig på steder hvor sidegrøftene ikke fungerer, eller der vegen mangler nødvendig tverrfall.



*Figur 7.5 Regn og snøsmelting kan gi omfattende skader på et grusdekke*

### **7.1.6 Overvann i bymessige strøk**

Overflatevann i bymessige strøk må ledes bort på en slik måte at dette ikke skaper problem for trafikkavvikling og skader på veg og bygninger/terreng. I slike områder benyttes som regel et lukket dreneringssystem hvor overflatevannet ledes ned i systemet gjennom sluker.

Hvis sluker, kummer eller overvannsledninger ikke fungerer som forutsatt vil det fort kunne oppstå problemer som vist i figuren under.



*Figur 7.6 Overflatevann skaper ofte problemer for framkommeligheten (Foto: NCC)*

## 7.2 Drenering av vegkonstruksjonen

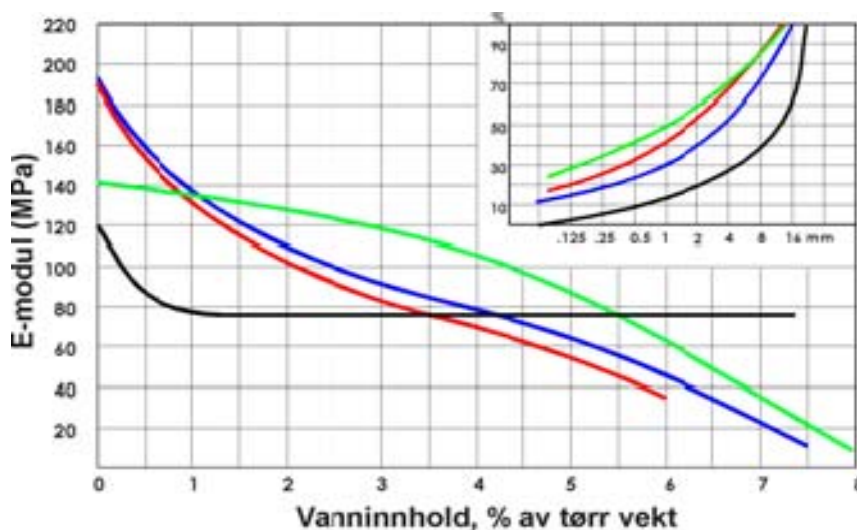
Manglende eller utilfredsstillende drenering av vegoverbygningen vil i første rekke medføre strukturelle problemer med bæreevnesvikt og redusert dekkelevetid. Begrunnelsen for å utbedre dreneringssystemet er altså som regel å øke vegens bæreevne (og dermed også levetid) samt redusere problemer med telehiv. For at et telehivsproblem skal oppstå må det være tilgang på tre faktorer; frost, telefarlige materialer og vann. Drenering eliminerer en av disse faktorene ved å fjerne vannet.

### 7.2.1 Finstoff, vanninnhold og bæreevne

Grus, sand og pukk er de viktigste råstoffene som benyttes i vegbygging. Disse benyttes fordi de har god bæreevne og kan fordele lasten mot underliggende lag i overbygningen og undergrunnen.

Dersom materialene inneholder finstoff vil de kunne få redusert bæreevne når vanninnholdet øker. I Håndbok 018 Vegbygging er det satt krav til maksimal mengde finstoff (prosentandelen mindre enn 0,063 mm) for vegbyggingsmaterialer ut fra vannfølsomhet og telefarlighet. Med vannfølsomhet menes hvor mye materialets bæreevne reduseres ved økt fuktighet. Dette vil også være avhengig av typen finstoff. Telefarlighet beskriver materialets evne til å suge opp vann og danne islinser når det fryser, med påfølgende telehiv.

Figuren under viser et eksempel hvor 4 materialer med ulikt innhold av finstoff er undersøkt. Elastisitetsmodulen er bestemt ved ulike vanninnhold, og vi ser at E-modulen reduseres for materialene med mye finstoff når vanninnholdet øker. Materialet uten finstoff er omtrent upåvirket av vanninnholdet, dette er en sammenheng som er svært viktig å være klar over i all vegbygging.



Figur 7.7 E-modulen for granulære materialer varierer med finstoff- og vanninnhold (Illustrasjon: Geir Berntsen)

Vanninnholdet i et materiale vil være avhengig av mange forhold, bl a;

- mengden finstoff
- type finstoff
- tilførsel av vann fra overflaten (nedbør, sol, tørke etc.)



- tilførsel av vann fra strømnings i grunnen
- kapillært porevann over grunnvannsnivå
- hystereseeffekter i forbindelse med tørking og oppfukning

Vann binder seg til overflaten av tilslaget, mengden vann vil dermed være avhengig av det samlede overflatearealet. Denne overflaten er langt større for et fint material enn for et grovt material.

Et materiale med mye finstoff blir også tett og får dermed lav permeabilitet. Dette er en ulempe ved trafikkbelastninger. Når materialet utsettes for en belastning trykkes det sammen og det oppstår et overtrykk i porevannfasen, noe som i et tett materiale ikke så lett dreneres unna. I stedet vil poretrykksøkningen vedvare og medføre at trykket mellom selve mineral-kornene (effektivtrykket) reduseres. Da skjærstyrken ligger i friksjonen mellom mineral-kornene, reduseres dermed denne vesentlig. Det medfører i sin tur lavere bæreevne og økte deformasjoner.

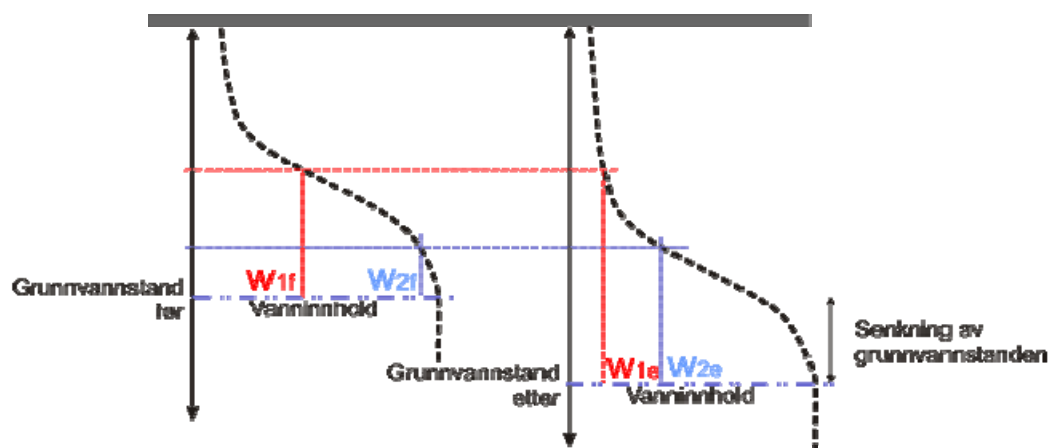
Desto tettere materialet er desto større vil dette trykket være. Også økt last vil øke trykket.

Finstoff som er karakterisert som plastisk, sveller ved oppfukning og vil medføre at dreneringsmuligheten for vann ytterligere reduseres. Svelling medfører også at friksjonskreftene mellom kornene reduseres.

## 7.2.2 Grunnvannstand

At vann suges opp på grunn av kapillære krefter i en jordmasse er kjent. Figur 7.8 viser i prinsippet hvordan vanninnholdet eller metningsgraden endrer seg over grunnvannsnivået. Denne typen kurve kalles poresugskurve. Figuren viser hvordan poresugskurven parallellforskyver seg når grunnvannstanden reduseres.

Formen på kurven vil være avhengig av porestørrelsesfordelingen i materialet. For et grovt materiale med lite kapillært vann vil poresugskurven raskt gå mot null (men vil aldri bli null da det alltid vil være noe vann bundet til steinoverflaten). For et tett materiale, f eks leire eller silt, vil vanninnholdet avta langsomt med høyden over grunnvannsnivået.

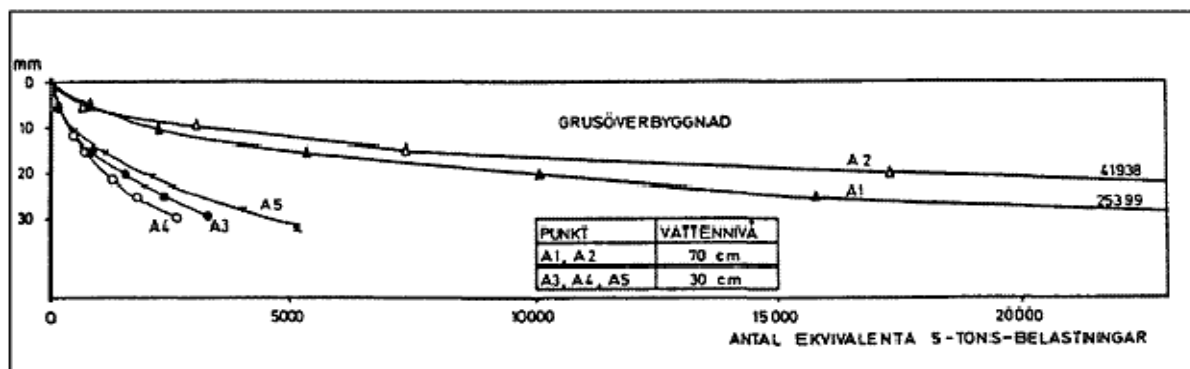


Figur 7.8 Eksempel på poretrykkskurver (Illustrasjon: Geir Berntsen)

Hvis grunnvannstanden senkes under en vegkonstruksjon vil dette altså redusere vanninnholdet i de granulære materialene og dermed forbedre vegens bæreevne.

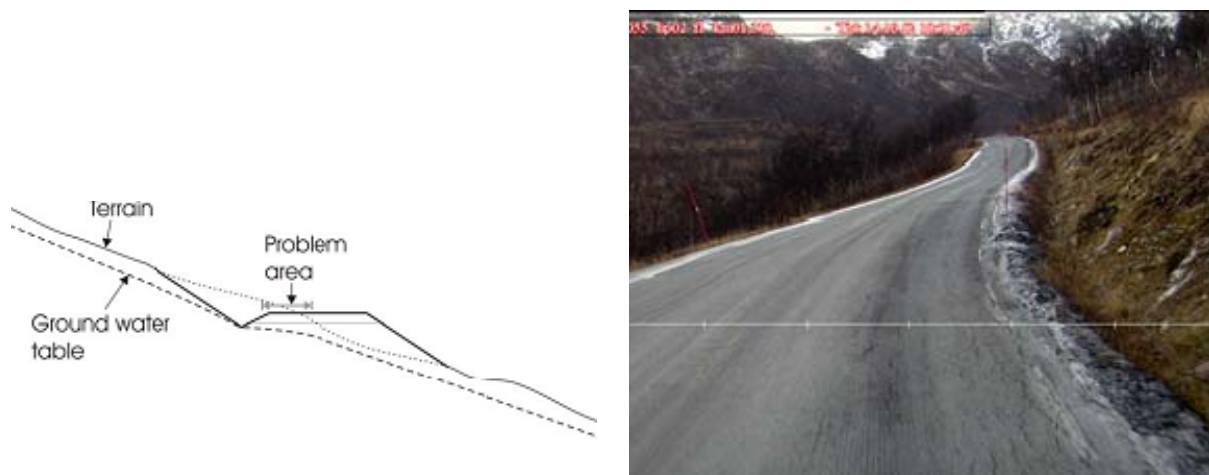
Effekten kan illustreres vha et svensk forsøk vist i figur 7.9. Her ble en vegkonstruksjon bygget opp i et betongbasseng slik at vannstanden kunne kontrolleres. Overflaten ble så utsatt for gjentatte belastninger tilsvarende 5 tonns hjullast, og de permanente deformasjonene under lasten ble registrert.

Linje A1 og A2 viser hvordan deformasjonen utviklet seg når grunnvannstanden lå 70 cm under overflaten. Det trengtes mer enn 25000 belastninger før deformasjonen nådde 30 mm. For linjene A3, A4 og A5 er grunnvannstanden høynet til 30 cm under overflata. Vi ser at det da bare gikk 2500-5000 belastninger før man nådde samme deformasjon.



Figur 7.9 Deformasjoner under trafikklast avhengig av grunnvannstand

For en veg i skrånende terreng vil grunnvannstanden ligge nærmest vegoverflaten i øvre vegkant (skjæringssiden). Undersøkelser av måledata fra slike parseller viser at spor og deformasjoner som oftest utvikler seg langt raskere i det øvre kjørefeltet.



Figur 7.10 Skader kommer ofte først der hvor grunnvannstanden er høyest

Disse eksemplene viser svært godt effekten av å utbedre grøftene på en veg. Særlig for mange veger på det sekundære vegnettet er grøftetilstanden slik at grunnvannet ligger svært høyt oppe i konstruksjonen. Nyten av å øke grøftedybden er sannsynligvis den mest kostnads-effektive måten å bedre en slik vogs bæreevne og levetid.

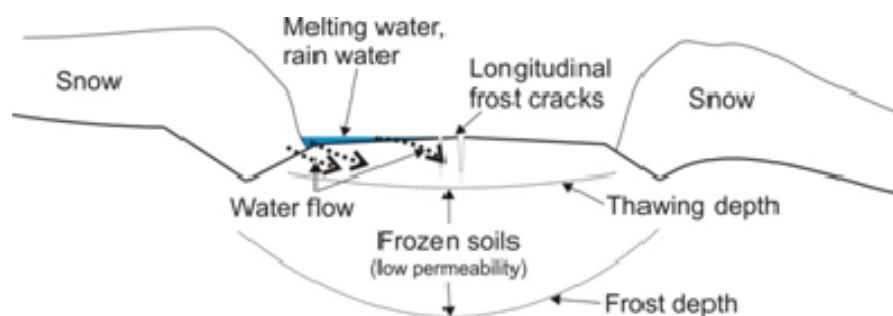
### 7.2.3 Teleløsning

Ved frysing av en telefarlig jordart vil, dersom vann er tilgjengelig, vann bli sugd opp til frysefronten og danne islinser. Disse vil i sin tur kunne danne telehiv som igjen skaper ujevnheter på vegoverflaten.

I teleløsningen smelter dette overskuddsvannet, dette kan gi en betydelig reduksjon av materialenes bæreevne. For å redusere skadene på vegnettet har enkelte land, bl a Sverige og Finland, restriksjoner i tillatt aksellast i teleløsningsperioden. I Norge har vi ikke hatt slike restriksjoner etter 1995.

Vanligvis skjer tiningen ovenfra og nedover. Største andel tining ovenfra skjer i områder med lav gjennomsnittlig årsmiddeltemperatur. Det frosne laget som ligger under den tinte sonen vil være tilnærmet impermeabelt; dvs. av vann som tiner blir stående fastlåst i vegoverbygningen slik som vist i figuren under. I tillegg kan smeltevann bli stengt inn mellom brøyte-skavler og dermed samle seg på vegoverflaten. Dette vannet vil gi problemer for trafikantene som beskrevet for overflatevann. I perioder med varierende temperaturer (nattefrost etc.) kan det oppstå svært glatte partier når smeltevannet fryser på overflaten.

Overflatevannet vil også trenge ned gjennom vegskuldrene og gjennom sprekker i vegen, og vil være med å bidra til et høyt vanninnhold i vegkroppen, over det frosne jordlaget.



Figur 7.11 Smeltevann kan gi kritiske forhold både på vegoverflate og i overbygningen (Illustrasjon: Geir Berntsen)

Det er derfor av stor viktighet å bli kvitt dette vannet. Dette gjøres normalt ved å fjerne snø fra grøftene slik at vannet får anledning til å dreneres bort.



Figur 7.12 Viktig å fjerne brøytekantene for å skape avløp for smeltevannet (Illustrasjon: Geir Berntsen)

Teleløsningsperioden er kritisk mht. nedbrytning av veger. Denne nedbrytningen kan best bekjempes i forbindelse med bygging av ny veg ved å bruke materialer som ikke er telefarlige, og samtidig sørge for at dreneringssystemet fungerer. I forbindelse med rehabilitering av gamle veger er det viktig å vedlikeholde og eventuelt forbedre dreneringen på steder hvor dette er årsaken til nedbrytningen.

## 7.3 Ulike dreneringselementer og aktuelle tiltak

### 7.3.1 Krav i vedlikeholdsstandarden

For å unngå problemer som følge av vann er det først og fremst viktig å bygge vegen på riktig måte. Dette gjennom f.eks. å velge riktig dekketype, foreta nødvendig erosjonssikring i byggefasen, velge riktige materialer i overbygningen, velge riktig dreneringsløsning etc. Planleggingsfasen vil også kunne være avgjørende for hvilke problemer som kan oppstå i ettertid.

Vi har svært mange gamle og nedslitte veger hvor det kan være vanskelig å bestemme hvilke tiltak som er de rette mht. drenering. Noen tiltak kan også lett komme i konflikt med andre ønsker mht. vegstandard. Et eksempel på dette er grøfting kontra vegbredde og stabilitet av vegskulder/vegskråning.

Uansett vil godt bygde veger ha behov for vedlikehold. Vedlikeholdsstandarden, Håndbok 111, gir krav til ulike parametre for forskjellige dreneringselementer, men har også følgende generelle krav til dreneringen av en veg:

Vann som reduserer eller kan redusere trafikksikkerheten, skal ikke forekomme på vegbanen.

Vannivået og vanninnholdet i vegkonstruksjonen og omkringliggende områder skal holdes lavt for å redusere nedbrytningen av vegoverbygningen slik at vegkapitalen bevares.

Drens- og avløpsanlegg skal sikre avrenning fra vegbanen, transportere bort overflatevann samt drenere vegoverbygning og omkringliggende områder.

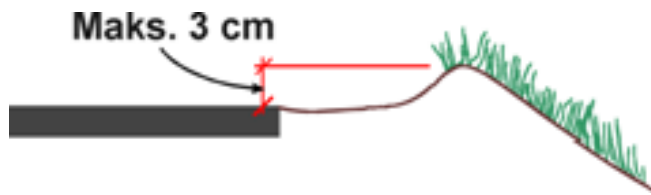
Gjelder også vinterstid.

Vedlikeholdsstandarden behandler også kortfattet krav til følgende dreneringselement/-punkter:

- Avrenning fra vegbanen
- Overvannsgrøft
- Drensgrøft
- Terrenggrøfter og overvannsgrøfter utenfor vegområdet
- Stikkrenner/kummer
- Lukket drens- og overvannsanlegg
- Veger uten fullstendig drens- og avløpsanlegg
- Tunneler

### 7.3.2 Avrenning fra kjørebanelen

Vedlikeholdsstandarden sier: "Det skal ikke forekomme torvkanter langs vegkanter som hindrer vannavrenning. Drenshull i rekkverk skal være åpne."



Figur 7.13 Torvkanter skal fjernes (Illustrasjon: Geir Berntsen)

Betongrekkverk er som regel kontinuerlig støpt eller betongelementer. Disse har drenerings-hull med jevne mellomrom slik at vannet kan slippe gjennom. Det må sørges for at disse holdes åpne i perioder med løv/vegetasjon eller snø/is på vegen.

I tillegg er det viktig å opprettholde tverrfallet på vegen. Særlig på grusveger ser vi ofte at dette er dårlig. Tverrfallet må korrigeres i forbindelse med oppgrusing og høvling. For veger med fast dekke må korreksjon gjøres i forbindelse med reasfaltering gjennom egne opprettingslag eller fresing.

### 7.3.3 Overvannsgrøfter

Overvannsgrøft benyttes til å lede bort overvannet fra vegbanen i de tilfeller hvor man har et lukket drensssystem som drenerer selve vegkroppen. Overvannsgrøften skiller seg i utforming fra dyp drensgroft ved at denne er mye grunnere og har lavere kapasitet mht. vannmengde.

Maksimal tillatt oppslamming av overvannsgrøften er en tredjedel av den opprinnelige grøftedybden. Den effektive grøftedybden skal være minimum 20 cm.

### 7.3.4 Drensgrofter

For å drenere vegkonstruksjonen benyttes åpne og lukkede drensgrofter. Åpne grøfter er mest vanlig da dette er betydelig billigere enn lukket drenering. Lukket drenering benyttes ofte på høytrafikkerte veger, i bystrøk eller andre steder hvor en åpen grøft tar for stor plass eller er u hensiktsmessig av andre årsaker. Lukket drenering benyttes også i lange skjæringer. Vegnormalene gir retningslinjer for når dette skal benyttes.

Åpen grøft med formål å drenere vegkonstruksjonen blir ofte kalt dyp sidegrøft for å skille denne fra overvannsgrøft, terrenggrøft og andre grøfter.

Grøfter vil slammes opp av materialer, bl a som følge av overflateerosjon i sideskråninger og strøsand fra vegen. I tillegg vil vegetasjon lett etablere seg i en åpen grøft, noe som også reduserer grøftens funksjon. Med jevne mellomrom må derfor grøften renses, vedlikeholdsstandarden angir når dette må utføres. På utsatte steder med erosjonsømfintlige materialer vil det være nødvendig med rensk hver vår.



Figur 7.14 Dype sidegrøfter må renskes jevnlig for å opprettholde funksjonen (Foto: Geir Berntsen)

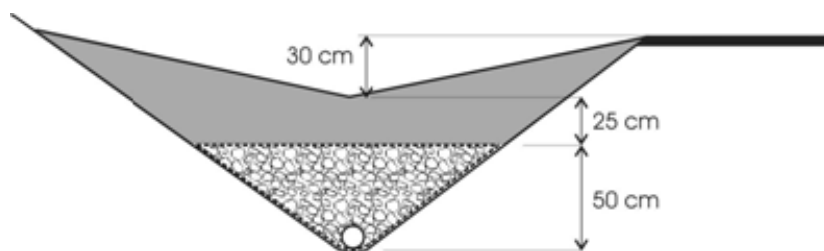
Vegnormalen (Håndbok 018) sier at ved bygging av ny veg skal grøftebunnen ligge minimum 35 cm under vegoverbygningen, vedlikeholdsstandarden (Håndbok 111) sier at grøftebunnen skal ligge under vegoverbygningen. Det tillates altså en dårligere drenering i driftsfasen enn ved nybygging. Maksimal tillatt oppslamming er en tredjedel av opprinnelig grøftedybde eller til den effektive grøftedybden er 40 cm (minimumskrav 40 cm).

Grøftene skal ha et mest mulig jevnt fall mot stikkrenner (minimum 5 ‰) og være fri for motfall for å sikre at det ikke blir stående vann.

Grøfting kan med fordel utføres i forkant av reasfaltering eller ved oppgrusing av kjørebanelen. Det er viktig at arbeidet ikke medfører skader på fyllings- eller skjæringsfot slik at skråningsstabiliteten ødelegges. Skulderkanten må heller ikke skades slik at vegbredde/vegprofil kan beholdes.

Enkelte steder kan grøfting være vanskelig å gjennomføre. Dette gjelder ofte gamle veger, gjerne grusveger eller veger som har vært grusveger i lengre tid før de har fått fast dekke. Her har stadige oppgrusinger og høvlinger over tid flyttet på massene og gjort vegen gradvis bredere. Dette medfører svake kanter og grøfting vil her ta vekk innspenning og gjøre kantene enda svakere. I slike tilfeller bør helst vegen rehabiliteres fullstendig.

En alternativ løsning kan være som vist i figuren under hvor grøften er fylt med en pukkestreng som er lagt i en fiberduk. Ved større vannmengder vil det være nødvendig med et drensrør i bunnen av pukklaget. Form på pukkestrengen og dimensjoner må tilpasses stedlige forhold.



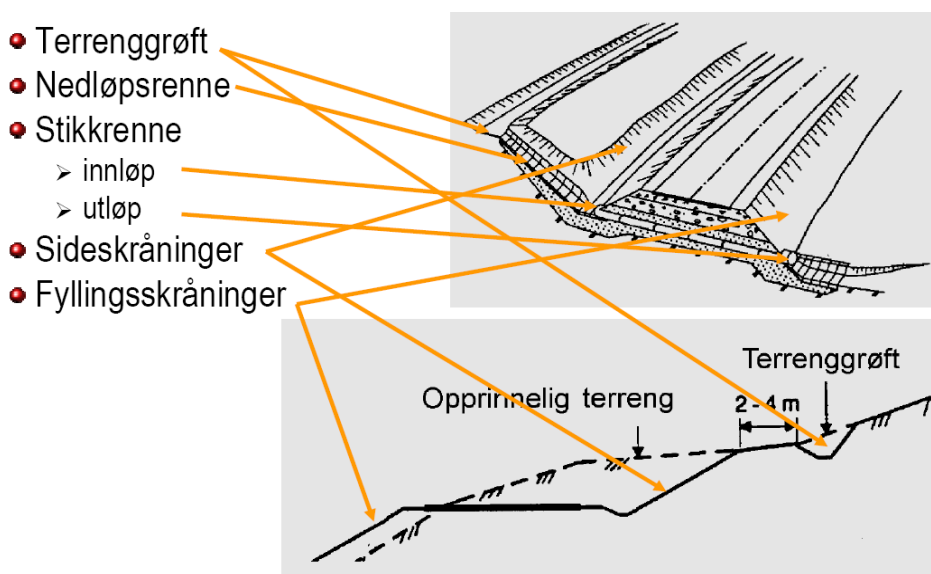
Figur 7.15 Alternativ utforming av sidegrøft ved særlig dårlige innspenningsforhold

### 7.3.5 Terrenggrøfter og overvannsgrøfter utenfor vegområdet

Vedlikeholdsstandarden sier at: "Vannet skal være sikret fritt løp slik at grøftene til enhver tid fungerer etter hensikten."

For å forhindre at vann gjør skade på sideskråninger og vegfyllingsskråninger er det nødvendig å etablere terrenggrøfter, overvannsgrøfter og nedløpsrenner for å ta hånd om vannet før det når vegområdet.

Slike grøftesystemer utenom vegarealet kan i ettertid ofte være vanskelig tilgjengelige og det kan derfor være lønnsomt å utforme disse slik at behovet for senere vedlikehold blir minimalisert (størrelse, plastring etc.).



Figur 7.16 Drenelementene utenfor vegområdet er også svært viktige

### 7.3.6 Stikkrenner/kummer

Funksjonen til ei stikkrenne er å lede vann gjennom vegen og ned i det naturlige drenerings-systemet. Med naturlig dreneringssystem menes bekker, elver og områder som kan ta i mot store vannmengder. Stikkrennene plasseres der bekker skal ledes gjennom vegen samt i lavbrekk og andre plasser hvor vannet naturlig samler seg. I innløpet av stikkrenna har man som oftest en innløpskum.

Fungerer ikke ei stikkrenne som forutsatt vil dette kunne medføre oversvømmelser og store skader, i ytterste konsekvens kan hele vegen vaskes bort.

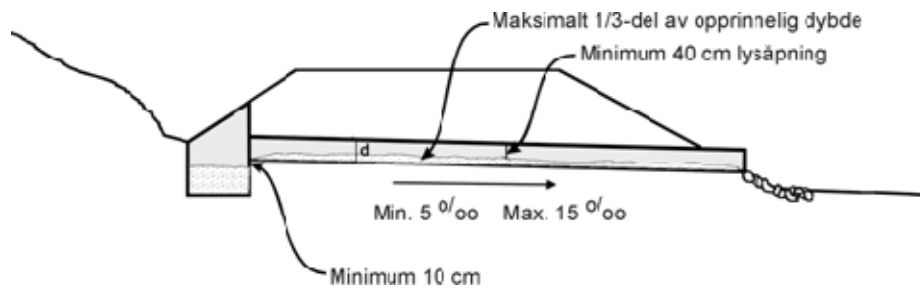
Følgende skader/problemer er vanlige i forbindelse med stikkrenner;

- oppslamming med sand og grus
- gjentetting av inntak
- skadet rør som gir lekkasjer
- slitasje og rust
- erosjon ved utløp

### **Oppslamming med sand og grus**

Rennende vann fører med seg sand og grus, noe av dette blir liggende igjen i innløpskummen og stikkrenna. Dette vil redusere rennas kapasitet mht. vanngjennomstrømning. Dette er særlig et problem i nedbørsrike perioder og under snøsmeltingen.

Den oppslammende massen må fjernes med jevne mellomrom. Vedlikeholdsstandarden sier at maksimalt en tredjedel av stikkrenna kan være oppslammet, og lysåpningen skal være minimum 40 cm. For inntakskummen er maksimal tillatt oppslamming 10 cm under avløpet slik som vist i figuren.



Figur 7.17 Krav til maks oppslamming av stikkrenner

### **Blokkering av inntak**

Kvister, løv, jord og søppel som transporteres med vannet kan medføre tetting av innløpet. Frost kan også føre til at vannet fryser i innløpet, i selve røret eller i utløpet. Det er en viktig oppgave å sørge for at vannet kan strømme uhindret gjennom renna.

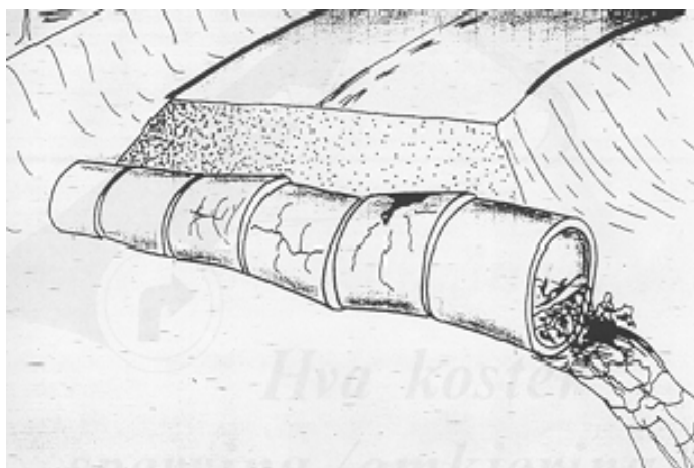
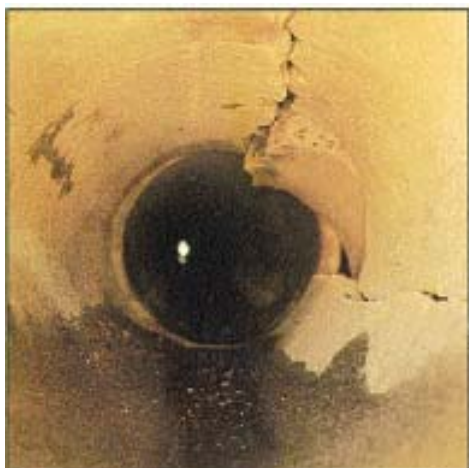


Figur 7.18 Konsekvensene av blokkert stikkrenne kan være store

### **Skadede rør**

Det er særlig gamle betongrør som er ømfintlige for skader. Disse rørene tåler ofte ikke setninger eller telebevegelser og glir fra hverandre eller sprekker i skjøtene. Hvis kompaktering av massene ved utlegging er for dårlig vil også rørene kunne skades i ettertid som følge av trafikkbelastningene. Betongrør vil lett sprekke mens plastrør vil deformeres i slike tilfeller.

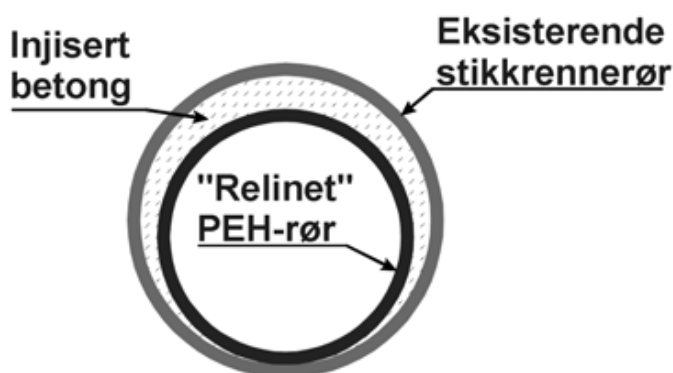




Figur 7.19 Typisk skade på stikkrenne (betongrør)

Skader som dette kan medføre at stikkrennenes kapasitet reduseres. Den største konsekvensen er likevel at man mister kontrollen på vannet, dette kan gi utvasking av materialer under og på sidene av stikkrenna. I enkelte tilfeller kan også grunnvannsnivået i området blir høyere enn ønskelig.

Som regel vil det være nødvendig å skifte hele stikkrenna når man har denne typen skade. Men det kan også være mulig å bruke en teknikk hvor man legger et nytt mindre rør inn i eksisterende stikkrenne og injiserer med betong rundt dette. Det må da vurderes om den reduserte rørdiameteren gir tilstrekkelig kapasitet mht. vanngjennomstrømning.



Figur 7.20 Reparasjon av betongstikkrenne

### **Slitasje og rust**

Rennende vann fører med seg grus og stein. I noen renner blir denne massen liggende igjen i røret, mens i andre renner hvor vannet har høyere hastighet, føres massen gjennom renna. Denne massetransporten medfører en slitasje på selve stikkrenna som man må være oppmerksom på. Det er stort sett for plast- og stålrenner hvor dette har vært et problem.

Rust kan også bli et problem på stålrenner dersom disse benyttes i et aggressivt miljø. Vannets pH-verdi må kontrolleres om stål skal benyttes.

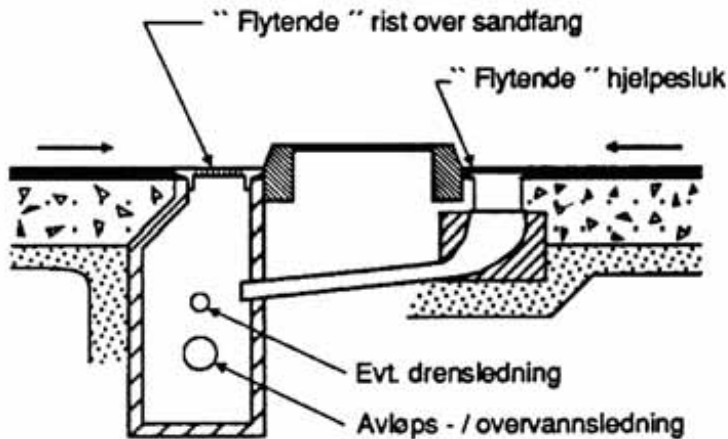
### **Erosjon ved utløp**

Utløpet til ei stikkrenne må utformes slik at erosjon unngås. Der det har oppstått erosjon må dette utbedres.

### 7.3.7 Lukket drens- og overvannsanlegg

Lukket drens- og overvannsanlegg benyttes hovedsakelig i tettbygde områder og på høyt trafikkerte veger. Det benyttes også for andre veger der åpen drenering ikke er tilstrekkelig.

Et lukket anlegg består av mange ulike elementer; sluker/rister, kummer, drensrør og overvannsrør. For kummer med sandfang må sandfanget tømmes når oppslammingen ligger 10 cm under avløpet. For øvrig skal rørsystemet gi tilstrekkelig avløp for vannet og dette kravet kan medføre behov for spyling av overvannsledninger og drensledninger. Sluk/rist må ikke være blokkert av søppel, løv/kvist eller snø/is.



Figur 7.21 Elementer i et lukket drens- og overvannssystem

### 7.3.8 Veger uten fullstendige drens- og avløpsanlegg

Det er mange veger uten fullstendige drens- og avløpsanlegg, mange av disse kan ha veldig dårlig standard. Et fornuftig dekkevedlikehold på disse parsellene er ofte vanskelig. Dårlig drenering av vegkroppen medfører alt for rask nedbrytning og dermed dekkefornyinger med kortere frekvens enn nødvendig. Det kan da være lønnsomt å foreta mer omfattende utbedringer.

Vedlikeholdsstandarden sier at fjerning av overvannet er den viktigste oppgaven. Dette innebærer at torvkanter fjernes, overvannsgrøftens funksjon sikres og at stikkrennene holdes åpne.

### 7.3.9 Tunneler

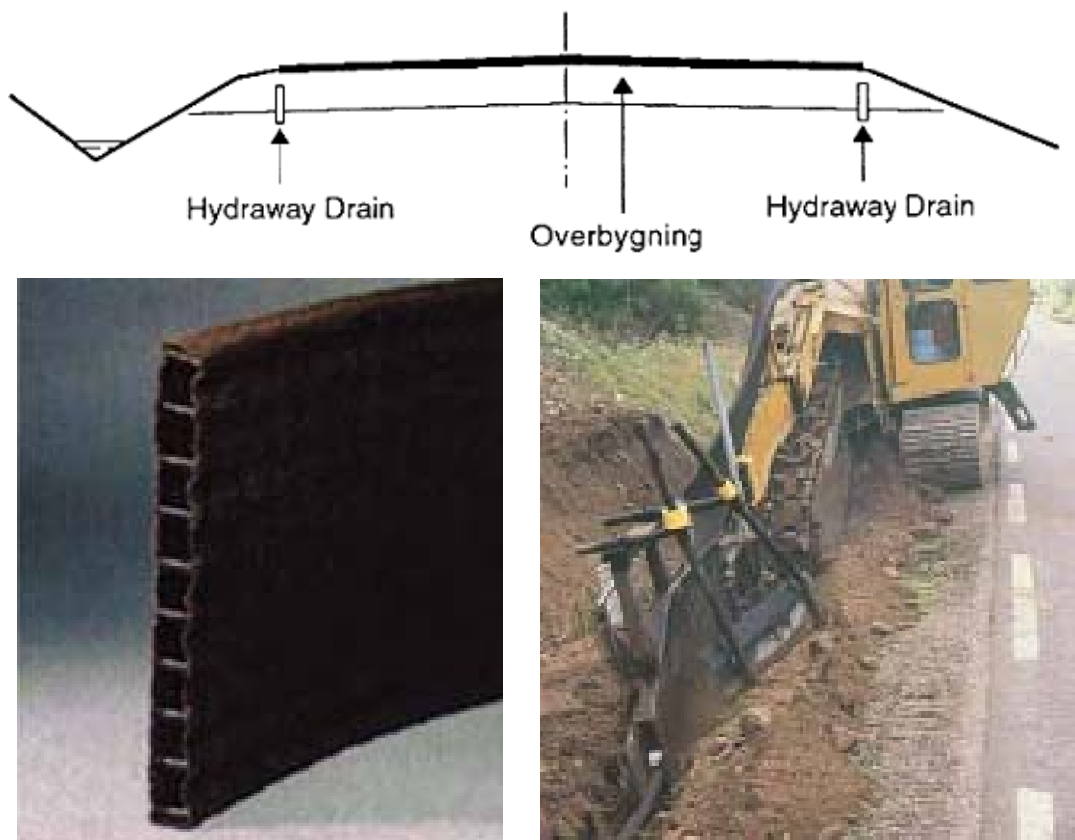
Dreneringssystemene i tunneler er lukkede drensanlegg. Overvann, som bare finnes i begrenset mengde i en tunnel, ledes gjennom sluk og inn i det lukkede drensnettet.

Kravene til vedlikehold av drensanlegget er strengere i tunneler enn for veg i dagen. Maksimal tillatt oppslamming i kummer er 20 cm under avløpet. Mange tunneler har også eget basseng for oppsamling av vann før dette pumpes ut (f.eks. undersjøiske tunneler). I forkammer til pumpesump tillates her oppslamming til 50 cm under overløpet.

### 7.3.10 Andre aktuelle dreneringstiltak

Noen tiltak for å bedre dreneringsforholdene for eksisterende vegnett er allerede vist. Av andre metoder kan nevnes:

- Overbygningen for en gammel veg består ofte av telefarlige forsterkningslag og bærelag. Et tiltak for å gjøre materialet mindre ømfintlig for vann er å stabilisere bærelaget med bitumen (stabiliseringsfreser som bruker skumbitumen eller bitumenemulsjon). Dette er slik sett ikke et dreneringstiltak, men et tiltak for at manglende drenering ikke skal ha så store konsekvenser.
- Ved rehabilitering av eldre veger kan det ofte være lønnsomt å benytte åpne og drenerende bærelag som f.eks. forkilt puk, penetrert puk eller asfaltert puk. Vann i overbygningen vil da kunne dreneres opp i konstruksjonen og videre ut i grøftene gjennom dette laget.
- Hydraway Drain er et produkt som har vært brukt en del for å drenere vegkonstruksjonen. Dreneringen består av en plastkjerne av polyetylen (PE-HD) dekket av en geotekstil av polypropylen (PP) som vist i figuren til høyre. Dreneringen plasseres på hver kjørebane/ skulder vha. spesielle maskiner. Produktet har vist seg effektivt og krever ingen inngrep i arealer utenom selve vegområdet.



Figur 7.22 Hydraway Drain; prinsippkisse og foto fra utlegging



# Kapittel 8 Vedlikehold av vegdekker

*Joralf Aurstad, Statens vegvesen*

8.1	Generelt .....	2
8.2	Vedlikehold av grusdekker.....	2
8.2.1	Generelt .....	2
8.2.2	Skadetyper.....	3
8.2.3	Vedlikeholdstiltak/metoder .....	5
8.3	Vedlikehold av asfaltdekker.....	7
8.3.1	Skadetyper og skadeårsaker .....	7
8.3.2	Vedlikeholdstiltak/metoder .....	11
8.3.3	Gjenvinning av asfaltdekker på veg.....	21
	Litteratur .....	24

*Versjon 2011-11-20*

## 8 Vedlikehold av vegdekker

### 8.1 Generelt

Ved prosjektering av nytt dekke/bærelag skal det tas hensyn til at vegen skal kunne vedlikeholdes i funksjonstiden. Det betyr blant annet at man skal velge materialer som ikke hindrer et effektivt vedlikehold.

Grunnlaget for dekkevedlikehold vil være dekkeskader som reduserer dekkets funksjon (tjenlighet) for brukeren. Slike funksjonsegenskaper kan være fremkommelighet, sikkerhet, kjørekomfort, veggrep eller vegens evne til å tåle belastninger.

Funksjonssvikten kan ofte være en kombinasjon av konstruksjonsmessige (strukturelle) skader og overflateskader. Avhengig av hva som er årsaken til funksjonssvikten vil utbedringen således kunne foretas enten som et tiltak på overflaten av dekket, eller kreve mer omfattende rehabilitering av vegkroppen. (Se også kapittel 9 Dimensjonering og forsterkning.)

Når skader eller funksjonssvikt oppstår i vegdekkene er grunnlaget for vurdering av vedlikehold som vist i Figur 8.1. For å kunne foreta kvalifiserte vurderinger av tilstanden og gjøre fornuftige valg av tiltak, er skaderegistreringer og bæreevnedata ofte både nyttige og nødvendige hjelpemidler (jfr kapittel 4 Tilstandsregistrering).

1	2	3	4
Tilstandsregistrering. Registrering av funksjonssvikt og skadetyper. Spesielle kjennetegn.	Hva er årsaken til skaden? Hvor i vegkroppen oppstår problemene?	Forslag til utbedringstiltak. Er ordinær reasfaltering lønnsomt eller bør spesielle metoder velges?	Valg av løsning. Gjennomføring av tiltak.

Figur 8.1 Grunnleggende prinsipper for dekkevedlikehold

#### Forebyggende vedlikehold

Dekkevedlikehold utføres normalt med massetyper som beskrevet i vegnormalene /1/. Men ofte kan lagtykkelser, massetyper, steinkvaliteter, metoder osv fravike noe fra normalene.

Det bør ideelt sett iverksettes forebyggende vedlikeholdstiltak før en skade har fått utvikle seg for langt. Forebyggende vedlikehold er enkle tiltak for å utsette/begrense skadeutvikling i et dekke/bærelag. Avhengig av hvilke skademekanismer som opptrer kan slike tiltak være forsegling, flatelapping, overflatebehandling, slamasfalt, tynndekker, høytrykkspyling (frikasjonsforbedring), fresing, drenering m m.

Utsettelse av vedlikeholdet ut over dekkets levetid vil føre til økte kostnader, fordi forfallet akselererer når standarden reduseres. Dette medfører at vegkapitalen forringes, m.a.o. at en del av de investeringer som er nedlagt i infrastrukturen går tapt. Det er derfor svært viktig å finne det optimale tidspunktet for når vedlikeholdstiltak bør settes i verk.

### 8.2 Vedlikehold av grusdekker

#### 8.2.1 Generelt

Selv om det offentlige vegnettets andel med fast dekke (i all hovedsak asfalt) stadig øker, vil man fortsatt i overskuelig framtid ha utfordringer med å vedlikeholde et stort antall vegstrek-

ninger med grusdekke. Dette gjelder både fylkesveger og kommunale veger. I tillegg kommer store deler av det private vegnettet.

Et godt grusdekke skal generelt oppfylle følgende funksjoner;

- gi trafikantene underlag som gir komfortabel og sikker ferdsel
- ha veggrep som sikrer framkommelighet og trafikkisikkerhet
- bidra til best mulig miljø for trafikantene og omgivelsene
- beskytte vegkonstruksjonen mot nedbrytning forårsaket av trafikklast og klima
- begrense nedtrengning av vann i vegkonstruksjonen, og sikre nødvendig avrenning

### 8.2.2 Skadetyper

I høringsutgaven til ny Håndbok 111 Standard for drift og vedlikehold /2/ er det foreslått å adoptere det svenske Trafikverkets (tidligere Vägverket) metode for tilstandsregistrering av grusdekker /8/.

Tilstanden angis her på en skala 1-4 (tilstandsklasse). Dette gjøres med basis i målinger/observasjoner av følgende faktorer/skade kategorier; *geometri* (hovedvekt på tverrfall og vegkanter), *ujevnheter* (hull og korrugering/"vaskebrett"), *løs grus* og *støv*.

For hver skade kategori gis parsellen en karakter (alvorlighetsgrad) på skalaen 1-4, hvor 1 er utmerket tilstand og 4 er uakseptabel tilstand. Parsellens tilstandsklasse bestemmes av den høyeste alvorlighetsgraden som minst 10 % av parsellen befinner seg i.

For nærmere detaljer om registrering, alvorlighetsklasser osv, se /2/ og /8/.

#### Geometri (tverrfall og vegkanter)

Gode avrenningsforhold fra vegbanen er avgjørende for å opprettholde god tilstand på en grusveg. Normalt skal det være tosidig tverrfall (takfall) på rettlinjer og ensidig tverrfall i kurver. Generelt krav etter tiltak er minst 4 % takfall på rettlinje og minst 5,5 % i kurver (ensidig), og ingen langsgående kanter som demmer opp for vannavrenning fra vegbanen.

Eventuelt dårlig tverrfall og høye vegkanter vurderes ut fra manuelle rettholt-/tverrfalls-målinger. Avvikende/utilfredsstillende tilstand vurderes etter fire alvorlighetsklasser 1-4. Anbefalt kriterium er at geometrien ikke skal være dårligere enn klasse 2.

Klasse 2 beskrives slik:

*Vegen har for det meste tilstrekkelig tverrfall. Vegkanter forårsaker ingen store vannansamlinger.*

- Takfall 3-3,9 %
- Tverrfall i kurve 3-5,4 %
- Høyde på vegkant 0-2 cm

#### Ujevnheter (hull og korrugering)

Alvorlighetsgrader for ujevnheter bestemmes mest mulig objektivt ut fra visuelle befaringer. Hull og korrugering ("vaskebrett") bedømmes hver for seg. Vurdering av eventuelle nødvendige tiltak skjer ved å sammenholde befaringer med gitte kriterier og karakteristiske fotos. Også her benyttes en alvorlighets-skala fra 1-4. Anbefalt kriterium er at grusdekkets jevnhet ikke skal være dårligere enn klasse 2.

Klasse 2 beskrives slik:

*Vegbanen er for det meste jevn og fast. Slaghull og korrugeringer kan forekomme på noen steder, men kjørekastigheten påvirkes ikke.*



Figur 8.2 Ujevnt grusdekke (hull og korrugering). Alvorlighetsklasse 3, dvs behov for tiltak (Foto: Vägverket)

### Løs grus

Grusdekker skal ha bundet overflate som ikke medfører steinsprut og med god motstandsevne mot dannelse av ujevnheter, vaskebrett og hull.

Alvorlighetsgrader for løs grus i vegbanen bestemmes mest mulig objektivt ut fra visuelle befaringer. Vurdering av eventuelle nødvendige tiltak skjer ved å sammenholde befaringene med gitte kriterier og karakteristiske fotos. Også her benyttes en alvorlighetskala fra 1-4. Anbefalt kriterium er at grusdekkets tilstand mhp løs grus ikke skal være dårligere enn klasse 2.

Klasse 2 beskrives slik:

*Løs grus kan forekomme på og langs vegbanen, men kjørefort og sikkerhet påvirkes ikke i nevneverdig grad.*



Figur 8.3 Løs grus. Til venstre alvorlighetsklasse 2, akseptabel tilstand. Til høyre alvorlighetsklasse 3, dvs behov for tiltak (Foto: Vägverket)

### Støv

Alvorlighetsgrader for støvplage fra vegbanen bestemmes mest mulig objektivt ut fra visuelle befaringer. Vurdering av eventuelle nødvendige tiltak skjer ved å sammenholde befaringene med gitte kriterier og karakteristiske fotos. Også her benyttes en alvorlighetskala fra 1-4.

Anbefalt kriterium er at grusdekkets tilstand mhp støv ikke skal være dårligere enn klasse 2.

Klasse 2 beskrives slik:

*Trafikken kan virvle opp litt støv fra vegbanen. Men ingen reduksjon av sikt på grunn av støv. Omgivelsene langs vegen er ikke utsatt for nevneverdige støvplager.*





Figur 8.4 Støv fra grusveg. Til venstre alvorlighetsklasse 2, akseptabel tilstand. Til høyre alvorlighetsklasse 4, dvs umiddelbart behov for tiltak (Foto: Vägverket)

### 8.2.3 Vedlikeholdstiltak/metoder

For at grusdekket skal fylle sin funksjon som et billig og godt dekke kreves et godt vedlikehold. De viktigste tiltakene som generelt utføres på en grusveg er *høvling*, *grusing*, *støvbinding* samt *grøfting* og *kantrensk* /7/.

#### Høvling

Systematisk og kyndig veghøvling er avgjørende for å opprettholde gode avrenningsforhold (takfall, tverrfall). Vegen dyphøvles vanligvis ved slutten av teleløsningen, når massene har stabilisert seg men ennå er fuktige. Det er da viktig å forme vegen til riktig geometri. Slitelaget rives opp minimum til underkant av slag hull/ujevnheter, og materialet på vegkantene (der det ofte blir liggende en ranke av grovt material) høvles inn mot midten og blandes med øvrig material. Grusen legges så ut i jevnt lag med riktig tverrfall. Samtidig tilsettes ofte første omgang salt for støvdemping. Dekket komprimeres vanligvis ved hjelp av høvel og lastebil, men valsing kan også være aktuelt (da gjerne gummihjulsvals).

Vegen bør også høvles en gang på sommeren og en gang på høsten for tetting av slag hull og eventuell ny tilsetning av salt/kjemikalier for støvbinding.



Figur 8.5 Høvling av grusveg

Høvling må alltid skje på fuktige materialer, det beste er å utføre arbeidet i lett regn. Alternativt må det vannes hvis arbeidet utføres under tørre forhold.

Håndbok 111 setter som krav at hull i dekket med diameter større enn 10 cm skal repareres innen 1 uke. Stein, røtter etc som stikker mer enn 3 cm opp over fast overflate skal fjernes.

### Grusing

Samtidig med at vegen høvles er det aktuelt å tilsette nye materialer for å erstatte masse som har gått tapt og/eller er nedslitt. For å få riktig kornkurve i det rehabiliterte dekket bør det tas ut kontrollprøver av eksisterende materialer for å finne hvilke fraksjoner og mengder som skal tilsettes. Avhengig av det eksisterende slitelagets beskaffenhet kan det være aktuelt med tilsetning av finstoff, sand-grus eller finpukk. Dersom det kreves tilsetning av finstoff må dette blandes inn ekstra grundig for å få et homogent resultat (bruk av fres eller flere ganger omlegging med høvel).

For å få god blanding og komprimering bør grusmaterialene ha optimalt vanninnhold (jordfuktig). I tørt vær er det derfor behov for vanning.

Håndbok 111 setter som krav at grusdekket skal ha tilstrekkelig tykkelse til at det kan blandes og formes med høvel. Grusmaterialer skal tilfredsstille krav gitt i Håndbok 018. Øvre siktstørrelse skal ikke være større enn 22 mm. Det skal ikke forekomme løs stein større enn 45 mm.

### Støvbinding

Støv fra grusveger kan være et stort problem både for trafikantene (først og fremst mhp sikt) og for naboene langs vegen. Langvarig tørke og stor trafikk gir ekstra store plager. For å redusere ulempene må det foretas støvbinding. Til dette finnes flere typer metoder og kjemikalier. Hvilken type/metode og dosering man velger kan avhenge av flere forhold; trafikkmengde, trafikkhastighet, klima, dekkets kornfordeling, vegens beliggenhet i terreng osv.

- **Kalsiumklorid** har tradisjonelt vært det vanligste middelet for støvdemping. Dette saltet spres med sandspreder og blandes inn i forbindelse med høvling evt oppgrusing. Kalsiumklorid er hygroskopisk, dvs at det tar opp og binder vann fra omgivelsene. Dette vannet binder igjen finstoffet i grusdekket. Saltet bør spres ut når vegen er litt fuktig, men ikke i regnvær. Normal tilsetning kan være 1,5-2,5 kg pr meter veg (vår), ofte gjentatt i mindre dosering en eller flere ganger utover sommeren, da gjerne 0,2-0,5 kg pr meter veg.
- **Magnesiumklorid** er et hygroskopisk salt som ligner mye på kalsiumklorid. Bruksområde, dosering etc er også mye av det samme.



Figur 8.6 Støvbinding med kalsiumklorid. Utlegging med sandspreder

- **Bitumenemulsjon** har også vært brukt til støvdemping. Etter brytning vil dette fungere som lim og binde i hop finmaterialet. Emulsjon spres som tyntflytende væske og fungerer dermed også på tørr vegoverflate. Før påføring bør dekket være høvlet og komprimert til riktig profil. Normal dosering er 1,2-1,4 kg/m<sup>2</sup> med påfølgende avsanding (0-8 mm). Alternativt kan emulsjonen blandes inn i gruslaget med veghøvel etter påsprøyting, massen jevnes ut og komprimeres etter litt opptørking (etter brytning).
- **Lignin** eller lignosulfonat, et biprodukt fra treforedlingsindustrien, er også mye brukt som støvdempende middel. Lignin er et limstoff som holder fibre sammen i trevirke, dette har også vist seg å ha en bindende effekt på finstoffrike vegmaterialer. Det har også vært påvist at dette tiltaket kan ha stabiliserende virkning et stykke ned i dekke/bærelag. Lignosulfonat sprøytes vanligvis ut i væskeform på ferdig høvlet overflate, doseringen er litt avhengig av konsentrasjonen (typisk 1-1,5 kg/m<sup>2</sup> for 17 % løsning). Behandlingen gjentas gjerne flere ganger over sesongen, men da i mindre doseringer (0,5 kg/m<sup>2</sup>).



Figur 8.7 Støvbinding med lignin (Dustex). Utlegging med hhv gjødselspreder og tankbil

### Grøfting og kantrensk

Det er viktig å renske grøfter så de til enhver tid er åpne og tilstrekkelig dype for bortledning av overflatevann og drenering av overbygningen. Man må også være påpasselig å renske vegkantene for grus, gress, rotsystemer o a som hindrer avrenning fra vegbane til grøfta.

## 8.3 Vedlikehold av asfaltdekker

### 8.3.1 Skadetyper og skadeårsaker

De vanligste skadetyper på veger med asfaltdekker er spor, ujevnheter, sprekker (på langs og på tvers), slaghull, krakelering, forvitring og andre typer overflateskader /3/, /6/.

#### Spor

Spordannelse er knyttet til to ulike mekanismer;

- piggdekkslitasje
- deformasjoner

Belastningsrelaterte deformasjoner kan opptre i asfaltdekket, øvrig overbygning eller undergrunn. Mye av det som vanligvis oppfattes som piggdekkslitasje kan skyldes deformasjoner på grunn av mangelfull bæreevne eller tekniske svakheter i vegoverbygningen.



Figur 8.8 Sporete og deformerte asfaltdekker finner vi både utenfor og i tettbygd strøk

### Ujevnheter

Ujevnheter er ofte knyttet til forhold lenger nede i konstruksjonen;

- ustabile dekke-/overbygningsmasser
- telehiv
- mangelfull utførelse av gravinger/reparasjoner
- setningsskader, bevegelser i undergrunnen

Men dårlig asfaltstabilitet kan i seg selv også gi ujevnheter, f eks i form av deformasjoner foran lyskryss. Problemer av mer teknisk art ved selve utleggingen kan også gi ujevnheter, men dette skal normalt fanges opp ved driftskontrollen og utbedres umiddelbart.



Figur 8.9 Ujevne grunn- og teleforhold kan forårsake store ujevnheter (Foto: Harald Sæterøy, Trønder-Avisa)

### Langsgående sprekker

Langsgående sprekker gir seg ofte til kjenne som

- telesprekker
- dårlig/åpen asfaltkjøt
- sprekker mellom uensartet overbygning/underbygning (f eks ved breddeutvidelser)

Bakenforliggende årsak er altså også her som regel konstruksjonsmessige svakheter eller overbelastning av vegkonstruksjonen.



Figur 8.10 Langsgående telesprekker

### Tversgående sprekker

Sprekker på tvers av vegen ses ofte i forbindelse med

- lavtemperatursprekker
- telebevegelser
- stikkrenner/underganger o l.
- underliggende betongdekke eller sementstabilisert bærelag

Lavtemperatursprekker er et spesielt fenomen som oppstår på grunn av at sammentrekningen av asfaltdekket i sterk kulde overstiger dekkets strekkstyrke. Temperatursprekker kan til en viss grad motvirkes ved valg av mykt/elastisk bindemiddel, gjerne polymermodifisert bitumen (PmB).



Figur 8.11 Tverrsprekker pga lavtemperatur, Finnmark (Foto: Eivind Andersen)

Uensartede forhold i underbygningen (vanninnhold, kornfordeling/finstoff, vannømfintlighet) kan gi ujevne telebevegelser som i sin tur gir sprekkdannelse. Ofte ses dette i forbindelse med utilstrekkelig eller manglende drenering slik at vann kommer inn i overbygningmaterialene. Dette opptrer spesielt i ubundne materialer med høyt finstoffinnhold.

### **Krakelering**

Krakelering er en tette mønstret oppsprekking som i formen ofte kan sammenlignes med krokodilleskinn (engelsk; *alligator cracking*). Årsakene kan være

- dårlig bærelag (vannfølsomt, finstoffrikt)
- for liten overbygningstykkelse
- utmatning
- aldring, uttørking

Ofte er krakelering et tegn på bæreevnesvikt høyt oppe i vegkonstruksjonen (dårlig bærelag). Tynt og aldret, sprøtt asfaltdekke kan også gi seg slike utslag, gjerne i kombinasjon med sviktende underlag.



*Figur 8.12 Gammelt, krakelert dekke*

### **Slaghull**

Slaghull har ofte sin årsak i manglende kvalitet i utførelsen;

- inhomogent dekke, separasjon
- utilfredsstillende skjøter
- mangelfull klebing/vedheft
- for lav temperatur ved legging
- tykkelsesvariasjoner i dekket

Også her kommer skadene ekstra fram hvis det inhomogene og/eller tynne dekket er i kombinasjon med lokale svakheter i underliggende lag.



*Figur 8.13 Slaghull i asfaltdekke (Foto: Drammens Tidende)*

## Kantskader

Ulike typer deformasjoner, sprekker og andre skadeformer som oppstår ved eller i dekke- kanten skyldes ofte for liten vegbredde, dårlig innspenning, mangelfull drenering eller andre svakheter i vegkroppen. Kantskader forplanter seg lett både i vegens lengderetning og på tvers.



Figur 8.14 Nedkjørt vegkant; deformert skulder og langsgående oppsprekking  
(Foto: Jostein Aksnes)

## Overflateskader

Med dette forstås bl a

- skader fra utstyr og maskiner
- steinslipp
- forvitring, aldring
- separasjon, inhomogenitet (lass-skjøter o l.)
- blødninger

Rene overflateskader vil ofte kunne repareres ved rene overflatetiltak (tynndekker, overflate- behandlinger, forsegling mv.). Dersom årsaken er aldring av dekket kan forskjellige former for gjenbruksmetoder være aktuelle.

For en mer utfyllende oversikt over forskjellige skadetyper henvises det til Statens vegvesens skadekatalog /9/.

### 8.3.2 Vedlikeholdstiltak/metoder

I det følgende er det omtalt noen asfalttekniske metoder og løsninger rettet spesielt mot vedlikehold og reparasjoner. Det er vanskelig å angi noen fasit på dette, ofte vil samme tiltak kunne brukes i ulike sammenhenger og på ulike skadetyper. I dekkeplanleggingen vil en vegholder også som regel vurdere behovet for lokale reparasjoner opp mot sitt dekkebudsjett og samordne dette med et totalprogram for reasfaltering av lengre parseller (se mer om dekkeplanlegging i kapittel 6).

#### Spor (jevnhet på tvers)

Spor som følge av piggdekkslitasje alene er en skadetype vi kun finner på det mest høy- trafikkkerte vegnettet, og hvor det normalt ikke er noe problem med bæreevnen. På slike veger kan planfresing for fjerning av sporene være et høyaktuelt selvstendig tiltak. På en del

veganlegg planlegges det også for at dette skal kunne være det første ordinære tiltaket (man legger inn så stor asfalttykkelse at dekket kan freses minst én gang).

På de fleste veger vil sporutviklingen ha sammensatte årsaker inkludert stabilitetsproblemer i asfalten og/eller bæreevnesvikt lenger ned i konstruksjonen. Legging av nytt dekke (med vanlige asfalttyper og asfalttykkelser) vil da være aktuelt tiltak.

Et problem ved legging av asfalt i full bredde for å fjerne spor, er at man kan få utilstrekkelig komprimering. Slitasjespor er ofte smale og konsentrerte, typisk 25-30 mm dype. Da man oftest ikke ønsker å bruke mer masse enn nødvendig for å fylle sporene, vil vanlige valser «ri» på de høyeste partiene mellom hjulsporene og forhindre god komprimering av massen i sporene. Det vil da lett bli etterkomprimering (initialspor) i sporene når trafikken slippes på. Dette kan unngås ved f eks å legge ut massen med noe overhøyde.

Ved stabilitetsproblemer i det gamle dekket kan det lønne seg å frese vekk dette først. Det samme gjelder der høydene mot fortauskanter o.l. eller egenvekten på bruer ikke bør økes.

Her omtales litt nærmere en del spesielle metoder/ teknikker for å reparere spor i asfalt-dekker:

- **Planfresing/profilfresing**

Dette er en vanlig metode der piggdekksslitasje er hovedkilde til sporutviklingen. Gitt at den totale dekketykkelsen er stor nok freses ryggene mellom sporene ned slik at man gjenskaper en jevn vegoverflate. Det benyttes store fresemaskiner med høy kapasitet og mulighet for automatisk nivellering/avretting av vegdekket både i tverr- og lengdeprofil. Den bortfreste massen gjenbrukes vanligvis på mindre trafikkert veg eller som forsterkningslag/bærelag.

Planfresingen kan ikke redusere den totale asfalttykkelsen mer enn at kravet til vegens bærelagsindeks fortsatt tilfredsstilles. Etter gjentatte planfresinger må man derfor normalt legge nytt slitelag.

Rillene i dekkeoverflaten etter fresing kan være en ulempe for sykler og motorsykler, men nyere tannmønster kombinert med høy hastighet på fresetrommelen har minsket problemet.



Figur 8.15 Asfaltfresing; traufresing (til venstre) og planfresing (til høyre).  
(Foto: Arvid Jordet)

- **Sporfylling**

Med sporfylling (track-paving) forstår man utlegging av asfalt kun i hjulsporene, som kompensasjon for i hovedsak masse som er slitt bort av piggdekk. Tiltaket er derfor mest aktuelt på høytrafikkerte veger og motorveger.



Tiltaket kan gjøres med eller uten forutgående traufresing. Traufresing består i at man freser ned hjulsporet til et firkantprofil for å få et rent trau for sporfyllingen.

Alle slitesterke massetyper kan i prinsippet være aktuelle til sporfylling. Det er vanlig å legge en liten overhøyde i sporene. Dette kan gjøres ved å benytte brukket screed eller «måkevinge-screed». Når dette gjøres optimalt vil man når dekket er ferdig komprimert ha en helt rett overflate. Man må forsikre seg om at eventuelle langsgående kanter ikke blir til fare eller ulempe for sykler og (spesielt) motorsykler, etterfresing av kantene kan være nødvendig.



Figur 8.16 Sporfylling (Foto: NCC/Geir Berntsen)

- **Forvarming**

Ved å varme opp og mykgjøre det gamle dekket før legging av ny asfalt sikrer man bedre skjøter, bedre komprimering og bedre heft mellom gammelt og nytt dekke.

Forvarming av asfaltdekket gjøres med spesielt oppvarmingsutstyr (heatere). Store heatere er gunstig, de gir en mer skånsom oppvarming med mindre aldring av bindemidlet i den gamle asfaltmassen.

Heatere kan benyttes sammen med spesialutrustninger for sporfylling, hvor det gamle dekket rives opp i ytterkant av sporene. Dette kan eventuelt kombineres med påsprøyting av ekstra bindemiddel i spleisesonene. Heatere inngår også i store spesialutrustninger for legging av tynne dekker og gjenvinningsløsninger (f eks Repaving).

Heatere kan også være nødvendig for å sikre heft ved legging av vanlige asfaltdekker i kaldt vær.



Figur 8.17 Forvarming før asfaltering (Foto: Vegard Opsahl)

- **Tynndekker**

Med tynndekker menes spesielle asfaltdekker som legges i vesentlig tynnere lag enn hva maksimal steinstørrelse i massen skulle tilsi. For å sikre god heft og bestandighet er disse gjerne basert på spesielt god klebing med polymermodifisert bindemiddel (PmBE). Ofte benyttes spesielle utleggere til denne typen tiltak.

Det tilførte materialet er en varmblandet høyverdig, åpent gradert Ska-lignende masstype som legges i et på forhånd tykt påsprøytet lag PmB-emulsjon. Klebeemulsjonen vil ”koke opp” i massen og gir ekstra god forankring.

Tiltak som baserer seg på ulike kombinasjoner av planfresing og tynndekker er økende i omfang. Beste resultat fås ved full planfresing eller en tilnærmet full fjerning av gamle spor før tynndekket legges. Dekketyperen bør ikke legges der sporene er over 10-15 mm dype.

Tynndekker brukes mest på veger med relativt mye trafikk. Er bæreevnen jevnt over god kan det også være et alternativ på mindre trafikkerte parseller, gjerne da basert på rimeligere masstyper (Agb eller Ma). Dette kan både teknisk og økonomisk sett gi gode resultater.



*Figur 8.18 Utlegging av støysvake tynndekker (Ring 2 Oslo, Rv 170 Bjørkelangen).  
(Foto: Jostein Aksnes)*

### **Jevnhet på langs**

Manglende jevnhet på langs av vegen repareres normalt med oppretting. Til dette benyttes ordinære asfalttyper. Dersom det er snakk om store ujevnheter/setninger, er det en fordel å legge opprettingsmassen i flere lag.

Lokale ujevnheter/bølgedannelser (kryssområder etc) kan eventuelt utbedres med planfresing. Dersom det gamle asfaltdekket er tykt nok kan også feil tverrfall utbedres gjennom planfresing/ profilfresing. Men vanligvis må også oppretting her skje gjennom tilføring av ny masse (asfalt, knust asfalt, fresemasse, pukk, grus eller kombinasjoner).

Dersom manglende jevnhet har sin årsak i telehiv eller utglidninger, vil det for å oppnå en varig forbedring være nødvendig med tiltak som går lenger ned i konstruksjonen (dypstabilisering o a).

## Sprekker

Oppsprekking av asfaltdekket gjør at vann trenger ned i vegkonstruksjonen og vasker ut og forringer materialene. Dette vil kunne gi akselerert nedbrytning og bæreevnesvikt. Det er derfor ofte viktig å tette en begynnende oppsprekking så raskt som mulig.

Grove sprekker skal forsegles. Oppfresing/rensing av sprekkene og ifylling av elastisk materiale kan gi godt resultat. Til dette formålet finnes utviklet spesialmasser og lett håndholdt utstyr.

Ved utstrakt oppsprekking blir det en økonomisk vurdering om man skal foreta sprekkeforsegling eller gjøre en hel reasfaltering (nytt slitelag). Diverse former for armering eller innlegging av spenningsfordelende lag (komposittarmering/tykt bindemiddellag) kan være aktuelt i forbindelse med reasfalteringen for å unngå at sprekkene forplanter seg opp gjennom det nye dekket.

Dersom sprekker har sin årsak i utglidninger eller telehiv, kan det være nødvendig å benytte armering.



*Figur 8.19 Lavtemperaturoppsprekking. Til venstre, åpen uttettet sprekk som gir fritt nedløp for vann. Til høyre, forseglet sprekk (Lakselv lufthavn, Banak). (Foto: Joralf Aurstad)*

## Hull

Slaghull i dekket kan redusere trafikksikkerheten og skal alltid lappes, også om vinteren. Til lapping av hull benyttes hvis mulig varm verksblandet masse. Det finnes spesielle asfaltcontainere til dette formålet hvor lappemassen kan holdes oppvarmet i lengre tid. Det kan være en fordel med en noe fetere (mer bindemiddelrik) og mer finkornig masse enn ved vanlig asfaltering.

Kaldasfalt benyttes også en del, spesielt når det er kaldt vær. Den må ha et mykt bindemiddel for å gi et godt resultat (heft, komprimering). Oppvarming av underlaget med propanbrenner e.l. er å foretrekke.

Det finnes ulike typer spesiallappemasse i handelen levert i sekk eller spann. Disse er ofte dyre og benyttes kun i spesielle tilfeller.

Hvordan lappingen utføres rent håndverksmessig er avgjørende for holdbarheten og økonomien i tiltaket. Hullet skal renskjæres, rengjøres og renskes for løst materiale og påstrykes klebemiddel før gjenfylling og komprimering.

Det finnes mer eller mindre avanserte spesialbiler til slike operasjoner. Disse er utstyrt med tank for bindemiddel (emulsjon) samt at de kan frakte med stein-/asfaltmaterialer. Håndholdt sprøyteutstyr koblet til bilens emulsjonstank er mest vanlig. Med slik utrustning kan man både forsegle mindre flater, rette opp svanker og reparere hull.

En alternativ metode er avanserte enmannsbetjente lappebiler hvor alt styres fra førersetet. Disse "lappekanonene" har trykkluft for rengjøring av hullet og tilstrekkelig kapasitet til at de også kan brukes til lapping/forsegling på begrensede partier der dekket har forvitret eller tørket ut.

Krav til rengjøring av hull før lapping gjelder uansett hvilken lappemetode som benyttes.



Figur 8.20 Lappekanon for reparasjon av hull (Mesta). (Foto: Noralf Haugvaldstad)

### **Krakelering**

Årsakene til krakelering kan være flere, og riktig valg av reparasjonsmetode kan derfor kreve en del forundersøkelser. Skadeutbedring vil kunne gjelde vegkroppen vel så mye som selve vegdekket.

- **Reasfaltering**

Full reasfaltering med nytt bindlag og slitelag kan være aktuelt. Bindlaget må da ses i sammenheng med behovet for oppretting av tverr- og lengdeprofil.

Der det ikke er spesielle teleproblemer vil et asfaltdekke med forholdsvis stivt bindemiddel være gunstig, det bidrar også til høy lastfordelingskoeffisient. På vegger med ujevne/store telehiv bør man velge mykere bindemidler eller dekketyper som kan føye seg etter vegkroppens bevegelser. Slik asfalt kan også til dels være selvlegende når sprekker og riss oppstår.

Teleproblemer løses for øvrig ikke permanent uten at det gjøres noe med drenering eller at telefarlige masser fjernes eller bindes opp ved f.eks. bitumenstabilisering.

- **Armering**

Dersom bæreevnesvikt er kommet til syne gjennom krakelering, vil armering med syntetiske nett eller glassfibernet kunne redusere nedbrytningshastigheten for det nye dekket. Ved omfattende og store telesprekker kan det være aktuelt å armere vegen med stålnett. Armeringen vil bevirke at nedbrytningshastigheten for et tykt (og dyrt) vegdekke reduseres.

- **Dypfresing/dypstabilisering**

Hvis hovedårsaken til krakelering er mangelfull bæreevne, vil forskjellige former for dypfresing og dypstabilisering være aktuelt. Til dette brukes spesialmaskiner som kan anrike massene med en viss mengde nytt bindemiddel i freseprosessen. Dette vil binde og uskadeliggjøre telefarlige (vannømfintlige) masser under det gamle asfaltdekket, samtidig med at bæreevnen til hele konstruksjonen øker. Aktuelle bindemiddeltypene er skumbitumen eller bitumenemulsjon. Tilsetning av bindemiddel skal proporsjoneres ut fra eksisterende og tilsiktet massesammensetning.

I tillegg til å oppgradere underliggende lag vil tiltaket også kunne forbedre vegens lengde- og tverrprofil.

Det kan være aktuelt å legge ut nye materialer (grus, pukk) på vegen i forkant av freseoperasjonen for å forbedre kornkurven til det gamle forsterknings-/bærelaget. Da freser man gjerne i to omganger; først en "tørrfresing" for å homogenisere materialene og evt rette opp vegens profil i tverr- og lengderetningen, deretter den egentlige stabiliseringen med tilsetning av nytt bindemiddel.

Denne metoden tillater differensiert forsterkning, både massetilsetningen og fresedybden kan varieres ut fra varierende behov langs de ulike deler av vegstrekningen.

Etter fresing og anriking planeres massene, vanligvis med en veghøvel, for å gi vegen ønsket lengde- og tverrprofil. Dernest er det viktig med god avsluttende komprimering (tung vals) for å unngå ettersetninger.

På toppen av en dypstabilisering er det på mindre trafikkerte veger vanlig å legge nytt dekke i form av en overflatebehandling. På veger med høyere trafikk legges vanligvis et verksblandet asfaltdekke. Det er en fordel mht utharding og ettersetninger at den stabiliserte massen får ligge under trafikk en periode før topplaget legges.

Mange har hatt gode erfaringer med dypstabilisering, både teknisk og økonomisk. Gode forundersøkelser i form av tilstandsregistreringer, prøvetakinger og laboratorieanalyser er viktig og betaler seg fort gjennom å gi grunnlag for optimale valg av tilslag og bindemiddel.

Det må understrekes at også dette tiltaket fordrer gode dreneringsforhold (grøfter, rør, stikkrenner) for å få et varig resultat.



*Figur 8.21 Eksempel på forsterkningstiltak; utlegging av ny bærelagspukk oppå gammelt dekke med påfølgende dypfresing til 25 cm dybde. (Foto: Vegard Opsahl)*

## **Forvitring**

Etter å ha ligget ute noen år vil bindemidlet i asfalten alltid aldres, asfaltdekket "tørker ut" og steinslipp og forvitringsskader akselererer. Hvor raskt denne prosessen vil gå avhenger av mange forhold (type bindemiddel, massesammensetning, klima, trafikk etc).

Dersom andre faktorer som bæreevne, geometri og jevnhet er tilfredsstillende, kan ulike former for preventive overflatetiltak være effektive for å bremse utviklingen. Felles for disse er at de da totaløkonomisk er billigere enn en ren dekkefornyelse/reasfaltering /10/.

- **Asfaltforny (fog-seal)**

Dette er en gruppe produkter som etter hvert har fått godt innpass i det preventive dekkevedlikeholdet. Tiltakene benevnes ofte noe ulikt, vi støter bl.a. på betegnelsene *impregnering*, *forynger*, *oppfriskning*, *rejuvinator* m.fl.

Den engelske betegnelsen *fog-seal* er kanskje mest beskrivende, tiltaket består enkelt i at asfaltdekket sprøytes med et tynt lag bindemiddel/bindemiddelforny (tåkeslør). Bindemiddelforneren kan være en bitumenemulsjon eller bitumenløsning med mykt bitumen, dosering avpasses etter dekket, typisk ca 0,5 kg/m<sup>2</sup>. Eventuelt foretas avstrøing med sand/steinmel etterpå. Formålet er å aktivere/myke opp det gamle harde bitumenet i toppen av dekket, tette igjen mikrosprekker, binde steinmaterialene bedre samt tjene som ekstra bindemiddelhinne på overflaten.

Virkningene av asfaltfornyere vil normalt være best på dekker med en åpen overflate slik at fornyeren får virke godt i det øverste sjiktet (10 mm).

Tiltaket gir bindemiddeltilskudd, men har ingen avrettende effekt.

- **Forsegling**

Forsegling består i påsprøyting av en tynn bindemiddelfilm (bitumenemulsjon eller bitumenløsning, typisk 0,5 kg/m<sup>2</sup>) med påfølgende avstrøing med knust sand eller finpukk (fraksjon vanligvis mellom 0,5 og 4 mm, 3 - 6 kg/m<sup>2</sup>). Bindemidlet skal være hurtigbrytende eller ha lettflyktige løsemidler. Polymermodifisert bitumen kan benyttes.

Utsprøyting foretas på rengjort og tørt underlag, eventuelt fuktig underlag ved bruk av emulsjon. Overskudd av avstrøingsmateriale kan feies bort. Forseglingen kan trafikkeres etter brytning/fordamping av løsemidlet.

Forsegling er aktuelt ved forebyggende vedlikehold av åpent eller porøst dekke. Forseglingen kan også være egnet til etterbehandling av freste dekker.

Tiltaket gir primært bindemiddeltilskudd, men også økt friksjon. Tiltaket har liten/ingen avrettende effekt.

- **Slamasfalt**

Her er konseptet at *steinmaterial*, *bindemiddel*, *vann* og *eventuelle tilsetningsstoffer* blandes og legges ut som en flytende og selvutjevne masse i én operasjon med én og samme spesialmaskin. Tilslaget består av knust stein (0-4, 0-6, 0-8 eller 0-11 mm), og eventuelt spesialfiller, sement og fiber.

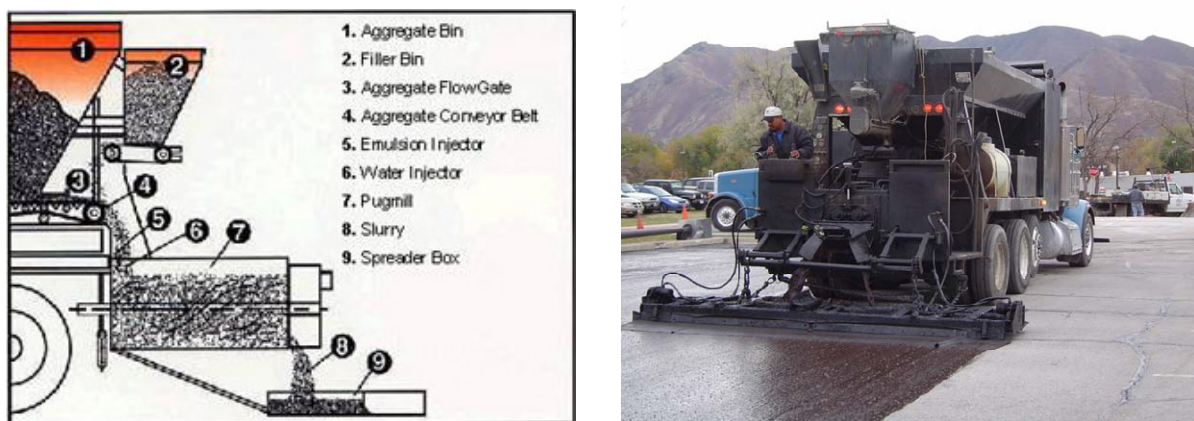
Emulsjon med polymermodifisert bindemiddel kan med fordel benyttes, vanlig ellers er bitumen 160/220-basert emulsjon.

Materialene lastes inn og blandes i spesialmaskinen på utleggerstedet. Maskinen har en utleggerslede som fordeler massen jevnt utover vegbanen. Emulsjonen bryter etter kort tid (1-10 min) og dekket kan trafikkeres etter 20-30 min.

Tiltaket gir i tillegg til bindemiddeltilskudd vesentlig bedret friksjon og en viss opprettings-effekt (avhengig av  $d_{max}$ ).

Slamasfalt anvendes primært som forebyggende vedlikehold av porøst og åpent dekke, kan også tjene som selvstendig dekke når det benyttes nominell steinstørrelse på 8 mm eller 11 mm. Slamasfalt er best egnet på veger og plasser som ikke er spesielt utsatt for slitasje, f.eks. flyplassarealer, parkeringsarealer, boligater, gang- og sykkelveger m.v.

Slamasfalt kalles ofte populært *slurry* ut fra den originale engelske betegnelsen *Slurry Seal*.



Figur 8.22 Asfaltering med Slurry seal, prinsippskisse og foto. (Morgan Pavement, USA)

Ved riktig bruk av forsegling, slamasfalt etc. kan vedlikeholdsutgiftene reduseres betydelig og asfaltdekkenes levetid totalt sett forlenges. Dette forutsetter at tiltakene utføres teknisk riktig (materialer, utstyr, renhold av dekket, klimatiske forhold ved utlegging osv.) og til riktig tid. For å få full effekt må tiltak av denne type settes inn *før* skadene blir for store (*preventivt vedlikehold*).

### Friksjon

Lav friksjon kan oppstå både på nylagt asfalt og på eldre dekker med dårlig overflatetekstur, i begge tilfeller spesielt ved våt vegbane (regnvær).

Friksjon på eldre dekker har vanligvis ikke vært vurdert som noe stort problem i Norge, da piggdekkbruken om vinteren har bidratt til å opprettholde ruheten på vegoverflaten. De siste årene er det imidlertid tatt i bruk stadig mer slitesterke dekker, samtidig som piggdekkandelen er redusert. Dette gir større "polering" av vegoverflaten og er nok mye av årsaken til at det også her i landet registreres et økende antall tilfeller av glatt asfalt i sommer-sesongen.

Nylagte dekker er mest utsatt, her er det fersk bindemiddelfilm i toppen som, spesielt i kraftig regn, kan bli veldig glatt. I tillegg kan det oppstå områder med blødninger eller ekstra tett og bindemiddelrik overflate. På eldre dekker er problemene gjerne størst på ettersommeren og tidlig på høsten. Dette skyldes den nevnte poleringseffekten fra bilhjulene. I tillegg viser det seg at støv, pollen og andre forurensninger som akkumuleres over sommeren kan gi et ekstra bidrag i form av en seig og glatt overflatehinne.

Dersom friksjonsnivået kommer under de fastsatte standardkravene i Håndbok 111, må den aktuelle vegstrekningen skiltes snarest mulig for å varsle trafikantene om fare. Deretter må det vurderes om det skal gjøres tiltak for å bedre friksjonen.

Den beste metoden for å sikre god friksjon på nylagt asfalt er å foreta avstrøing i forbindelse med legging. Man må da være oppmerksom på steinsprutfaren og foreta nødvendig skilting, eventuelt også fjerne løs grus/pukk etter tiltaket. Eksempler på andre tiltak kan være forvarming med heater med påfølgende nedvalsing av finpukk. En lett strukturfresing med planfres vil også øke friksjonen.

Det finnes metoder og utstyr som er spesielt utviklet for forbedring av friksjon, noen av disse har vært prøvd ut i Norge. Eksempler på slike metoder er blastring (stålkuler som skytes mot dekkeoverflaten) og ulike typer vannjet.



Figur 8.23 Vannjet (høytrykkspyler) for friksjonsforbedring. Ubehandlet og behandlet dekke. (Foto: Vegard Opsahl)

### Lystekniske egenskaper

Lyshet er dekkets evne til å reflektere lys. Gode lystekniske egenskaper avhenger av lysheten på steinmaterialene i asfaltdekket, overflateteksturens evne til å reflektere lyset samt dekkets evne til å holde seg tørt. For asfaltdekker i tunneler og på andre veger hvor det er behov for gode siktforhold er det spesielt fordelaktig med lyst tilslag og gode lysreflekterende egenskaper. Dette kan også redusere behovet for vegbelysning.

Ved behov for forbedring kan en enkel overflatebehandling med finpukk være aktuelt.

### Støy-/akustiske egenskaper

Vegdekker med gode akustiske egenskaper (støysvake) blir stadig mer etterspurt, også i Norge. Aktuelle støysvake vegdekker er

- tynndekker
- ordinære dekketyper med lav  $d_{\max}$  (f eks Ab 6, Ska 8)
- porøse dekker (drensasfalt)

Når det gjelder porøse dekker fungerer de best på veger med hastigheter  $> 70$  km/t, man vil da ha en viss selvrensende effekt fra trafikken, og porene holder seg lenger åpne. Det bør være fri avrenning gjennom dekket og ut til siden (dvs. ikke gateprofil med kantstein). Disse dekkene gir også en ekstra trafikksikkerhetsgevinst ved våt veg/regnvær pga mindre "splash and spray".



Men for norske forhold har det vist seg at funksjonell akustisk levetid på porøse dekker er et problem, piggdekkslitasje og vintervedlikehold gir rask tetting av porestrukturen og rask reduksjon av de støydempende egenskapene. Ulike tiltak for å reversere dette har vært forsøkt (høytrykkspyling, blåsing, suging), men uten særlig effekt.

Dette gjør at man på veger med lavere hastighet og der det er kantstein bør bruke f eks Ska 8 eller Ab 8. Dette er litt mer finkornige dekker enn det som normalt brukes og som derfor gir en viss støyreduksjon. For å oppnå en tilfredsstillende slitestyrke er det viktig å bruke sterke steinmaterialer i hele kornkurven (også 0-4 mm fraksjonen) og helst polymermodifisert bindemiddel (PmB).

### 8.3.3 Gjenvinning av asfaltdekker på veg

#### Varm gjenvinning

Varm gjenvinning på veg er spesielt egnet når bæreevnen er tilfredsstillende og/eller ved fortauskanter og lignende som krever lav byggehøyde. Skader i form av sporslitasje, magre dekker og overflateforvitring og dårlig friksjon er egnede objekter for metoden.

Det finnes ulike spesialmaskiner og ”maskintog” som i en og samme operasjon utfører oppvarming av gammelt dekke, oppfresing, tilsetning av bitumen og/eller ny asfaltmasse, blanding av gammel og ny masse og avsluttende utlegging med påbygd asfaltutlegger.

De mest avanserte og største ”gjenvinningstogene” er opp mot 80 m lange. Disse egner seg naturlig nok best på veger med god bredde og god kurvatur. Dessuten bør det gamle dekket ha homogen massesammensetning og jevn geometri i lengde- og tverrprofil.

På grunn av en del støy, røyk m m er metodene best egnet utenfor tettbygd strøk.

Infrarøde heatere med skånsom forvarming i flere trinn og god dybdevirkning er viktig for å nyttiggjøre seg bindemidlet i det gamle dekket best mulig. Det er spesielt viktig å unngå for høy temperatur når dekket inneholder myke bindemidler eller andre stoffer som kan gi avgasser. Vann i dekket er generelt ugunstig, da må man gjerne kompensere med ekstra varming som gir økt aldring/forkoksing av bindemidlet.

Det er viktig med forutgående måling av hjulspor og tverrfall for beregning av massebehovet. Dette må suppleres med uttak av prøver og analyser av gammelt slitelag for å kunne foreta riktig proporsjonering for det nye dekket.

Litt avhengig av konsept kan disse metodene ha ulike benevnelser:

- **Repaving**

Ved repaving forvarmes og mykgjøres det eksisterende dekket og skrapes sammen til en streng. Deretter blandes denne massen og omfordes i tverrprofilet. Nyere utstyr kan også tilsette nytt bindemiddel i den gamle massen. En leggerenhet i bakkant av maskina legger deretter ny masse over.

Erfaringene med repaving alene er litt blandet. I tilfeller med stive og magre dekker med dype spor kan komprimeringen bli mangelfull, og man har sett eksempler på rask framvekst av krakelering og rask gjennomsliting av det nye dekket.

- **Remiksing**

Ved remiksing varmes eksisterende dekke med selvdrevne infrarøde asfaltvarmere (heatere) som mykgjør asfalten ned til 2-3 cm dybde. Deretter varmfreses og skrapes dekket av i

ønsket dybde, og skrus inn i en blandeenhet. Der blir asfaltgranulatet tilsatt nytt bindemiddel og eventuelt ny varmmasse, før den resulterende, homogeniserte blandingen går til en utlegger. Vanligvis tilsettes ca. 15-30 kg/m<sup>2</sup> ny asfaltmasse.

I forbindelse med oppgradering av bærelag og bindlag kan det også være aktuelt med tilsetning av rene steinmaterialer. Disse kan tilsettes i blanderen eller tilføres i forkant av maskina og tas inn under freseprosessen.



Figur 8.24 Varm gjenvinning på veg (Remix). (Foto: Geir Berntsen)

- **Remiks Pluss**

Dette er en nyere variant hvor remiksmaskina er utstyrt med to screeder (asfaltutleggere) der den første legger gjenvinningsmasse og den andre legger ny varm masse over. Dermed kan ny masse lett tilpasses ønsket funksjon mht slitestyrke, friksjon osv. Men samtidig kan eventuelle feil og større variasjoner i gjenvinningsmassens korngradering i liten grad korrigeres.

- **Pyropaver**

Dette er en videreutvikling av Remiksmetoden. Eksisterende dekke varmes med gassfyrte infrarøde varmepaneller til ca 110-120 °C og freses/skrapes av i to trinn, normalt inntil ca 5 cm dybde. Deretter blandes asfaltgranulatet sammen med ny masse i en tvangsblender og føres videre til utleggerdelen.

Problemet med asfaltrøyk er for en stor grad eliminert ved at røyken ledes tilbake og går til katalytisk forbrenning. Metoden gir dermed mindre utslipp og bedre miljø for både asfaltarbeiderne og naboene til vegen.



*Figur 8.25 Varm gjenvinning på veg (Pyropaver). Legg merke til skorsteinene for avbrenning av røykgassene*

### **Kald gjenvinning**

Prinsippet for kald gjenvinning på veg er det samme som ved varm gjenvinning, bortsett fra at prosessen foregår kaldt. I enkleste form består dette av kaldfresing av gammelt dekke med tilhørende bindemiddeltilsetning, avretting med veghøvel og komprimering.

Denne metoden er gjerne brukt på lavtrafikkerte veger med gammel oljegrus eller mykasfalt. Normalt tilsettes mykbitumen i form av emulsjon eller skum.

Det finnes også her større spesialmaskinkombinasjoner som kan utføre

- forvarming
- fresing
- fragmentering/knusing
- sikting
- tilsetning av bindemiddel
- blanding, eventuelt med tilsetning av nye steinmaterialer eller verksproduert masse
- utlegging

Noe forvarming kan være gunstig for å bedre fragmenteringen av fresemassen.

De samme begrensninger mht geometri og homogenitet av gammel asfalt gjelder også her.

## Litteratur

- /1/ Statens vegvesen Håndbok 018 *Vegbygging*
- /2/ Statens vegvesen Håndbok 111 *Standard for drift og vedlikehold* (Høringsutgave mars 2010)
- /3/ Statens vegvesen Håndbok 246 *Asfalt 2005 – Materialer og utførelse*
- /4/ Statens vegvesen Region øst: *Strategiplan vegdekker 2009 for Region øst*
- /5/ NTH (NTNU): *Vegbygging – Kompendium 1984*
- /6/ Byggenæringens forlag – *Asfaltboka*. 3. utgave, 2007
- /7/ Svenska Kommunförbundet 2003 – *Grus under maskineriet*
- /8/ Vägverket Publikasjon 2005:60 – *Bedömning av grusväglag*
- /9/ Statens vegvesen Håndbok 193 *Skadekatalog for bituminøse vegdekker*
- /10/ Aurstad, J.: *Spesielle dekker – Slam og tynndekker* (Undervisningsnotat nr 966, NTNU)

# Kapittel 9 Dimensjonering og forsterkning

*Geir Refsdal, Statens vegvesen*

9.1	Dimensjonering av ny veg.....	2
9.1.1	Innledning.....	2
9.1.2	Utviklingen av dimensjoneringssystemet.....	5
9.1.3	Dimensjonering etter Håndbok 018 Vegbygging (vegnormalene).....	5
9.2	Forsterkning av veg.....	10
9.2.1	Innledning.....	10
9.2.2	Norsk system for vurdering av forsterkning .....	11
9.2.3	Asfaltering av grusveger .....	12
9.2.4	Forsterkning fra 8 til 10 tonn tillatt aksellast .....	13
9.2.5	Aktuelle forsterkningstiltak.....	13

*Versjon 2011-11-20*

## 9 Dimensjonering og forsterkning

Den som driver med drift og vedlikehold av veger vil normalt ikke ha noe med dimensjonering eller forsterkning å gjøre. Likevel er det en fordel å ha forståelse for hvordan en veg er bygget opp og oppfatte når tilstandsutviklingen er så dårlig at det er riktig å forsterke vegen eller utføre andre tiltak.

Dimensjoneringen av en ny veg og forsterkning av veg er beskrevet i vegnormalene, håndbok 018 Vegbygging. Det viktigste for den som arbeider med drift og vedlikehold er å forstå grunnlaget for dimensjoneringen. Det er vist her.

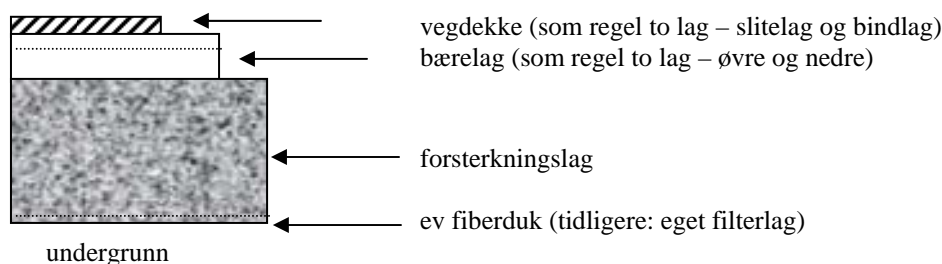
### 9.1 Dimensjonering av ny veg

#### 9.1.1 Innledning

##### *Vegens oppbygning*

En veg må bygges opp slik at den ikke bare tåler trafikkbelastningene, men også utformes slik at den tåler klimabelastningene (vann, frysing/tinging) og har tilstrekkelig bæreevne i teleløsningen.

Oppbygningen av en veg vil normalt ha følgende lag:



Figur 9.1 Oppbygningen av en veg

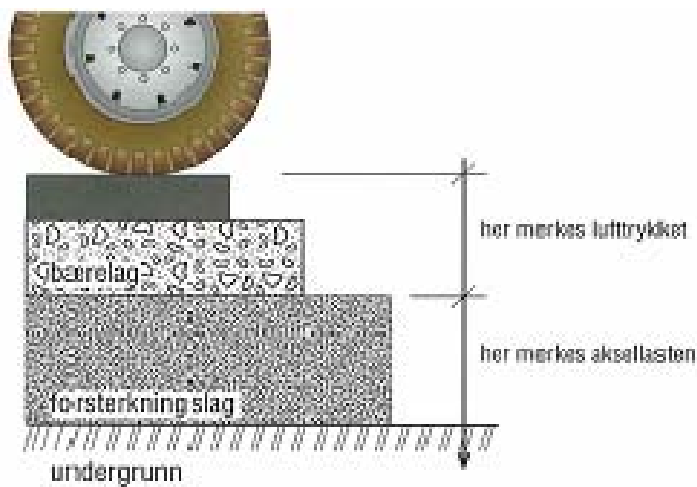
Vegens oppbygning kalles ”vegoverbygning”. Materialene i overbygningen legges ut lagvis og slik at kvaliteten og kravene til avvik i utleggingen øker oppover i konstruksjonen.

*Vegdekket* skal kun gi trafikantene en jevn overflate å kjøre på. Asfalt er det vanligste dekket og typisk totaltykkelse er fra 4 til 8 cm. Dekket består gjerne av et bindlag og et slitelag. På en ny veg legges ofte slitelaget ut et år eller to etter bindlaget, slik at mindre setninger og ujevnheter i vegen kan rettes opp. Betongdekker kan ha gode dekkelevetider, men totaløkonomien er likevel vurdert som tvilsom, og det er lenge siden et betongdekke ble lagt i Norge.

*Bærelaget* skal fordele trafikkbelastningene så godt som mulig. Også bærelaget består ofte av bituminøse materialer (asfalt eller materialer som er stabilisert med bitumen), men for lavtrafikkveger benyttes også ofte knust stein (maks steinstørrelse ca 50 mm) med et strengt krav til gradering for at det skal være stabilt. Bærelaget består ofte av to lag (øvre og nedre bærelag). Typisk totaltykkelse er ofte fra 10 til 20 cm.

*Forsterkningslaget* må ha en tykkelse som gjør at undergrunnen ikke blir overbelastet, selv etter noen millioner overfarter (dimensjoneringsperioden). Forsterkningslaget består ofte av

sprengt stein (maks steinstørrelse 30-50 cm) eller av mer finknuste steinmaterialer. Naturgrus har vært et vanlig materiale til nå, men slike materialressurser blir det stadig mindre av. På en undergrunn av leire kan tykkelsen bli stor, typisk 40-60 cm.



Figur 9.2 Totaltykkelsen på en vegoverbygning er i stor grad bestemt ut fra at undergrunnen skal tåle aksellasten, men i dekke og bærelag er det lufttrykket i dekket ("ringtrykket") som representerer den største påkjenningen

#### Filterlag

Det er ikke vist noe filterlag på tegningen. Det har tidligere vært vanlig å legge inn et filterlag av grus på ca 15 cm mellom forsterkningslaget og undergrunnen for at ikke undergrunnen og forsterkningslaget skal blande seg med hverandre, men det er ikke lenger vanlig. I dag legges normalt en fiberduk ("geotekstil") på undergrunnen for å hindre dette. Det er som regel en "sterk tekstil" av plast som har samme funksjon som et filterlag.

#### Den totale overbygningstykkelsen

kan derfor typisk bli

- 5 cm (dekke) +
- 20 cm (bærelag) +
- 60 cm (forsterkningslag), som til sammen blir 85 cm.

I praksis vil den totale tykkelsen ofte ligge mellom 60 cm på en lavtrafikkveg (typisk; fylkesveg) til 100 cm på en høytrafikkveg (typisk; riksveg med mye trafikk). Den store variasjonen skyldes for det meste at forsterkningslagstykkelsen varierer mye, avhengig av undergrunnstypen.

De eksisterende vegene vi vedlikeholder i dag er ofte gamle uten noen egentlig dimensjonering. Da vil det ofte ikke være klare skiller mellom lagene i vegoverbygningen.

#### Frostsikring

En dimensjonering etter vegnormalene (håndbok 018) sikrer at vegen har tilstrekkelig bæreevne, selv i teleløsningen. Selv om bæreevnen er sikret kan tilstanden (jevnheten) på vegen bli uakseptabel i teleløsningen. Vi må derfor i forkant vurdere om (ujevnt) telehiv kan bli et problem, og dersom det er tilfelle, så må vi se på hvordan vi kan frostsikre vegen.

# Veiplakat.

Med Hjemmel af Veilovene af 15de September 1851 § 58 og af 12te Oktober 1857 § 8 samt Hedemarkens Amtsformandskabs dertil meddelte Samtykke fastsættes følgende

## Regler

for Brugen af Kjøreredskaber paa Veien fra Hanestad Jernbanestation til Øvre Rendalens Kirke.

### § 1.

Til al Kjørsel med Læs af større Vægt end 400 Kilogram skal Hjulene have mindst 7,8 Centimeters Fælgbredde.

### § 2.

Paa firehjulede Vogne kan, naar Læssets Vægt ikke overstiger 800 Kilogram, Fælgbredden indskrænkes til 6,5 Centimeter, forsaavidt Hjulene er mindst 94 Centimeter høie.

### § 3.

Sværere Lastvogne for 3 eller flere Heste skulle have Hjul af mindst 1,25 Meters Høide og 9,1 Centimeters Fælgbredde.

Figur 9.3 Selv på 1800-tallet hadde man bestemmelser som begrenset lasten på kjerrene i forhold til felgbredde og hjulhøyde

Frostsikring utformes normalt ved at det legges inn et ekstra lag mellom forsterkningslaget og undergrunnen som er så tykt at frosten ikke når ned i undergrunnen og kan forårsake telehiv. Som regel er det stein eller grus som legges ut. De fleste motorvegene ut av Oslo er frostsikret, og totaltykkelsen på overbygningen ligger på 150 – 180 cm.

Det finnes i dag også spesielle frostsikringsmaterialer, som skumplast (ekstrudert polystyren, XPS), skumglass, Leca (ekspandert leire) mv. Disse materialene er isolerende og gjør at den totale overbygningstykkelsen kan reduseres betydelig.



Figur 9.4 Selv om en veg er dimensjonert helt korrekt bæreevnemessig, så er vi avhengig av en frostteknisk vurdering for å sikre at vi får en veg med en tilfredsstillende tilstand



### **20 års dimensjoneringsperiode - hva betyr det?**

En vanlig dimensjonering sikrer vegens bæreevne. Det vil si at i løpet av dimensjoneringsperioden skal vegen kunne funksjonere tilfredsstillende for brukerne med ”normalt vedlikehold”. Dimensjoneringsperioden er som regel 20 år. Det vil *ikke* si at vi etter 20 år må bygge en ny veg, men da må vi være forberedt på at vegen må forsterkes. Det betyr heller ikke at vegdekket (asfalten) vil holde i 20 år. En asfalt vil typisk holde i 14 år på en fylkesveg og 11 år på en riksveg, og da må de fornyes. At asfaltdekkelevetiden er lavere enn vegens dimensjoneringsperiode er således ikke et tegn på at vi har bommet i dimensjoneringen vår.

### **9.1.2 Utviklingen av dimensjoneringssystemet**

Det norske dimensjoneringssystemet har utviklet seg forholdsvis lite siden 1960-årene. Det er i stor grad basert på erfaringer, og fremstillingen er gjort i en katalogstruktur. Kravene (materialkrav og tykkelser) til dekker og bærelag har imidlertid blitt skjerpet, og en av årsakene er økningen i tillatt ringtrykk, som siden 1960 har økt fra 6 til 9 kg/cm<sup>2</sup>.

Det norske dimensjoneringssystemet for vegoverbygninger er semi-empirisk, det vil si at det både er basert på teoretiske beregninger og på erfaringer. Utgangspunktet for dimensjoneringstabellene er erfaringer fra en vegklasse/trafikkbelastningsklasse på ulike undergrunner – og dette er utvidet herifra til å gjelde alle andre trafikk-klasser.

Grunnlaget for dimensjoneringen ble lagt rundt 1960 ved at man, for de ulike vegklassene man den gang opererte med, anslo hvilken overbygning som var nødvendig for de ulike undergrunnstyper. Det man gjorde var å fastsette overbygningstykkelsen (dekke, bærelag og forsterkningslag)

- for den mest alminnelige vegklassen (tidligere vegklasse IIB) for ulike undergrunnstyper
- for alle andre vegklasser ble det, med utgangspunkt i vegklasse IIB, tatt hensyn til trafikkbelastning og resultatene fra AASHO-forsøket i USA (1958 – 1960)

Siden 1940-tallet har dimensjoneringen for nye veger i Norge vært basert på kravet om 10 tonn tillatt aksellast. I dag har alle riksveger 10 tonn tillatt aksellast, men så sent som i 1980 var kun 12 % av riksvegnettet åpent for 10 tonn.

### **9.1.3 Dimensjonering etter Håndbok 018 Vegbygging (vegnormalene)**

Den norske dimensjoneringstabellen sikrer vegens bæreevne over hele året, også i teeløsningen. Dersom vi har behov for å sikre oss mot ujevn telehiv også, må vi inn med et ekstra frostsikringslag (sand/grus/stein eller isolasjonsplater eller skumglass-granulat mv).

#### **De viktigste dimensjoneringsparametere**

Ved dimensjoneringen tas det hensyn til:

- dimensjoneringsperiode (vanligvis 20 år)
- trafikkbelastning (seks trafikklasser)
  - ÅDT-T, antallet tunge kjøretøyer per døgn
  - tillatt aksellast (vanligvis 10 tonn)
  - årlig vekst i trafikken
  - antall kjørefelt
- undergrunnens styrke (sand?, silt?, leire?, myr?)

### **Indeksmetoden**

Det norske dimensjoneringsystemet er basert på indekssystemet. Det betyr at alle materialer er tillagt en lastfordelingskoeffisient som uttrykker materialets evne til lastfordeling ("styrke") sammenlignet med et enhets referansemateriale. Som referansemateriale er valgt et grusmateriale som tilfredsstillter kravene til forsterkningslag (ikke veldig strenge), og som er gitt lastfordelingskoeffisient 1,0. En god asfalt har til sammenligning en lastfordelingskoeffisient på 3,0. Dvs at det antas at asfalt fordeler trafikklaster tre ganger så godt som et forsterkningslagsmateriale.

### **Indeksverdier**

Dersom en konstruksjon var bygget opp med et forsterkningslag på 60 cm, kunne vi i prinsippet ha erstattet dette laget med et lag som har samme indeksverdi:

$$60 \text{ (cm grustykkelse)} \times 1,0 \text{ (lastfordelingskoeffisient)} = 60 \text{ (indeksverdi)}$$

$$20 \text{ (cm asfalttykkelse)} \times 3,0 \text{ (lastfordelingskoeffisient)} = 60 \text{ (indeksverdi)}$$

Dersom lagene i en vegoppbygning for eksempel har tykkelser

$t_a$  (asfaltdekke)

$t_b$  (bærelag)

og  $t_f$  (forsterkningslag)

og tilhørende lastfordelingskoeffisienter er  $a_a$ ,  $a_b$  og  $a_f$ , så sier vi at konstruksjonens styrkeindeks (SI) er:

$$SI = t_a \times a_a + t_b \times a_b + t_f \times a_f \quad (\text{med tykkelser i cm})$$

For en og samme trafikkklasse, som bestemmes av ÅDT og prosenten av tunge biler, er det ulike krav til styrkeindeks avhengig av undergrunnens styrke. (ÅDT er antall biler som passerer et punkt på vegen i begge retninger på en gjennomsnittsdag.)

Dimensjoneringsstabellene i Håndbok 018 angir kravet til styrkeindeks (SI) for en gitt trafikkbelastning som summen av kravet til indeksverdien over forsterkningslaget og den tykkelsen som er oppgitt for forsterkningslaget for den aktuelle undergrunnstypen.

Før vi kan fastslå hvilke tykkelser vi trenger på lagene i en veg, så må vi skaffe oss opplysninger om en del forhold. De viktigste er

- trafikkbelastningen (i løpet av dimensjoneringsperioden)
- undergrunnens bæreevne

### **Trafikkbelastningen**

Det er de tunge bilene, dvs de bilene som har en tillatt totalvekt over 3,5 tonn, som er avgjørende for dimensjoneringen av en veg. Dersom det for eksempel på en veg antas at ÅDT (årsdøgntrafikken) blir på 1000 må vi i tillegg vite hvor mange av disse bilene som er tunge. Avhengig av om det er en hovedveg (ofte riksveg ev fylkesveg), samleveg (ofte fylkesveg) eller atkomstveg (ofte kommunal veg), så må man ta stilling til hvor mange av bilene som er tunge. Dette varierer normalt fra 5 % på en samleveg til 15 % på en hovedveg, men på noen tungt trafikkerte gjennomgangsruter i Norge kan tungtrafikkandelen komme opp i 20-25 %. I mange land foretas det egne trafikktegninger for å fastlegge hvordan trafikken er sammensatt.

Hver enkelt tung bil består av flere aksler med ulik belastning, kanskje fra 5 tonn opp til 10 tonn. Vi sier at en 10 tonns aksel i belastningssammenheng utgjør en "enhet", det er "en ekvivalent aksel" sier vi, og tenker på den nedbrytningen den forårsaker på vegkonstruksjonen. Nedbrytningen fra én enkelt aksel er selvfølgelig forsvinnende liten, men om vi har

50 000 10-tonns aksler gjennom et år, så utgjør det 1 million i løpet av en 20 års dimensjoneringsperiode. Nå er det selvfølgelig slik at det er mange aksler som ikke er på ti tonn, det kan være aksellaster både under og over (overlast!) dette.

De faktisk opptredende aksellastene kan omregnes slik at vi får deres nedbrytende effekt i forhold til en ti tonns aksel. Dette gjøres med utgangspunkt i ”4-potens-regelen”:

$$\text{Nedbrytende effekt} = (\text{faktisk aksellast}/10)^4$$

Effekten av en aksellast på 8 tonn blir etter dette, sammenlignet med en 10 tonns aksel:

$$(8/10)^4 = 0,41$$

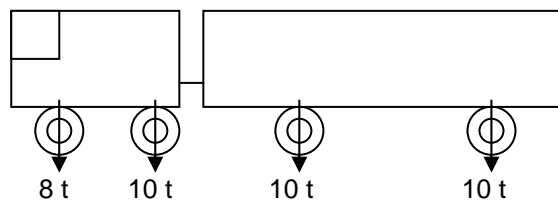
Effekten av en aksellast på 4 tonn blir etter dette, sammenlignet med en 10 tonns aksel:

$$(4/10)^4 = 0,026$$

Det vil si at en 8 tonns aksellast har 41 % ”nedbrytende effekt” i forhold til en 10 tonns aksellast. Tilsvarende blir den nedbrytende effekten av en 4 tonns aksel bare 2,6 %, og om vi tar en personbil med en aksellast på 650 kg får vi en faktor på 0,00002.

Vi skjønner ut fra dette at personbiler ikke bidrar mye til nedbrytningen av en veg.

Sammensatt eksempel:



Den tunge bilen vist over har en nedbrytende effekt som tilsvarer:

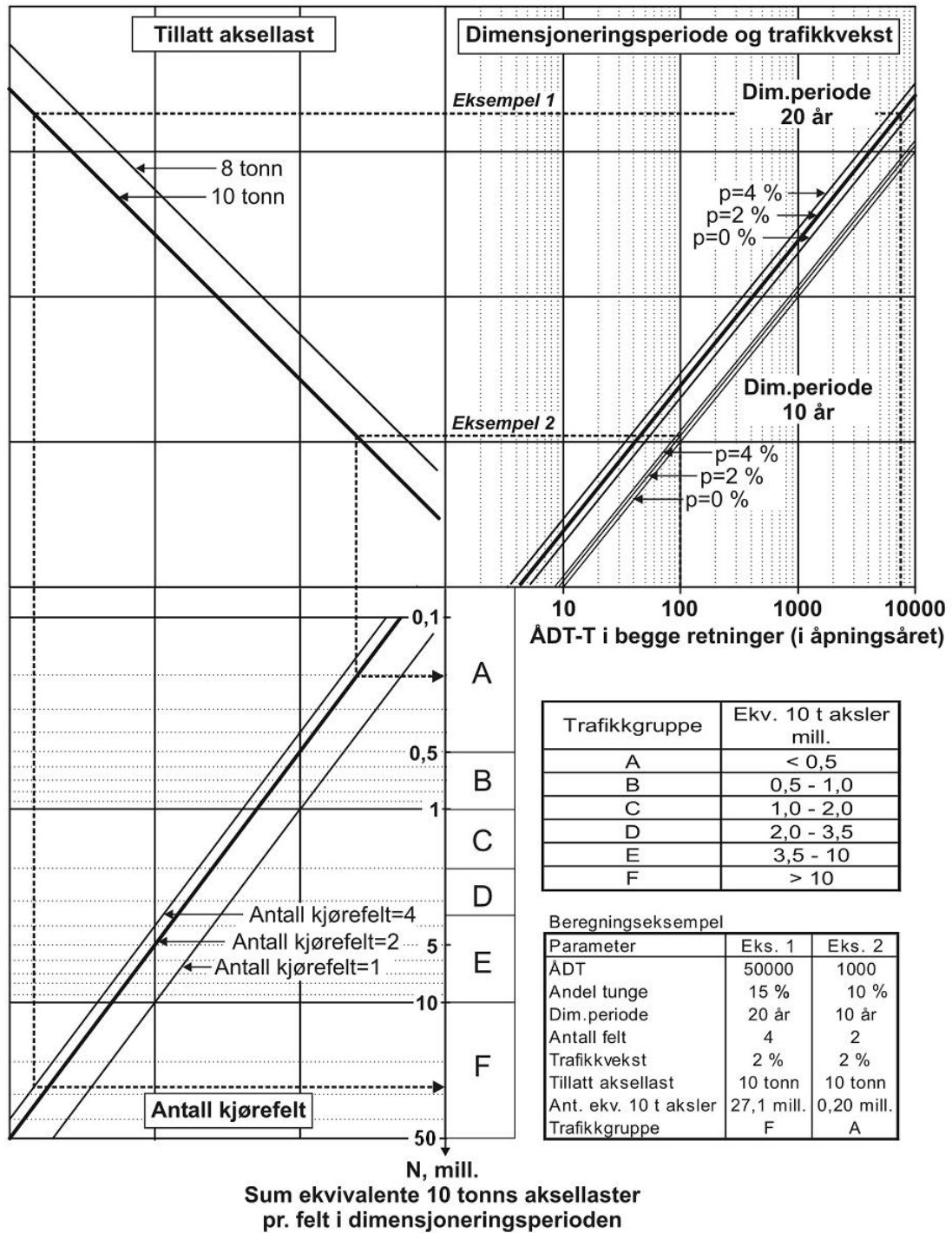
$$0,41 + 1,0 + 1,0 + 1,0 = 3,41 \text{ (antall) } 10 \text{ tonns aksler}$$

Slik kan vi altså gjøre om alle tunge aksler til ”ekvivalente 10 tonns aksler” og summere disse over hele dimensjoneringsperioden (20 år). Da får vi et tall vi kan bruke i dimensjoneringen:

$$\mathbf{N = \text{sum ekvivalente 10 tonns aksler}}$$

For veger med liten trafikk kan N bli ”noen hundre tusen”. For våre mest trafikkerte motorveger kan N bli over 10 millioner i løpet av dimensjoneringsperioden.

For å bestemme trafikkbelastningen (N) best mulig, må vi gjøre forutsetninger mht trafikkveksten, mht hva som er tillatt aksellast på vegen og hva som er aksellastfordelingen på vegen. Også dimensjoneringsperiode, andel tunge kjøretøyer og antall kjørefelt på vegen må være fastlagt, se figur 9.5.



Figur 9.5 Diagram for beregning av total trafikkbelastning N i Håndbok 018 Vegbygging

Dimensjoneringstabellen i Håndbok 018 er vist i figur 9.6. Input her er trafikkgrupper, bestemt ut fra beregnet N-verdi.

<h1>H/S/A</h1>	<b>DIMENSJONERINGSTABELL FOR HOVED-, SAMLE- OG ADKOMSTVEGER</b> (lagtykkelser i cm)						
<b>TRAFIKKGRUPPE</b> (Antall ekvivalente 10 t aksler pr. felt i dimensjoneringsperioden, N, mill.)							
<b>A</b> ( < 0,5 )	<b>B</b> ( 0,5 - 1 )	<b>C</b> ( 1 - 2 )	<b>D</b> ( 2 - 3,5 )	<b>E</b> ( 3,5 - 10 )	<b>F</b> ( > 10 )		
DEKKE <sup>2)</sup> Dekketype og tykkelse velges på grunnlag av ADT i åpningsåret, se kap. 512.12 / figur 512.2							
<b>BÆRELAG</b>							
Typiske materialer:		Tykkelse (cm), bærelag					
Ag		9	10	11	12	13	14
Ag over Ap		5 over 6	6 over 7	6 over 8	7 over 8	7 over 9	7 over 10
Ag over Pp		5 over 9	5 over 10	6 over 10	7 over 10	8 over 10	9 over 10
Ag over Ak		5 over 10	6 over 10	7 over 10	7 over 11		
Ag over Fk		5 over 10	6 over 10	7 over 10	7 over 11	-	-
Ag over Gja <sup>4)</sup>		6 over 5	6 over 7	6 over 9	6 over 10	-	-
Sg, Eg, Gja over Fk <sup>4)</sup>		8 over 10	9 over 11	10 over 12	-	-	-
Fk		20	20	-	-	-	-
<b>FORSTERKNINGSLAG PÅ</b>							
Materialtype i grunnen:	Bæreevne gruppe	Tykkelse (cm), forsterkningslag med lastfordelingskoeffisient a = 1,0 For riksveger økes tykkelsen med 10 cm i forhold til tabellverdiene					
Fjellskjæring, steinfylling, T1	1	20 <sup>7)</sup>	20 <sup>7)</sup>	20 <sup>7)</sup>	20 <sup>7)</sup>	20	20
Grus Cu ≥ 15, T1	2	20 <sup>7)</sup>	20 <sup>7)</sup>	20 <sup>7)</sup>	20 <sup>7)</sup>	20	20
Grus Cu < 15, T1 Sand Cu ≥ 15, T1 Fjellskjæring, steinfylling T2 Sand Cu < 15, T1 <sup>5)</sup>	3	20	20	20	30	40	40
Grus, sand, morene, T2	4	30	30	40	50	60	70
Grus, sand, morene, T3	5	40	50	60	60	70	80
Silt, leire, T4, c <sub>u</sub> ≥ 50 kPa	6	50	60	60	70	80	90
Silt, leire, T4, c <sub>u</sub> 37,5-50 kPa	6	50	60	70	70	80	90
Silt, leire, T4, c <sub>u</sub> 25-37,5 kPa	6	50+20 <sup>1)</sup>	60+10 <sup>1)</sup>	70	70	80	90
Silt, leire, T4, c <sub>u</sub> < 25 kPa <sup>2)</sup>	6	50+50 <sup>1)</sup>	60+40 <sup>1)</sup>	70+30 <sup>1)</sup>	70+30 <sup>1)</sup>	80+20 <sup>1)</sup>	90+10 <sup>1)</sup>
<b>BÆRELAGSINDEKS</b> Bl <sub>k</sub> <sup>6)</sup>		39 <sup>3)</sup>	45 <sup>3)</sup>	50 <sup>3)</sup>	54	62	65
<sup>1)</sup> Tall med pluss foran er knyttet til anleggstekniske forhold. <sup>2)</sup> For undergrunn av leire med c <sub>u</sub> < 25 kPa skal forsterkningslagstykkelse og sikkerhet mot grunnbrudd vurderes spesielt. <sup>3)</sup> For N < 2 mill. kan kravet til bærelagsindeks reduseres som vist i figur 512.4 ved bruk av "myke massetyper" i slitelaget. <sup>4)</sup> Tykkelsene forutsetter en lastfordelingskoeffisient på min. 1,75 for Sg, Eg og Gja. Ved lavere lastfordelingskoeffisienter, må tykkelsen økes. <sup>5)</sup> Sand med Cu < 5 skal vurderes særskilt. <sup>6)</sup> Definisjon av bærelagsindeks (Bl <sub>k</sub> ), se vedlegg 4. <sup>7)</sup> Dersom de øverste 20 cm av materialet i grunnen tilfredsstillter kravene til forsterkningslag, kan forsterkningslaget sløyfes. <b>GRUNNFORSTERKNING:</b> Nødvendig tykkelse av grunnforsterkningslag for at dette skal kunne betraktes som undergrunn ved dimensjonering av overbygning er vist i figur 512.5. <b>FROSTSIKRING:</b> Om bæreevnemessig dimensjonering ved ulike typer frostsikring, se kap. 512.13, kap. 512.4 og vedlegg 1. Cu og c <sub>u</sub> : For velgraderte og/eller grove masser brukes <i>graderingstall</i> (C <sub>u</sub> eller Cu, fra engelsk: Coefficient of uniformity) som er definert som d <sub>60</sub> /d <sub>10</sub> , se vedlegg 13. For leire brukes begrepet <i>udrenert skjærfasthet</i> (c <sub>u</sub> , engelsk: cohesion, undrained).							

Figur 9.6 Dimensjoneringstabell for vegger med asfaltdekke i Håndbok 018 Vegbygging (lagtykkelser i cm)

## ***Undergrunnen***

Det er sju forskjellige undergrunnstyper i dimensjoneringstabellen:

- fjellskjæring, steinfylling (bæreevnegruppe 1)
- velgradert grus (bæreevnegruppe 2)
- annen grus og sand (bæreevnegruppe 3)
- litt telefarlige materialer (bæreevnegruppe 4)
- middels telefarlige materialer (bæreevnegruppe 5)
- meget telefarlige materialer (silt leire) (bæreevnegruppe 6)
- myr (bæreevnegruppe 7) - her må det spesiell dimensjonering til

De ulike undergrunner trenger ulike tykkelser av forsterkningslaget for at ikke undergrunnen skal bli overbelastet og gi varige deformasjoner. Tykkelsen avhenger også av trafikkbelastningen (antall overfarer).

## **9.2 Forsterkning av veg**

### **9.2.1 Innledning**

En veg som er bygget etter vegnormalene er dimensjonert for å tåle trafikkbelastningene i en 20-års periode. Som nevnt tidligere er det ingen sammenheng mellom denne dimensjoneringsperioden og vegdekkets levetid. Normalt vil et vegdekke holde i 10 – 15 år. Da er tilstanden slik at dekket må fornyes.

Etter 20 år er det i prinsippet behov for å forsterke vegen, slik at den skal kunne tåle trafikkbelastningen i 20 nye år. I praksis utgjør den dekkefornyelsen som skjer med 10 - 15 års mellomrom en tilstrekkelig forsterkning til å ”holde vegen i live” gjennom dens levetid, som kan være typisk 40 - 60 år.

### ***Dekkelevetid – en indikator på forsterkningsbehov***

Hva er dekkelevetid? Dekkelevetid regner vi i år og er fra det året asfaltdekket legges til det ut fra tilstandsmålingene av spor og jevnhet skulle ha vært dekkefornyet. Med begrensede budsjetter kan det gå enda ett år eller to til den reelle fornyelsen av dekket skjer, men det skal vi ikke ta hensyn til.

Dekkelevetiden er indikatoren på om vegen er bygget som den skal eller ikke. Når det for noen veger er behov for å foreta en forsterkning, skyldes det enten at vegen fra begynnelsen av er underdimensjonert, eller det kan være at den ikke er dimensjonert i det hele tatt.

Typisk for norske forhold er at vegen har ”blitt til” gjennom tidene, for eksempel ved at en kjerreveg eller en smal grusveg er blitt utvidet og flikket på i mange omganger og har fått mangedoblet trafikkbelastning. Eller den kan være dimensjonert på vanlig måte, men likevel bygget opp av materialer som er så dårlige at dekkelevetiden blir mye lavere enn det den bør være.

Når dekkelevetiden er lavere enn normalt er spørsmålet om hva som er mest økonomisk; hyppig dekkefornyelse eller en forsterkning som sikrer at dekkelevetiden blir ”normal”.

En tommelfingerregel er at en forsterkning vil være lønnsom dersom dekkelevetiden er mindre enn halvparten av hva den burde ha vært. På slike strekninger vil det i det lange løp være mer lønnsomt å foreta forsterkning enn å fortsette med veldig hyppige dekkefornyelser. Den investeringen som gjøres i forsterkningsarbeider vil derfor hentes inn i en minst like stor besparelse i senere budsjetter for dekkevedlikehold.

### **MERK!**

En dårlig dekketilstand - utover det normale - er ikke ensbetydende med dårlig bæreevne og et forsterkningsbehov. Årsaken kan like gjerne være at dekket har holdt bra, men at den nødvendige dekkefornyelsen ikke er gjennomført som forutsatt.

En lav dekkelevetid betyr heller ikke alltid at vi har et forsterkningsbehov. I noen tilfeller kan årsaken til en lav dekkelevetid ligge i at dekkekvaliteten er for dårlig, for eksempel ved at bestandighetsegenskapene er for dårlige. Også spesielt store teleproblemer kan føre til oppsprekking og lave dekkelevetider uten at det er noe i veien med oppbygningen og styrken i konstruksjonen. Og det klareste eksempel: En lav dekkelevetid som skyldes høy piggdekkslitasje er åpenbart ikke et signal om forsterkningsbehov. Slike tilfeller må en være i stand til å skille ut før en konkluderer med at vi har et forsterkningsbehov.

### **Hva koster forsterkning?**

Det er særlig lavtrafikkveger med ÅDT under 1500 som har dekkelevetider som er så lave at det er forsterkningsbehov. Veger med ÅDT over 5000 har sjelden større forsterkningsbehov, utover helt punktvis behov. Det koster ca 1 mill kr/km å forsterke en lavtrafikkveg. Når forsterkningsinvesteringen tas kan det være fristende å samtidig foreta noen "nødvendige" breddeutvidelser, utslaking av kurver eller stigninger osv, men kostnadene kan da fort komme opp i 2 – 4 mill kr/km.

### **Tillatt aksellast**

Alle riksveger i Norge har nå 10 tonn tillatt aksellast. Dette er oppnådd gjennom

- forsterkningsarbeid
- dekkefornyelser, som etter hvert har gitt bidrag til vegens bæreevne

På fylkesvegnettet er det imidlertid en betydelig andel (2010: ca 45 %) som fremdeles har 8 tonn tillatt aksellast. Dette kan skyldes at bruene ikke tåler 10 tonn, men som regel er det mangler ved vegoverbygningen som er årsaken (for tynn overbygning eller bruk av dårlige materialer).

## **9.2.2 Norsk system for vurdering av forsterkning**



*Figur 9.7 Tilstandsmålinger av spor og jevnhet utføres med ViaPPS*

Siden 1988 har vi i Norge hatt en årlig innsamling av tilstandsdata for alle riks- og fylkesveger, i hovedsak målinger av spor- og jevnhet. Dataene behandles og presenteres gjennom et dataverktøy, PMS (**P**avement **M**anagement **S**ystem). Dette har gitt oss muligheten til å hente inn kunnskap om opptredende dekkelevetider. Ut fra en forventning over hvor lenge et asfaltdekke bør holde, avhengig av ÅDT og dekketype, samt et normalt vedlikehold, kan vi vurdere om vi har fått den dekkelevetid som vi burde ha oppnådd. En kortere dekkelevetid indikerer at vegen er utsatt for stor trafikkbelastning i forhold til vegoverbygningens styrke, og det er utgangspunktet for et forsterkningsbehov.

Fremgangsmåten er altså:

- 1) Vi vurderer dekkelevetiden på eksisterende veg i forhold til hva vi *burde* ha oppnådd
- 2) Avhengig av forholdet mellom den dekkelevetid vi *har oppnådd* og den vi *burde ha oppnådd*, kan vi si noe om forsterkningsbehovet – uttrykt ved den styrkeindeks vi må tilføre vegen

Når vi gjør dette er det fordi vi har PMS-verktøyet vi kan bruke - vi har informasjonen som er nødvendig, og vi begrunner bruken av en slik metode med at dekkelevetiden er et viktig uttrykk for forsterkningskostnadene.

I de siste tiårene har man i store deler av verden - også i Norden - gått over til ”*analytisk dimensjonering*” (også kalt ”*mekanistisk dimensjonering*”). Det er en dimensjonering der man med utgangspunkt i kunnskap om trafikkbelastninger, klimaforhold og materialkunnskap i form av E-moduler mv benytter avanserte regneprogrammer for å finne ut hvilke nye materiallag som må tilføres for at den nødvendige bæreevne (tillatt aksellast) skal oppnås. Slike programmer krever betydelig grunnlagsarbeid med fastleggelse og kalibrering av materialdata og forutsetninger for beregningene.

I Norge har vi gjennom å følge tilstandsutviklingen fått en meget god oversikt over de dekkelevetider som oppnås. Vi har derfor et godt utgangspunkt for å vurdere behovet for forsterkning ved å se på dekkelevetiden som en fasit for hvor god vegoverbygningen er.

De fleste andre land benytter også tilstandsmålinger, men de er sjelden utviklet til å kunne brukes annet enn på et overordnet nivå. Noe av forklaringen på at ingen hittil har fulgt oss kan ligge i dette – pluss at konservatismen råder.

### 9.2.3 Asfaltering av grusveger

Dersom det skal investeres i å få lagt et asfaltdekke på en grusveg, er det som regel økonomisk å samtidig foreta en forsterkning som fører til at vegen kan tillates for 10 tonn aksellast.

Det er sjelden gamle grusveger har blitt ”dimensjonert”, og i praksis kan vi regne med at vegen er blitt tillatt for 8 tonn fordi broene tåler dette. I virkeligheten burde kanskje vegen ha vært tillatt for 6 tonn eller endog bare 4 tonn tillatt aksellast. Når dette likevel kan gå bra skyldes det at deformasjonene i en grusveg blir rettet opp med veggøvel flere ganger i året.

En grusveg må altså i de fleste tilfeller ”forsterkes opp mange (ca 4?) tonn” for å kunne tillates for 10 tonns aksellast, som er målet. Man kan derfor ikke legge et asfaltdekke direkte på en grusveg, vegen trenger en betydelig forsterkning for at vegdekket skal få en ”normal” levetid.

Å forsterke en grusveg slik at den får et asfaltdekke og samtidig 10 tonns tillatt aksellast vil normalt koste ca 1 mill kr per km. Det forutsettes da at man ikke samtidig foretar store utbed-



ringer av vegbredder, utretting av svinger mv. I slike tilfeller kan kostnadene komme opp i 2 – 4 mill kr per km.

#### **9.2.4 Forsterkning fra 8 til 10 tonn tillatt aksellast**

Mange asfalterte fylkesveger er fremdeles kun tillatt for 8 tonn aksellast. Etter hvert som 8 tonns vegene blir forsterket – eller vi ser at tilstandsutviklingen tilsier at vegen kan tillates for 10 tonn tillatt aksellast – blir de skrevet opp til 10 tonn.

#### **9.2.5 Aktuelle forsterkningstiltak**

Før forsterkningsarbeid igangsettes er det altså to vurderinger som må gjøres innledningsvis:

- 1) Er det behov for forsterkning?
- 2) Hvis behovet er der – hvilket forsterkningstiltak er det beste?

##### *Drenering er normalt det beste forsterkningstiltaket*

Det billigste og beste forsterkningstiltaket vil alltid være å sørge for at dreneringen er i orden. En god drenering betyr ikke bare gode drengrøfter, men at en også har kontroll med vannstrømninger langs vegen, både i overkant av skjæringer og langs fjellformasjoner, der fjell i grøft og undergrunn kan kanalisere vannet inn i vegen eller demme det inne. Avkjørsler uten gjennomgående kanalisering av vann fra sidegrøft er en annen hyppig årsak til skader. I noen tilfeller kan et drenstiltak alene være det beste tiltak.

Ved et forsterkningsarbeid bør en ev drensutbedring fortrinnsvis foretas et år eller to før hovedtiltaket gjennomføres, slik at effekten av dette kan tas med i vurderingen av nødvendig tilleggsforsterkning.

En velfungerende drenering er en forutsetning for at de fleste andre tiltak vil fungere godt. Med mangelfulle drensforhold vil man få lite igjen av et ellers godt forsterkningstiltak.

##### *Forsterkning ved vannømfintlige/telearlige materialer*

En vanlig årsak til et forsterkningsbehov (dvs lav dekkelevetid) vil ofte være at lagene i en eksisterende veg inneholder for mye finstoff, slik at materialene er blitt vannømfintlige/telearlige.

På slike veger har vi tre ulike fremgangsmåter. Vi kan:

- 1) Bygge opp nye lag (ofte; bærelag og dekke) over eksisterende vegoverbygning. Det forutsetter at materialene i eksisterende veg ikke er altfor langt fra kravene. Oppbygning bør da gjennomføres med godt drenerende materialer, for eksempel et pukklag eller ved en større forsterkning; med maskinkult. Ulempen ved en slik oppbygning vil være at vi kan miste vegbredde.
- 2) Fjerne de finstoffholdige materialene før vi bygger oss videre opp.
- 3) Nøytralisere finstoffet i de finstoffholdige materialene ved å stabilisere de, for eksempel med bitumen. For å sette i gang slike arbeider bør det mobiliseres for en større jobb (noen km).

##### *Forsterkning av lokale punkter/partier*

Ved forsterkning av helt lokale punkter vil det være riktig å bygge opp ny veg på samme måte som tilstøtende veg. Selv om dette ikke skulle være ”etter boka”, vil det være en forutsetning for at vegen på det ombygde partiet skal oppføre seg likt med eksisterende veg.

### *Kantforsterkning*

Med smale skuldre kan belastningene på en veg bli store mot kantene, og dårlig innspenning her kan føre til at hele vegen må dekkefornyes før tiden. En dekkefornyelse alene vil sjelden rette opp disse forholdene, og en kantforsterkning kombinert med en ev utbedring av drencsystemet kan være nødvendig.

I forbindelse med dekkefornyelse bør en vurdere om en lokal utbedring med armering bør gjennomføres. I figur 9.8 er det vist en strekning som ble kantforsterket i 2009 med stålarmoring. Halve kjørefeltet ble først frest ned 4 cm (minst ca 1 m innenfor sprekkene), deretter ble armering montert før nytt dekke ble lagt i hele veggbredden.

Slike kantforsterkninger er gjennomført mange steder med meget godt resultat.



Figur 9.8 *Kantforsterkning med stålarmoring på rv 4, Oppland – før (2007) og etter (2009) tiltak*

### *Breddeutvidelser*

Ved breddeutvidelser bør vegutvidelsen i de fleste tilfeller utføres ”etter boka”, selv om eksisterende veg mangler en del i bæreevne. Utvidelsen bør spleises inn i eksisterende veg, dette gjelder også lagene i dekket. Det er også viktig at breddeutvidelsen bygges opp lagvis med gode materialer som komprimeres godt for å unngå ”egensetninger” i utvidelsen.

Det vil alltid være en utfordring å få en breddeutvidelse til å virke sammen med en eksisterende veg uten at det oppstår langsgående sprekker pga ettersetninger, ulike telehiv eller lignende. Bruk av armering bør derfor alltid vurderes. Armeringen legges inn på samme måte som ved kantforsterkning (se over), og opptredende krefter vil som regel favorisere stålarmoring.



*Figur 9.9 Oppsprekking etter breddeutvidelse*

*Utbedring av større telesprekker*

Ved større telesprekker (bredde over 5 cm) er stålarmering godt egnet. Vegen bør da som regel armeres i full bredde, og for et godt og varig resultat bør det legges min  $150 \text{ kg/m}^2$  asfalt over nettet.



# Kapittel 10 Grøntarealer

*Ingjerd Solfeld, Elisabet Kongsbakk og Astrid Skrindo, Statens vegvesen*

10.1	Innledning.....	2
10.2	Planmessig etablering av vegetasjon.....	2
10.3	Drift og vedlikehold av grønntarealer, definisjoner .....	3
10.4	Formål med drift og vedlikehold av vegetasjon.....	3
10.5	Kartlegging av vegetasjon langs trafikkårer.....	7
10.5.1	Kartlegging av parklike anlegg.....	8
10.5.2	Kartlegging av naturlike anlegg .....	8
10.6	Naturlig revegetering fra stedlige toppmasser .....	10
10.7	Naboforhold og vegetasjon .....	10
10.8	Rydding av skog, busker og kratt.....	11
10.9	Beskjæring av trær .....	11
10.10	Miljøvennlig drift av grønntarealer .....	12
	Litteratur og kilder .....	12

*Versjon 2011-11-20*

# 10 Grøntarealer

## 10.1 Innledning

I det moderne samfunnet tenker man gjerne helhetlig omkring menneskers oppfattelse av omgivelser og hvilken betydning dette har for blant annet oppvekstmiljø og helse. Vegetasjon er en vesentlig del av omgivelsene.

Den europeiske landskapskonvensjonen slår fast at landskapet er en viktig faktor for folks livskvalitet, i byområder og i spredtbygde strøk. Et landskap er et område som er et resultat av naturlige prosesser og menneskelig påvirkning, samt samspillet mellom disse. Konvensjonen bygger bro mellom natur og kulturarv og omhandler alle typer landskap. Den omhandler ikke bare landskap som anses som vakre eller spesielt verdifulle. Det legges stor vekt på hverdagslandskap der folk ferdes, samt landskap som er truet av forfall, eller som er forringet på en eller annen måte.

Oppfyllelse av målene i landskapskonvensjonen krever en bevisst tilnærming til drift og vedlikehold av landskapet langs våre veier. Miljøkvaliteter i landskapet skal bevares og styrkes. Statens vegvesen er en av landets største byggherreaktører innenfor grøntanleggs-bransjen og man kan kanskje med rett si at Statens vegvesen forvalter Norges lengste hage.

Styrende for arbeidet med drift og vedlikehold av vegetasjon langs trafikkårer er anbefalinger, veiledning og krav som finnes i håndbøkene til Statens vegvesen, herunder spesielt Håndbok 111 Standard for drift og vedlikehold, Håndbok 231 Rekkverk og Håndbok 242 Veger og dyreliv.

Norske lover ligger til grunn for flere av de valgene som gjøres, for eksempel er Naturmangfoldloven og Naboloven sentrale i dette arbeidet.

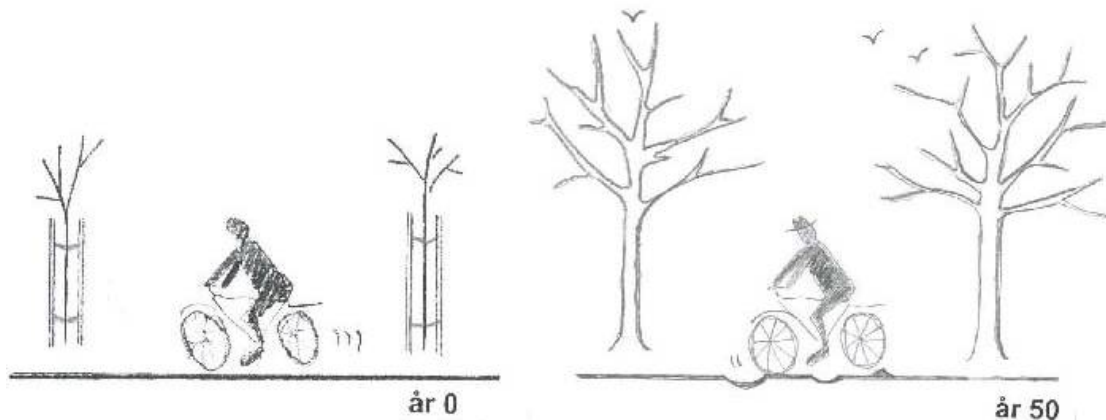
Vedrørende planer for drift og vedlikehold av vegetasjon langs trafikkårer er det naturlig og nødvendig å samarbeide med andre aktører/myndigheter. I forbindelse med utarbeidelse av konkurransegrunnlag for den enkelte driftskontrakt er det naturlig å samarbeide med f. eks. By- og riksantikvar, kommuner og Fylkesmannens miljøvernavdeling, samt det lokale landbrukskontoret. Jernbaneverket, som er den andre store aktøren innenfor transportsektoren, er også en viktig samarbeidspartner på enkelte strekninger der jernbane og veg møtes.

## 10.2 Planmessig etablering av vegetasjon

Langs en nybygd veg kan vi finne naturligt landskap eller mer parklik vegetasjon, det vi tradisjonelt kaller grøntanlegg. Det er viktig å være klar over at det ligger bevisste valg til grunn for resultatet vi ser når vegen er ferdigstilt. Planleggeren har en intensjon med sin plan for vegens omgivelser.

Det bør foreligge både ferdigvegsdokumentasjon og en FDV plan (Forvaltning, drift og vedlikeholdsplan) som beskriver hvilken intensjon planleggeren har med vegetasjonen. Dokumentasjonen bør inneholde informasjon om hvilke skjøtselstiltak som er nødvendige for å vedlikeholde og videreutvikle vegetasjonen i den retningen man ønsker. Dersom det ikke foreligger egnet dokumentasjon for vegetasjonen kan dette utarbeides i ettertid av landskapsarkitekt eller grøntmiljøforvalter.

Et viktig moment er at nyplantet vegetasjon eller jord som er lagt ut med tanke på naturlig revegetering bare er i startgropa når vegen er ferdigbygget og klar for trafikk. Plantesamfunn er i stadig endring og trær og busker vokser år for år.



Figur 10.1 ”Det langsomme skuespill”. Drift og vedlikehold skal bevare og utvikle vegetasjon slik at intensjonene med anleggene oppfylles og investeringene tas vare på. (Illustrasjon: Elisabet Kongsbakk)

Et grøntanlegg er ikke ferdig på åpningsdagen – plantene vokser og utvikler seg. Det er en forutsetning for å utvikle gode grøntanlegg at entreprenøren som utfører drift og vedlikehold har fagkompetanse. Det er derfor viktig å stille spesifikke krav til fagkompetansen. Skjøtsel av vegetasjon er et fagområde underlagt anleggsgartnerfaget. I de senere årene har det også kommet kurs og utdanning innenfor trepleiefaget.

### 10.3 Drift og vedlikehold av grøntarealer, definisjoner

- **Drift** er skjøtselstiltak og rutiner som er nødvendige for at anlegget skal fungere som planlagt, eksempelvis kantslått, tilføring av kompost og oppbyggingsbeskjæring.
- **Vedlikehold** er tiltak som er nødvendige for at anlegget skal opprettholde en fastsatt kvalitet. Eksempler på dette er utskifting av døde planter.

### 10.4 Formål med drift og vedlikehold av vegetasjon

- **Bidra til at grøntarealer har en estetisk god kvalitet til glede for trafikantene**  
Et viktig punkt her er at den vegetasjonen vi har valgt å beholde og videreutvikle langs trafikkårene skal driftes og vedlikeholdes i forhold til et definert skjøtselsbehov. I noen tilfeller vil det være riktig å si at vegetasjonen skal være frisk og i god vekst, men for andre tilfeller, for eksempel tørre vegkanter eller hule gamle løvtrær, er det andre kriterier som gjelder.

En sentral del av drift og vedlikehold av vegetasjon langs trafikkårer vil være å hindre gjengroing. Generelt vil utsikt til for eksempel fjell og vann eller landsbrukslandskap være kvaliteter som trafikantene ønsker. Dette er kanskje spesielt aktuelt langs turistveger. Andre steder kan vegetasjon langs vann og vassdrag være viktig for å ivareta de biologiske funksjonene i vassdraget. Feil utført skjøtsel kan forringe kvaliteten på grøntanleggene både estetisk og biologisk. For eksempel vil stammeskader fra kantklippere og snømåking være estetisk skjemmende i tillegg til å bidra til redusert tilvekst og forkortet levetid for berørte trær og busker.

Organisk linjeføring er et begrep som kan brukes for å beskrive hvordan man ønsker linjene i vegkantlandskapet. Med organisk linjeføring menes at man følger naturlig topografi i landskapet ved kantklipp.

Blomster i naturlig vegetasjon kan fremmes ved å tilpasse klippetidspunkt til etter blomstring og frøsetting. Blomsterplantinger i park- og parklike arealer krever intensiv skjøtsel for å fremstå som velstelte elementer.

- **Bidra til å ivareta sikkerheten langs veg**

Vegetasjon må skjøttes slik at den bidrar til å øke sikkerheten for mennesker og dyr som ferdes på og langs vegen. Man må tenke på hvilke bidrag vegetasjonen har til vegmiljøet som helhet.

Vegetasjon kan for eksempel virke som en ledende linje for bilistene dersom kratt fjernes rundt stammene på en trekke langs vegen. Et spørsmål som kan stilles er om beskjæring av vegetasjon vil bedre sikt og bidra til at fotgjengere og syklister blir mer synlige. Et annet spørsmål som bør stilles er om løvfall om høsten kan utgjøre en risiko for glatt vegbane slik at dette må fjernes. Slike spørsmål bør avklares lokalt i det enkelte område for å gi grunnlag for en god drifts- og vedlikeholdsavtale.

Det er et absolutt krav at siktsoner må opprettholdes på definerte områder med krav til sikt. Dette betyr at i kryssområder, i innersving i høybrekk samt i kurver skal ikke vegetasjonen være høyere enn 50 cm over vegen. Det kan tillates oppstammede trær i siktsonen.

Ryddebredden avhenger av en rekke forhold som ÅDT, trafikkhastighet, type veg, eienomsforhold, topografi m.v. Hvilke krav som stilles til ryddebredde og -høyde, også kalt "vegens frie rom", fremgår av de før nevnte håndbøkene til Statens vegvesen.

I nasjonal tiltaksplan for trafikksikkerhet på vei står det:

*"Vegetasjon langs vegen kan påvirke trafikksikkerheten negativt. Det er viktig at frisisiktsoner blir opprettholdt gjennom hele året. I enkeltstående tilfeller vil det være behov for særlige tiltak for å ivareta trafikksikkerheten, spesielt i forbindelse med alleer, trekker og monumentale enkelttrær. Aktuelle tiltak er å senke fartsgrensen, tydeliggjøre kantlinjer eller sette opp rekkverk."*

Ved siktkonflikter mellom vegetasjon og skilt, trafikklys eller gatebelysning må det vurderes tiltak som beskjæring av trær og busker eller flytting av elementer. Mange konflikter mellom skilt og trær løses enkelt ved at skiltet flyttes og settes foran treet.

Siktrydding for å hindre ulykker med ville dyr er også aktuelt og brukes med gode erfaringer.

- **Sikre vannavrenning fra vegbanen**

Vegens skulder skal være fri for vegetasjon. Vegskulderen er i utgangspunktet en tørr og næringsfattig gruskant som ligger vel til rette for lavtvoksende planter. Men over tid vil akkumulering av plantemateriale, strøsand og asfaltstøv kunne danne en "kant" oppå vegskulderen som hindrer avrenning fra vegbanen. Dette kan både gi glatt vegbane/ vannplaningsfare og på sikt skade vegkonstruksjonen og forringe bæreevnen.

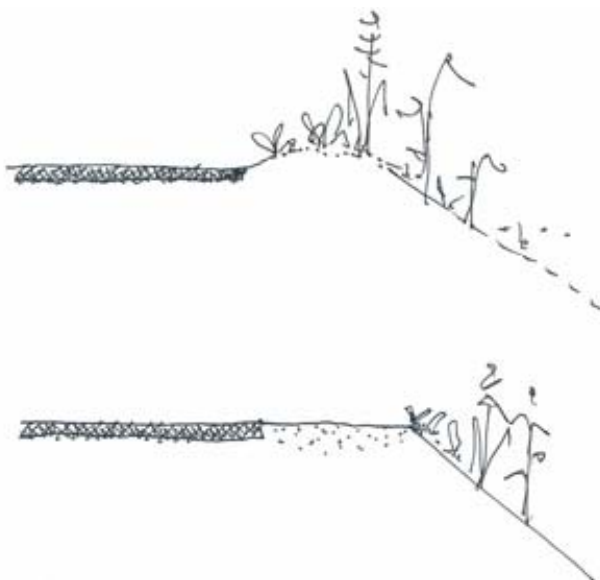
Man må spesielt være oppmerksom på strekninger med rekkverk. En voksende torvkant der vil vanskeliggjøre maskinell slått under rekkverket, høyvokst vegetasjon får utvikle seg og problemet vil akselerere.

Fjerning av kanten (og evt. utlegging av grov grus) vil fremme lavtvoksende vegetasjon.





Figur 10.2 Torvkant som hindrer avrenning av vann fra vegbanen  
(Foto: Elisabet Kongsbakk)



Figur 10.3 Viktig at torvkanter på skulderen fjernes (Illustrasjon: Elisabet Kongsbakk)

- **Bidra til ivaretagelse av kulturminner og biologisk mangfold**

***Ta vare på kulturminner og verdifull natur:***

Verdifull natur kan være enkelttrær, trekkerer, alléer, eller andre elementer av kulturhistorisk verdi. Som eksempel kan nevnes trær som har vært kollet eller styvet. Kolling er den lauvingskulturen som er brukt på Østlandet, styving er den vestnorske. Hensikten med styving og kolling var å skaffe tilleggsfor til husdyrene. Trær som har vært kolla er verdifulle som kulturminner og er eksempel på vegetasjon som må kartfestes og tas vare på.

Verdifull vegetasjon kan også være naturtyper som har høyt biologisk mangfold, er truede eller som har arter som er truet og står på Norsk rødliste. Som eksempel kan nevnes ulike slåtteeenger der tidspunkt og hyppighet på vegkantslått er avgjørende for hvordan naturtypen utvikler seg.

### ***Hemme og bekjempe uønsket vegetasjon:***

Uønsket vegetasjon kan være både uønskede arter og annen kraftigvoksende vegetasjon. Drift og vedlikehold av grøntarealer må omfatte en omtanke for det biologiske mangfoldet i naturen. Tidspunkt og hyppighet av kantslått velges for å ta vare på spesielt verdifulle naturtyper eller planter eller for å bekjempe uønsket vegetasjon.

Statens vegvesen bekjemper et utvalg fremmede skadelige arter som et ledd i en tverrsektoriell nasjonal strategi. Kunnskap om artene samt metoder for kontroll og bekjempelse er stadig under utvikling (se for eksempel FAGUS faktaark ([www.fagus.no](http://www.fagus.no))).

Det er viktig å samarbeide med kommune, fylkeskommune og eventuelt andre grunneiere for å bekjempe hele bestander av uønskede arter. Disse har ofte stort spredningspotensiale og det har liten hensikt å bare bekjempe en liten del av en bestand.

### ***Ivareta og videreutvikle ønsket naturlig vegetasjon:***

Langs trafikårene har vi gjerne ønske om lavtvoksende dekorativ kantvegetasjon som naturlig opprettholder nødvendig sikt med minimal skjøtsel. Det beste er hvis dette er kantvegetasjon som er naturlig for stedet, og som er etablert ved naturlig revegetering etter anleggsinngrep. Men også disse vegkantene krever riktig skjøtsel for holde seg lave.



*Figur 10.4 Lavtvoksende næringsfattig vegetasjon er ideelt i vegkanten  
(Foto: Elisabet Kongsbakk)*

- **Bidra til å ta vare på og videreutvikle plantet vegetasjon**

Plantet vegetasjon kan omfatte busker, trær, stauder, sommerblomster, roser og løkplanter samt gress. Skjøtsel av plantet vegetasjon krever en intensiv oppfølging spesielt i de tre til fem første år etter planting. Skjøtselstandard for elementene som inngår er definert i Håndbok 111 Standard for drift og vedlikehold..

Hvordan skjøtselen må utføres for å oppnå den definerte standard krever fagkunnskaper som entreprenøren må ha tilgang til. Den faglige utførelsen er behandlet utførlig i den nye læreboka for Vg2 Anleggsgartner- og idrettsfag; *"Bruk og stell av planter i grøntanlegg"* (2009).

All skjøtsel av grøntanlegg må utføres av fagfolk med dokumenterbar kompetanse. Dette må være et minimumskrav i alle kontrakter for drift og vedlikehold av grøntanlegg.



*Figur 10.5 Nyplanta tre med bunndekke av stauder. Plantefeltet er omgitt av asfalt og det er viktig å vanne i etableringsfasen. For at et plantefelt som dette skal utvikle seg og fremstå som friskt og frodig krever det riktig skjøtsel. (Foto: Ingjerd Solfeld)*

## **10.5 Kartlegging av vegetasjon langs trafikkårer**

Statens vegvesen arbeider kontinuerlig med registrering og kartlegging av arealer og elementer. Dette gjelder også vegetasjon. Kartlegging av vegetasjon er avgjørende for optimalt tilpasset skjøtsel og er et viktig tiltak før drift og vedlikehold av grøntarealer kan beskrives i en driftskontrakt.

Et godt og detaljert konkurransegrunnlag er viktig for entreprenørene når de skal gi tilbud. I forbindelse med rullering av driftskontraktene vil vegetasjon innenfor det aktuelle driftsområdet bli registrert og kartfestet.

Den første vurderingen som må gjøres er om driftsområdet er naturområde med skjøtsel av natur- og naturlike anlegg eller om man er i et by- og tettstedsområde der skjøtselen vil gjelde park- og parklike anlegg.

*Natur- og naturlike anlegg* er vegkanter og sideterreng langs veg i natur- og jordbruksområder. I disse områdene består skjøtselen vanligvis av kantlåt av vegkanter og fjerning av busker og kratt i siktsoner, samt skjøtsel av verdifulle trær og trerekker.

*Park- og parklike anlegg* finner vi hovedsakelig ved byer og tettsteder, men det kan også gjelde rasteplasser, holdeplasser, rundkjøringer og kryssområder. Disse områdene driftes mer intensivt og skjøtsel innebærer vanning, lusing og beskjæring av busker og trær, samt klipping av gress.

Før man kan tilpasse en generell skjøtselsmal til et område må man vite hvilke elementer av vegetasjon som finnes på stedet. Biologiske, kulturhistoriske og estetiske verdier skal kartlegges. Forholdet skal tas spesielt hensyn til må nedfelles i spesiell beskrivelse i kontraktene, slik at entreprenørene har instruksjoner om hva som forventes av skjøtsel og kan planlegge etter dette.

### 10.5.1 Kartlegging av parklike anlegg

- **Alléer, trerekker og verdifulle enkeltrær**

Statens vegvesen har i noen fylker, foreløpig i Oslo og Akershus og i Østfold, registrert alléer og trekker langs riks- og fylkesveg. Registreringene er publisert i *Allébok for Østfold* og *Allébok for Oslo og Akershus*. Videre er registrering av trær en pågående prosess som har som mål å få kartfestet alle trær som element i kartdatabaser i Statens vegvesen.

Noen trær og alléer er vernet som kulturminner. Gamle hule trær er levested for en rekke arter insekter, lav og sopp og kan være registrert av miljøvernmyndighetene. Det vil i mange tilfeller være nødvendig å utføre tilstandsvurderinger for trær. Det innebærer at man får en kvalifisert registrering og vurdering utført av arborist med fokus på det enkelte trees tilstand og skjøtselsbehov. Det er vanlig at det utarbeides en skriftlig rapport.

- **Grøntanlegg med busker, løkplanter og stauder**

Kartlegging av arealer med busker, løkplanter og stauder foregår i forbindelse med utarbeidelse av konkurransegrunnlag til driftskontraktene. I tillegg er det en løpende oppdatering av arealene ved overlevering av nybygde anlegg. Det er viktig at det differensieres på de ulike typer planter da optimal skjøtsel for ulike planteslag varierer.

- **Blomsterplantinger**

Sommerblomster, roser etc er planteslag som skal gi spesielle effekter og det er viktig med velstelte anlegg. Skjøtselen vil her være mer intensiv enn i øvrige grønntanlegg.

- **Grasarealer**

Grasarealer kategoriseres etter hvilket skjøtselsnivå som kreves.

Plen er den standarden som brukes der vi ønsker et parkmessig preg. Plen finnes ofte i byer og tettsteder og der graset skal tåle mye tråkk og i kryssområder og lignende.

Grasbakke skal fremstå som en jevn grasflate med flere ulike grasarter, gjerne med innslag av blomstrende urter. Denne standarden benyttes i utkanten av byer og tettsteder og skjøtselen er mindre intensiv enn for plen.

Kartlegging av grasarealer er en kontinuerlig prosess i Statens vegvesen.

- **Rødlistearter**

se naturlike anlegg

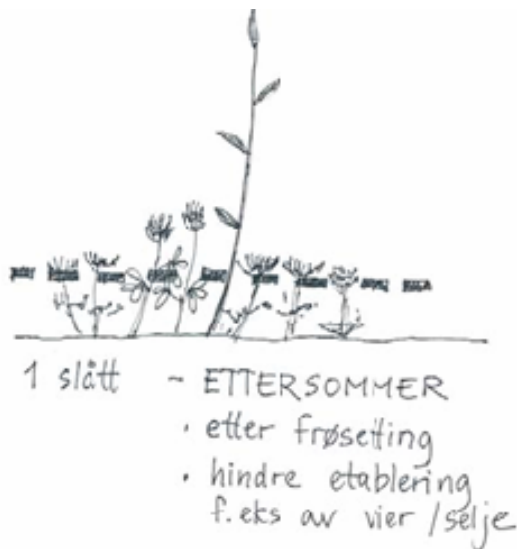
- **Fremmede skadelige arter**

se naturlike anlegg

### 10.5.2 Kartlegging av naturlike anlegg

- **Lavtvoksende eller kraftigvoksende vegetasjon**

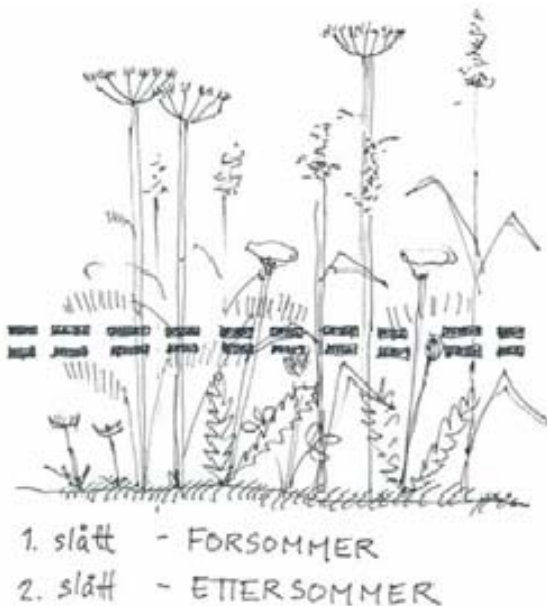
Det må foretas en grovmasket botanisk kartlegging av vegkantene for inndeling i kraftigvoksende og lavtvoksende vegetasjon. Områder med spesielt verdifull vegetasjon, for eksempel spesielt viktige naturtyper som er vernet i henhold til Naturmangfoldsloven eller rødlistearter fra flora eller fauna, må kartlegges.



Figur 10.6 Lavtvoksende vegetasjon (Illustrasjon: Elisabet Kongsbakk)

Lavtvoksende vegetasjon blir i gjennomsnitt ikke mer enn 30-50 cm høy, og består ofte av teppedannende arter på næringsfattig jordsmonn. Enkelte strekninger er særlig artsrike og kan inneholde sjeldne arter.

Skjøttes det på riktig vis er vegetasjonssamfunnet relativt stabilt. En slik vegkant er ikke plutselig høy om 5 år, men feil slått og skader kan på sikt gjøre at kanten utvikles mot en høyvokst vegkant. Enkelte lavvokste kanter trenger ikke slått hvert år (f eks. på høytliggende fjelloverganger og andre skrinne områder).



Figur 10.7 Høy kraftigvoksende vegetasjon (Illustrasjon: Elisabet Kongsbakk)

Kraftigvoksende vegetasjon blir 50-150 cm høy, og domineres av gras og høyvokste urter, noen ganger uønskede ugras (åkerkanter). Vanlige arter ved siden av gras er hundekjeks, geitrams, mjørdurt, løvetann og høymole. Her er god tilgang på næring, og det er en utfordring å holde kantene i sjakk. Helst bør man gjøre dem mindre næringsrike (tyne dem), hvis ikke er neste stadium innvandring av selje, vier og rogn.

- **Viktige naturområder**

Naturvernområder, områder som er karakterisert som regionalt eller lokalt viktige, er ofte kartlagt av andre f.eks. Fylkesmannens miljøvernavdeling, Direktoratet for naturforvaltningens naturbase og Artsdatabankens databaser.

- **Artsrike vegkanter og rødlistearter**

I nasjonale databaser, for eksempel Naturbase og Artsdatabankens databaser, foreligger tidligere kartlagte rødlistearter. Noen kommuner og fylkesmenn kan også ha oversikt over artsrike vegkanter. Hvis kartlegging i felt skal gjennomføres, kreves det botanisk kompetanse og spesielt tilpasset kartleggingsopplegg.

- **Fremmede skadelige arter**

Kartlegging av fremmede skadelige arter er avgjørende for å kunne bestemme hvor bekjempelsestiltak skal gjøres, og hvor de som jobber med drift og vedlikehold må være spesielt oppmerksomme og ta forholdsregler for å ikke spre arter videre. Hvilke arter som skal kartlegges vil variere i landet og vil endres med ny kunnskap og nye forskrifter. Fagfeltet er i sterk utvikling. De kartlagte artene bør legges inn i Artsdatabankens "Artsobservasjoner" (Artsdatabanken.no) til felles nytte for andre grunneiere og samarbeidspartnere.

- **Alléer, trekker og viktige enkelttrær**

se parklike anlegg

## 10.6 Naturlig revegetering fra stedlige toppmasser

Nye veger som bygges i naturområder revegeteres ofte ved at de øverste jordlagene fra stedet blir tatt vare på under vegbyggingen og blir lagt tilbake i sideområdene etter endt vegbygging. Frø og plantedeler som finnes i jorda samt frø fra omgivelsene er utgangspunktet for vegetasjonsdekket. Dette vegetasjonssamfunnet endres fra år til år. Nye frø kommer til, andre planter dør ut. Vegetasjonen langs vegen vil utvikle seg til å bli en kantsone til naturområdene ved vegen, gitt at skjøtsel uteblir.

Hvis et annet vegetasjonsuttrykk er ønsket, kan skjøtsel endre denne naturlige utviklingen. For eksempel vil årlig slått hindre oppslag av trær og busker og dreie utviklingen mot eng og grasbakke. Tynning av trær kan endre skogtypen osv.

## 10.7 Naboforhold og vegetasjon

I mange tilfeller vil vegetasjonen langs veien tilhøre vegens naboer. Det kan være kommuner, bedrifter eller privatpersoner. I slike tilfeller må man inngå avtaler om å fjerne eller beskjære vegetasjon dersom dette er påkrevet på grunn av sikkerhetsmessige forhold.

Det er en utbredt oppfatning at man med Naboloven i hånd kan fjerne naboens vegetasjon dersom den brer seg innover egen eiendom. Slik er det nødvendigvis ikke, og man kan uansett

ikke fjerne denne vegetasjonen ukritisk. Et tre som blir ufagmessig beskåret kan for det første bli ødelagt estetisk, for det andre kan det utvikle seg råte i treet, og til sist kan dette føre til at treet vil bli ustabilt og utgjøre en sikkerhetsrisiko.

Det beste er å bli enig med grunneier om fagmessig beskjæring av både trær og busker, da blir resultatet bedre og man kan oppnå en varig god løsning. Ved uenighet kan man ta i bruk veglovens og nabolovens paragrafer for å ivareta fellesskapets behov for trafikksikkerhet.

## 10.8 Rydding av skog, busker og kratt

Det er ofte nødvendig å rydde vegetasjon langs veien på grunn av krav til sikt og trafikksikkerhet. Vi kan grovt sett skille mellom to ulike tilnærminger til rydding av skog busker og kratt:

- Beskjæring med store maskiner som fjerner all vegetasjon opptil en viss høyde i en viss avstand fra vegen.
- Beskjæring av greiner med hånd- eller motorsag, det man kaller en fagmessig beskjæring. I tillegg fjernes undervegetasjon med kantklipper.

Den første metoden forutsetter at all vegetasjon på arealet kan fjernes/beskjæres (jfr. avsnitt om kartlegging foran). Metoden etterlater trær med avkappede greiner av ulik lengde i randsonen. Slike skader vil være inngangsport for råtesopper og vil på sikt kunne føre til at greiner og stammer knekker på grunn av råteskader. Det ser i tillegg ustelt ut og vil ofte forringe trærnes estetiske verdi.

Ved fagmessig beskjæring kappes greiner med rene snitt som ikke skader stammevevet, samtidig som det ikke står igjen tapper på treet. Dette er den mest skånsomme måten å beskjære trær på. Dersom dette utføres på en riktig måte vil det også redusere gjenvæksten av skudd og man behøver ikke å gjenta beskjæringen så ofte. Dermed vil fagmessig beskjæring også være gunstig med tanke på økonomi over et lengre tidsrom.

Man kan kombinere metodene ved at det kjøres maskinell beskjæring av hele strekninger og så foretas en fagmessig beskjæring av verdifulle trær i etterkant.

## 10.9 Beskjæring av trær

Beskjæring av trær bør vektlegges spesielt fordi trær er store og verdifulle elementer langs vegen. De lever lenge, noen i flere hundre år og de er kostbare å kjøpe inn og etablere. Ved ukyndig behandling er de også lette å ødelegge. For å bli dyktig til å beskjære trær kreves en kombinasjon av god faglig innsikt i beskjæringsteori, praktiske ferdigheter og erfaring. Beskjæring må derfor kun utføres av kvalifiserte fagarbeidere innen trepleie.

### *Hvorfor beskjære trær?*

Trær langs veg bør ha en gjennomgående stamme. Dette gjør det mulig å fjerne greiner før de kommer i konflikt med kravene til sikt, uten å ødelegge treet. Mange treslag utvikler seg med flere stammer dersom de ikke beskjæres.

Generelt kan man si at unge friske trær tåler mer beskjæring enn eldre trær. Veden hos unge trær består for det meste av levende og funksjonelle celler, de har dermed bedre evne til å forsvare seg mot råtesopper og lukke beskjæringssår. Derfor bør man satse på å bygge opp

trærne med en god struktur mens de er unge, slik at man unngår å måtte fjerne store greiner på eldre trær.

- **Oppbyggingsbeskjæring**

Dette utføres med 3-5 års mellomrom helt til treet har den oppbyggingen man ønsker. Det er en metode der treet systematisk bygges opp til det får en sterk kronestruktur med gjennomgående stamme og sterke greinfester.

- **Vedlikeholdsbeskjæring**

Dette er kort sagt å fjerne greiner som kommer i konflikt med elementer langs veien eller med sikt, samt fjerne greiner som er ødelagte eller døde.

## 10.10 Miljøvennlig drift av grøntarealer

Når man stiller krav til miljøvennlig drift av grøntarealer innebærer det flere faktorer.

- **Tilførsel av mineralgjødning**

Tilføring av mineralgjødning bør utføres på grunnlag av analyseresultater fra jordprøver fra det aktuelle stedet. Det må tilstrebes mest mulig bruk av naturlig organisk gjødning og redusert bruk av kunstgjødning. Tilbakeføring av gress og løv i et naturlig kretsløp vil også redusere behovet for tilført gjødning. For mange typer vegetasjon er det uaktuelt å tilføre gjødning, for eksempel ved naturlig revegetering.

- **Bruk av plantevernmidler**

Dette skal begrenses. Statens vegvesen har et generelt forbud mot bruk av plantevernmidler, med noen unntak som man finner spesifisert i Håndbok 111. Det er mindre behov for å bruke plantevernmidler der plantene er i god vekst og utvikling. Optimalisering av skjøtsel og mekanisk ugrasbekjemping er tiltak som kan utføres for å redusere behovet for plantevernmidler.

## Litteratur og kilder

- *Bruk og stell av planter i grøntanlegg* (2009), Tun forlag
- Håndbok 111 *Standard for drift og vedlikehold* (Høringsutgave 2010)
- *Temahefte NATUR* (2007), Elisabet Kongsbakk
- Brosjyren "Den europeiske landskapskonvensjonen" [www.regjeringen.no](http://www.regjeringen.no) (Landskapskonvensjonen)



# Kapittel 11 Meteorologi og beslutningsstøtte

*Stine Mikalsen, Statens vegvesen*

11.1	Innledning.....	2
11.2	Begreper og værfenomener .....	2
11.2.1	Grunnleggende begreper .....	2
11.2.2	Fronter og lavtrykkssystem .....	4
11.2.3	Noen spesielle værfenomen .....	6
11.3	Beslutningsstøtteverktøy – bruk av tilgjengelige værdata i vinterdriften .....	7
11.3.1	Kilden .....	7
11.3.2	Statens vegvesens værstasjoner.....	9
11.3.3	Vegvær – et nytt verktøy for beslutningsstøtte .....	11
11.4	Eksempler på problematiske værsituasjoner .....	12
11.4.1	Klarvær, nærhet til vann og underkjølte vanndråper.....	12
11.4.2	Klarvær og utfelling av rim/is .....	12
11.4.3	Oppklarning etter skyet periode .....	12
11.4.4	Vind.....	12
11.4.5	Kveld og natt, stille og klart .....	12
11.4.6	Morgen, stille og klart .....	13
	Referanser.....	13

*Versjon 2011-11-20*

# 11 Meteorologi og beslutningsstøtte

## 11.1 Innledning

I Norge har alle et forhold til været. Ingeniøren må ha kunnskap om de klimatologiske vindforholdene for å kunne konstruere ei bru, fiskeren er avhengig av et bra og korrekt værvarsel for å vite om han kan ro dagen etter, og turisten definerer feriensuksessen ut fra været. En annen svært viktig bruker av været er entreprenøren som jobber med vinterdrift av vegene.

Meteorologi er vitenskapen om atmosfæren og de fysiske prosesser som foregår der (se <http://metlex.met.no/>) og tar for seg dynamiske, fysiske og kjemiske prosesser i atmosfæren. *Været* er atmosfærens tilstand i øyeblikket (temperatur, nedbør, skydekke, vindretning og -hastighet), mens *klima* beskrives med statistikk; værobservasjoner samlet over lang tid.

Dette kapitlet starter med en gjennomgang av noen begreper innenfor meteorologi og vær-phenomener som påvirker vinterdriften. Så følger en beskrivelse av de beslutningsstøtteverktøy entreprenører med vinterdriftskontrakter hos Statens vegvesen kan nytte seg av når tiltak skal utføres. Til slutt gis det noen eksempler på vær-situasjoner som kan gi problemer på veien.

## 11.2 Begreper og vær-phenomener

### 11.2.1 Grunnleggende begreper

#### *Temperatur, trykk og tetthet*

Sammenhengen mellom temperatur (T), trykk (p) og tetthet ( $\rho$ ) gis av tilstandsligningen:

$$p = \rho R T \quad (11.1)$$

hvor R er gasskonstanten for luft. Ut fra ligningen ser vi at dersom lufttrykket holdes konstant vil temperaturen synke når tettheten (vekten) øker. Dette betyr at ved samme trykk vil varm luft være lettere enn kald luft, og varm luft vil stige i forhold til den kalde lufta.

Generelt sier vi at temperaturen synker med ca 1 °C/100 m når vi beveger oss oppover i det nederste laget i atmosfæren, troposfæren. Det er i troposfæren vi finner mesteparten av været.

#### *Fuktighet*

Ved en gitt temperatur kan luft maksimalt inneholde en viss mengde vanndamp. Jo høyere temperaturen er, jo mer fuktighet kan lufta inneholde.

*Relativ fuktighet* er forholdet mellom den faktiske fuktigheten som er i lufta og den fuktighet som maksimalt kan være i luftpakken ved en gitt temperatur. Luft som inneholder maksimal mengde fuktighet er *mettet*, og den relative fuktigheten er 100 %.

*Duggpunktstemperaturen* er definert som den temperatur luft må avkjøles til ved konstant trykk for å nå metning. Det vil si at når duggpunktstemperaturen synker til å bli lik lufttemperaturren (relativ fuktighet = 100 %), så vil fuktighet felles ut.

*Frysepunktstemperaturen* defineres som den temperaturen en væske må ha for å gå over fra flytende til fast form. For ferskvann er frysepunktet 0 °C. Når det gjøres salttiltak på veien for å unngå ising og glatt vegbane, vil frysepunktstemperaturen settes ned (saltholdighet 0,025 g/m<sup>3</sup> fryser ved -9 °C).

### ***Sky- og nedbørdannelse***

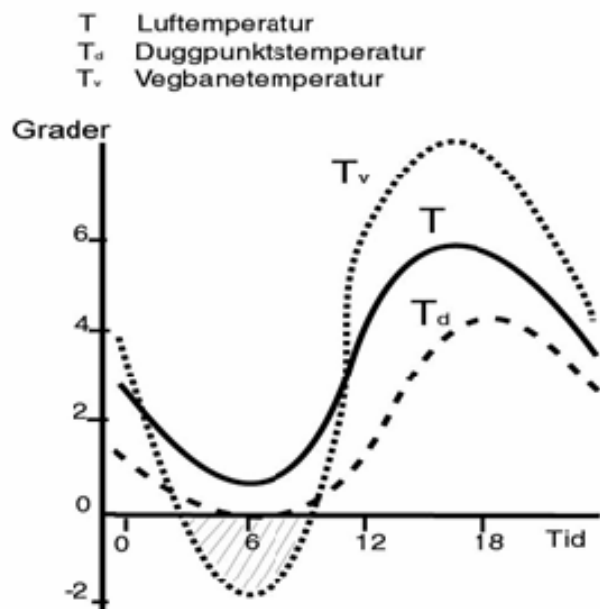
Skyer dannes når luft heves, avkjøles og når metning (100 % relativ fuktighet), og vanndamp kondenseres ut som små skydråper eller avsettes som iskrystaller. Heving av luft kan skje på flere måter; frontaktivitet (i skillet mellom to luftmasser, som oftest varm og kald luft), orografisk heving (hevning over terreng/fjell), konveksjon (oppstigende luft, som oftest pga oppvarming av lufta nærmest jordoverflata), eller mekanisk turbulens (småskala heving over mindre hindringer/små fjell).

Nedbør kan dannes ved de tilsvarende prosessene, etter heving og metning av lufta kan skydråper og iskrystaller danne nedbørspartikler gjennom koalesens (skypartikler trekker til seg fuktighet i skyen) og/eller kollisjon med andre skypartikler. Temperaturforholdene i skyen og atmosfæren vil avgjøre om nedbøren faller ut som regn eller snø.

### ***Vegbanetemperatur - ikke helt det samme som lufttemperatur***

I forhold til vinterdrift av vegene er vegbanetemperaturen en svært viktig måleverdi, og gir et mer korrekt bilde av forholdet på vegbanen enn lufttemperatur som måles i 2 m over bakken. Det er vegbanetemperaturen som avgjør om det er mulig med avsetning av rim/is på vegbanen, ikke lufttemperaturen. Siden vegkroppen har høyere varme- og kuldelagringskapasitet enn luft vil vegbanetemperaturen også ”henge igjen” i forhold til lufttemperaturen ved vær-omslag.

Etter en lang klarværsperiode med kalde temperaturer kan vegkroppen ofte ha en temperatur langt under 0 °C. En varmfrontpassasje med mild og fuktig luft kan da skape farlige føreforhold ved at fuktighet i lufta avsettes direkte på veggen som is/rim. Denne forskjellen mellom vegbanetemperatur og lufttemperatur inntreffer også rett etter hhv soloppgang og solnedgang ved klarvær (se figur 11.1).



Figur 11.1 Døgnvariasjon av lufttemperatur, duggpunktstemperatur og vegbanetemperatur /1/

## ***Glatte vegger – meteorologisk sett***

### Ikke saltet vegbane

Det oppstår fare for glatt vegbane når vegbanetemperaturen er lavere enn duggpunktstemperaturen og vegbanetemperaturen samtidig er lavere enn 0 °C.

Når vegbanetemperaturen er lavere enn duggpunktstemperaturen vil det avsettes fuktighet på vegbanen. Når vegbanetemperaturen samtidig er lavere enn 0 °C vil fuktigheten fryse på vegen. Det kan også være at det ligger fuktighet på vegen som resultat av smeltet snø eller tidligere regn som kan fryse på når vegbanetemperaturen blir lavere enn 0 °C. Isen som dannes ved synkende temperaturer i et slikt tilfelle er ikke avhengig av fuktighetsinnholdet i lufta.

Dersom vegnettet er saltet vil frysepunkttemperaturen ikke lenger være 0 °C, men synke. Hva den eksakt er, vil avhenge av saltkonsentrasjonen, og saltkonsentrasjonen kan igjen variere på tvers og på langs av vegen. Likevel må vi endre regelen over:

### Saltet vegbane

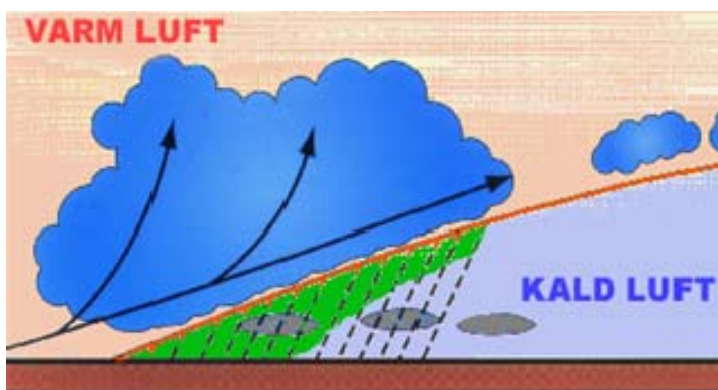
Det oppstår fare for glatt vegbane når vegbanetemperaturen er lavere enn duggpunktstemperaturen og vegbanetemperaturen samtidig er lavere enn frysepunkttemperaturen.

## **11.2.2 Fronter og lavtrykkssystem**

Områdene rundt ekvator har overskudd av strålingsenergi (innkommende kortbølget solstråling – utgående langbølget jordstråling). Lenger nord eller sør er det underskudd av strålingsenergi. Atmosfæren forsøker å jevn ut disse energiforskjellene ved at varm luft fraktes nordover, og kald luft sørover. Dette, sammen med jordrotasjonen, genererer den globale sirkulasjonen i atmosfæren og de storstilte værsystemene på jorda som fører til at lavtrykkssystemer med fronter føres over Atlanterhavet, treffer Norge og gir mye vær som kan skape problemer for vinterdrift av veger.

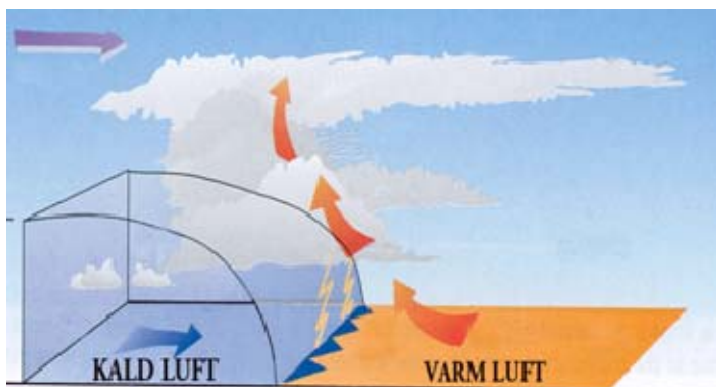
### ***Fronter***

En *varmfront* er når en varm luftmasse skyver en kald luftmasse foran seg. Som nevnt foran så er varm luft lettere og den vil derfor skli sakte opp og over den kalde lufta.



Figur 11.2 Varmfront /1/

En *kaldfront* er et skille der en kald luftmasse ”dytter” vekk en varmere luftmasse (Figur 11.3). En kaldfront beveger seg relativt raskere enn en varmfront, slik at i dette tilfellet vil den kalde lufta presse seg under den varmere, og lettere, lufta.

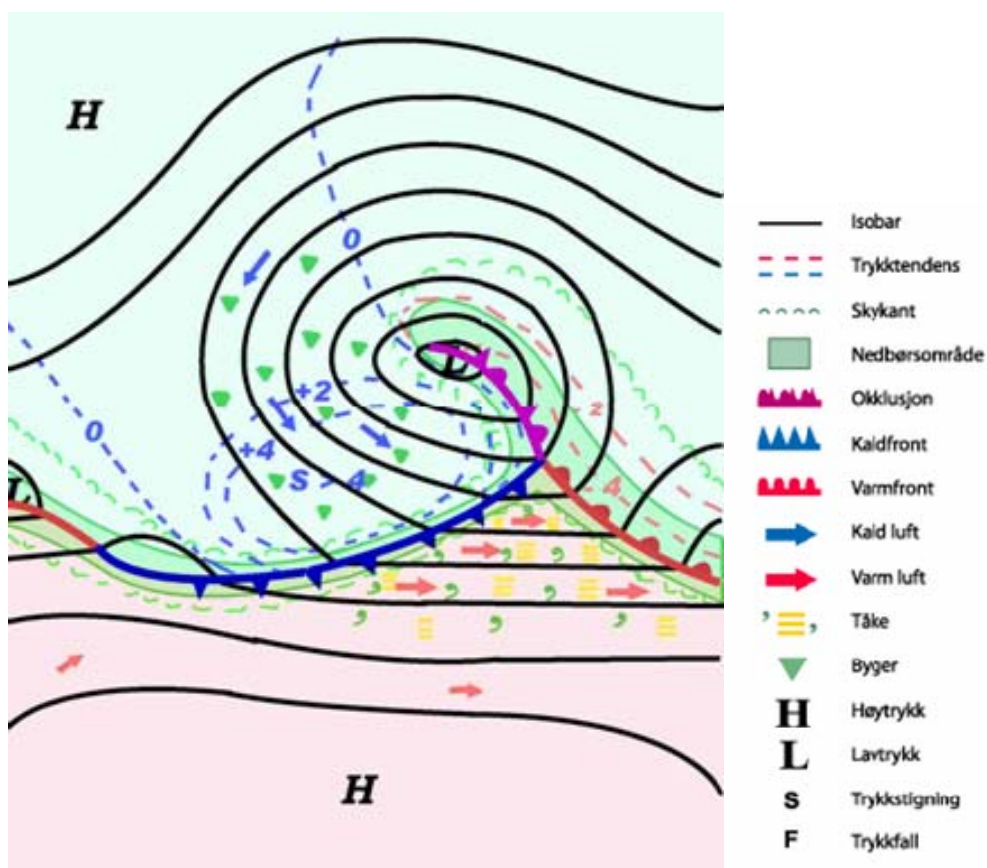


Figur 11.3 Kaldfront /1/

### Lavtrykksystem

Et lavtrykksystem er ofte sammensatt av flere fronter og det kan for eksempel være flere varmfronter i samme system. Figur 11.4 viser et system med flere typer fronter. Når et lavtrykksystem kommer inn over land vil flere forhold som vindfeltet, lavtrykkets dybde og de lokale terrengforholdene i området bestemme hvilket vær som oppleves på bakken.

En frontpassasje fører ofte med seg nedbør og endringer i været, og er derfor viktig i forbindelse med vintervedlikeholdet.



Figur 11.4 Frontsystem /1/

Hvis man ser opp på himmelen kan man se når en varmfront nærmer seg. Skymengden øker gradvis – først høye og tynne fjærskyer, senere blir skydekket lavere og tykkere. Etter hvert vil det komme nedbør, først lett, så høyere intensitet, men nedbøren vil være relativt jevn. Akkurat når fronten passerer vil vinden øke og endre retning, og trykket vil synke. Etter fronten (i varmluftsektoren) følger en varmere luftmasse og temperaturen stiger, men denne lufta kan inneholde mye fuktighet og det kan dannes dis, tåke og lave tåkeskyer. Vinden vil igjen dreie, men styrken vil nå avta, og trykket stabiliseres.

Det er ingen gode tegn på himmelen forut for en kaldfront. Vi får en rask tilskyning med skyer som bygger seg hurtig opp fra lave/midlere skyer videre høyt opp i atmosfæren (cumulus-formede/ haugskyer) og ofte er nedbøren kortvarig og intens (bygenedbør). Vindretningen endrer seg også når kaldfronten passerer, og hastigheten øker. Rett etter fronten er det kalde og relativt tørre luftmasser som gir oppklarning og stabile forhold, og trykket stiger.

### 11.2.3 Noen spesielle værphenomen

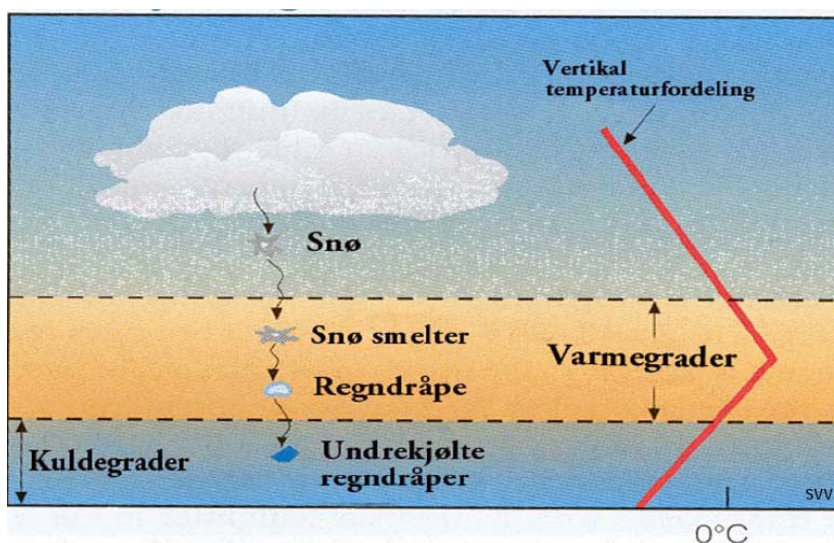
Noen værphenomener gir spesielt problematiske føreforhold på vegene.

#### *Regn som fryser på bakken*

Når det har vært en periode med kaldt og klart vær i lang tid vil bakken kunne ha en temperatur langt under 0 °C. Dersom det så kommer et nedbørsområde hvor nedbøren faller som regn, så vil regndråpene fryse til is når de treffer bakken.

#### *Underkjølt regn*

Det er veldig spesielle værforhold som forårsaker underkjølt regn, og de forekommer sjelden, men det er svært farlig når det først skjer! Bakketemperaturen er langt under 0 °C, mens det høyere oppe i atmosfæren er et varmt luftlag. All nedbør, enten regn fra dette varme laget, eller snø fra høyere (og kalde) luftlag, vil være flytende når det faller ut av det varme sjiktet og mot bakken. I det nederste kalde luftlaget på veg ned mot bakken vil regndråpene underkjøles (dråpene har temperatur under 0 °C, men er fortsatt flytende). Når underkjølte dråper treffer vegbanen, bilruta, et tre eller noe annet, fryser de momentant og det dannes en glatt og hard isskorpe.



Figur 11.5 Temperaturfordeling som gir mulighet for underkjølt regn /1/

### **Tåke**

Det finnes flere ulike typer tåke; strålingståke (klarvær om natten gjør at temperaturen nær bakken synker, lufta mettes og bitte små skydråper felles ut), adveksjonståke (varm fuktig luft kommer inn over en kald overflate, det nederste laget i lufta avkjøles og vi får metning og utfelling av skydråper), og frostrøyk (luft over land kan bli avkjølt så mye at temperaturen er lavere enn temperaturen i vannet - når denne kalde lufta strømmer ut over åpent vann, vil den lufta som ligger over sjøen og som er varmere og fuktigere, avkjøles til metningspunktet og det dannes tåke).

Tåke er altså skyer som ligger på bakken, og ved alle tilfeller av tåke kan fuktighet avsettes på vegbanen – enten som vann hvis vegbanen er over 0 °C, eller som rim/is hvis vegbanen er under 0 °C.

### **Snøfokk**

Sterk vind virvler opp løse snøpartikler fra bakken - vindstyrken avgjør hvor høyt opp i lufta snøen kommer. Sikten nedsettes og kan bli dårlig, snøfonner pakkes hardt sammen på utsatte steder på veggen og dette skaper vanskelige kjøreforhold.

## **11.3 Beslutningsstøtteverktøy – bruk av tilgjengelige værdata i vinterdriften**

Norge er (pr 2011) delt inn i 106 driftkontraktsoner når det gjelder vinterdrift, og organiseringen av vintervedlikeholdet kan variere fra kontrakt til kontrakt. Dette, sammen med varierende kunnskaper om meteorologi og værforhold, medfører store ulikheter i bruken av meteorologiske data som beslutningsstøtteverktøy forut for tiltak.

Som kontraktør har entreprenørene tilgang til flere spesialtilpassede beslutningsstøtteverktøy. Per vinteren 2010/2011 er dette *kilden*, (<http://kilden.met.no/>), og observasjoner fra Statens vegvesens værstasjoner.

Fra og med vinterdriftsesongen 2011/2012 vil et nytt beslutningsstøtteverktøy, Vegvær, også være tilgjengelig. I tillegg brukes også allment tilgjengelig informasjon som for eksempel værmeldinger på radio og tv, yr.no, pent.no osv.

Det tar tid å lære seg bruken av de forskjellige verktøyene og disse skal ikke erstatte erfaring og lokalkunnskap, men er ment å være et supplement og hjelpemiddel.

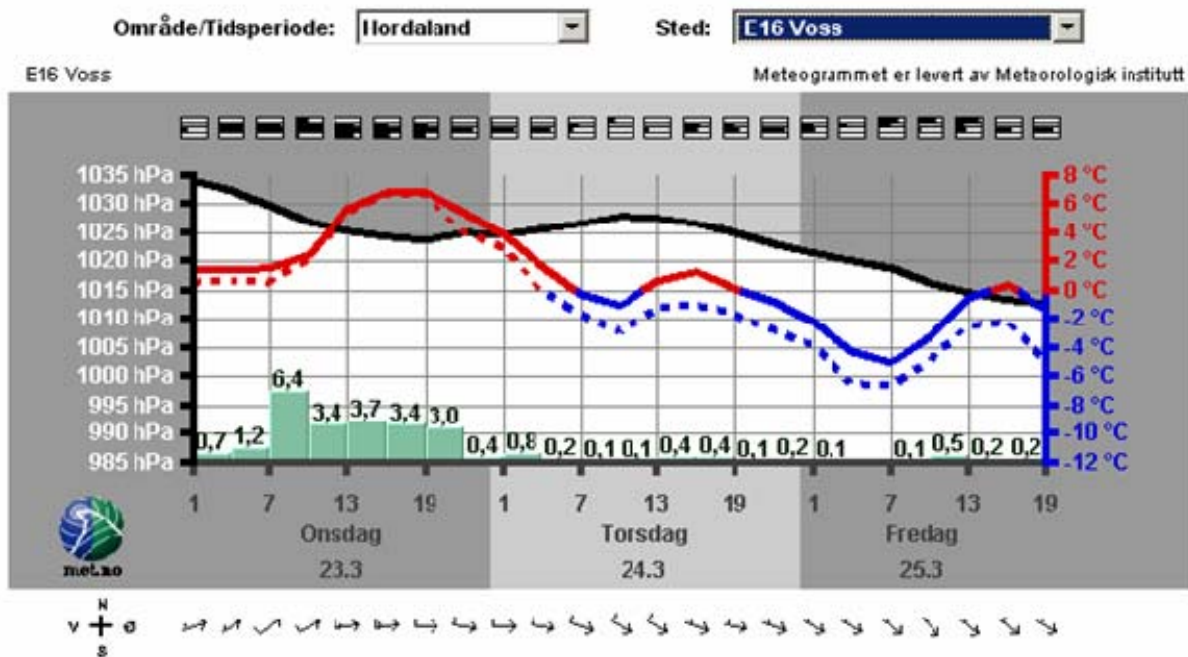
### **11.3.1 Kilden**

Meteorologisk institutt (met.no) sender ut store mengder meteorologiske produkter flere ganger daglig. De fleste produktene på *kilden* er rene dataprodukter direkte fra en eller flere av atmosfæremodellene til met.no.

#### **Meteogram**

Et meteogram er en grafisk fremstilling av et punktvarsel, og presenterer et værvarsel basert på en atmosfæremodell /2/. På *kilden* finnes både korttids- og langtidsmeteogrammer, hhv for 2,5 og 10 døgn framover.

Et eksempel på korttidsmeteogram er vist i figur 11.6.



Figur 11.6 Korttidsmeteogram for Voss /3/

I meteogrammet vises prognoser for

- lufttemperatur (i °C i 2 m høyde, heltrukken kurve; rød for plussgrader, blå for minusgrader)
- lufttrykk (i hPa, heltrukken svart kurve)
- duggpunktstemperatur (i °C, stiplet kurve; rød for plussgrader, blå for minusgrader)
- nedbør i millimeter (3 timers intervaller, grønne søyler)
- vindretning og vindstyrke (i knop, 10 meters høyde, piler under diagrammet)
- skydekke (i %, svarte bokser helt øverst fordelt på tåke, lave skyer, midlere skyer og høye skyer; de 4 nivåene i boksene)
- værsymbol (kan erstatte skydekket)

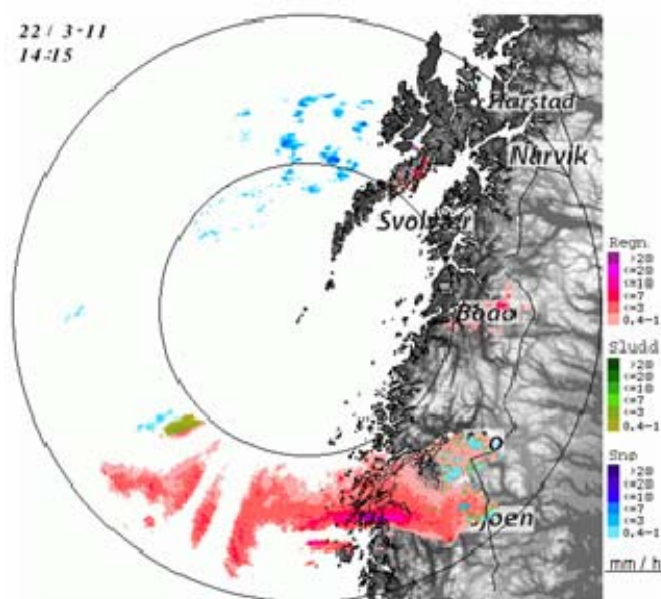
Når man skal tolke et meteogram er det viktig å huske på at dette er en prognose fra en matematisk modell som har noen mulige feilkilder. Den horisontale oppløsningen (for eksempel 12x12 km) fører blant annet til at topografien blir jevnet ut; høyt terreng og lange fjorder viskes ut slik at prognosene passer best i områder der været er lite påvirket av lokale forhold. I tillegg kan modellene prognostisere ulike værtypers med varierende hell. Frontnedbør (nedbør over større områder) varsles bedre enn bygenedbør, og vindfeltene blir også visket ut pga modellenes oppløsning.

### Radarbilder

Radarbilder viser nedbørsintensitet i mm/time (sterk farge = høy intensitet, svak farge = lav intensitet) og viser om nedbøren kommer som snø, sludd eller regn (se figur 11.7).

Det finnes også mulige feilkilder til radarbildene. Siden jordoverflata krummer vekk fra radarstrålen kan det skje at radaren skyter over nedbøren, spesielt på vinteren da skyene som gir nedbør ligger nærmere bakken. Plasseringen av radaren er også viktig – radarstrålen kan ikke skyte gjennom fjell, slik at nedbør som ligger i skygge av terreng ikke vises på radarbildet. Det forekommer også faste ekko som kan virke forstyrrende på radarbildet når dette skal tolkes.





Figur 11.7 Radarbilde fra Røst /3/

### Andre produkter på kilden

I tillegg til meteogrammer og radarbilder finnes andre produkter som brukes i mer eller mindre grad;

- satellittbilder (viser skydekket over større områder – man kan få en god oversikt over den storstilte vær-situasjonen i et område)
- værkart (for eksempel nedbørsfelt, vindfelt; blant annet vind i 1500 moh som ofte gir et bedre varsel for vind i høyfjellet enn det som kommer fram i meteogrammet)
- tekstvarsler (korttidsvarsel, dag 2-varsel, langtidsvarsel m m – dette er de eneste produktene som er bearbeidet av en meteorolog før de legges ut)
- analyse- og prognosekart (viser hhv meteorologens analyse over en nå-situasjon og modellens prognoser fram i tid)

### 11.3.2 Statens vegvesens værstasjoner

Det er utplassert ca 250 værstasjoner i Norge (pr 2011). Værstasjonene samler observasjoner og gir oversikt over værforholdene langs vegnettet.

#### Sensorer

I henhold til ny kravspesifikasjon for værstasjoner skal en standard værstasjon levere følgende sensorer:

- lufttemperatur
- relativ fuktighet (gir duggpunktstemperatur)
- vegbanetemperatur (en ulempe med en slik sensor er at det kun er en punktmåling, og sier ikke noe om hvordan forholdene varierer på tvers av vegbanen)
- nedbørsmengde/intensitet/type (denne sensoren kan påvirkes av vind)
- kamera

Det er også spesifisert mer spesielle sensorer som kan brukes som tillegg hvis ønskelig;

- vindretning/styrke
- stråling
- restsalt
- frysepunkt
- friksjon
- vegbanetilstand
- m.fl.

Det er planlagt å etablere ytterligere ca 60 nye værstasjoner fram mot 2015 for å få et mest mulig optimalt stasjonsnett for bruk som grunnlagsdata i Vegvær-prosjektet (jfr avsnitt 11.3.3).

### ***Plassering av værstasjoner***

Værstasjonene er plassert på ulike steder langs vegnettet, stort sett fordelt på tre ulike typer lokasjoner. Noen værstasjoner er plassert på steder med fare for tidlig tilfrysing av vegbanen (broer, skyggeområder, kuldegroper), noen på fokkutsatte steder (fjelloganger, høydedrag), og noen er plassert i punkter hvor de representerer klimaet og værforholdene i et litt større område rundt selve værstasjonen.

Ved utplassering av en ny værstasjon må man vurdere flere forhold før man bestemmer plasseringen – det avhenger av terrenget langs vegen, tilgang til strøm og hvordan værdatabase fra den konkrete stasjonen er tenkt brukt. Det er svært viktig at brukeren vet hvor værstasjonen er plassert når man skal bruke og tolke observasjonene!

Nøyaktigheten til værstasjonene kan variere. Ved tilfeller der man er interessert i om temperaturen er  $-0,5\text{ °C}$  eller  $+0,5\text{ °C}$  må man være klar over at nøyaktigheten på målinger og prognoser ikke kan bli bedre enn utgangspunktet. Det vil m.a.o. si at nøyaktigheten på dataene avhenger av målenøyaktigheten til hver sensor.



*Figur 11.8 Værstasjon /1/*

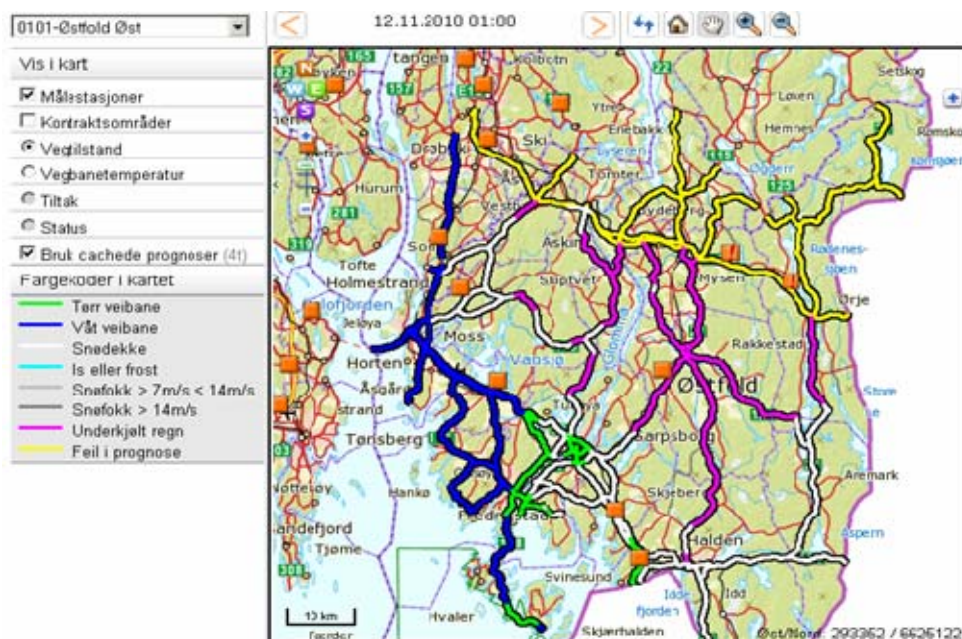
### 11.3.3 Vegvær – et nytt verktøy for beslutningsstøtte

Vegvær-prosjektet har som mål å bedre informasjonen om værforholdene langs riks- og fylkesvegene i Norge for både spesialbrukere (entreprenører, VTS-operatører, byggherre) og publikum. Dette gjøres ved å tilby en sentral presentasjon av værobservasjoner fra Statens vegvesens værstasjoner, samt investere i prognosemodell for vegbanetemperatur og vegtilstand.

Prognosemodellen deler vegnettet inn i segmenter på bakgrunn av de termiske forholdene langs vegen. Disse kan være fra flere km ned til et par hundre meter, kuldegroper blir et eget segment mens en veg over et åpent område blir et annet segment. Det blir også tatt hensyn til fukkutsatte steder, steder med tidlig tilfrysing m m. En gang i timen produserer så modellen en ny prognose for hver av disse vegsegmentene for vegbanetemperatur og vegtilstand. Vegtilstandene som varsles er tørt, vått, snø, is/glatt, snøfokk svak vind, snøfokk sterk vind og risiko/fare.

Siden den romlige oppløsningen på disse prognosene er veldig høy vil dette være en stor forbedring i forhold til å lokalisere de største problemområdene langs vegen. Med god planlegging vil flere tiltak kunne gjøres til riktig tid, for eksempel planlagte preventive salttiltak istedenfor hastetiltak når det brått fryser på. Systemet vil medvirke til bedre kjøreforhold, mindre miljøbelastning og færre ulykker.

Systemet er testet ut vinterdriftsesongen 2010/2011 og planlegges å være klart for implementering til vinterdriftsesongen 2011/2012, da for 29 driftkontraksområder. Det planlegges fortløpende utvidelser av prognoseområdene i takt med oppgradering og etablering av nye værstasjoner (jfr avsnitt 11.3.2) slik at vegnettet i hele Norge skal få prognoser for vegbanen.



Figur 11.9 Presentasjon av prognose for vegbanen. Her vises vegtilstand for riks- og fylkesveger i Østfold. (Ref: Pilotversjon av Vegvær WEB-applikasjon)

## 11.4 Eksempler på problematiske vær-situasjoner

Eksempelene er hentet fra /1/.

### 11.4.1 Klarvær, nærhet til vann og underkjølte vanndråper

I løpet av en klar natt utpå høsten synker lufttemperaturen ganske mye. Vann har stor varmekapasitet, det vil si at temperaturvariasjonene i lufta er mye større enn i vannet. La oss anta at vannet har en temperatur på  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mens temperaturen i lufta synker til  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Det fordampes vann fra overflaten av sjøen hele tiden og denne vanndampen som nær overflaten har temperatur på  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  blander seg med den omkringliggende lufta som har en temperatur på  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Den kalde lufta over sjøen blir mettet av fuktighet og det danner seg frostrøyk over sjøen. Siden lufttemperaturen er under  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  vil vanndråpene underkjøles, dvs. at også temperaturen i vanndråpene blir lavere enn  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Om disse vanndråpene driver inn over land og treffer bakken, et tre, et hus eller en vegbane vil de øyeblikkelig fryse til is.

### 11.4.2 Klarvær og utfelling av rim/is

La oss anta en klar høstkveld med tørr fin asfalt. Lufttemperatur  $T = 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  og duggpunkt  $T_d = 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dvs. den relative fuktighet = 87 %. På grunn av stråling fra bakken synker temperaturen. Mørke flater (f. eks. svart asfalt) stråler mest, det vil si her synker temperaturen mest.

Det er ikke uvanlig at temperaturen i bakken synker til under  $0^{\circ}\text{C}$  i løpet av natten. Om natten er vegbanetemperaturen lavere enn duggpunktstemperaturen, noe som betyr at det vil felles ut dugg. Når da vegbanetemperaturen i tillegg er under  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , vil denne duggen etter all sannsynlighet fryse.

### 11.4.3 Oppklarning etter skyet periode

Ved oppklarning etter en skyet og nedbørsrik periode med temperaturer omkring  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  øker faren for tilfrysing. Dersom denne situasjonen inntreffer på kvelden synker temperaturen fort pga utstråling fra bakken om kvelden og natta. Fordi lufta ofte er fuktig, kan rim dannes hurtig. Dersom det har kommet regn i løpet av den tiden det var overskyet kan dette vannet fort fryse til is på vegen.

En strålingssensor på en værstasjon kan være nyttig i denne situasjonen. Fra denne kan man oppdage om skydekket sprekker opp før en tilfrysing skjer.

### 11.4.4 Vind

Vindretningen er viktig i forhold til værtypen. Varm fuktig luft inn over kaldt land kan f.eks. føre til tåke. Ved hjelp av vindmåler på stasjonene kan man se om virkeligheten stemmer overens med det meteogrammet viser. Det er viktig å være klar over at svak vind vil kunne variere 360 grader i løpet av kort tid uten at det vil ha noen innvirkning på været. Dette fanges ikke nødvendigvis opp i meteogrammet, men det er mulig å observere denne variasjonen i vindretningen ved svake vinder på kurven fra værstasjonen.

### 11.4.5 Kveld og natt, stille og klart

Ved temperatur rett over frysepunktet er denne vær-situasjonen meget vanskelig fordi plutselig tilfrysing kan forekomme. På grunn av at vegbanen hurtig avkjøles gjennom utstråling kan

rim/is dannes raskt. Hvor mye is som dannes avhenger av temperaturen og luftas fuktighetsinnhold. Denne typen glatt veg fører til mange ulykker fordi den dannes så raskt, og derfor ofte kommer uventet på bilisten.

Registreringer av relativ fuktighet kan være et hjelpemiddel i denne situasjonen. Ved å følge med på utviklingen for duggpunktstemperatur og vegbanetemperatur kan man se om den ene synker hurtigere enn den andre.

#### **11.4.6 Morgen, stille og klart**

Dersom det er stille og klart om morgenen kan man også få meget rask tilfrysing. Vegbanen kan i utgangspunktet være kraftig nedkjølt i løpet av natten. Dette trenger ikke å ha avstedkommet rim hvis fuktighetsinnholdet i lufta nær bakken er lavt i utgangspunktet. Men når sola begynner å varme opp det bakkenære luftsjiktet på morgenen blir det bevegelse i luftlagene. Hvis fuktigere luft fra høyere luftlag på denne måten kommer i kontakt med den kalde vegoverflata kan det bli hurtig isdannelse.

Igjen er det kurvene for duggpunkt og vegbanetemperatur som vil vise om det er fare for tilfrysing eller ikke. Vind med en viss styrke kan imidlertid bidra til at dette fenomenet ikke skaper noen farlig situasjon.

- - - - -

Ut fra disse eksemplene bør det være det tydelig at værrets innvirkning på vinterdriften kan føre til mange farlige føreforhold. Men meteorologi er en til tider kaotisk vitenskap, ingen værprognoser kan bli 100 % korrekte. For å få en mest mulig optimal vinterdrift er det derfor svært viktig å kombinere informasjon fra beslutningsstøtteverktøy med erfaring og lokalkunnskap.

#### **Referanser**

/1/ <http://www.vegvesen.no/s/bransjekontakt/Dokumenter/Meteorologi%20og%20klimastasjoner.pdf>

/2/ <http://metlex.met.no>

/3/ <http://kilden.met.no>



# Kapittel 12 Vinterdrift

*Øystein Larsen, Åge Sivertsen, Bård Nonstad og Kai Rune Lysbakken, Statens vegvesen  
Skuli Thordarson, Vegsyn (Island)*

12.1	Innledning .....	2
12.1.1	Mål for vinterdriften .....	2
12.1.2	Oppgaver .....	2
12.1.3	Ressursbruk .....	2
12.1.4	Effekter av vinterdrift på framkommelighet og trafikksikkerhet .....	4
12.2	Strategier for vinterdrift .....	4
12.3	Vær og andre forhold som har betydning for vinterdriften.....	5
12.4	Snøbrøyting .....	6
12.5	Snørydding .....	8
12.6	Strøing med sand.....	11
12.6.1	Fastsandmetoden .....	11
12.6.2	Strøing med tørr sand .....	12
12.6.3	Strøing med saltblandet sand.....	13
12.6.4	Effekt av sandstrøing på friksjon.....	13
12.7	Salting .....	14
12.7.1	Hensikten med bruk av salt .....	14
12.7.2	Salting som en integrert del av en vinterdriftstrategi .....	17
12.7.3	Spredemetoder .....	17
12.7.5	Alternative kjemikalier .....	19
12.7.6	Saltingens effekt på framkommelighet og trafikksikkerhet .....	19
12.7.7	Saltingens effekt på miljøet .....	20
12.8	Andre arbeidsoppgaver i vinterdriften .....	21
Referanser	.....	21

*Versjon 2011-11-20*

# 12 Vinterdrift

## 12.1 Innledning

### 12.1.1 Mål for vinterdriften

Vinterdriften skal sikre:

- Forutsigbar og god framkommelighet med god regularitet og sikker trafikkavvikling under vinterforhold for alle trafikanter på en måte som ivaretar miljøhensyn
- Synlighet, lesbarhet og øvrig funksjon for objekter, spesielt med hensyn til trafikkavvikling og trafikksikkerhet
- Sikt for alle trafikanter
- Tilgjengelighet til vegutstyr for de som utfører drift og vedlikehold

Dette skal oppnås ved å gjennomføre tiltak for å begrense lengden av perioder med vanskelige føreforhold forårsaket av vintervær, samt sikre best mulig veggrep og jevnhet i perioder hvor det må aksepteres snø- og isdekke på vegen. Ferdelsareal for gående og syklende skal være farbart og attraktivt for fotgjengere og syklister slik at de foretrekker å ferdes der framfor i kjørebanelen.

### 12.1.2 Oppgaver

Vinterdriften består av en rekke arbeidsoppgaver som iverksettes for å gi tilfredsstillende kjøreforhold og ivareta andre forhold som for eksempel god trafikksikkerhet, sikt, tilgjengelighet, funksjon av drenering mv. Oppgavene kan deles i:

- Snøbrøyting
- Snø- og isrydding
  - Snørydding (maskinell og manuell)
  - Snøfresing
  - Snø og ishovling
- Sandstrøing
- Salting
- Andre vinteroppgaver

De forskjellige oppgavene og metodene er nærmere beskrevet senere i dette kapitlet.

### 12.1.3 Ressursbruk

#### *Kostnader*

Vinterdrift er en av de tunge utgiftspostene i driftsbudsjettet. Kostnadene vil variere avhengig av vinterens hardhet, men ligger i størrelsesorden 1,5 milliard kroner pr år for riks- og fylkesvegene. I tillegg kommer kostnadene for vinterdrift av kommunale og private veger.

Vinterdriften består av mange ulike aktiviteter, men grovt sett fordeler kostnadene seg med ca 1/3 på brøyting, 1/3 på sandstrøing og salting og 1/3 på snø- og isrydding og andre vinteroppgaver. Kostnadene og kostnadsfordelingen er avhengig av vinterstrategi, vegstandard, trafikkmengde, geografiske og klimatiske forhold. Ressursforbruket kan variere mye fra år til år avhengig av hvordan vinteren fortøner seg. En stor del av kostnadene er imidlertid bundet opp i faste utgifter som beredskap for mannskap og maskiner, avskrivinger, lagerutgifter o.l.

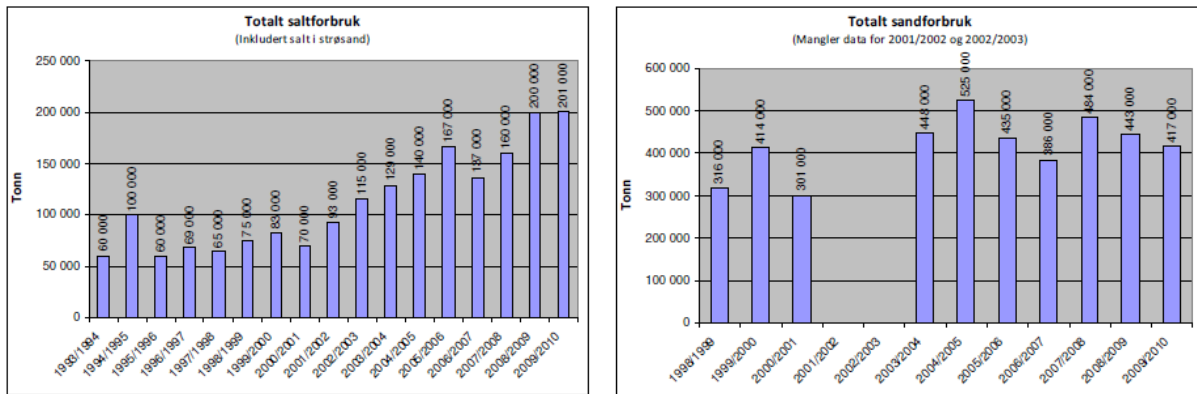
Forskjellige værforhold krever ofte forskjellig innsats. Strenge snøvintre er normalt mest kostnadskrevende med mye brøyting og snørydding, mens milde vintre med mye temperaturskiftninger rundt null grader gir stort behov for salting og sandstrøing. På veger med mye



grunnvanntilsig og dårlig drenering vil snøfattige og kalde vintre ofte føre til stort behov for tining og isrydding.

### Mengder og materialforbruk

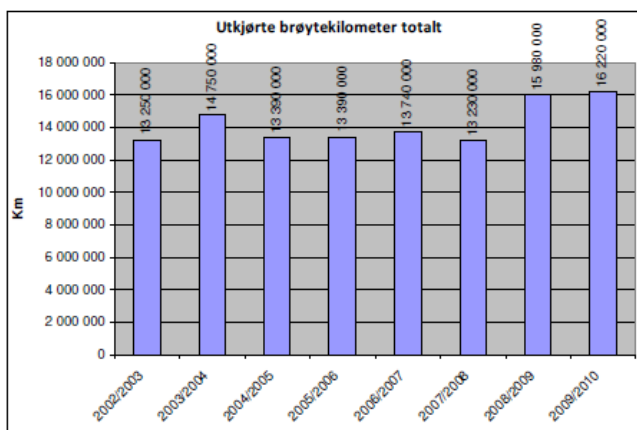
Statens vegvesen får ikke detaljert innsikt i entreprenørenes kostnader, men gjennom rapportering i driftskontraktene får man oversikt over ressursforbruket på de viktigste aktivitetene. Figur 12.1 viser salt- og sandforbruk for riks- og fylkesveger i perioden 1993 – 2010.



Figur 12.1 Forbruk av salt og strøsand i Statens vegvesen i perioden 1993-2010 /1/

Saltforbruket har økt mye de siste årene som følge av at større andel av vegnettet saltes, samt at kravene til bar veg og friksjon har økt. Saltforbruket kan variere mye fra vinter til vinter avhengig av værforholdene. Milde fuktige vintre med store temperaturvariasjoner like under 0 °C øker behovet for salting. Man har ikke sett tilsvarende økning i sandforbruket. Det antas at mer bruk av salt og effektive og holdbare strømetoder for sand (jfr fastsandmetoden) gjør at sandforbruket ikke har økt på samme måte.

Til sammenligning viser figur 12.2 utkjørte brøytekilometer i perioden 2002/03 – 2009/10.



Figur 12.2 Utkjørte brøytekilometer i Statens vegvesen i perioden 2002-2010 /1/

Brøytebehovet varierer som vi ser fra år til år avhengig av snøforholdene. I snitt brøytes det ca 300 km pr km veg, dvs at det kjøres i snitt ca 150 brøyteturer tur/retur pr vinter. Her er det store variasjoner avhengig av hvilket vegnett og hvor i landet man er. Nord-Norge har desidert høyest brøytefrekvens med et snitt på ca 450 brøytekilometer pr km veg de siste årene.

### 12.1.4 Effekter av vinterdrift på framkommelighet og trafikksikkerhet

Vinterdrift har stor betydning for framkommelighet og sikkerhet om vinteren. Kjørekostnadene knyttet til tidsforbruk, drivstofforbruk og slitasje påvirkes i stor grad av snø- og vegbaneforhold. Veger med høy trafikk og kapasitetsproblemer er ekstra sårbare i perioder med vanskelige føreforhold. Lavere kjørefart og korte stopp fører lett til lange køer og forsinkelser.

På fjellovergangene skaper vanskelige værforhold ofte problemer med snøfokk og dårlig sikt. Under vanskelige og varierende værforhold innføres kolonnekjøring for å holde vegen åpen lenger og sikre trygg overfart. Noen ganger må utsatte strekninger stenges midlertidig. Dagens samfunn er avhengig av god regularitet på vegnettet og uforutsette stenginger kan gi store konsekvenser for viktige transporter.

Flere undersøkelser viser at føreforholdene har stor betydning for ulykkesrisikoen. Dette er en av årsakene til at det på flere veger brukes salt for å oppnå mest mulig bar veg. Tabell 12.1 viser at ulykkesfrekvensen er mye høyere på vinterføre enn på tørr bar veg.

Tabell 12.1 Relativ risiko på ulike fører sammenlignet med tørr bar veg /2/

Føreforhold:	Relativ risiko:
Tørr, bar veg	1,0
Våt, bar veg	1,3
Bart i spor	1,3
Vinterføre for øvrig	2,2

Ved kraftige og langvarige snøfall i byer og tettsteder fører mangel på snøopplagsplasser ofte til redusert framkommelighet og sikthindringer. Snø og is skaper særlig problemer for syklister og fotgjengere, og eldre og handikappede er spesielt utsatt. Det er ekstra vanskelig å opprettholde funksjonen til universell utforming om vinteren. Dette er beskrevet nærmere i kapittel 18 om byer og tettsteder.

## 12.2 Strategier for vinterdrift

Statens vegvesen har definert to hovedstrategier for vinterdrift:

- Strategi vinterveg; snø- og isdekke aksepteres
- Strategi bar veg; vegen skal holdes mest mulig bar

### *Strategi vinterveg*

Veger som driftes etter strategi vinterveg kan ha snø- og isdekke vinteren igjennom. Det er ikke krav om at snø-/issålen skal fjernes helt, men det er krav til tykkelse og jevnhet på sålen. Ved behov skal snø-/issålen høvles ned for å oppnå tilfredsstillende såle. Veger som driftes etter denne strategien skal ved lav friksjon strøs med sand. Salt kan brukes ved spesielle vær-situasjoner for å unngå glatt veg forårsaket av tynn is og rim på bar veg.

### *Strategi bar veg*

Veger som driftes etter strategi bar veg, skal brøytes og strøs slik at vegene holdes mest mulig bare hele vinteren. Under snøfall er det ikke mulig å holde vegen bar hele tiden, men etter at snøfallet er over skal bar veg gjenopprettes så snart som mulig og innenfor bestemte tidskrav. For å oppnå dette må disse vegene strøs med salt. Ved spesielle værforhold hvor det ikke er mulig å holde vegen bar, for eksempel større snøfall eller svært lave temperaturer, kan vegene midlertidig driftes etter strategi vinterveg med de krav til løs-snø, snø/issåle og friksjon som gjelder da.



Figur 12.3 Typiske føreforhold på veger med strategi vinterveg og strategi bar veg

I 2011 ble ca 46 000 km av riks- og fylkesvegnettet driftet etter strategi vinterveg og ca 8 200 km etter strategi bar veg. Strategi bar veg brukes hovedsakelig på viktige veger med høy trafikk i områder med mildt klima.

### 12.3 Vær og andre forhold som har betydning for vinterdriften

Værforholdene og spesielt endringer i værforholdene har stor betydning for kjøreforholdene og hvilke tiltak som bør gjennomføres. For vinterdrift er rett-tidighet et nøkkelord. Tidspunkt og valg av tiltak bestemmes både ut fra hva som har skjedd den siste tiden, øyeblikksituasjon og prognose for de nærmeste timene. I tillegg til været må man også ta hensyn til trafikkforholdene ved valg av tidspunkt og tiltak. Beslutningsstøtte og meteorologi er nærmere omtalt i kapittel 11.

De viktigste værtyper som forårsaker vanskelige kjøreforhold og behov for tiltak for ulike strategier er vist i tabell 12.2.

Tabell 12.2 Værtyper som forårsaker vanskelige kjøreforhold og behov for vinterdrift

Værtyper / værhendelser	Betydning for kjøreforhold	Tiltak strategi vinterveg (V) Tiltak strategi bar veg (B)
Snøfall	Gir løs snø, snøsåle og dårlig veggrep. Dårlig sikt.	V: Brøyting, snørydding, snø/ishøvling B: Brøyting kombinert med salting
Vind i områder med løssnø	Gir fokksnø Dårlig sikt	V: Brøyting, snørydding, snø/ishøvling B: Brøyting kombinert med salting
Regn på frosset vegbane	Gir is på snø/isdekket veg og på frosset bar veg	V: Sandstrøing B: Preventiv salting
Underkjølt regn	Fryser direkte på vegbanen, gir ekstremt glatt is	V: Sandstrøing B: Preventiv salting
Tåke kombinert med frost i vegbane	Gir rimfrost på vegbanen Dårlig sikt	V: Sandstrøing B: Preventiv salting
Oppklaring/utstråling ved frost i vegbanen	Kan gi rimfrost og frysing av vann på vegbanen	V: Sandstrøing B: Preventiv salting
Økning i luftfuktighet ved frost i vegbanen	Kan gi rimfrost	V: Sandstrøing B: Preventiv salting
Synkende temperatur til kuldegrader	Gir tilfrysing av vann på vegbanen og mulig rimfrost	V: Sandstrøing B: Preventiv salting
Stigende temperatur til varmegrader	Gir smelting av snø/isdekke og dannelse av våt is	V: Sandstrøing

På veger som driftes etter strategi vinterveg brukes periodevis også salt for å unngå rimfrost og tynne ishinner når forholdene ligger godt til rette for det. Dette gjøres særlig om høsten og våren når temperaturene skifter rundt null grader og trafikantene ikke er så godt forberedt på glatt veg.

Langvarig kulde eller mildvær påvirker føreforholdene ved at vegoverbygningen fryser eller tiner. Dette har også betydning for telehiv og teleløsning lenger nede i vegkonstruksjonen. Kombinasjon av stort vanntilsig, lite snø og langvarig frost fører lett til isdannelse i grøfter og stikkrenner og stort behov for tining. Gamle rør med lite fall og liten dimensjon er spesielt utsatt.

På bruer og isolerte vegstrekninger endres temperaturen på vegoverflaten raskere da vegdekketemperaturen der ikke stabiliseres like mye av vegens varme-/kuldemagasin. Derfor er bruene ofte de første stedene hvor det dannes rimfrost om høsten.

Når luftfuktigheten er høy og vegbanetemperaturen er lavere enn lufttemperaturen, er det fare for utskilling av vann fra luften til vegbanen (dugg). Dersom det er kuldegrader i vegbanen fører dugg dannelse til rimfrost dersom det ikke er salt på vegbanen. Jo større temperaturforskjell mellom luft og vegbane, jo større er sjansen for dannelse av rimfrost på vegbanen. Derfor kan perioder med oppklaring etter solnedgang ofte gi rimfrost selv om det er varme-grader i luften og tilsynelatende tørt fint vær. Rimfrost, også kalt black-ice, kan være svært vanskelig å oppdage og kan derfor komme overraskende på trafikantene.

Områdene rundt vegen har også betydning for føreforholdene, f.eks:

- tilgang til fuktig luft ved elver og vann gir økt fare for dugg og rimfrost
- høye skjæringer og vegetasjon gir skyggevirksomhet og reduserer oppvarming fra solstråling
- vegetasjon langs vegen demper vind og fokkproblemer
- rekkverk og hindringer inntil vegen kan gi ekstra fonndannelse på vegbanen

I tillegg til været og omgivelsene påvirker også trafikken føreforholdene om vinteren;

- snøen kompakteres på vegbanen slik at det dannes snø-/issåle, spesielt ved kram snø
- snøen havner i ranker mellom hjulsporene
- ved lett snø og lave temperaturer kan snøen blåses av vegen
- snø/issåle poleres slik at vegbanen blir glattere, spesielt i kryss og svinger
- snø/issåle slites ned, ved stor trafikk og høy piggdekkandel blir det raskt bart i spor
- kjettingbruk ruer opp, sliter ned og gir ujevnt isdekke
- tynne ishinner brytes ned, særlig når salt svekker bindingene i isen
- vann spruter av vegen og våt vegbane tørker opp raskere

Dette viser at vinterdrift er komplisert og setter store krav til erfaring og lokalkunnskap om vær, veg og trafikk hos de som har ansvaret for å planlegge og utføre vinterdriften.

## 12.4 Snøbrøyting

Hensikten med snøbrøyting er å skyve løssnø ut av brøytearealet for å bedre framkommeligheten. Brøyteareal omfatter vegbane, møteplasser, busslommer, rasteplasser, snuplasser, parkeringsplasser, gang- og sykkelfelt, fortau mv.

Snøbrøyting utføres vanligvis med plog montert på lastebil, men også traktor, høvel eller hjul-laster kan brukes som bæremaskin.

Snøbrøyting bør utføres under eller umiddelbart etter snøvær. Det er viktig å etterstrebe at tiltak utføres før perioder med rushtrafikk da mye trafikk vil medføre at snøen blir nedkjørt og vanskelig å fjerne med plog. For å få best mulig effekt av plogen bør brøytehastigheten ikke være over ca. 40 km/t.

På veger med krav om bar veg utføres snøbrøyting ofte i kombinasjon med salting for å hindre at snøen binder seg til vegoverflaten.

På veger med flere felt kjøres ofte flere brøytebiler i rekke (tandemkjøring) for å føre all snøen over fra venstre til høyre side av vegen i samme operasjon. På høyfjellsveger og øvrige veger som er utsatt for snøfokk kan det være aktuelt å iverksette kolonnekjøring. Formålet med kolonnekjøring er å lede trafikantene trygt gjennom vegstrekninger med sterkt snøfokk. Under kolonnekjøring benyttes brøytebil som leder kolonnen og følgebil som sikrer at kolonnen hele tiden er intakt, og som eventuelt kan assistere kjøretøyer som får problemer.

Det er fornuftig å ha en plan for plassering av snøen fra første snøfall slik at det også blir plass til snøen fra de etterkommende snøfallene. I urbane strøk er det ofte knapphet på areal for snøopplag og det kan være dårlig plass mellom kjøreveg og gang- og sykkelveger. Da er det viktig å koordinere tiltakene slik at snø fra hovedvegen ikke brøytes inn på en ferdig brøytet gang- og sykkelveg.

Ved store snømengder eller mye vind kan det bygges opp høye brøytekanter. Det kan da være vanskelig å få kastet snøen ut over kantene slik at mye snø ryr tilbake i vegbanen. I slike tilfeller kan det være nødvendig å rømme ut brøytekantene for å gi plass til mer snø. Videre gjelder det generelt at brøytekanten ikke skal hindre at overflatevann ledes bort fra vegen.

Bredden som skal ryddes er minst til og med kantlinjene, men ikke utenfor skulderkant da dette kan føre til trafikkfarlige situasjoner dersom biler kommer for langt ut. Det settes opp brøytestikker for å markere brøyteareal og angi ytterkant av vegbane samt spesielle elementer.

### ***Plogmateriell***

Brøyting på veg utføres vanligvis med lastebil påmontert snøplog, eventuelt i kombinasjon med sideplog eller underliggende skjær. Vanligvis brukes diagonalplog som kaster all snøen ut til høyre. På høyfjellsveger og veger med mye snø brukes vanligvis spissplog.



*Figur 12.4 Brøyting med spissplog på høyfjellet (venstre) og brøytebil med diagonalplog og sideplog (høyre)*

Sideplog brukes i tillegg til diagonalplog for å få ekstra brøytebredde på brede veger eller veger med flere felt. Underliggende skjær er effektivt for å fjerne snøsale samtidig med brøyting.

For å fjerne slaps fra vegbanen brukes ploger med slapselameller (gummiskjær). Etter brøyteploegen kan det også brukes kost der hvor en ønsker særlig god mekanisk fjerning som f.eks. på strekninger med strenge krav til å redusere saltforbruket.

På brøyteploeger er det montert utskiftbare plogskjær som går ned mot vegbanen. Avstanden mellom skjær og vegbane kan justeres, men skjærene vil ofte komme i berøring med vegdekket og bli slitt. For effektiv brøyting av slaps og på veger med hjulspor brukes gjerne ploger med slapselameller og ploger som er oppdelt i seksjoner. Det tilstrebes at plogskjæret følger vegdekket best mulig slik at vegbanen blir godt rensket etter brøytetiltaket. Det finnes ulike kombinerte stål/gummiskjær til snøploger på markedet, som har god fleksibilitet og lavt støynivå.



Figur 12.5 Underskjær montert på brøytebil (venstre) og Trelleplow gummiskjær (høyre)

## 12.5 Snørydding

Snørydding utføres for å sikre at veg og vegutstyr fungerer som tiltenkt etter snøfall. Typiske arbeidsoppgaver på vegen er snø- og ishøvling, utfresing og oppussing etter høvling og etterrydding etter brøyting. Rydding av plasser og ulike arealer samt siktforbedring er andre oppgaver som må utføres i etterkant av snøvær.

Snø som hindrer sikt skal fjernes da det er viktig å gi trafikantene tilfredsstillende siktforhold og dermed redusere ulykkesrisikoen. Siktrydding kan omfatte mange ulike objekter og arealer som:

- Vegskuldre
- Trafikkøyer
- Midtdelere
- Rydding av siktsoner i forbindelse med
  - vegkryss
  - kryssende gang-/sykkelveg
  - kryssende fotgjengerfelt
  - vegkurver
  - inn- og utkjøringer til kollektivtrafikkterminaler
  - busslommer
  - vinteråpne rasteplasser
  - kontroll- og veieplasser

- parkeringsplasser
- snuplasser
- foran og på skilt

### ***Snøfresing***

Snøfresere brukes til å kaste løssnø vekk fra arbeidsområdet. Prinsippet er at snø mates inn i en trommel eller vifte og en vifte sender snøspruten videre gjennom en utkasterenhet. Snøfreseren er best egnet hvor det er store snødybder eller hvor snøen må kastes bort fra arbeidsområdet. Det er en fordel at snøen blir kastet på leside av vegen i forhold til fremherskende vindretning slik at den ikke driver tilbake inn på vegen ved neste uvær.



*Figur 12.6 Hjullastermontert trommelfres (venstre). Bildet til høyre viser en snøfres som fjerner brøytekanter og kaster snøen tvers over vegbanen*

Snøfresere finnes i mange størrelser og typer. De fleste snøfresere har en traktor eller hjullaster som bæremaskin. Snøfresere montert på traktor brukes ofte istedenfor plog på gang- og sykkelveger og mindre fylkesveger. Videre brukes mellomstore snøfresere montert på hjullaster til oppgaver som rydding i kryss og plasser, utfresing av grøfter om våren, utfresing ved rømming av brøytekanter, utfresing i trange skjæringer og lignende. På enkelte høyfjellsveger er det anlagt spesielle fresefelt langs vegen på de partiene som er mest utsatt for drivsnø. Aktiv bruk av slike fresefelt gir gode sikt- og brøyteforhold på vegen under drivsnøforhold, samt rom for fonndannelse utenfor vegbanen.

For å ta opp vinterstengte veger eller veger som er midlertidig stengt pga. av snø og vind, brukes store freser med stor kapasitet.

### ***Snø- og ishøvling***

Veghøvelen er en spesialmaskin for å planere vegoverflater. Veghøvelen er et tungt kjøretøy (normalt 15 – 20 tonn) med kraftig motor. Med lang akselavstand, styrbart skjær, boggehjul og trekk på flere akslinger er den godt egnet for å høvle harde snø- og issåler.

Vinterhøvling utføres for å høvle av og jevne ut snø- og issåler som har bygd seg opp på vegbanen. Slike snø- og issåler kan være harde og faste med mye spor og ujevnheter.

Gjenværende såle etter høvling bør være så tynn som mulig slik at trafikken (piggdekkene) raskt fjerner resten av sålen og skaper bar veg. Samtidig er det viktig å ikke skade selve vegdekket med høvlingen.

Etter at høvling er utført skal snø- og issålen være jamn med et rillet mønster i kjøreretningen som gir god styring og normalt et godt veggrep.



Figur 12.7 Veghøvel med underskjær i aksjon, til høyre jevnt snø-/isdekke etter høvling

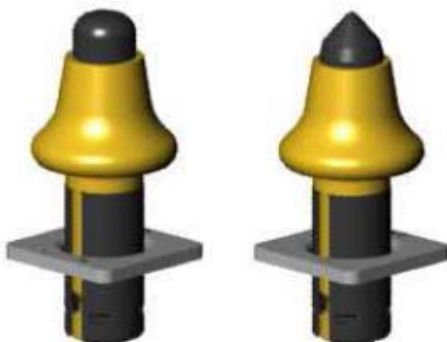
Det benyttes ulike type høvelskjær ut fra varierende forhold. P300 og isriverskjær brukes for å gi en ru overflate med god friksjon.

Nettingskjæret P300 (figur 12.8) er skånsomt mot vegdekket og godt egnet på snøsåle og ved rydding av snø. Det er derimot lite egnet på hard is da det slites fort.

Isriverskjær er best egnet til daglig høvling, med bra effekt på snø- og issåle samtidig som det er forholdsvis skånsomt mot faste vegdekker.



Figur 12.8 Isriverskjær, rødt Scana (venstre) og skjær av typen P300 (høyre)



Figur 12.9 System 2000 med hardmetallpigger



I System 2000 (figur 12.9) brukes hardmetallpigger som er svært effektive til å rive opp is. Spisse pigger brukes ved isrivning på grusveger, og runde pigger til ishøvling på veger med fast dekke. Piggene skal rotere for å gi lang levetid. System 2000 må brukes med forsiktighet på faste dekker da asfalt og vegmerking lett kan bli skadet av piggene.

P300 og System 2000 er spesifikke firmaprodukter, mens isriverskjær og glatt slitestål er generelle betegnelser.

## 12.6 Strøing med sand

Friksjonsforbedring ved strøing med sand blir anvendt på veger som driftes etter vinterveg strategi, d.v.s. på veger som kan ha snø- eller issåle på vinteren. Det finnes ulike metoder for sandstrøing og disse har også ulik effekt og varighet. De tre metodene som er brukt er:

- Fastsandmetoden (strøing med varmt vann og sand)
- Strøing med tørr sand
- Strøing med saltblandet sand

Den metoden som gir best resultat er normalt fastsandmetoden, hvor varmt vann tilsettes sanden før utstrøing. Resultatet gir høyest friksjon, effekten av tiltaket varer relativt lenge og forbruket av steinmaterialer er minst.

Grusmaterialene som benyttes for strøing med sand kan enten være siktet naturgrus eller knuste masser av enten naturgrus eller knust fjell. Vanligvis knuses og siktes også naturgrusen for å utnytte materialene best mulig, samtidig som en dermed også har kontroll på steinstørrelsen. Kornfordelingen i strøisanden er viktig med hensyn til den friksjonsforbedrende effekten av tiltaket og for å begrense skader på bilparken pga steinsprut.

Ideelt sett bør omlag halvparten av massene bestå av steinstørrelse på under 1 mm, og maks størrelse ligge på 6 mm.

Vanligvis legges det ut ca 200 g/m<sup>2</sup> sand, uavhengig av metode. Spredeshastigheten kan variere med type utstyr som anvendes, men vanlig kjørehastighet er 25 - 30 km/t.

Oppbevaring av sand uten salt bør skje frostfritt under tak, saltblandet sand kan oppbevares utendørs.

### 12.6.1 Fastsandmetoden

Fastsandmetoden er basert på at varmt vann tilsettes sanden ved utstrøing. Vanntilsetningen skal være ca 30 volumprosent i forhold til tørrstoffdelen. For å få best mulig effekt av metoden bør vannet ha en temperatur på omlag 95 °C. Sanden vil da "brenne fast" i underlaget på en optimal måte.

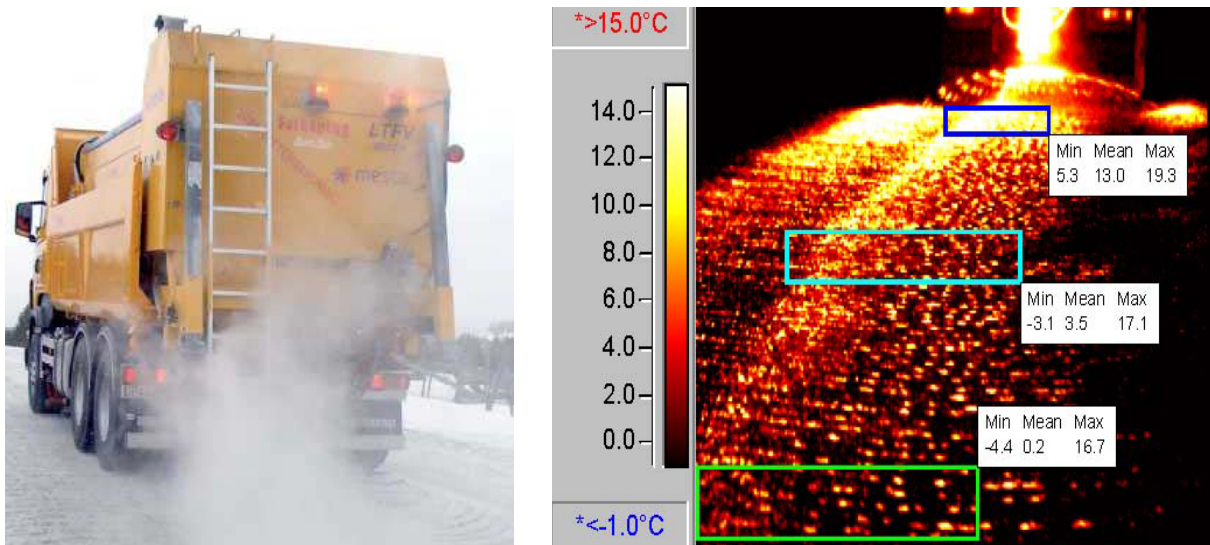
Figur 12.10 viser et eksempel på bilde tatt med varmekamera under utstrøing med fastsand. Bildet viser temperaturen på blandingen av grus og vann fra spredetallerkenen og 5-6 meter bakover. Temperaturvariasjonene synliggjøres gjennom fargenyansene. Denne dokumentasjonsformen har vært sentral i utviklingen av metoden og under testing av ulike fastsandapparater.

Ved fastsandmetoden kan en benytte både siktet naturgrus og knuste masser. Fastsand stiller krav til at det skal være et visst finstoffinnhold i grusmaterialene. Dette for at det skal dannes

klumper med blanding av sand og vann. Eksempel på slike klumper kan en se på detaljbildet i figur 12.11.

Fastsand har et bredt anvendelsesområde og vil i de fleste tilfeller være et vesentlig bedre alternativ enn andre metoder for strøing med sand. Selv om det beste resultatet oppnås på et hardt snø-/isdekke, kan metoden også brukes på tynne ishinner. Fastsandmetoden skal primært benyttes som en preventiv metode når det forventes stigende vegbanetemperatur og friksjonsverdier under kravene. Videre anbefales metoden for å holde friksjonskravene under stabile perioder med kaldt vintervær med isete veger.

Fastsand har begrensninger ved mildvær og vil ved slike forhold ikke ha noe bedre effekt enn tradisjonell sanding. Fastsand setter krav til god logistikk, og man må ha varmlager for sanden.



Figur 12.10 Utstrøing med fastsand. Bildet til høyre er tatt med varmekamera under utstrøing



Figur 12.11 Strøing utført etter fastsandmetoden, oversiktsbilde og detaljbilde

### 12.6.2 Strøing med tørr sand

Ved strøing med tørr sand kan det benyttes både siktet naturgrus og knuste masser av naturgrus eller fjell. Det er ikke så viktig å ha samme finstoffinnhold ved strøing med tørr sand

som det er med fastsand. Strøing av tørr sand skjer ofte mot midten av vegen, derfra vil sanden bli ført til kantene av trafikken.



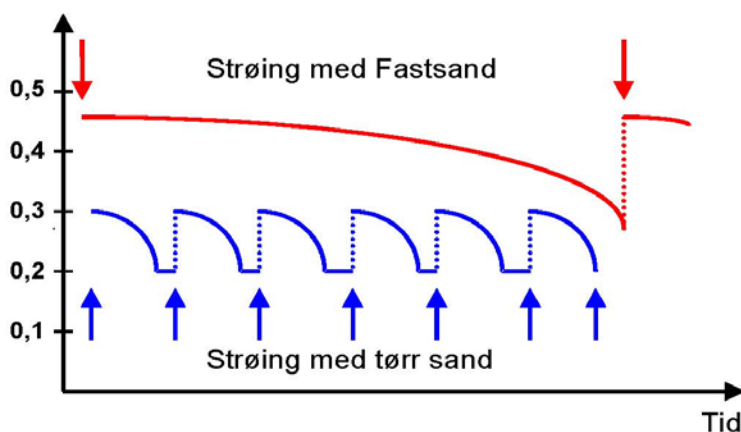
Figur 12.12 Strøing med tørr sand

### 12.6.3 Strøing med saltblandet sand

Saltinnblanding i strøsanden skal begrenses til et minimum. Saltet skal bare brukes for å hindre at sanden fryser på lager. Vanlig salttilsetning vil ut fra de forutsetningene være  $30 \text{ kg/m}^3$ . Øker man saltmengden i strøsanden utover dette, kan man få et saltforbruk som nærmer seg en ordinær saltpraksis. Dersom saltinnblandingen for eksempel øker til  $60 \text{ kg/m}^3$ , og det strøs ut  $200 \text{ gram sand per m}^2$ , vil dette tilsvare  $7,5 \text{ gram salt per m}^2$ . Et større innslag av salt fører dessuten til at isen og snøen begynner å smelte, noe som igjen medfører at vegene blir sporete og ujevne. Det finnes ulike måter å utføre selve innblandingen av salt på; fra manuelle metoder til maskiner. Innblandingen av salt i sanden bør skje minst 2 måneder før anvendelse for å få best virkning av blandingen.

### 12.6.4 Effekt av sandstrøing på friksjon

Forskjellen mellom strøing med fastsandmetoden og strøing med tørr sand er illustrert i figur 12.13. Fastsandmetoden gir både høyere friksjon og har lengre varighet enn strøing med tørr sand.



Figur 12.13 Prinsippkisse som viser varigheten av fastsand i forhold til strøing med tørr sand

Etter strøing med fastsand øker friksjonskoeffisienten normalt med 0,20-0,30. I praksis betyr dette at en kan oppnå en friksjonskoeffisient på 0,40-0,50 på et snø-/isdekke som i utgangspunktet har en friksjonskoeffisient på 0,20. Friksjonstilskuddet kan være 2-3 ganger bedre enn med tørr- eller saltblandet sand.

Strøing med tørr- og saltblandet sand vil som en tommelfingerregel øke friksjonskoeffisienten med ca. 0,10. Dette er isolert sett ikke så veldig mye, men tross alt en forbedring som kan være helt avgjørende i visse situasjoner. På et snø-/isdekke med friksjon på 0,20 vil strøing med tørr eller saltblandet sand medføre at friksjonskoeffisienten blir ca 0,30.

Tester viser at det meste av sanden blir borte allerede etter at ca 50 personbiler har kjørt på den nystrødde strekningen. Dette betyr at strøtiltaket får svært begrenset virketid med mindre det er svært lite trafikk på strekningen.

## 12.7 Salting

Bruk av kjemikalier på vinterveger blir ofte kalt *salting*. Begrepet *salt* benyttes ofte om kjemikallet *natriumklorid* (også kjent som koksalt eller bordsalt). Ved salting av veger kan i utgangspunktet flere typer kjemikalier benyttes, men natriumklorid er mest brukt i Norge og internasjonalt.

Kjemikalier på vinterveger brukes som et hjelpemiddel for å opprettholde eller raskt oppnå bar veg. Ved å spre ut et kjemikalie som senker frysepunktet til vann ønsker man å hindre at is dannes, eller å lette mekanisk fjerning av snø og is fra vegbanen.



Figur 12.14 Brøyting og salting av vinterveg

### 12.7.1 Hensikten med bruk av salt

Det kan prinsipielt defineres tre ulike hensikter med bruk av salt på vinterveger:

1. Anti-ising - Hindre at is dannes på vegbanen
2. Anti-kompaktering - Lette mekanisk fjerning av snø fra vegbanen
3. De-ising - Smelte og fjerne is eller kompaktet snø fra vegbanen

Hver av disse tre hensiktene kan relateres til tre forskjellige fysiske mekanismer eller egenskaper ved salt og salting. Tabellen nedenfor viser dette:

Tabell 12.3 Ulike hensikter med bruk av salt på vinterveger

Hensikt	Mekanisme	Begrep
1. Hindre at det dannes is på vegbanen	Kjemikaliet senker frysepunktet til vann	<i>anti-ising</i>
2. Lette mekanisk fjerning	Kjemikaliet hindrer bindinger mellom snøkrystaller og mellom snøkrystaller og vegoverflaten	<i>anti-kompaktering</i>
3. Smelte/fjerne snø- eller isdekke	Kjemikaliet smelter og penetrerer snø-/islaget og bryter binding mellom is/snø og vegoverflaten, og letter mekanisk fjerning	<i>de-ising</i>

### **Anti-ising**

Et hvert stoff som løser seg opp i vann og dermed danner en løsning, vil senke frysepunktet til vann. Frysepunktnedsettelse er en såkalt kolligativ egenskap. Det vil si at frysepunktnedsettelse ikke er avhengig av hva slag stoff som blir oppløst i vannet, men hvor mange molekyler som løses opp. Frysepunktnedsettelse kan uttrykkes slik:

$$\Delta T = m \cdot K_f$$

hvor:

$\Delta T$  er nedsetting av frysepunkt i °C

$m$  er konsentrasjonen av oppløste molekyler uttrykt ved såkalt molalitet (mol per liter)

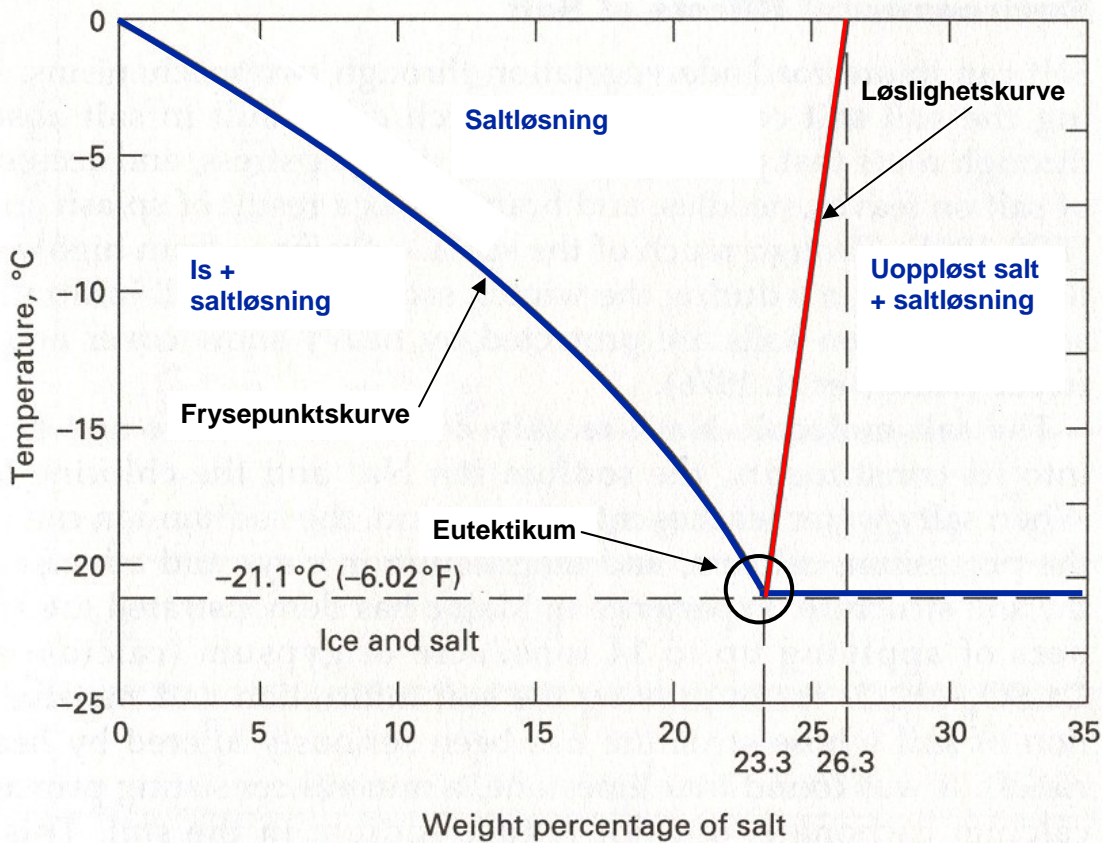
$K_f$  er den kryoskopiske konstanten (spesifikk for ulike væsker)

Eksempelvis vil både sukker og salt sette ned frysepunktet til vann. Tilsettes en lik mengde molekyler av sukker eller salt til en bestemt mengde vann vil i teorien frysepunktet settes ned likt. Siden molekylerne til sukker er mye tyngre enn molekylerne til salt vil vekten av en viss mengde molekyler for sukker veie mer enn den samme mengde molekyler salt. Av denne grunnen er stoffer som har lav molekylvekt mer effektive per vektenhet enn stoffer med høy molekylvekt når det gjelder frysepunktnedsettelse.

Ved å tilsette salt til vann vil altså frysepunktet til vannet senkes. Hvor mye frysepunktet senkes avhenger av mengden salt som tilsettes. Dette kan vises skjematisk i et såkalt fase-diagram. Fasediagrammet viser frysepunktet for en blanding av vann og salt som funksjon av mengden salt. Figur 12.15 viser fasediagrammet for natriumklorid (NaCl) og vann, såkalt natriumkloridløsning.

Den blå kurven på figuren viser frysepunktet til løsningen av vann og natriumklorid. Som figuren viser så senkes frysepunktet for natriumkloridløsningen desto mer NaCl som tilsettes. Dette skjer inntil frysepunktskurven (blå kurve) møter løselighetskurven (rød kurve). Løselighetskurven viser mengden salt som maksimalt kan løses opp. Tilsettes mer salt vil dette saltet bare være uoppløste krystaller. Når frysepunktskurven møter løselighetskurven flater frysepunktskurven ut og maksimal frysepunktnedsettelse er nådd. Punktet der kurvene møtes kalles *eutektikum* og er altså den mengden salt som gir maksimal frysepunktnedsettelse. En løsning av natriumklorid og vann har det laveste frysepunktet på -21,1 °C ved 23,3 % vektprosent salt.

Ved å strø salt på vegen kan en altså hindre at vann danner is ved 0 °C. Når det finnes vann på vegen fra regn eller smeltevann og temperaturen i luft og vegbane er i ferd med å ynke, saltes det for å hindre at is dannes på vegbanen. Et annet eksempel er at hvis det felles ut fukt på en kald vegbane så vil det normalt kunne dannes rim på vegbanen. Ved å påføre salt vil vegbanen kun bli fuktig og ikke glatt. Å utnytte saltet på denne måten kalles anti-ising. Man salter før is har blitt dannet for å hindre tilfrysing og glatt vegbane.



Figur 12.15 Fasediagram for en løsning av natriumklorid og vann

### Anti-kompaktering

Ved å tilføre salt i snø så vil snøkrystaller ikke så lett binde seg til hverandre og til vegbanen. Snøen kan ikke kompakteres og det vil ikke så lett dannes en snø- eller issåle. Hvorfor dette skjer og hva som er den fysiske mekanismen bak dette er ikke godt beskrevet i litteraturen. Den praktiske anvendelsen av denne egenskapen er i alle fall godt kjent. Ved å salte vegbanen før og under snøvær vil ikke snøen kompakteres og danne hard snøåle. Dette gjør at snøen er lettere å fjerne mekanisk med plog.

Hensikten med å salte rett før og under snøvær er dermed ikke å tilsette så mye salt at snøen smelter, men å tilsette tilstrekkelig salt til at snøen er lett å fjerne med brøyting.

Det er svært viktig å påpeke at det ikke skal saltes i forbindelse med snøvær for å smelte bort snø. For det første vil det vil kreve store mengder salt for å fjerne all snø ved å smelte den. Dessuten vil det innebære at det vil ligge mye slaps og vann i vegbanen som gir ugunstige kjøreforhold. Rett bruk av salt i forbindelse snøvær må kombineres med hyppig og god brøyting.

### ***De-ising***

Kjemikalier som løser seg opp i vann og dermed setter ned frysepunktet vil også ha evne til å smelte is. Egenskapen med å smelte is henger tett sammen med frysepunktnedsettelse.

Dette er aktuelt å utnytte i en situasjon der det finnes et is- eller snødekke på vegbanen. Ved å påføre saltet vil snøen eller isen smelte, det vil si gå over fra fastform til væskeform. Snø- eller isdekket vil delvis smelte og gå i oppløsning, og kan deretter fjernes mekanisk.

I utgangspunktet er dette en situasjon en ikke ønsker ved en saltingsstrategi av vegger. Det er et mål å sette i gang tiltak tidsnok slik at det ikke oppstår snø- eller isdekke, og dermed glatt vegbane. Tiltak med salting på bar veg strategi skal settes i gang før glatt vegbane oppstår. Dessuten vil en ved å påføre saltet etter at isen er dannet, eller etter at snøen har festet seg til vegbanen, bruke mer salt enn for å hindre isdanning eller kompaktering av snø. Det kreves altså betydelig mer salt for å smelte is enn for å hindre danning av is.

#### **12.7.2 Salting som en integrert del av en vinterdriftstrategi**

Salting er ikke bare et strømateriale som kan brukes uavhengig av resten av vinterdriften. God salting innebærer at man forsøker å oppnå gode kjøreforhold med et så lavt saltforbruk som mulig. Dette kan oppnås ved at man har et driftsopplegg som er tilpasset bruk av salt.

Det er flere krav til et driftsopplegg tilpasset bruk av salt. For å oppnå gode kjøreforhold som resulterer i god framkommelighet og trafikk sikkerhet, må saltingen i størst mulig grad skje preventivt. Det vil si at det må saltes før is- eller snødekke har blitt dannet. Saltet skal altså først og fremst spres som anti-ising eller i forkant av snøvær. Preventiv salting vil normalt gi lavt saltforbruk i tillegg til gode kjøreforhold.

For å lykkes med preventiv salting må beslutningstakere ha god informasjon om rådende vær- og føreforhold, i tillegg til god informasjon om værprognoser. Mannskap må ha god kompetanse med bruk av salt. Det krever at man har relativt korte roder slik at man kan gjøre tiltak kort tid i forkant av aktuelle værtilfeller og at man kan ha relativt stor hyppighet på tiltak. Ved bruk av salt under snøvær må man ha brøyteutstyr tilpasset brøyting av slaps og utstyr som leverer god kvalitet på brøytetiltak.

#### **12.7.3 Spredemetoder**

Utstrøing av salt kan skje på fire ulike måter:

- Tørt salt
- Befuktet salt
- Slurry
- Saltløsning

##### ***Tørt salt***

Her blir saltet strødd ut tørt i form av korn. Korngraderingen av saltet kan variere. Det er en billig og enkel metode. Metoden kan være effektiv dersom det allerede ligger snø på vegen eller at vegen er fuktig. Er vegen derimot tørr vil mye av saltet blåses av vegen på grunn av trafikken. Tørt salt vil også ha en senere effekt enn andre metoder da saltet må løses opp før det blir effektivt. Tørt salt kan derfor brukes som en preventiv metode når vegbanen er fuktig eller under snøvær. Tørt salt er den metoden som gir størst saltforbruk.

### ***Befuktet salt***

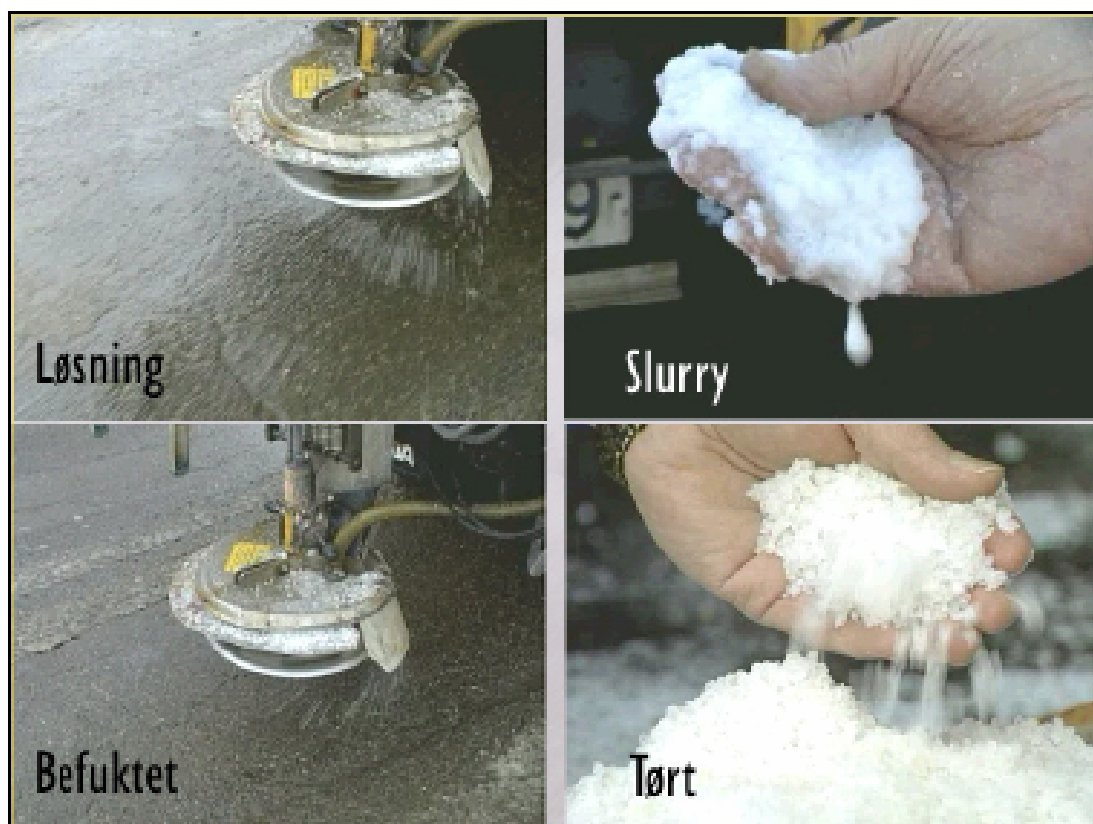
Befuktet salt er saltkorn som blir befuktet med saltløsning eller vann rett før det strøs ut på vegen. Hensikten med å befukte saltkornene er primært å bedre vedheften mellom saltet og vegoverflata slik at saltet ikke blåser av vegen. I tillegg vil man ved å tilføre saltløsning gjøre saltet mer effektivt ved at noe av saltet finnes i løsningsform når det strøs ut på vegen. Metoden kan brukes preventivt både ved tørr og våt vegbane og under snøvær. Ved å bruke befuktet salt kan saltforbruket senkes sammenlignet med tørt salt.

### ***Saltslurry***

Saltslurry er en blanding av knuste saltkorn og saltløsning. Metoden ligner på befuktet salt men saltkornene blir knust til mindre korn i saltbilen før de strøs ut. Metoden vil være raskere enn både tørt og befuktet salt. I og med at saltløsning også tilsettes vil metoden i likhet med befuktet salt ha bedre vedheft til vegen enn tørt salt. Metoden kan brukes preventivt både på tørr og våt vegbane og under snøvær. Den har potensial til lavere saltforbruk enn både tørt og befuktet salt.

### ***Saltløsning***

Saltløsning er salt som er fullstendig løst i vann. Løsningen har et blandingsforhold som ligger tett opp til eutektikum, det vil si den saltkonsentrasjonen som gir lavest frysepunkt. Saltløsning har en rask effekt og er svært effektivt som preventivt tiltak ved tørr vegbane eller når det er lite fukt på vegbanen. Metoden er også svært effektiv ved tynne ishinner. Utstrøing av saltløsning er den metoden som gir lavest saltforbruk.



Figur 12.16 Ulike spredemetoder for salt



### 12.7.5 Alternative kjemikalier

Prinsipielt finnes det flere typer kjemikalier som kan benyttes på vinterveger. I Norge er i dag natriumklorid (NaCl) bortimot enerådende for bruk i vinterdriften. Internasjonalt brukes det flere typer kjemiske smeltemidler, men også her er det bruken av NaCl som dominerer.

Ideelt bør et kjemikalie for vinterdrift fylle disse kriteriene:

- Det bør ha en hurtig virkning selv ved små mengder
- Det bør være billig og enkelt å skaffe
- Det bør være enkelt å oppbevare og strø ut
- Ha så få ulemper som mulig, eksempelvis i forhold til korrosjon
- Ha minimal effekt på miljø
- Ha samme virkning selv etter lang tids lagring

Kjemikaliene kan deles i følgende grupper:

- Kloridsalter
  - Natriumklorid (NaCl)
  - Magnesiumklorid ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ )
  - Kalsiumklorid ( $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ )
- Organiske salter
  - Eddiksyresalter
    - Kalsium-magnesiumacetat (forkortes CMA)
    - Kalsiumacetat
  - Maursyresalter
    - Natriumformiat
    - Kalsiumformiat
  - Urea

Som nevnt er NaCl det saltet som brukes mest til salting av vinterveger. Kjemisk sett er dette akkurat samme stoff som bordsalt. NaCl leveres både som steinsalt (utvinnes fra saltgruver) og som sjøsalt. Mest brukt i Norge er sjøsalt. Grunnen til at det er NaCl som dominerer innen vinterdriften, er kombinasjonen av at det er forholdsvis rimelig og har en god effekt. NaCl har relativt lav molekylvekt, noe som betyr at det har god effekt med hensyn på å sette ned frysepunktet til vann.

Per i dag finnes det ingen alternativ som fullt ut kan erstatte NaCl, de andre stoffene har relativt sett dårligere effekt, høy pris eller andre negative effekter.

### 12.7.6 Saltingens effekt på framkommelighet og trafikksikkerhet

Opprinnelig var argumentet for å ta i bruk salting i vintervedlikeholdet kun av framkommelighetshensyn. Dette gjaldt både for Norge og internasjonalt. Man ønsket altså å salte for å kunne opprettholde hastighet og trafikkvolum på vinterveger.

Trafikksikkerhet var ikke et argument for saltingen av vinterveger. Tidlige undersøkelser internasjonalt kunne tyde på at salting ikke hadde positiv effekt når det gjaldt ulykker.

Kunnskapene og metodene rundt salting har stadig blitt forbedret de senere årene, også når det gjelder spørsmålet om saltingens effekt på trafikksikkerhet:

- I en stor norsk undersøkelse som ble rapportert i 1995 /3/ ble det konkludert med at slik saltingen foregikk i Norge den gang så reduserte det ulykkestallet på det saltede vegnettet med 20 %.

- TØI /4/ anslo basert på en litteraturgjennomgang at saltingen resulterer i en reduksjon av personskadeulykker på mellom 7 - 22 %.
- I en undersøkelse av svenske ulykkestall konkluderte Norem /5/ med at klima med temperaturforhold er avgjørende for saltingens effekt på trafikkulykker. Det ble konkludert med at salt ikke bør benyttes i områder med lange perioder med temperaturer under  $-8^{\circ}\text{C}$ . Likeledes konkluderte Norem med at for at saltingen skal gi positive effekter på trafiksikkerhet må vinterdriften gjennomføres slik at det oppnås stor andel av bar veg gjennom vinteren.

### 12.7.7 Saltingens effekt på miljøet

Bruk av natriumklorid kan ha negative effekter på miljøet. Saltet kan gi skade på vegetasjon, grunnvann eller overflatevann.

På trær kan det oppstå sviskader eller skader på grunn av opptak av salt gjennom rotsystem. Skader på vegetasjon vil kanskje først og fremst være et estetisk problem, men skader som oppstår på kostbar beplantning langs vegen vil også være et økonomisk moment. Alvorlig er også om skader framkommer på vegetasjon i verneområder eller eksempelvis på vernede alleer.

Salt kan forurense grunnvann. Dette er spesielt problematisk der grunnvannet brukes til drikkevann. Saltet kan slik sett ødelegge for både enkeltbrønner (begrenset, lokalt problem) eller større grunnvannsbasseng/-anlegg.



*Figur 12.17 Saltskader på vegetasjon nær vegbanen kan sees flere steder*

Saltforurensning i overflatevann og i frie vannmasser kan forårsake akutt skade på biologi eller mer langvarige endringer i biologisk artssammensetning. I overflatevann kan også skade skje ved at salt gir en lagdeling av innsjøer som hindrer naturlig omrøring av vann og dermed forårsaker oksygenfattig bunnvann.

Hvorvidt en ser skader av salt vil være avhengig av mange forhold. Det vil selvsagt være avhengig av hvor stort saltforbruk man har på den enkelte strekning, men det er også stor forskjell på hvor sårbare ulike områder, arter osv. er for salt.

Kjemikaliers virkning på miljøet er komplekst og avhengig av lokale forhold. Per i dag finnes det ingen alternativer som ikke vil gi noen negative virkninger på miljøet. Selv stoffer som i

utgangspunkt er nedbrytbare (organiske salter) vil ha potensial for miljøproblemer. Det er derfor viktig å etterstrebe en god vinterdrift med et generelt lavt saltforbruk, og også ha fokus på lokale forhold som kan kreve spesiell varsomhet.

## 12.8 Andre arbeidsoppgaver i vinterdriften

Det som er beskrevet foran gir en oversikt over hovedoppgavene i vinterdriften. Det er imidlertid en god del andre oppgaver som er viktig for å sikre god framkommelighet og trafikk-sikkerhet om vinteren:

- Fjerning av is (istapper) i tunnel og skjæringer som kan falle ned i kjørebanelen. Is i skjæringer bygger seg opp i kuldeperioder der vann kommer ut gjennom sprekker eller som overflatevann og fryser til etter hvert. Dersom det ikke er brede nok grøfter eller etablert nett for is-sikring må is som kan falle ned på vegbanen fjernes.
- Drifte snø- og skredsikringsanlegg.
- Drifting av snøskjermer.
- Overvåking, opprydding mv. i forbindelse med snøskred.
- Fjerne issvuller og iskjøving fra vegbanen.
- Åpning av vinterstengte veger.
- Oppsetting, supplering og nedtaking av brøytestikk. Selv om hovedhensikten med brøytestikk er å markere brøytearealet er også refleksene på stikkene til stor hjelp for trafikantene i mørket da de kan gi god optisk ledning.
- Utbedring av telehiv og varsling av trafikkfarlige telehiv gjennom skilting mv.
- Tining av stikkrenner og sluk for å sikre åpne vannveier.
- Åpne vannveier for å sikre avrenning av smeltevann og lede bort vann fra vegens overflate som følge av snøsmelting eller regn som oppdemmes på vegbanen.

## Referanser

- /1/ Statens vegvesen Teknologirapport 2606 *Mengderapportering vinteren 2009/2010*
- /2/ *Sammenheng mellom ulykkesfrekvens, skadekostnad og føre- og friksjonsforhold.* SINTEF-notat N-01/05 (mars 2006)
- /3/ Vaa T. og Sakshaug K.: *Salting og trafikk-sikkerhet. Saltingens effekt på ulykker og trafikkfart.* Statens vegvesen, Vegdirektoratet/ SINTEF Samferdselsteknikk (1995)
- /4/ Elvik R., Mysen A. B., og Vaa T.: *Trafikk-sikkerhetshåndboken.* Transportøkonomisk institutt Oslo (2001). <http://tsh.toi.no/>
- /5/ Norem H.: *A winter maintenance strategy for roads based on climatic factors.* VTI rapport 630A Linköping (2009)



# Kapittel 13 Bruer og kaier

*Eva Rodum, Statens vegvesen*

13.1	Norge – et bruland.....	2
13.2	Bestandighet av bruelementer .....	3
13.2.1	Elementer av betong .....	3
13.2.2	Elementer av stål .....	5
13.2.3	Andre elementer .....	5
13.3	Drifts- og vedlikeholdstiltak som inngår i funksjonskontrakter .....	6
13.4	Bruforvaltningssystemet BRUTUS.....	6
13.5	Inspeksjon av bruer .....	7
13.5.1	Inspeksjonstyper .....	7
13.5.2	Faser i en bruinspeksjon .....	7
13.5.3	Gjennomføring av inspeksjonen.....	8
13.5.4	Kodesystem ved inspeksjon og vurdering .....	11
13.5.5	Skadekatalog – eksempler på klassifisering av skader .....	12
Referanser	.....	12

*Versjon 2011-11-20*

## 13 Bruer og kaier

Statens vegvesen og Fylkeskommunene har (pr 2010) til sammen ansvar for 16 750 trafikerte bruer i Norge, inklusive 368 ferjeleier. Bruparken representerer store samfunnsverdier og en stor andel av bruene har nådd en alder hvor de erfaringsmessig krever mer omfattende vedlikehold.

Generelt oppsyn av bruer og kaier, samt enkle drifts- og vedlikeholdstiltak inngår i dag i funksjonskontrakter, regulert av prosesser i Håndbok 111 "Standard for drift og vedlikehold". Rutinemessige inspeksjoner og større reparasjons- og vedlikeholdstiltak utføres som egne oppgaver/prosjekter, i henhold til retningslinjer gitt i Håndbok 136 "Inspeksjonshåndbok for bruer" og Håndbok 147 "Forvaltning, drift og vedlikehold av bruer".

Alle brudata, innsamlede tilstandsdata og nøkkeldata fra utførte tiltak er samlet i BRUTUS, Statens vegvesens landsdekkende informasjons- og planleggingsverktøy for forvaltning, drift og vedlikehold av bruer og andre byggverk i vegnettet.

Dette kapittelet gir en oversikt over bruparken i riks- og fylkesvegnettet og gir en innføring i de retningslinjer som gjelder for inspeksjon av bruer. Det gis en kort beskrivelse av typiske bestandighetsproblemer knyttet til bruelementer av betong og stål.

Målet med kapittelet er at leseren skal få en forståelse for hvordan forvaltning, drift og vedlikehold av bruene er organisert og kjennskap til hvilke retningslinjer som gjelder i Statens vegvesen.

### 13.1 Norge – et bruland

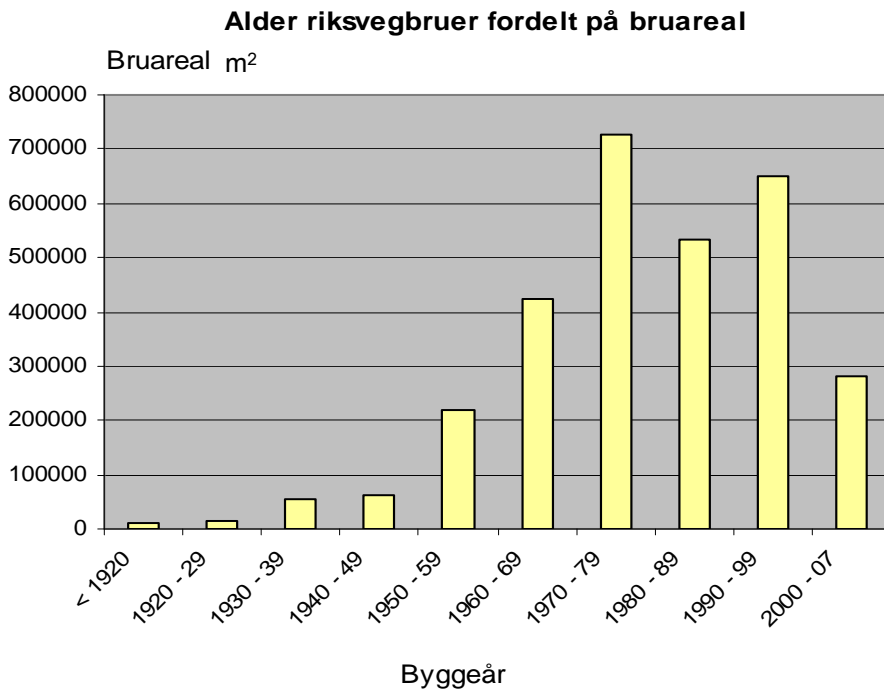
Brubygging har nær sammenheng med samfunnsutviklingen og behovet for framkommelighet. Fra de tidligste tider har det eksistert enkle bruer over små elver og bekker, både for lokal samferdsel og for framkommelighet på hovedferdselsveiene fra Østlandet til Vestlandet og Trøndelag. Utbygging av postruter på slutten av 1700-tallet førte til et behov for systematisk brubygging. Murt stein og tre var de dominerende materialer på denne tida. Utover 1800-tallet ble det bygd flere bruer av støpejern og fra 1850 ble stål utviklet som hovedmateriale for bruer. De første armerte betongbruer i Norge ble bygd rundt 1920.

I etterkrigstida gjorde bilen for alvor sitt inntog i Norge og det skjedde en omlegging av transportrutene fra sjøveg til landeveg. Med det vokste behovet for flere og lengre bruforbindelser fram. Fjordarmer skulle krysses og øyer forbindes til fastland. Brubyggingen skjøt fart utover 1950-tallet og nådde en foreløpig topp på 1970-tallet.

De totalt 16 750 riksveg- og fylkesvegbruene har en totallengde på 430 km, med en gjennomsnittslengde på 25 m. Totalt 770 bruer har en lengde over 100 m. Brumassen representerer store samfunnsverdier, stipulert til 74 milliarder NOK i 2004.

Figur 13.1 viser totalt bruareal for riksvegbruer bygd i tiårsperiodene etter 1920. Basert på grunnlagstallene bak stolpediagrammet, kan aldersfordelingen av bruarealet også presenteres som følger:

- 22 % av totalt bruareal er bygd i perioden før 1968
- 42 % av totalt bruareal er bygd i perioden 1968-1987
- 35 % av totalt bruareal er bygd i perioden 1988-2007



Figur 13.1 Areal av riksvegbruerne fordelt etter byggeår

## 13.2 Bestandighet av bruelementer

### 13.2.1 Elementer av betong

Betong er i dag et av de mest brukte byggematerialene i verden, og det er spesielt mye brukt til store og tunge konstruksjoner og anlegg. I brusammenheng er betong det klart mest dominerende materialet. Det er tre forhold som gjør materialet spesielt anvendelig; betong er relativt bestandig, har stor styrke og er et svært formbart material.

Alle materialer blir imidlertid utsatt for nedbrytning gjennom eksponering for ”vær og vind”. Helt fram til på 1980-tallet ble betong i stor grad sett på som et vedlikeholdsfritt material. Erfaringer fra de siste 20-30 år viser at dette ikke er tilfellet. Betong har, som alle andre materialer, behov for tilsyn og vedlikehold.

Betongens bestandighet er avhengig av:

- Riktig konstruksjonsutførelse og gode detaljløsninger
- Riktig materialsammensetning i forhold til konstruksjonens miljøpåkjenning
- Riktig utførelse av armerings- og støpearbeidene, først og fremst vedrørende armeringsoverdekning, komprimering av betongen og herdeforhold

Dersom disse forhold er ivaretatt kan man forvente at konstruksjonen vil stå i den tiltenkte levetiden uten betydelig vedlikehold. Dersom de ikke ivaretas kan det føre til en rask nedbrytning av betongen og behov for uforutsette vedlikeholds- og reparasjonsarbeider.

Betongskadene som opptrer på betongbruerne i dag skyldes i mange tilfeller ovennevnte forhold, men også mangelfull kunnskap på byggetidspunktet. Det norske standardverket som var gjeldende på 1960-, 1970- og delvis 1980-tallet fokuserte på betongkonstruksjonens lastkapasitet, og det var ikke stilt krav til armeringsoverdekning og betongkvalitet etter hvilket miljø konstruksjonen skulle stå i.

Med dagens regelverk for nybygging, de europeiske standarder og Statens vegvesens egne retningslinjer, forventes det at man oppnår en levetid på 100 år for de nyere betongbruene.

Hovedproblemet for bestandigheten av betongbruene har så langt vært kloridinitiert armeringskorrosjon. Andre skadeårsaker som opptrer på betongruer er alkalireaksjoner og karbonatiseringsinitiert armeringskorrosjon.

Alkalireaksjoner er en kjemisk-fysisk prosess som innebærer at alkalier i betongens sementpasta reagerer med visse kvartsholdige bergarter i tilslaget. Ved reaksjonen dannes et reaksjonsprodukt som har den egenskapen at det sveller når det tar opp vann. Volumøkningen kan gi problemer med fugeklemming og forskyvning av lagre, og setter opp strekkspenninger i betongen. Når strekkspenningene overskrider betongens strekkfasthet oppstår rissdannelse. I langt framskredent stadium kan skadene påvirke betongens strekkfasthet og E-modul. Konsekvensene av reduserte mekaniske parametere og av eventuelle følgeskader er ofte meget komplekse, og må derfor vurderes spesielt for hver konstruksjon/konstruksjonsdel.

Armeringen i en ny betongkonstruksjon er i utgangspunktet beskyttet mot korrosjon ved at det dannes en tett oksidfilm på armeringsoverflaten ved kontakt med fersk, sterkt alkalisk betong (pH 12,5-14). Oksidfilmen kalles også beskyttelsesfilm eller passivfilm, og har den egenskapen at den hindrer armeringsstålet i å korrodere. Den korrosjonsbeskyttende oksidfilmen kan imidlertid ødelegges over tid, enten ved at pH-verdien i betongen reduseres som følge av karbonatisering eller ved at kloridinnholdet i betongen rundt armeringen overskrider et visst nivå. Karbonatisering skjer ved at karbondioksid fra lufta trenger inn i betongen og reagerer kjemisk med bestanddeler i sementpastaen, slik at pH reduseres til 8-9. Klorider kan komme inn i betongen enten ved støping (kloridholdige delmaterialer, f.eks. sjøsand, sjøvann) eller ved inntrenging fra omkringliggende miljø, vanligvis fra sjøvann eller tinesalter.

Når den beskyttende oksidfilmen er brutt vil armeringen korrodere, forutsatt tilstrekkelig tilgang på oksygen og fukt. Korrosjonsproduktene som dannes har et volum som er opptil 5-7 ganger større enn stålet. Dette medfører at det bygges opp spenninger i betongen rundt armeringen. Når betongens strekkfasthet overskrides oppstår riss, og etter hvert vil det kunne oppstå avskallinger av større biter av betongoverdekningen og redusert heft mellom armering og betong. Kloridinitiert armeringskorrosjon er i tillegg preget av lokale korrosjonsangrep, såkalt groptæring (pitting). Konsekvensene av armeringskorrosjon vil kunne være både av estetisk/sikkerhetsmessig art (nedfall av betong) og ikke minst av konstruktiv art (reduert lastkapasitet).



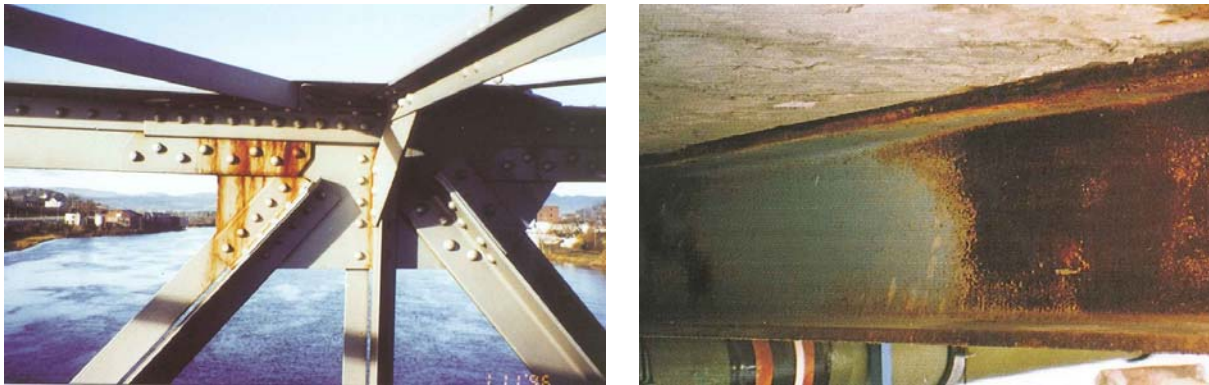
Figur 13.2 Eksempel på armeringskorrosjon initiert av klorider, før og etter fjerning av løs/delaminert betong



### 13.2.2 Elementer av stål

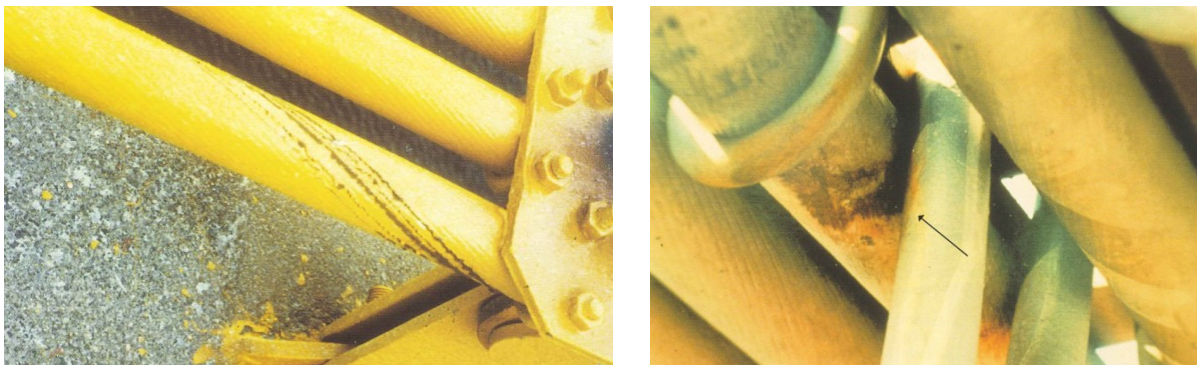
Stål er et mye brukt konstruksjonsmateriale, også innenfor brubygging. Mange av riksvegbuene har hovedbæresystem av stål, f eks fagverk, bjelker og hengekabler, og flere sekundære bruelementer er også av stål, f eks rekkverk.

Det største bestandighetsproblemet for stålkonstruksjoner/-elementer er korrosjon. Det kan være flere årsaker til at det oppstår korrosjon på stål, men som regel har det sammenheng med skader i overflatebehandlingen. Det kan skyldes normal nedbrytning av overflatebehandlingen eller lokale skader knyttet til vanskelig tilgjengelige områder, f eks i forbindelse med element-skjøter/bolter, eller områder utsatt for spesiell slitasje eller tilsmussing. Korrosjon av stål vil over tid påvirke lastkapasiteten til bærende elementer ved at tverrsnittet blir redusert.



Figur 13.3 Lokal korrosjon i fagverksknutepunkt og overflatekorrosjon på stålbejelke

Andre vedlikeholdsmessige utfordringer for stålelementer kan være knyttet til bærekabler, hengestenger og festelementer, f eks trådbrudd i kabler pga feil utforming/forankring/overbelastning, eller slitasje/gnissing på kabler og hengestagfester pga bevegelser i brua.



Figur 13.4 Trådbrudd ved hengestagsfeste og gnissing på kabel pga bevegelser i brua

### 13.2.3 Andre elementer

I tillegg til skadeutvikling på hovedbæresystemet på betong- og stålbruer, er det også et betydelig behov for løpende vedlikehold av bruenes fuktisolering/slitelag, rekkverk og fugekonstruksjoner.

### 13.3 Drifts- og vedlikeholdstiltak som inngår i funksjonskontrakter

Statens vegvesens Håndbok 111 "Standard for drift og vedlikehold" beskriver grunnlaget for drift og vedlikehold av veger gjennom funksjonskrav, samt konkretiserer nivået for innsatsen gjennom krav til tilstand og/eller krav til tiltak. Håndboka inneholder en egen prosess 87 for bruer og en prosess 88 for kaier.

Det som er regulert i prosess 87 og 88 er:

- Generelt oppsyn av bru eller ferjekai, og midlertidig sikring ved skader og uforutsette hendelser. Oppsynet konsentreres om de mest sårbare bruene og kaiene, f eks flom- eller påkjørselsutsatte konstruksjoner.
- Regelmessig rengjøring av utsatte bruelementer, f eks brudekke, fuger, rekkverk.
- Rensk og rydding under og nær bruer for å sikre vanngjennomløp, mulighet for tilsyn og for å unngå brann.
- Kontroll og vedlikehold av erosjonsbeskyttelse slik at man unngår følgeskader som for eksempel undergraving av fundamenter.
- Kontroll og vedlikehold av fuktisolering/membran og slitelag, f eks sporslitasje.
- Kontroll og løpende vedlikehold av fugekonstruksjoner, brurekkverk, vannavløp/drenssystem, belysning og redningsutstyr for kaier.

De som gjennomfører det generelle oppsynet skal ha kjennskap til Håndbok 136 og 147, men de rutinemessige inspeksjoner (se avsnitt 13.5) er ikke inkludert i prosess 87 og 88.

Dersom det generelle oppsynet avdekker skader/hendelser som krever tiltak som ikke er dekket av Håndbok 111, skal dette omgående rapporteres til oppdragsgiver/bruedlikeholds- og ferjekaiansvarlig. Slike vedlikeholds- og reparasjonsarbeider skal beskrives og utføres i henhold til Statens vegvesens håndbok 026 "Prosess 2 - Standard beskrivelsestekster for bruer og kaier", prosess 88: Inspeksjon, drift og vedlikehold.

### 13.4 Bruforvaltningssystemet BRUTUS

BRUTUS er Statens vegvesens informasjons- og planleggingsverktøy for forvaltning, drift og vedlikehold av bruer og andre byggverk i vegnettet. Systemet er utviklet for alle som arbeider med bruer og ferjekaier i Statens vegvesen.

Systemet er inndelt i fire ulike moduler:

- Byggverk
- Inspeksjon
- Vedlikehold
- Kostnad

Byggverksmodulen gir en landsdekkende og detaljert oversikt over alle bruer og andre byggverk i det offentlige vegnettet. Den inneholder teknisk og administrativ informasjon om hver enkelt bru, f eks brunummer, brunavn, vegidentitet, byggverkstype, byggverkselementer, lengde, lastdata, byggeår, grunnforhold m.m.

Inspeksjonsmodulen er et hjelpemiddel for å planlegge og gjennomføre inspeksjoner av bruene. Den inneholder inspeksjonsplaner, registrerte tilstandsdata og fotodokumentasjon og en skadevurdering med alvorlighetsgrad, årsak, omfang og estimat over utbedringskostnader.

Vedlikeholds- og kostnadsmodulene er hjelpemidler for å prioritere, planlegge og gjennomføre vedlikeholdet på en samfunnsøkonomisk riktig måte. Vedlikeholdsmodulen inneholder

blant annet vedlikeholdsplaner for hvert byggverk, årlige vedlikeholdsprogrammer og oversikt over hvilke tiltak som er utført. Kostnadsmodulen gir støtte til budsjettplanlegging og inneholder budsjettplaner for drift og vedlikehold, kostnadsdata for typiske vedlikeholdsarbeider og en oversikt over byggverkernes kapitalverdi i forhold til alder og registrert vedlikeholdsbehov.

Registrering av dataene i BRUTUS foregår i interaktiv dialog med dataprogrammet. Brukeren skriver inn navn, tall, bokstaver, koder og kodetekster i datafeltene som kommer opp i registreringsvindue og som er tilpasset det aktuelle behovet.

## 13.5 Inspeksjon av bruer

### 13.5.1 Inspeksjonstyper

Håndbok 147 gir generelle bestemmelser om når og hvordan bruinspeksjoner skal gjennomføres. Etter at overlevering av ei bru er gjennomført skal det utføres rutinemessige inspeksjoner på brua i resten av levetiden. I det rutinemessige inspeksjonsprogrammet inngår følgende inspeksjonstyper:

- Enkel inspeksjon
- Hovedinspeksjon

Ved behov for utvidet detaljeringsgrad på inspeksjonen, eller etter ekstraordinære hendelser, kan det være behov for å utføre en:

- Spesialinspeksjon

Formålet med en enkel inspeksjon er å kontrollere om det er skader som kan påvirke konstruksjonens bæreevne, trafiksikkerhet, framtidig vedlikehold eller som påvirker miljøet/estetikken negativt. En enkel inspeksjon skal bestå av en enkel visuell inspeksjon av alle elementer over vann, uten bruk av tilkomstutstyr. Det generelle kravet er at en enkel inspeksjon skal utføres hvert år.

Formålet med en hovedinspeksjon er å kontrollere at brua fyller sin funksjon. I tillegg skal inspeksjonen avdekke eventuelle behov for drifts- og vedlikeholdstiltak. Hovedinspeksjonen omfatter en nær visuell inspeksjon av hele brukonstruksjonen, supplert med nødvendige materialundersøkelser og oppmålinger. Det er egne hovedinspeksjonsrutiner for 1) kabler på hengebruer og skråstagbruer og 2) fundamenter under vann. Det generelle kravet er at en hovedinspeksjon skal utføres hvert 5. år for bruer og hvert 3. år for ferjekaier og bevegelige bruer.

Formålet med en spesialinspeksjon er å undersøke nærmere allerede påviste skader, bevegelser og nedbrytningsmekanismer, samt danne grunnlag for beskrivelse av kostbare og/eller kompliserte tiltak. En spesialinspeksjon omfatter normalt både visuell kontroll, oppmålinger og materialundersøkelser, enten på spesielt utsatte/skadede elementer eller på hele brua. En spesialinspeksjon utføres ved behov.

### 13.5.2 Faser i en bruinspeksjon

Retningslinjer for gjennomføring av bruinspeksjoner er gitt i Håndbok 136 "Inspeksjonshåndbok for bruer". En bruinspeksjon gjennomføres i ulike faser, uavhengig av inspeksjonstype:

1. Planlegging av inspeksjonen (utarbeidelse av inspeksjonsplaner og –program)
  - Gjennomgang av relevante inspeksjonsrapporter og annet grunnlagsmateriale (tegnin-  
ger, beskrivelser, m.m.)
  - Utskriving av inspeksjonsskjemaer fra BRUTUS
  - Valg av inspeksjonsutstyr (stige, tau, brulift, e.a.)
  - Planlegging av arbeidsvarsling (skilting, vakt, lysregulering osv)
  - Ivaretagelse av HMS-krav (verneutstyr, sikkerhetslinjer, flytevest osv)
2. Gjennomføring av inspeksjonen i felt
  - Visuelle undersøkelser
  - Oppmålinger
  - Materialundersøkelser (felt- og laboratorimetoder)
  - Eventuell instrumentering
3. Vurdering og rapportering av inspeksjonsresultatene, samt tiltaksbeskrivelse
  - Enkle inspeksjoner rapporteres på egne BRUTUS-skjema
  - Hoved- og spesialinspeksjoner kan i tillegg rapporteres med egen rapport. Rapporten skal inneholde grunnlagsdata, vurdering av skader og behov for tiltak, tiltaksbeskri-  
velse og alternative strategier for tiltak

I neste avsnitt beskrives litt nærmere hvordan en inspeksjon skal gjennomføres.

### 13.5.3 Gjennomføring av inspeksjonen

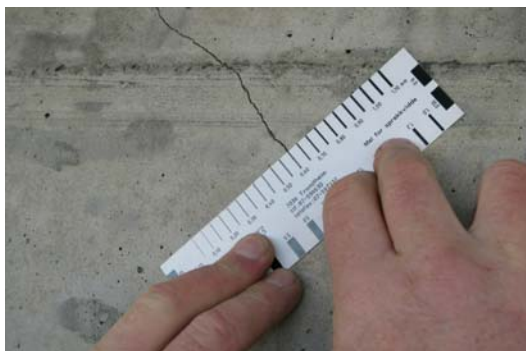
Gjennomføringsfasen av en bruinspeksjon består av tre hoveddeler; visuelle undersøkelser, oppmålinger og materialundersøkelser. Omfang av ulike undersøkelser og metoder er avhengig av inspeksjonstype, brutype, materialer, klimabelastning og bruas alder og tilstand. Nedenfor er gitt noen eksempler på forhold som skal registreres og målemetoder som kan benyttes, spesielt for elementer av betong og stål.

#### **Visuelle undersøkelser:**

Alle elementer på brua skal kontrolleres for skader, mangler og feil, i henhold til lister for hver inspeksjonstype (enkel, hoved og spesial).

Eksempler på forhold som skal undersøkes for elementer av betong er:

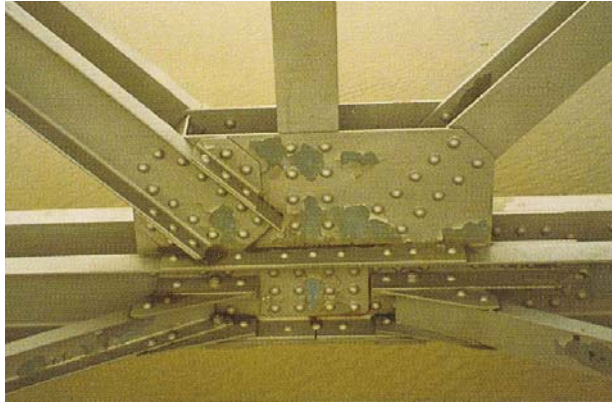
- Setning/bevegelse/deformasjoner
- Riss
- Liten/skadet overdekning
- Bom/avskallinger
- Synlige tegn på armeringskorrosjon
- Forvitring



*Figur 13.5 Måling av rissvidder er en naturlig del av den visuelle undersøkelsen*

Eksempler på forhold som skal undersøkes for elementer av stål er:

- Deformasjoner pga setninger, påkjørsel eller overlast
- Bevegelser av overbygning eller andre elementer
- Sprekker eller brudd i grunnmaterialet, sveiser eller nagler/skruer
- Malingsskader og eventuell korrosjon
- Slitasje/gnissing på elementer pga bevegelse i brua
- Løse nagler/skruer

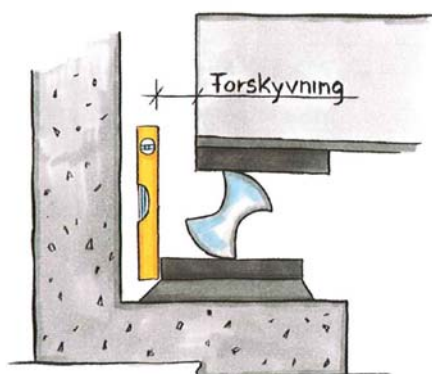


Figur 13.6 Skader i overflatebehandling

#### **Oppmålinger:**

Omfang av oppmålinger er avhengig av inspeksjonstype, men vil normalt omfatte følgende:

- Nivellement
- Horisontalavstand/forskyvning, f eks av lagre og fugeåpninger
- Slitelagstykkelse
- Sporslitasje
- Jevnhet, f eks av slitelag
- Pilhøyder, f eks av hengebrukabler
- Frihøyde, f eks over veg, seilingshøyde



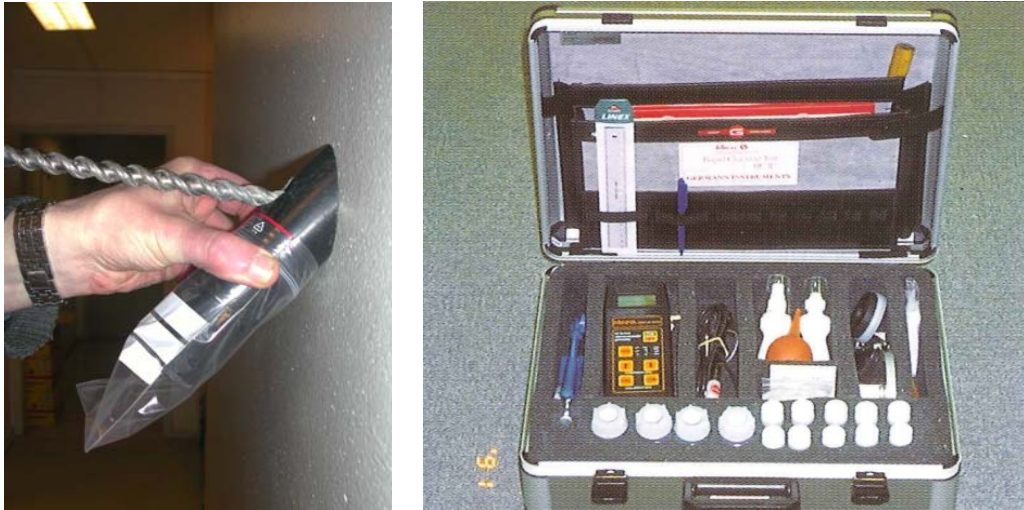
Figur 13.7 Oppmåling av horisontalforskyvning av lager

#### **Materialundersøkelser:**

I Håndbok 136 er det gitt en beskrivelse av følgende metoder for materialundersøkelser av elementer av betong:

- Armeringslokalisering
- Måling av karboniseringsdybde

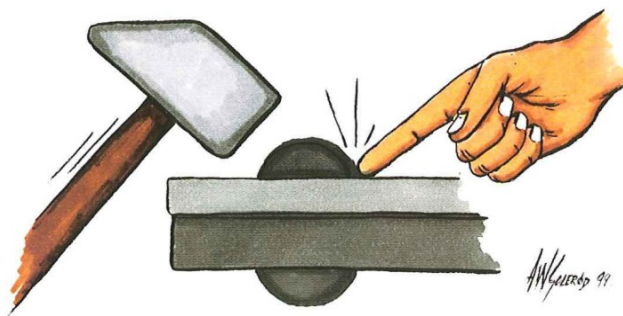
- Måling av kloridinnhold
- Korrosjonsundersøkelse (EKP = elektrokjemiske potensialmålinger)
- Trykkfasthet
- Strukturanalyse
- Spennkabelkontroll
- Opphugging for korrosjonskontroll



*Figur 13.8 Utboring av betongstøv fra konstruksjonen og utstyr for kjemisk analyse av kloridinnhold*

Aktuelle materialundersøkelser på elementer av stål kan være:

- Momentkontroll av skruer
- Kontroll av nagler og skruer
- Måling av godstykkelse, direkte eller ved ultralyd
- Kontroll av sveiser, med lupe eller ved røntgen- eller ultralydkontroll
- Kartlegging av sprekker, ved røntgen-, ultralyd-, magnetpulverkontroll eller fiber-optikk
- Måling av tykkelse av overflatebelegg



*Figur 13.9 Kontroll av nagle*

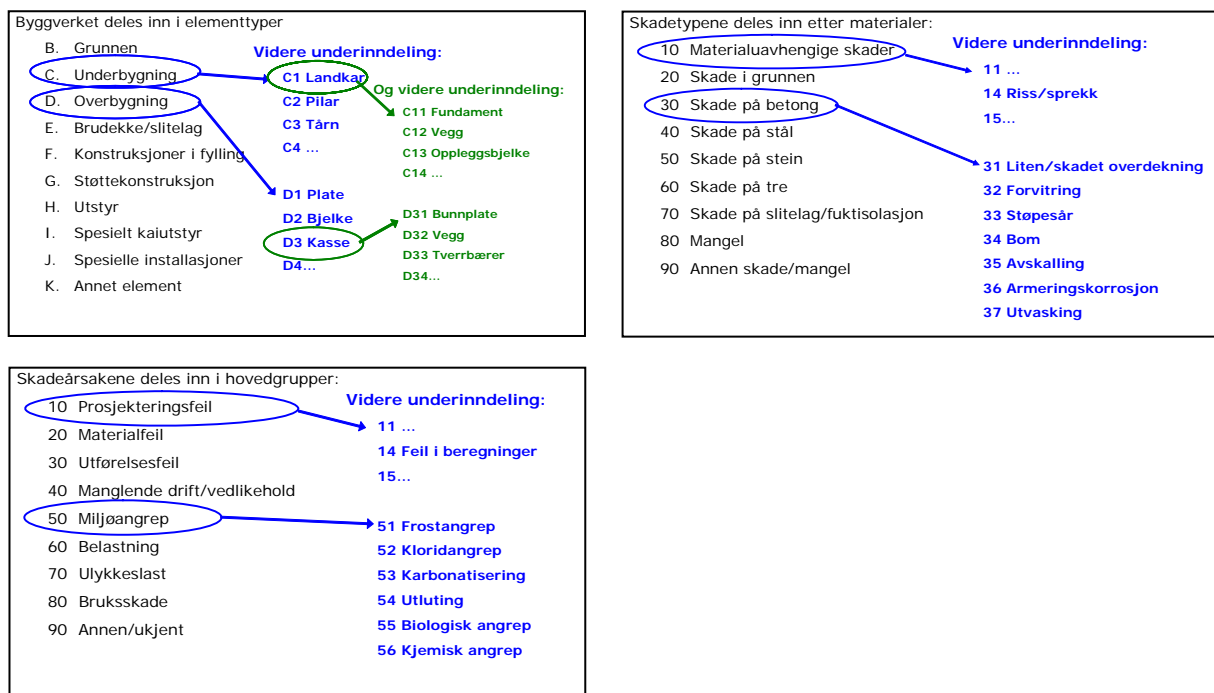
Alle resultater fra oppmålinger og materialundersøkelser skal rapporteres på egne skjema i BRUTUS.

### 13.5.4 Kodesystem ved inspeksjon og vurdering

For å sikre ensartet registrering, vurdering, rapportering og datalagring i BRUTUS, er det i Håndbok 136 beskrevet koder for følgende hovedområder:

- Byggverkstyper
- Elementtyper
- Skadetyper
- Skadegrad
- Skadekonsekvens
- Skadeårsaker

For flere av hovedområdene er det gitt et kodesystem for undergrupper, samt en ny underinndeling av undergruppene, se eksempler i figur 13.10.



Figur 13.10 Eksempler på kodesystem for undergrupper av områdene elementtyper, skadetyper og skadeårsaker

Skadegrad angir skadens alvorlighetsgrad og eventuelt hvor raskt den må repareres. Følgende tallkoder gjelder:

- 1 Liten skade/mangel, ingen tiltak nødvendig
  - 2 Middels skade/mangel, tiltak i løpet av 4-10 år
  - 3 Stor skade/mangel, tiltak i løpet av 1-3 år
  - 4 Kritisk skade/mangel, tiltak straks eller senest innen ½ år
- I tillegg benyttes kode 9 for å angi at et element ikke er inspisert

Skadekonsekvens angir hvilken konsekvens en skade har for brua eller omgivelsene, enten nå eller på sikt. Følgende bokstavkoder gjelder:

- B Skade/mangel som truer bæreevnen
- T Skade/mangel som truer trafikksikkerheten
- V Skade/mangel som kan øke vedlikeholdskostnadene
- M Skade/mangel som kan påvirke miljø/estetikk

### 13.5.5 Skadekatalog – eksempler på klassifisering av skader

Til hjelp ved bedømmelse av skader/mangler er det som en del av Håndbok 136 utarbeidet en fyldig skadekatalog. I skadekatalogen er det gitt en beskrivelse av hver skadetype med angivelse av mulige årsaker, aktuelle oppmålinger/undersøkelser, mulig skadegrad/konsekvens, hvilke tilstander som utløser vedlikehold og mulige tiltak. Skadekatalogen tar for seg skader på forskjellige materialer og vanlige utstyrselementer på bruer. De fleste skadetyper er illustrert med foto av typiske eksempler.



Figur 13.11 Eksempler på vurdering og klassifisering av skader på betong, med angivelse av skadegrad og skadekonsekvens (fra skadekatalogen i Håndbok 136)



Figur 13.12 Eksempler på vurdering og klassifisering av skader på stål, med angivelse av skadegrad og skadekonsekvens (fra skadekatalogen i Håndbok 136)

### Referanser

- Statens vegvesen Håndbok 026 *Prosesskode 2 - Standard beskrivelsestekster for bruer og kaier, hovedprosess 8*, 2007
- Statens vegvesen Håndbok 111 *Standard for drift og vedlikehold*, 2003
- Statens vegvesen Håndbok 129 *Bruregistrering*, 2009
- Statens vegvesen Håndbok 136 *Inspeksjonshåndbok for bruer*, 2000
- Statens vegvesen Håndbok 147 *Forvaltning, drift og vedlikehold av bruer*, 1997



# Kapittel 14 Vegtunneler

*Harald Buvik, Statens vegvesen*

14.1	Innledning .....	2
14.2	Forvaltning av vegtunneler .....	3
14.3	Forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdssystem.....	4
14.3.1	Generelt .....	4
14.3.2	Plania .....	4
14.3.3	Brutus (for betongkonstruksjoner).....	5
14.3.4	Vegdatabanken NVDB .....	5
14.4	Sikkerhet i vegtunneler .....	6
14.4.1	Generelt .....	6
14.4.2	Konstruksjonssikkerhet .....	6
14.4.3	Trafikksikkerhet.....	7
14.4.4	Driftssikkerhet for teknisk utstyr .....	8
14.5	Teknisk utstyr/installasjoner .....	8
14.5.1	Generelt .....	8
14.5.2	Belysning .....	9
14.5.3	Ventilasjon.....	9
14.5.4	Pumpestasjoner .....	9
14.5.5	Trafikkskilt og vegoppmerking .....	10
14.5.6	Overvåking og styring .....	10
14.5.7	Tunnelrenhold.....	11
14.6	Tunnelens oppetid .....	11
Referanser	.....	12

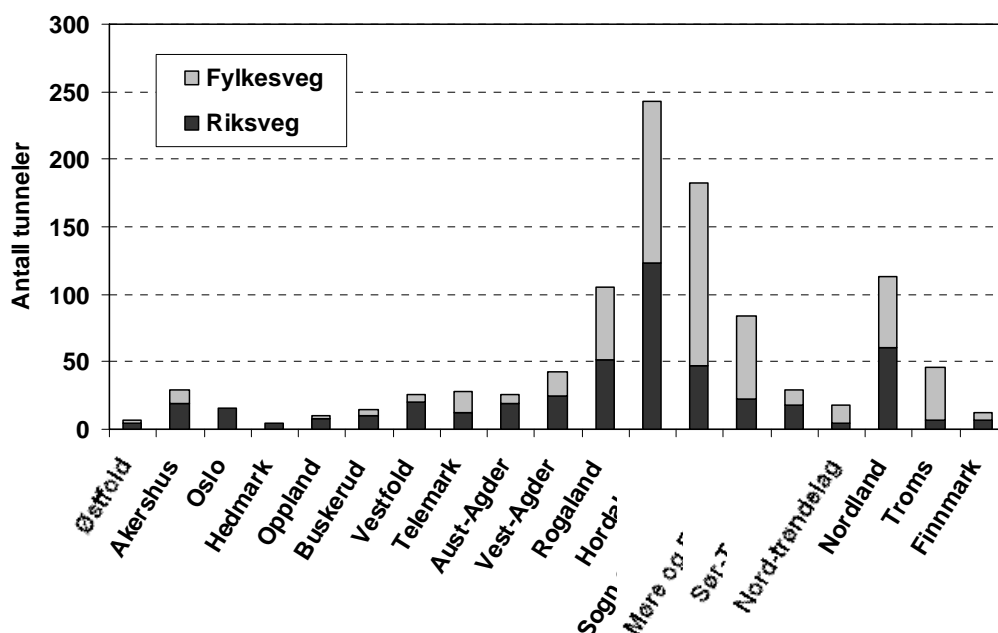
*Versjon 2011-11-20*

# 14 Vegtunneler

## 14.1 Innledning

Det er en generell trend i samfunnet å ønske stadig mer tunnelbygging. Det gjelder både for å løse trafikk- og miljøproblemer i byer, som vegutløsning og som rassikring. Men bygging av tunnel representerer ikke bare en løsning, det innebærer også utfordringer knyttet til sikkerhet, trafikkavvikling når tunnelen må stenges og framtidige drifts-, vedlikeholds- og rehabiliteringskostnader inkludert energibruk. Dette gir ofte en motsetning mellom Statens vegvesens faglige vurderinger og lokale tunnelønsker. Lokalt legges det mest vekt på gjennomførings-tempo, framkommelighet, inngrep, nærføring og arealbruk. Hensyn til kostnader, mulige ulykker og energibruk blir lite vektlagt i lokale planprosesser. I de kommende år vil det bli bygd flere nye høytrafikkerte tunneler i byer og tettbygde strøk for å løse lokale trafikk- og miljøproblemer.

Det finnes noe over 1000 vegtunneler på riks- og fylkesvegnettet i Norge. Fordelingen på fylker er som vist nedenfor.



Figur 14.1 Vegtunneler i Norge, fylkesvis fordeling

Hovedtyngden av tunneler finnes i vestlandsfylkene Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal, samt i Nordland. Tunnelbyggingen i disse områdene er stort sett begrunnet i sikkerhet og framkommelighet på vegen. Det medfører at størstedelen av tunnelmassen er lokalisert til geografiske områder med relativt liten trafikk når man ser bort fra bytunnelene i Oslo, Bergen og Trondheim. Bare omlag 20 % av tunnelene har ÅDT større enn 5000. Omlag halvparten av tunnelene er kortere enn 500 meter, mens i underkant av 100 tunneler er lengre enn 3000 m.

Tunnelene inndeles i tunnelklasser, A til F, basert på trafikkmengde og tunnellengde [ref 1]. Trafikkmengde angis som årsdøgnetrafikk (ÅDT). Tunnelklasse velges ut fra den trafikkmengde som kan forventes 20 år etter at tunnelen er åpnet for trafikk, ÅDT (20).

Tunnelklassene er utgangspunktet for å bestemme tunnelprofil, antall tunnellop, behov for havarinisjer, snunisjer, gangbare tverrforbindelser, nødutganger samt sikkerhetsutrustning, dvs utstyr for trafikk- og brannsikkerhet.

Spesifikasjoner for drift og vedlikehold av tunneler med utstyr er gitt av Håndbok 111 Standard for drift og vedlikehold [ref 2].

## 14.2 Forvaltning av vegtunneler

Vegtunneler omfatter tunneler bygget i berg, men også tunneler bygget som nedgravde eller nedsenkede konstruksjoner, dvs løsmassetunneler og senketunneler. Også skredoverbygg regnes som tunneler dersom utformingen innebærer at vegen lukkes helt på begge sider i hele eller deler av konstruksjonen.

Forvaltning av vegtunneler omfatter virksomhet med flere forskjellige, men til dels overlappende, aktiviteter. Disse aktivitetene er:

1. Tunnelforvaltning som del av generell vegforvaltning, sikre at lover og forskrifter overholdes, sette standard for tunneldriften, overvåke tilstand og fastlegge behov, budsjettere og planlegge tiltak, mm.
2. Trafikkavvikling, det vil si virksomhet knyttet til overvåking av trafikken, trafikkstyring og informasjon til trafikantene.
3. Drift/vedlikehold inkludert inspeksjoner av berg og bergsikring, betongkonstruksjoner, andre konstruksjoner samt tekniske installasjoner.
4. Sikkerhetsforvaltning [ref 4] som delvis hjemlet i brannvernloven og tunnelsikkerhetsforskriften [ref 5]. Dette omfatter også kontakt og samarbeid med nød- og utrykningsetater samt andre etater med myndighet som omfatter vegtunneler (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Statens bygningstekniske etat, Klima- og forurensningsdirektoratet, m. fl.)
5. Forvaltning av bærende konstruksjoner: Dette omfatter konstruksjoner av betong, stål, tre m.m., det vil si hvelvkonstruksjoner og portaler, men også løsmassetunneler, senketunneler og skredoverbygg.

Av disse aktivitetene er det tunnelforvaltning, trafikkavvikling og drift/vedlikehold som står for den kontinuerlige driften (daglig drift). Sikkerhetsforvaltning og forvaltning av bærende konstruksjoner har spesielle oppgaver innenfor inspeksjon, kontroll og godkjenning.

Forvaltning av vegtunneler reguleres av en rekke lover og forskrifter, de viktigste av disse er følgende:

- Tunnelsikkerhetsforskriften (innarbeidet i Håndbok 269 Sikkerhetsforvaltning av vegtunneler og Håndbok 021 Vegtunneler)
- Plan- og bygningsloven
- Forurensningsloven
- Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven)
- Kulturminneloven
- Naturmangfoldloven
- Brann- og eksplosjonsvernloven
- Lover og forskrifter som omhandler elektriske anlegg og elektrisk utstyr
  - Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr
  - Lov om elektronisk kommunikasjon
  - Forskrifter

- Forskrift om maskiner
- Andre lover og forskrifter

## 14.3 Forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdssystem

### 14.3.1 Generelt

Drift og vedlikehold av vegtunneler skal som hovedregel utføres som forebyggende drift og vedlikehold etter rutiner som inkluderer hva som skal utføres på de forskjellige objekter til hvilke tider og med hvilke metoder. Rutinene skal fortrinnsvis avbalansere innsatsen for drift og vedlikehold i henhold til en antatt optimal levetid på det enkelte objektet.

Målet for drift og vedlikehold av tunnelen er:

- Å ivareta sikkerhetsnivået som er bygget inn i tunnelen med hensyn til driftssikkerhet, trafiksikkerhet og konstruksjonssikkerhet inkludert brannsikkerhet
- Å oppnå lavest mulige kostnader over tid
- Å oppnå riktig teknisk levetid på konstruksjoner og utstyr
- Å ha kort stengetid, det vil lang oppetid for tunnelen
- Å oppnå god driftstilgjengelighet og driftssikkerhet

Som hjelp i arbeidet med å fastlegge og gjennomføre optimal drift og vedlikehold av vegtunneler nyttes IKT-baserte forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdssystemer (FDV-systemer). For tunnelvirksomheten står systemet Plania sentralt for den løpende virksomheten. For betongkonstruksjonene (portaler m.m.) i bergtunneler samt betongtunneler benyttes BRUTUS som opprinnelig er utviklet som et bruforvaltningssystem. For å lagre overordnede tunneldata og gjøre disse lett tilgjengelige benyttes vegdatabanken NVDB (Nasjonal vegdatabank).

### 14.3.2 Plania

For å kunne gjennomføre systematisk drift og vedlikehold er det behov for et system der alle tunnelene, installasjonene i hver enkelt tunnel, leverandører, arbeidsordrene, ressursene, aktivitetsplanene, hendelsene og avvikene blir registrert. Opplysninger og data om alt som kan knyttes til den enkelte tunnel må systematiseres og benyttes på en slik måte at det forenkler prosessen med å drifte og vedlikeholde tunnelene. I tillegg skal systemet gi tilgang på erfaringsdata, som kan danne grunnlaget for å finne frem til stadig bedre drifts- og vedlikeholds-rutiner, og i tillegg danne erfaringsgrunnlag for investeringsprosjekter med planlegging og bygging av nye tunneler.

Statens vegvesen har vedtatt at FDVU<sup>1</sup>-systemet Plania skal anvendes i alle vegtunneler som Statens vegvesen har forvaltningsansvaret for.

Plania er et system som ivaretar alle nødvendige funksjoner som naturlig tilhører et FDV-system. Systemet nyttes også for planlegging og registrering av inspeksjoner, bergrensk og bergsikring. Planias bruksområder omfatter:

- Oversikt over tunnelene / bygg og tekniske anlegg (innholdsoversikt)
- Kvalitetssystem for entreprenøren

---

<sup>1</sup> Betegnelsen FDVU (Forvaltning, Drift, Vedlikehold og Utvikling) benyttes fordi Plania i denne sammenhengen også nyttes for utvikling (dvs rehabilitering, oppgradering m.m.) av objektet, dvs vegtunnelen.

- Tiltak / prosjekter
- Bestillinger (disponerte kostnader)
- Periodiske vedlikeholdsrutiner/ serviceavtaler
- Reserveredelsadministrasjon, hvem kan levere deler
- Avvikskontroll og Internkontroll
- Dokumentasjon
- Internkontroll ved eksterne tilsyn (plan, brann, fag)
- Kontrakter / utleie / intern husleie
- Planlegging og oppfølging av befaringer
- Arealoversikter

Systemet er bygd opp av flere moduler som til sammen tilfredsstillende behovet for styring og oppfølging av drift og vedlikehold av vegtunneler.

Tunnelforvalteren beslutter rutiner og intervaller, dette skal være likt i Plania og i entreprisekontraktene med de utførende entreprenørene. Entreprenøren henter selv ut sine arbeidsordrer med oppgavene som skal utføres. Etter at arbeidet er utført skal den kvitteres som utført i Plania med eventuelle merknader. Byggherren har en oppfølgingsdel som viser hvilke oppgaver som er utført og oppgaver hvor tidsfristene er utløpt. Oppgaver som ikke er utført innen tidsfristen skal følges opp i de faste møtene som holdes med entreprenøren.

### **14.3.3 Brutus (for betongkonstruksjoner)**

Brutus er Statens vegvesens informasjons- og planleggingsverktøy for forvaltning, drift og vedlikehold av bruer og andre byggverk i vegnettet. Informasjonsdelen består av en database hvor relevante data fra planlegging, prosjektering, bygging, drift og vedlikehold av byggverkene registreres og lagres. Planleggingsdelen brukes til å planlegge gjennomføringen av inspeksjoner og vedlikehold på byggverkene. For tunneler benyttes Brutus for portaler og betongtunneler (løsmassetunneler, senketunneler, skredoverbygg), men ikke for utstøpte partier i tunnelen eller sprøytebetongbuer.

### **14.3.4 Vegdatabanken NVDB**

Vegdatabanken NVDB inneholder data om statlige, kommunale, private, fylkes- og skogsbilveger. NVDB skal inneholde opplysninger om selve vegnettet, trafikken på vegnettet, vegutstyr som rekkverk, skilt, signalanlegg, kummer og sluk, samt konsekvenser av vegtrafikken som støyforhold og forurensing. Hovedmålet med NVDB er å etablere datasett og verktøy for å understøtte arbeidet med å utvikle, forvalte, drifte og vedlikeholde det offentlige vegnettet på en samfunnsnyttig måte.

NVDB ajourholder vegnettets referansesystem og benyttes til å lagre aggregerte data, inkludert utvalgte data fra fagsystemene. Plania leverer data om vegtunneler, som byggeår, stedsangivelse, lengde, antall løp, tunnelprofil samt andre sentrale tunneldata. Data om tunnelutstyr, typer med mengder og stedsangivelse, blir også lagret i NVDB sammen med overordnede data om sikringstiltak for stabilitetssikring og vann- og frostsikring.

## 14.4 Sikkerhet i vegtunneler

### 14.4.1 Generelt

Samlet sikkerhet i vegtunneler er avhengig av riktig sikkerhetsnivå på flere områder som:

- **Konstruksjonssikkerhet inkludert brannikkerhet:** Sikkerhetstiltak knyttet til konstruksjonene og enkelte installasjoner i tunnelen inkludert berget, omfatter sikkerhet mot brudd og nedfall, motstand mot brann m.m.
- **Trafikksikkerhet:** Sikkerhetstiltak som skal forhindre at trafikulykker oppstår samt redusere skadeomfanget for de ulykkene som allikevel oppstår.
- **Driftssikkerhet:** Tiltak for å sikre funksjonaliteten for utstyr og tekniske installasjoner samt for å oppdage når visse funksjoner faller ut.

Alle tunneler med lengde større enn 500 m skal ha en sikkerhetsgodkjenning. Sikkerhetsgodkjenning skal foretas i forbindelse med planlegging av tunnelen, ved åpning for trafikk samt minst hvert 6. år i driftsperioden og ved større oppgraderinger av tunnelen.

Sikkerhetsgodkjenning er avhengig av at nødvendig sikkerhetsdokumentasjon foreligger. Sikkerhetsdokumentasjon som skal foreligge før åpning av en tunnel skal omfatte beskrivelse av tunnelen samt den organisasjonen som har ansvar for drift og vedlikehold, opplæringsplan for driftspersonell og redningstjeneste samt beredskapsplan. Dette planverket skal være basert på risikoanalyser av tunnelen og mulige hendelser samt sikkerhetsvurderinger utført av nøytrale sakkyndige eksperter. Sikkerhetsdokumentasjonen for tunneler som er åpne for trafikk skal ajourføres med analyse av betydelige hendelser og ulykker samt gjennomførte øvelser og opplæring.

### 14.4.2 Konstruksjonssikkerhet

Konstruksjonssikkerhet omfatter sikkerhetstiltak knyttet til berg og bergsikring, vann- og frostsikring og enkelte installasjoner i tunnelen. Tiltakene retter seg mot å hindre brudd i konstruksjoner og nedfall i tunnellopp, sikre motstand mot brann o.l.

Dokumentasjon av geologi og bergsikring foretas i IT-verktøyet Novapoint Tunnel [ref 15]. Novapoint Tunnel kobler tunnelprofilen til vegen og terrenget og er derfor godt egnet for registrering og lagring av slike data for hele tunnelens levetid, som bygget, driftsdata og rehabilitering. Systemet kan registrere geologiske data som har betydning for stabilitet og stabilitetsutvikling og data for utført bergsikring (bergarter, strukturer og svakhetssoner, bergklasser, driving og sikring, registrerte vannlekkasjer) samt tilknyttede dokumenter. Novapoint tunnel inneholder også en modul for visualisering av skannerdata for tunnelprofilen, noe som er nyttig både som kontroll ved bygging og som hjelpemiddel ved rehabilitering av tunneler.

Det skal foreligge inspeksjonsplan og inspeksjonsprogram for berg og bergsikring i hver enkelt vegtunnel [ref 19]. Hovedinspeksjon med registrering og vurdering av tunnelens geologiske forhold og installerte sikringstiltak skal gjennomføres minst hvert 5. år. Dersom det ikke er utført registrering og vurdering av tunnelens geologiske forhold og installerte sikringstiltak, skal det gjennomføres inspeksjon hvert år.

Brannikkerhet i vegtunneler er hjemlet i Brann- og eksplosjonsvernloven, den tilhørende Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn (FOBTOT), og i Internkontrollforskriften (HMS). Det er utarbeidet retningslinjer om saksbehandling og ivaretagelse av brannikkerhet i vegtunneler [ref 14] som beskriver samarbeid mellom Statens vegvesen og brannvernmyndig-

hetene, gjennomføring av risikoanalyser, ansvar og samarbeid ved øvelser, beredskapsplaner og innsatsplaner.

Brannsikring av vegtunneler kan gjennomføres som aktiv sikring eller passiv sikring. Aktiv sikring innebærer bruk av vanntåkeanlegg, sprinkleranlegg e.l. for å bidra til slukking av brann eller hemme utviklingen av brann. Ulempen med dette prinsippet for brannsikring er at anleggene ikke alltid kan plasseres eller rettes inn slik at de er effektive mot de branner som kan oppstå. Derfor har man i Norge valgt passiv brannsikring som hovedprinsipp i vegtunneler. Dette innebærer valg av materialer samt beskyttelse av konstruksjoner og objekter for å hemme brannutvikling eller beskytte konstruksjonene og objektene mot skade ved brann i tunnelen.

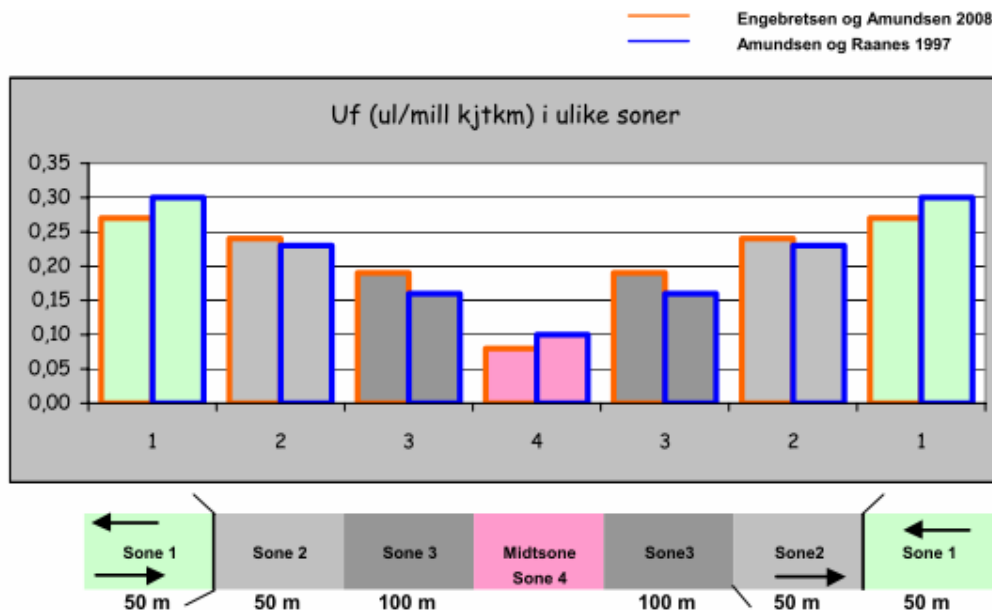
Konstruksjoner sikres mot brann ved å dimensjonere konstruksjonen mot en gitt branneffekt over en viss tid. Betongkonstruksjoner støpes med polypropylenfibre (PP-fibre) i betongen for å hindre store avskallinger ved varmepåkjenning ved brann. Sprøytebetong for brannsikring av PE-skum tilsettes også PP-fibre for samme formål. Kabler sikres mot brann ved å legge dem i egne kabelgrøfter. For kabler i åpen forlegning velges kabeltyper som kan fungere i en brannsituasjon.

Ventilasjonsanlegget utgjør en viktig forutsetning for å kunne kontrollere røyken ved brann. Dimensjonering av lufthastighet og ventilasjonsretning skal gjøres slik at røyken fra brann kan styres vekk fra innrykkingsveg for redningstjenesten og evakueringsveger.

### 14.4.3 Trafikksikkerhet

Generelt skjer det færre ulykker i tunnel enn på veg i dagen, men ulykkesenes alvorlighetsgrad er høyere [ref 10 og 11]. Denne forskjellen kan i hovedsak tilskrives at en rekke ulykkestyper nesten ikke forekommer i tunneler, mens de vanligste ulykkene i tunnelene ofte er alvorligere.

Ulykkesrisikoen er størst like utenfor tunnelen og i inngangssonen, dvs 50 meter utenfor tunnelen og de første 150 meterne i tunnelen. I midtsonen er risikoen lavest, se figuren nedenfor [ref 13].



Figur 14.2 Ulykkesfrekvens i tunneler

Dette ulykkesmønsteret medfører at ulykkesfrekvensen for lange tunneler blir lavere enn for korte tunneler.

Trafikksikkerhet i vegtunneler ivaretas gjennom en lang rekke tiltak. Basis for god trafikk-sikkerhet legges gjennom utformingen av tunnelen med valg av tunnelprofil og antall løp. Derneft gjennomføres sikkerhetstiltak som havarinisjer, snunisjer, gangbare tverrforbindelser og nødutganger. Videre installeres sikkerhetsutrustning som strømforsyning med nødstrøms-anlegg, belysning, ventilasjon inkludert brannventilasjon, nødstasjoner, skilting og avstands-markering og radio- og kringkastingsanlegg. I tillegg kommer trafikkovervåkings- og styringssystemer samt systemer for å gi informasjon til trafikantene, disse drives normalt av vegtrafikksentralene (VTS). Dessuten etableres det beredskapsplaner for hendelser i tunnelen og gjennomføres beredskaps- og redningsøvelser sammen med redningsetatene.

Prinsippet for evakuering i tunneler er i dag basert på selvredningsprinsippet, det vil si at trafikantene skal ta seg til sikkert oppholdssted enten til fots eller ved hjelp av eget kjøretøy.

En viktig detalj er knyttet til stengning av tunnel eller tunneløp. Erfaring viser at rød veksel-blink ikke er tilstrekkelig til å stoppe trafikantene fra å kjøre inn i tunnelen. Rød vekselblink må suppleres med fysisk sperre med bom samt informasjon om hvorfor tunnelen er stengt (på fastmontert variabelt skilt eller annet skilt/informasjonstavle).

#### **14.4.4 Driftssikkerhet for teknisk utstyr**

For at sikkerhetsnivået i tunnelen skal opprettholdes som planlagt, må teknisk utstyr i tun-nelene fungere som forutsatt, det vil si sikre høy funksjonssikkerhet. Dette ivaretas ved å velge driftssikre løsninger ved installasjon samt gjennomføre systematisk drift og vedlikehold som reduserer muligheten for at det oppstår kritiske feil på installasjoner og systemer og sikrer at avvik blir korrigert til rett tid.

Teknisk utstyr i vegtunneler består i stor grad av elektriske anlegg og elektrisk utstyr. Derfor blir elektrofaget viktig for å oppnå god drift av det tekniske utstyret. Elektrovirk-somheten må organiseres og drives slik at krav i lover og forskrifter kan overholdes, dvs slik at elektriske anlegg og elektrisk utstyr til enhver tid er i forskriftsmessig stand og slik at virksomheter og personell som utfører elektroarbeid oppfyller kravene til kompetanse (autorisasjon og regist-rering) [ref 17 og 18].

## **14.5 Teknisk utstyr/installasjoner**

### **14.5.1 Generelt**

Teknisk utstyr og installasjoner i tunnel har flere formål:

- Ivareta trafikksikkerhet
- Bidra til god kjørekomfort for trafikantene
- Sikre driftstilgjengelighet for drifts- og vedlikeholdsoperatørene

Bygging av tunneler medfører et langsiktig vedlikeholdsansvar. Det er derfor nødvendig at valg av løsninger og teknisk utstyr blir gjort på bakgrunn av levetidsbetraktninger der også drifts- og vedlikeholdskostnader er vurdert.

Det foreligger omfattende erfaringer fra vegtunneler bygd på 1980- og 1990-tallet vedrørende materialvalg og bestandighet for konstruksjoner. Man har derfor i dag kunnskap til å velge



materialkvaliteter (syrefast stål m.m.) og konstruksjonsløsninger som kan tilfredsstille framtidens krav til levetider og levetidskostnader.

### 14.5.2 Belysning

Tunnelbelysning skal sikre effektiv og sikker trafikk gjennom tunnelen og bidra til god kjørekomfort for trafikantene. Tunnelbelysningen samvirker med overflaten både på vegbanen og tunnelveggene og valg av overflate (materiale og lyshet) samt drift og vedlikehold, spesielt renhold, av disse elementene har derfor betydning for effekten av tunnelbelysningen. Hvitt lys gir god fargegjengivelse og bedre kontrast og velges derfor som gjennomgående belysning. I tillegg benyttes høytrykk natrium-lyskilder i innkjøringssoner og overgangssone.

Sikkerhetsbelysning arrangeres ved at hver fjerde armatur skal lyse i minimum 1 time etter at strømmen faller ut (drift fra nødstrømsforsyning).

Viktige forhold for drift og vedlikehold av tunnelbelysning er følgende:

- Standardisert monteringsmetode for lysarmaturer samt plassering i tunnelrommet.
- Lysarmaturene skal ha overflate som er lett å rengjøre. De må tåle høytrykksspyling med gitt trykk fra gitt avstand (tetningsgrad).
- Lysarmaturene må være lette å åpne for lampeskift og innvendig renhold.
- Lang levetid og lavt energiforbruk for lyskildene.

For de fleste moderne lysanlegg vil gjennomføring av systematisk lampeskift for hele anlegget være mer lønnsomt enn lampeskift basert på utfall av enkeltlamper.

### 14.5.3 Ventilasjon

Ventilasjonsanlegg er i utgangspunktet installert for å sikre akseptabel luftkvalitet i tunnelen mht gass- og støvforurensning. Moderne ventilasjonsanlegg er i tillegg dimensjonert for å fungere under brann i tunnelen og sikre best mulige forhold for trafikantene og for brann- og redningsmannskapenes innsats ved å styre røyken i gunstig retning i tunnelen.

Ventilasjon er en kostnadstung komponent i driften av tunnelen, spesielt på grunn av kostnadene for elektrisk kraft. Et ventilasjonsanlegg som er effektivt på alle måter er derfor viktig for de totale driftskostnadene for tunnelen. Det bør benyttes standardiserte typer ventilatorer og de bør monteres på montasjeramme framfor direkte i fjellbolter. Ventilasjonsanlegget bør ha et tilknyttet overvåkingssystem som registrerer driftstid og gir feilalarmer samt mulighet for feilsøking fra styretavle. Forebyggende vedlikehold som renhold, smøring og sikring mot kondens bidrar til å forlenge ventilatorenes levetid og redusere driftskostnadene.

### 14.5.4 Pumpestasjoner

Overvann, smeltevann og grunnvann som renner inn i tunnelen fra dagsonene utenfor portalene samt lekkasjevann fra berget som omgir tunnelen fanges opp av dreneringsanlegget i tunnelen og ledes til pumpebasseng. Prinsippet om trinnpumping [ref 9] bør legges til grunn for håndtering av vannet; vann samles opp for definerte seksjoner av tunnelen og ikke bare i bunnen av tunnelen. Dette reduserer løftehøyden for store deler av vannmengden. Oppsamlingsbassenget for seksjonen i bunnen av tunnelen fungerer også som overløpsbasseng for seksjoner som ligger høyere. Pumpestasjoner pumper vannet via pumpeledning ut av tunnelen og ut i utslippskum. Pumpehøyden mellom seksjonene bør være mindre enn 100 m. Da kan

det benyttes pumper og rørmateriell av klasse PN 10 som er enkelt tilgjengelig i markedet og ikke krever spesialbestilling.<sup>2</sup> Trinnpumping reduserer energiforbruket ved pumpingen.

Miljøet som pumpene befinner seg i er meget korrosivt pga fuktigheten i lufta og innhold av korrosive stoffer i vannet. Det må tas hensyn til dette ved valg av pumpetyper og materialer i pumpene. Pumpeanlegg i undersjøiske tunneler blir utsatt for større arbeidsbelastning og mer aggressivt miljø enn tilsvarende anlegg i oversjøiske tunneler og krever derfor større drifts- og vedlikeholdsinnsats.

I drift- og vedlikeholdssammenheng er det viktig å ha gode overvåkingssystemer for pumpeens funksjon, dvs alarmer for utfall samt overvåking av driftstid. Videre utgjør inspeksjonsrutinene med tilhørende drifts- og vedlikeholdstiltak en nødvendig sikkerhet mot havarier og driftsstans. Forhold som spesielt må overvåkes og inspiseres, er:

- Pumpenes driftstemperatur
- Trykktanker og tilbakeslagsventiler
- Korrosjon på rør og sammenkoblinger/flenser

Bruk av vannmåler og vurdering av energiforbruk mot utpumpet vannmengde/løftehøyde gir verdifull informasjon om egnetheten på valgt pumpesystem.

#### **14.5.5 Trafikkskilt og vegoppmerking**

Trafikkskilt og vegoppmerking er en viktig del av det systemet som informerer, varsler, leder og styrer trafikantene.

For trafikkskilt betyr valg av materialer mye for levetiden og dermed for de totale vedlikeholdskostnadene. For innvendige belyste skilt og lyssignal er det viktig å velge løsninger som tilfredsstillende krav til tetthet for støv og fuktighet.

Profilert vegoppmerking i tunnel vil bidra til økt synlighet for kantlinjene. Vegbanereflektorer kan være et alternativ eller supplement til kantlinjer. Dette krever imidlertid systematisk renhold av reflektorene.

Viktigste driftstiltak for å sikre funksjonen på trafikkskilt og vegoppmerking er renhold, med spyling, feiing og eventuell mekanisk vasking.

#### **14.5.6 Overvåking og styring**

Overvåking og styring i tunneler er rettet både mot trafikken i tunnelen, mot miljøet i tunnelen og mot de tekniske installasjonene. Overvåkingen skal dekke de behovene driften har for å sikre funksjonen til de tekniske systemene og for å kunne utføre drift og vedlikehold på en optimal måte samt de trafikkstyringsbehov som oppstår ved uforutsette hendelser eller planlagte arbeider.

Overvåking av trafikken i tunneler blir stadig viktigere etter hvert som trafikken øker. Overvåkingen legger grunnlag for styring av trafikken med informasjon til trafikantene, lyssignal og bomber for å optimalisere trafikkavviklingen i normalsituasjoner og for spesiell regulering ved hendelser (planlagte og ikke planlagte). Overvåking gir også mulighet for å få tidlig informasjon om ulykker og dermed sikre rask innsats fra redningsetatene.

---

<sup>2</sup> PN står for fransk "Pressure Nominal", dvs nominelt trykk. Rør-materiell produseres i ulike trykk-klasser, PN-klasser som PN 6, PN 10, PN 16 osv, hvor tallet angir maksimalt vanntrykk i bar som røret kan benyttes for.

Miljøet i tunnelen kan overvåkes med hensyn til gass- og støvkonsentrasjon i lufta (luftkvalitet og sikt). Dette nyttes som grunnlag for å styre ventilasjonsanlegget og eventuelt stenge tunnelen.

Overvåking av de tekniske installasjonene (vifter, pumper, belysning m.m.) i tunnelen er viktig for å kunne oppdage feil og unngå driftsstans eller redusert trafikksikkerhet og framkommelighet.

Den viktigste driftsinnsatsen rettet mot overvåkings- og styringssystemene omfatter rutinemessige inspeksjoner og funksjonskontroller av systemene.

### **14.5.7 Tunnelrenhold**

Et godt og riktig renhold i tunnelen skal bidra til:

- Godt miljø for tekniske installasjoner, med forbedring av funksjon og forlenging av levetid
- Bedre kjørekomfort for trafikantene
- Godt arbeidsmiljø i tunnelen
- Mindre forurensning for omgivelsen

Trafikantene skal sikres et renholds nivå i tunnellop og nisjer hvor nedsmussing av vegbane, skuldre, vegger og utstyr ikke forringer miljøet totalt vesentlig i forhold til en ren tunnel.

Renholdsbehovet påvirkes i betydelig grad av trafikkmengden, tungrafikkandelen, envegs eller tovegs trafikk, ventilasjonsløsningen og overflaten på tunnelveggene.

Ideelt sett kunne renholdstiltak styres av renhetstilstanden i tunnelen. Det finnes imidlertid ikke gode metoder for å fastlegge renhetsnivå. Derfor vil man for de fleste tunneler benytte faste tidsintervall eller renholdshyppighet som grunnlag for styring av renholdsinnsatsen.

Renhold av tunneler utføres som *helvask* som omfatter rengjøring av tak, vegger og utstyr samt feiing av kjørebane og skulder, *halvvask* som omfatter det samme men ikke taket og *teknisk vask* som kun omfatter rengjøring av tunnelutstyret. Kvaliteten på tunnelrenhold (resulterende renhet) skal styres ved å gi spesifikasjoner for vaskemetode (beskrivelse av utførelse) eller ved kontroll av resultatet etter utført vask [ref 16].

Vaskemetoder for tunnelrenhold er under kontinuerlig utvikling. Det er viktig å nytte beste kunnskap med hensyn til vannforbruk, vanntemperatur og vanntrykk. Vaskeutstyret betyr mye for resultatet, her er forhold som antall dyser og dysetyper samt spyleavstand og spylevinkel avgjørende. Alle disse faktorene samt framdriftshastighet på utstyret må tilpasses type vask og den enkelte tunnel (type konstruksjon, overflater, utstyr).

## **14.6 Tunnelens oppetid**

Tunnelens oppetid, eller det motsatte, den tid tunnelen er stengt, er et kjennetegn for kvalitet sett fra trafikantenes og omgivelsenes side. Liten stengetid betyr god framkommelighet for trafikantene og lav forstyrrelse (trafikk, støy og forurensning) for omgivelsene.

Årsaker til stengetid for tunnelen utgjøres av hendelser som kan samles i hovedgruppene planlagt og ikke planlagt hendelse:

- (A) Planlagt stengning
  - Rullerende drift og vedlikehold
  - Rehabilitering/oppgradering av tunnel og/eller tunnelutstyr
  
- (B) Ikke planlagt stengning
  - Trafikale hendelser (ulykker, uhell, kjøretøystopp m.m.)
  - Reparasjon/ekstern årsak (påkjørslar av kjøretøy, lynnedslag m.m.)
  - Konstruksjonssvikt (brudd i konstruksjon, nedfall fra tak/vegger m.m.)
  - Teknisk systemsvikt (feil ved teknisk utstyr, IKT-system m.m.)

Selv om hendelser som trafikkulykker og konstruksjonssvikt mht konsekvenser er de mest alvorlige hendelsene, representerer disse i snitt en liten andel av den totale stengetiden for en gjennomsnittstunnel. Det som forårsaker mest stengetid over en normal tunnels levetid er rullende drift og vedlikehold og gjennomføring av rehabiliterings- og oppgraderingstiltak. Utformingen av tunneler og valgt kvalitet ved bygging og rehabilitering/oppgradering samt effektive rutiner for drift og vedlikehold har derfor stor betydning for tunnelens totale oppetid.

## Referanser

- 1 *Vegtunneler*  
Håndbok 021 Statens vegvesen, Vegdirektoratet
  
- 2 *Standard for drift og vedlikehold*  
Håndbok 111 Statens vegvesen, Vegdirektoratet
  
- 3 *Vann- og frostsikring i tunneler*  
Håndbok 163 Statens vegvesen, Vegdirektoratet
  
- 4 *Sikkerhetsforvaltning av veggtunneler*  
Håndbok 269 Statens vegvesen, Vegdirektoratet
  
- 5 FOR 2007-05-15 nr 517  
*Forskrift om minimum sikkerhetskrav til visse veggtunneler* (tunnelsikkerhetsforskriften)
  
- 6 *Krav til vedlikeholdsmanual for tunneler*  
15. desember 2006 Vegdirektoratet
  
- 7 Samfunnstjenlige veggtunneler  
*Utforming, drift og vedlikehold av veggtunneler og tilhørende tekniske installasjoner*  
VEILEDER Desember 2004
  
- 8 *Kvalitetsoptimering av vëgtunnlar under drift*  
Utskott 32: Broar och tunnlar; Undergrupp tunnlar - NVF Rapport nr. 07/2008
  
- 9 *Trinnpumping i undersjøiske tunneler*  
Rapport nr 2402, 2005-08-30 Teknologidepartementet, Vegdirektoratet

- 10 *Trafikkulykker i Vegtunneler 2. En analyse av trafikkulykker i vegtunneler på riksvegnettet for perioden 2001 - 2006*  
Veg- og trafikkavdelingen, Trafikksikkerhetsseksjonen  
Rapport nr 7/2008 Vegdirektoratet
- 11 *Trafikkulykker i undersjøiske vegtunneler*  
Veg- og trafikkavdelingen, Trafikksikkerhetsseksjonen  
Rapport nr 5/2005 Vegdirektoratet
- 12 *Veileder for risikoanalyser av vegtunneler*  
Veg- og trafikkavdelingen  
Rapport TS 2007-11 Vegdirektoratet
- 13 *Sikkerhet i vegtunneler*  
Marius Hofseth, Trafikksikkerhetsseksjonen, Vegdirektoratet  
Tunnel, geologi og betong. Innlegg ved Teknologidagene 2009
- 14 *Retningslinjer for saksbehandling ved brannsikring av vegtunneler*  
Samferdselsdepartementet - Kommunal- og regionaldepartementet, juli 2000
- 15 *Novapoint Tunnel: Geologi og bergsikring*  
Brukerveiledning  
Vegdirektoratet 2011
- 16 *Renhold i tunneler : Prosjektrapport*  
97-3615 Driftsteknisk avdeling, Vegdirektoratet
- 17 *Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr*  
[www.lovdatab.no](http://www.lovdatab.no)
- 18 *Forskrift om kvalifikasjoner for elektrofagfolk*  
[www.lovdatab.no](http://www.lovdatab.no)
- 19 *Inspeksjon av stabilitetssikring av berg i vegtunneler*  
Vegdirektoratet (under utarbeiding 2011)



# Kapittel 15 Beredskap

*Tore Humstad, Statens vegvesen og Skuli Thordarson, Vegsyn (Island)*

15.1	Innledning .....	2
15.2	Beredskap i Statens vegvesen .....	2
15.3	Risiko- og sårbarhetsanalyser .....	3
15.4	Beredskapsplaner .....	4
15.5	Trinnvis beredskap .....	5
15.6	Terskelverdier .....	7
15.7	Vær og hendelser.....	9

*Versjon 2011-11-20*

# 15 Beredskap

## 15.1 Innledning

Beredskap kan defineres som alle tekniske, operasjonelle og organisatoriske tiltak som hindrer at en inntrådt faresituasjon utvikler seg til en ulykkessituasjon, eller som hindrer eller reduserer skadevirkningene av inntrådte ulykkes- eller krisesituasjoner. Begrepet beredskap benyttes oftest om konsekvensreducerende tiltak, mens begrepet sikkerhet også omfatter tiltak av forebyggende karakter<sup>1</sup>.

Justisdepartementet har et spesielt ansvar for å samordne innenfor sektorovergripende arbeidsområder på beredskapssiden, og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) støtter departementet i denne rollen. Beredskapsarbeidet i Statens vegvesen gjøres som en del av Samferdselsdepartementets sektoransvar innenfor samferdsel. I tillegg til vegnettet har departementet bl.a. ansvar for beredskap på jernbanen og i luftfarten.

## 15.2 Beredskap i Statens vegvesen

Målet med beredskapsarbeidet er å opprettholde sikkerhet og fremkommelighet på våre veger ved å ha en organisasjon som fungerer uansett hvilken type hendelse som skulle oppstå. Beredskapsansvaret spenner over et stort spekter, fra mindre hendelser på og langs veg og tilhørende infrastruktur til terrorisme eller krigssituasjoner.

Eksempler på hendelser som trenger beredskap kan være:

- Skred og flom
- Ekstreme værforhold
- Skade på bru, tunnel, ferge, veg og vegutstyr av ulike slag
- Hindringer i vegen
- Trafikkulykker
- Uhell med transport av farlig gods
- Arbeidsulykker
- Sabotasje og hærverk

I tillegg til trafikkulykker er det de store naturskapte hendelsene som har mest fokus i beredskapsarbeidet. Dette kapitlet handler om uværsberedskap i Statens vegvesen med vekt på beredskap ved flom og skreditsituasjoner.

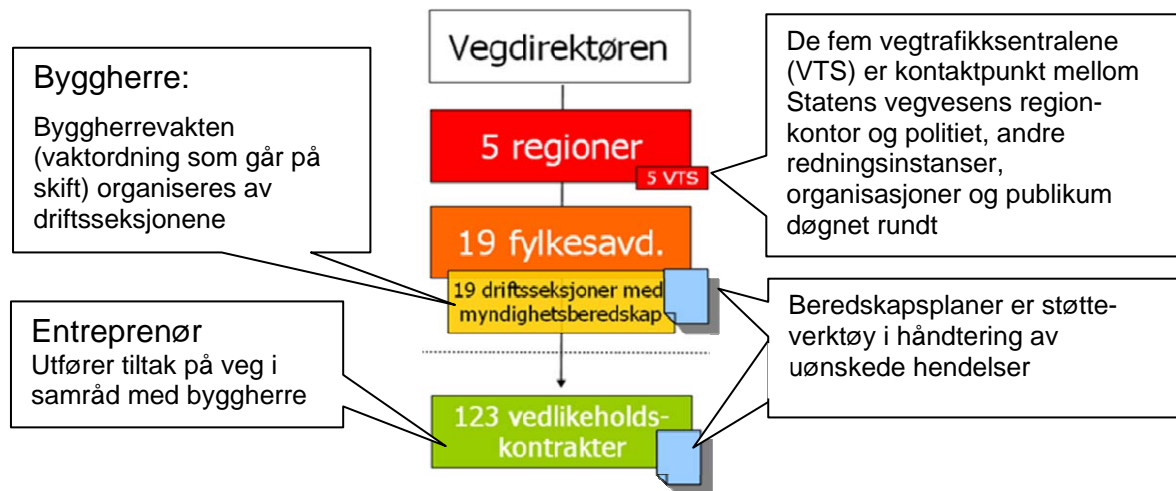
Statens vegvesen er organisert i fem regioner og et Vegdirektorat. Det er de fem regionvegkontorene (se figur 15.1) som har ansvaret for at det etableres rutiner som gjør det mulig å håndtere og følge opp hendelser hele døgnet. Denne ordningen kalles *myndighetsberedskap*. Myndighetsberedskapen består av en *byggherrevakt* som har ansvaret for å ta beslutninger utenom arbeidstid og *vegtrafikksentraler* (VTS) som har ansvaret for å samle og distribuere informasjon til berørte parter. Byggherrevakten gir nødvendige fullmakter til å fatte vedtak knyttet til stengning og åpning av veg, samt iverksetting av omkjøringsruter mv. Arbeid på veg utføres av entreprenører gjennom egne driftskontrakter. Den viktigste oppgaven her er å sikre trafikkavviklingen etter en uønsket hendelse på veg. Drifting av vegnettet utføres av entreprenører som har kontrakt med Statens vegvesen og dermed ansvar for hvert sitt område. Entreprenørene utfører normalt sine oppgaver uten innblanding fra kontraktspartneren eller

---

<sup>1</sup> Kilde: Store Norske Leksikon ([http://snl.no/.sml\\_artikkel/beredskap](http://snl.no/.sml_artikkel/beredskap))



byggherren (som altså er driftsavdelingene i Statens vegvesen). Men ved ekstraordinære forhold må entreprenøren gjennomføre spesielle tiltak som må avklares med byggherren før de settes i verk. Dette er ofte forhold som går ut over kravene i kontraktene der det kan være nødvendig å foreta bestillinger som kan ha kostnadmessig betydning. Figur 15.1 illustrerer organisering av myndighetsberedskapen i Statens vegvesen.



Figur 15.1 Organisering av myndighetsberedskap i Statens vegvesen

### 15.3 Risiko- og sårbarhetsanalyser

En grunnleggende del av beredskapsarbeidet i Statens vegvesen er at det skal gjennomføres risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS-analyser) for vegnettet. Resultatet fra ROS-analysene er et viktig grunnlag for å utarbeide eller oppdatere beredskapsplaner.

ROS-analyser innebærer en systematisk analyse av all tilgjengelig informasjon for å beskrive en risiko i et bestemt avgrenset system, for eksempel skredfare på en bestemt vegstrekning.

Målet med analysen er å redusere de samfunnsmessige konsekvensene ved høy risiko. Enkelt kan man si at en ROS-analyse er en analyse av:

- Hva "man allerede vet"
- Det man er redd for at kan skje
- De erfaringene man har fra tidligere

Disse tre punktene gir et bilde og et utgangspunkt for hvordan planlegge og iverksette tiltak og forebygge uønskede hendelser.

Under ROS-analysen identifiseres uønskede hendelser og mulige konsekvenser av disse. Det totale risikobildet blir dermed en evaluering av sannsynligheten for en hendelse og hvilke negative konsekvenser hendelsen kan få. Risiko blir ofte definert som produktet av sannsynligheten for og konsekvensen av en hendelse. Dette kan illustreres ved hjelp av en risikomatrix, se figur 15.2.

Kartutsnittet på figur 15.3 viser et forenklet eksempel på identifiserte farer på noen vegstrekninger. Symbolene viser vegstrekninger utsatt for henholdsvis snøskred og steinsprang og to bruer som er utsatt for flom av en gitt størrelse.

Konsekvens \ Sannsynlighet	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3	Nivå 4	Nivå 5
5	Yellow	Red	Red	Red	Red
4	Green	Yellow	Red	Red	Red
3	Green	Green	Yellow	Red	Red
2	Green	Green	Green	Yellow	Red
1	Green	Green	Green	Green	Yellow

Figur 15.2 Risikomatrix. Forhåndsdefinerte kriterier for risiko bestemmer hvordan sannsynlighet og konsekvens av en bestemt hendelse resulterer i en fargekode som kan kreve ulike tiltak for reduksjon av risiko.



Figur 15.3 Kartutsnittet viser eksempler på identifiserte risikopunkter på vegnettet fra ROS-analysen. Symbolene antyder typer fare som enkelte punkt er utsatt for (kartutsnittet er kun en illustrasjon).

## 15.4 Beredskapsplaner

Når ROS-analysene er gjennomført, finnes det nok informasjon til å lage en beredskapsplan. Beredskapsplanen tar utgangspunkt i kjente risikopunkter og beskriver hvordan forskjellige hendelser og krisesituasjoner skal håndteres. Planen skal gjengi klare retningslinjer for hvem som skal gjøre hva når en uønsket hendelse oppstår, i tillegg til å beskrive varslingsrutiner, organisering og ressurser. Det finnes beredskapsplaner for trafikkulykker på veg, hendelser i tunnel og naturfarer som skred og flom.

Beredskapsplanen skal inneholde følgende:

- Rolle- og ansvarsbeskrivelse
- Varslingsrutiner
- Informasjonsrutiner
- Plan for omkjøringsruter
- Plan for tiltak når hendelser oppstår (f.eks. innsetting av ferger)
- Plan for samband og kommunikasjon – eventuelt også i tilfelle utfall av telenett

I kontraktene mellom Statens vegvesen og driftsentreprenørene skal følgende være avklart:

- Entreprenøren skal sørge for at vegnettet er framkommelig for trafikantene gjennom hele året. Entreprenøren må på eget initiativ planlegge, identifisere behov og iverksette tiltak.
- Entreprenøren skal selv sørge for at han har tilgjengelig utstyr, mannskap, kompetanse og informasjon som er nødvendig for å utføre arbeidet i henhold til kontrakten. Entreprenøren skal innenfor kontraktens krav selv velge metode, tiltak og ressurser.
- Entreprenøren må selv følge med på værutviklingen og kontrollere relevans, gyldighet og kvalitet på informasjonen.
- Byggherren skal sørge for tilgjengelige værddata og gi entreprenøren opplæring i bruken av disse.
- Entreprenøren plikter umiddelbart å varsle byggherren dersom han mener at det er ekstraordinære værforhold, og når den ekstraordinære situasjonen opphører. Inntil kravene i kontrakten igjen kan oppnås, skal entreprenørens innsats være det maksimale av hva som er mulig med de ressurser som entreprenøren har tilgjengelig.

Politiet har det overordnede ansvaret for trafikkregulering umiddelbart etter at en hendelse har oppstått. Statens vegvesen har likevel et selvstendig ansvar for at trafikken avvikles på mest mulig effektiv og sikker måte. Politiet og andre redningsetater er hovedaktører ved hendelser der liv, helse og store verdier står på spill. Politiet har et selvstendig ansvar for håndtering av slike situasjoner og kan kreve bistand fra Statens vegvesen og entreprenørene ved kriser.

Internt i Statens vegvesen flyttes ansvaret oppover i organisasjonen ved større hendelser og katastrofer, det vil si fra fylkesledelsen til regionledelsen og i noen tilfeller til vegdirektøren. Det jobbes da etter et eget krisehåndteringssystem som er beskrevet i etatens krisehåndbok. Ved slike hendelser blir det etablert en krisestab som opererer uavhengig av den ordinære linjeledelsen.

## **15.5 Trinnvis beredskap**

Statens vegvesen benytter en trinnvis tilnærming til beredskapen ved uvær og naturfarer som flom og skred. Dette betyr at man følger vær-situasjonen både i form av prognoser og observasjoner og gjennomfører tiltak gradvis, etter hvert som alvorlighetsgraden blir vurdert. For eksempel vil det ved kraftig regnvær mange ganger være tilstrekkelig å utføre en inspeksjon for å sjekke at alle grøfter og stikkrenner fungerer. Andre ganger, dersom regnværet øker i intensitet, kan det bli aktuelt å stenge deler av vegnettet. I ytterste konsekvens kan både vegger og bruer bli så hardt rammet at man må iverksette kriseorganisasjonen.

Indikatorene vil i hovedsak være data fra værprognoser og værobservasjoner, samt varslings-tjenester eller meldinger om skred som har gått. Figuren på neste side viser hvordan risiko (sannsynlighet og konsekvens) graderes på et styrkebarometer, som igjen definerer bered-

skaps-nivået. Fargeskalaen har relevans til organisasjonsmodellen for Statens vegvesen (jfr figur 15.1).

Dette betyr at ordinære forhold håndteres av entreprenøren gjennom vanlig drift i henhold til driftskontrakten, men ved ekstraordinære forhold vil avgjørelser flyttes oppover i organisasjonen. Ved trinn 1 (gult) kobles byggherrevakten i driftsseksjonen inn, ved trinn 2 (oransje) involveres ledelsen i fylkesavdelingen, og ved trinn 3 (rødt) blir regionlederen kontaktet for å vurdere behov for krisehåndtering.

### Faregrader (sannsynlighet)

#### Grad av alvorlighet (konsekvens)



Figur 15.4 Ved trinnvis beredskap vil tiltak iverksettes i forhold til graden av ekstraordinære forhold, illustrert av styrkebarometeret.

Eksperter innen flom, skred, jus og informasjonsformidling blir gradvis involvert avhengig av hvor alvorlig en situasjon ser ut til å bli. Figur 15.5 viser skjematisk hvordan økt beredskapsnivå krever involvering av byggherre og fagpersoner.



Figur 15.5 Innsatsnivå for entreprenør og byggherre i forhold til ulike trinn på beredskaps-skalaen

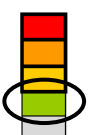


Entreprenøren har et eget ansvar for å følge med værutviklingen og vurdere om en ekstraordinær situasjon er på gang. Entreprenøren plikter umiddelbart å varsle byggherren dersom han mener ekstraordinære værforhold finner sted og når den ekstraordinære situasjonen opphører. Figur 15.6 viser et eksempel på hvordan stenging og åpning på grunn av skredfare utføres i praksis.

Under vanlige forhold vil entreprenøren utføre vanlige driftsoppgaver som f.eks. brøyting.





Ved tvil om skredfare vil oppstå, vil entreprenøren ofte kontakte byggherrevakten for hjelp med en slik vurdering. Byggherren vil da kunne konferere med en fagperson.

Dersom man vurderer at vegen skal stenges, er det entreprenøren som utfører stengingen etter at byggherren har gjort vedtak om dette.

Avgjørelsen om gjenåpning av veg tas av Statens vegvesen. Dette gjelder også stenging selv om vurderingen og anbefalingen kan komme fra entreprenøren.

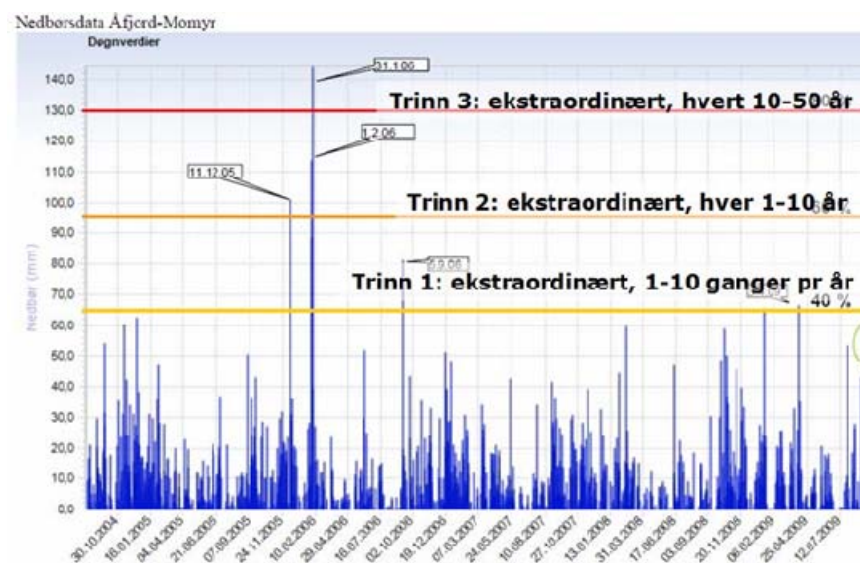
**Entreprenør      Byggherre      Fagperson**

Figur 15.6 Eksempel på prosedyre ved stenging og åpning av veg ved rasfare









## 15.6 Terskelverdier

For nedbør, flom og skred er det vanlig å evaluere størrelsen i forhold til såkalt returperiode, dvs. det intervall en hendelse av bestemt størrelse statistisk sett vil opptre (i gjennomsnitt). Et eksempel på dette er vist i figur 15.7.



Figur 15.7 Eksempel på trinnvis gradering av nedbørsmengder for et aktuelt vassdrag som vil kunne fremkalle flom med fare for driftsproblemer og stenging. Terskelverdier for døgnnedbør definerer risiko og tilhørende beredskapsnivå.

Snøskredfare vurderes etter den internasjonale snøskredfareskalaen. Denne skalaen er sammenstilt med tilhørende beredskapstrinn i figur 15.8.

	<b>Snøskredfare</b>	<b>Sannsynlighet for blokkering</b>	<b>Behov for stenging?</b>
<b>Trinn 3</b>	 Meget stor fare (grad 5)	> 50 %	 Ja
<b>Trinn 2</b>	 Stor fare (grad 4)	> 20 %	 Vurderes
<b>Trinn 1</b>	 Markert fare (grad 3)	> 5 %	 Normalt ikke
<b>Normal</b>	 Moderat til liten fare (1-2)		
<b>"Ingen"</b>	 Ingen fare		

Figur 15.8 Snøskredfare i forhold til beredskapstrinn og sannsynlighet for blokkering av veg

Dersom en ikke har tilgang til skredvarslingstjenester kan man alternativt vurdere behov for å stenge vegen ut fra den prosentvise sannsynligheten for at naturen selv vil blokkere eller ødelegge vegen.

Sannsynligheten for slike hendelser er vanskelig å beregne og krever i de fleste tilfeller inngående lokalkunnskap. Fordi varslingstjenester ofte ikke finnes og fordi sannsynligheten for en hendelse er vanskelig å beregne, kan en i stedet benytte seg av såkalte terskelverdier. Det vil si at en på forhånd eksempelvis bestemmer hvor mye nysnø som skal til før en får en viss snøskredfare. Et eksempel på hvordan nysnø kan knyttes til valg av beredskapstrinn er gitt i figur 15.9. I tillegg til mengden nysnø må også andre forhold vurderes, som for eksempel vind.

	<b>Nysnø 1 døgn</b>	<b>Nysnø 3 døgn</b>
<b>Trinn 3</b>	50 mm	100 mm
<b>Trinn 2</b>	40 mm	80 mm
<b>Trinn 1</b>	30 mm	60 mm
<b>Normal</b>		
<b>"Ingen"</b>		

Figur 15.9 Mengde nysnø som indikator på snøskredfare og beredskapstrinn

Fordelen med slike terskelverdier er at de er nokså objektive når de først er fastsatt, slik at det er lett å vite når tiltakene skal iverksettes. Ulempen med dem er at de er vanskelig å beregne, og det trengs fagfolk for å fastsette og evaluere dem. Det vil derfor være en del usikkerhet knyttet til disse.

For flomskred og andre vannrelaterte hendelser vil beredskapen justeres etter terskelverdier for vanntilførsel fra nedbør og snøsmelting. I figur 15.10 vises et eksempel på vurdering av beredskap i forhold til målt nedbør på målestasjon ved Stranda på Sunnmøre. På denne stasjonen er årsnedbøren 1300 mm. Erfaringsmessig vil døgnet nedbør på 79 mm tilføre store og omfattende problemer med flomskred i området.

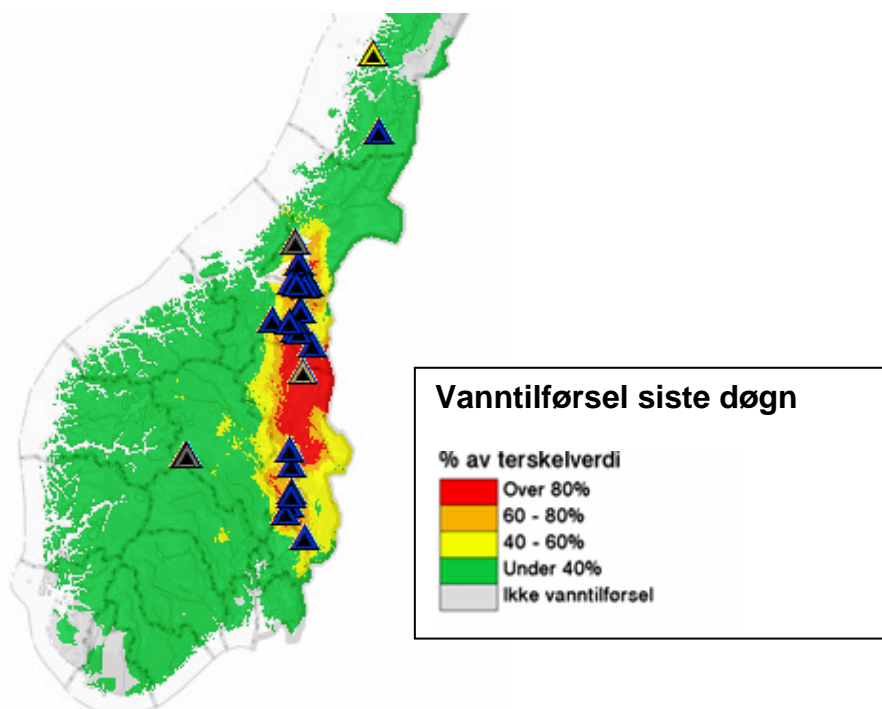
	Vann 1 time	Vann 6 timer	Vann 1 døgn	Vann 3 døgn
<b>Trinn 3</b>	0,9 % av årsnedbør	2,6 % av årsnedbør	6,1 %	11,7 %
<b>Trinn 2</b>	0,6 %	1,8 %	4,0 %	7,8 %
<b>Trinn 1</b>	0,3 %	0,9 %	2,0 %	3,9 %
<b>Normal</b>				
<b>"Ingen"</b>				

Figur 15.10 Nødvendig beredskap med hensyn til nedbør på målestasjon ved Stranda på Sunnmøre. Årsnedbør på denne stasjonen er 1300 mm.

## 15.7 Vær og hendelser

I forbindelse med trinnvis beredskap utvikler Statens vegvesen (2011) i samarbeid med Norges vassdrags- og energidirektorat en ny kartportal FøreVar som viser værforhold og hendelser på samme kart. Kartportalen brukes for visualisering av værdedata og hendelsesdata på vegnettet. Værforholdene kan vises med de samme terskelverdiene som er omtalt i avsnitt 15.6. Det er meningen at kartene skal brukes både under beredskapsarbeidet og til analyse av tidligere hendelser.

Et eksempel på sammenstilling av data for flomsituasjon på Østlandet er vist i figur 15.11. Fargekoden er knyttet til beredskapsskalaen. På kartet vises også meldinger om tilstand på vegnettet, som for eksempel stenginger og redusert fremkommelighet på grunn av flom og ras.



Figur 15.11 Kartutsnitt fra webportalen "FøreVar". Her er det tatt et eksempel fra 16. august 2011 da ekstrem vanntilførsel førte til mange stengte veger i Hedmark og Sør-Trøndelag.





# Kapittel 16 Trafikkskilt og vegoppmerking

*Bjørn Skaar, Statens vegvesen*

16.1	Generelt .....	2
16.2	Trafikkskilt .....	2
16.2.1	Skilt og skilttyper .....	2
16.2.2	Plassering og oppsetting av trafikkskilt .....	3
16.2.3	Drift og vedlikehold av skilt.....	5
16.3	Vegoppmerking.....	7
16.3.1	Typer og krav .....	7
16.3.2	Viktige oppgaver knyttet til drift og vedlikehold av vegoppmerking.....	8
16.3.3	Kantstolper .....	9
	Referanser.....	9

*Versjon 2011-11-20*

# 16 Trafikkskilt og vegoppmerking

## 16.1 Generelt

Formålet med de offentlige trafikkskiltene er å dekke trafikantenes behov for informasjon og samfunnets behov for regulering av trafikken. Skiltingen utgjør sammen med vegoppmerking et omfattende informasjons – og styringssystem for vegtrafikken.

God skilting og vegoppmerking bidrar til sikker, effektiv og miljøvennlig trafikkavvikling. Forutsetningen er god nok teknisk standard på dette trafikktutstyret.

Drift og vedlikeholdsinnnsatsen vil ha avgjørende betydning for dette.

Trafikkskilt og vegoppmerking er gyldige kun når rette myndighet har fattet slikt vedtak. All nyetablering eller endring i eksisterende skilting og oppmerking må godkjennes av den lokale skiltmyndigheten. For å kunne ha oversikt over mengde og tilstand på skilt og oppmerking langs vegnettet behøves registre som tar vare på alle data knyttet til dette trafikktutstyret.

## 16.2 Trafikkskilt

### 16.2.1 Skilt og skilttyper

Trafikkskilt benyttes for å:

1	Regulere trafikken	
2	Varsle om farer og hindringer	
3	Lede trafikken til bestemmelsesstedet	
4	Gi opplysninger om bruken av veggen og serviceanlegg	
5	Gi trafikantene optisk ledning – vise vegens videre forløp og linjeføring	

I Norge utgjør den offentlige trafikkskiltparken på hovedvegene (riksveger og fylkesveger) ca 800 000 skilt og representerer en ny verdi på ca 2,0 milliarder kr. Skilttettheten på landsbasis er ca 15 skilt/km, men vil variere avhengig av hvor i landet en befinner seg, trafikkmengde, andel ukjente trafikanter og om strekningene er i bymessige strøk eller landeveg.

Følgende skilttyper er vanlige å benytte:

- Skilt med reflekterende folie
- Innvendig belyste skilt
- Utvendig belyste skilt
- Variable skilt (mekanisk variable eller lysende billedpunktsskilt som LED o.a.)

Det mest vanlige er å benytte skilt med reflekterende folie. Det benyttes 3 typer reflekterende skiltfolier benevnt som klasse 1, klasse 2 og klasse 3.

Disse har ulike lystekniske egenskaper. Hvor de ulike folieklassene skal benyttes er avhengig av hvor skiltoppsettet skal være og i hvilke omgivelser. For eksempel må et skilt som skal stå i bymessige omgivelser, hvor det er mange konkurrerende lyskilder, ha høyere folieklasse (klasse 3) enn skilt i landlige omgivelser (klasse 1).

### 16.2.2 Plassering og oppsetting av trafikkskilt

Et trafikkskiltoppsett består av:

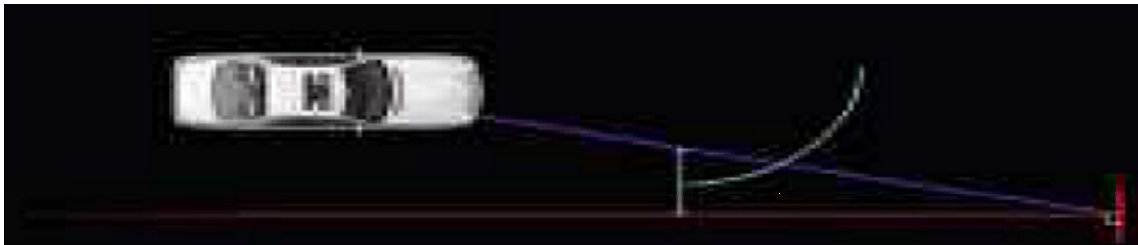
- Skiltet (skiltbudskapet - skiltansiktet)
- Oppsettsutstyret (stolper, master, halv- og helportaler)
- Fundamenter (prefabrikkerte betongfundamenter, plaststøp, fjellfeste og stålspyd)

For at trafikkskiltene skal kunne leses må de være synlige både i dagslys og mørke.

Observasjonsvinkel:



Innfallsvinkel:



*Figur 16.1 Det er strølyset fra kjøretøyenes billykter som gjør at skiltene er synlige i mørke*

Det er strengere krav til minste leseavstand på vegger med høyere fartsnivå (utenfor tettbygd strøk) enn det er på vegger med lavere fartsnivå.

De viktigste årsakene til at det er stilt strengere krav ved høyere fart er at tiden til disposisjon for å lese og oppfatte skiltbudskaper er kortere. Samtidig er det behov for informasjonen tidligere på grunn av lengre reaksjons- og bremsestrekning.

Derfor er også kravene til friskt foran trafikkskiltene større på vegger med høyere hastigheter. Eksempel på drift og vedlikeholdsoppgaver for å opprettholde friskt frem til skiltene er å rydde i vegetasjon, brøytekanter og snøskavler eller andre fysiske ting som hindrer sikten frem til skiltet.

Skilt skal være lesbare for de trafikantene de gjelder for. Krav til frisikt (m) foran skiltet er som følger (gjelder også vegetasjon og snøopplag):

<b>Fartsgrense</b>	<b>Vegvisningskilt</b>	<b>Andre skilt</b>
50	100 m	70 m
80	140 m	110 m



*Figur 16.2 Eksempel på vegetasjon som hindrer frisikt frem til skiltet*

Skiltene må ha en teknisk standard som gjør at trafikantene får tillit til skiltingen og være slik utformet at trafikantene også forstår budskapet som gis.



*Figur 16.3 Eksempel på en god teknisk utførelse*

Før plassering og oppsetting av skilt i marken skal det angis:

- Om skiltet skal være sideplassert eller montert over kjørefeltene (portal)
- Krav til frisikt frem til skiltet (hastighet)
- Avstand fra vegkant
- Høyde over vegkant
- Valg av oppsetningsutstyr til stolper eller mast
- Tekniske krav til utstyrets egenskaper ved påkjøring (deformasjon/avskjæring)
- Skiltstørrelser og teksthøyder på vegvisningskilt
- Valg av refleksfolie (skiltfolie) eventuelt bruk av en annen type skilt
- Type fundament

### 16.2.3 Drift og vedlikehold av skilt

#### *Utskifting av skilt som følge av alder*

For at skilt skal kunne virke etter hensikten må de fungere godt både i dagslys og i mørke. Det er derfor viktig å skifte ut gamle skilt når skiltfoliens tekniske tilstand har blitt for dårlig. I tillegg til at de reflekterende egenskapene reduseres ved elde, vil også trykkfargene som anvendes i folien falmes over tid og redusere skiltets lesbarhet.

På bakgrunn av erfaringer anbefales følgende utskiftingsintervall på skilt som følge av aldring:

Folieklasse	Levetid
Klasse 1	10 år
Klasse 2	14 år
Klasse 3	16 år

Kontroll av skilts synbarhet gjøres best i mørke. Skilt som fungerer i mørke vil sannsynligvis også fungere i dagslys. Utvikling av mobilt måleutstyr vil etter hvert gjøre skiltkontroll både mer effektiv og objektiv i den forstand at lystekniske grenseverdier for folienes funksjon vil være avgjørende for om skiltet må skiftes eller ikke.



*Figur 16.4 Skiltets folie er falmet og har så dårlig refleks at det ikke fungerer verken i dagslys eller mørke*

**Andre viktige drift og vedlikeholdsoppgaver:**

- Fjerne snø og vegetasjon som hindrer friskt mot skiltene
- Oppretting, utskifting og reparasjon av skadde skilt, stolper, fundament o.a. skiltutstyr  
Undersøkelser som er gjort viser at det er brøyteskader fra vinterdriften som er den dominerende årsaken når det gjelder skiltskader. Det er derfor viktig at skiltets plassering og valg av oppsetningsutstyr vurderes også i lys av dette. Man kan unngå skader ved å flytte skiltet lengre fra veien. Personell som utfører vinterdriften må også vise varsomhet ved passering av skilt ved snørydding.



Figur 16.5 Skilt som er skadet

Påkjørselskader, hærverk, tagging og skuddmerker på skiltplatene er også kjente skadehendelser på skiltparken.

- Rengjøring av skilt – fjerning av snø, smuss, rim, møkk o.a. som hindrer skiltene i å være synbare/lesbare  
Vasking og rengjøring av skilt bør utføres regelmessig for at skiltene skal kunne virke etter sin hensikt. Vaskefrekvensen vil avhenge av bl.a. trafikkmengde, værforhold, snø som fester seg på skiltet etter snøbrøyting, salting m.m. I tunneler og langs sterkt trafikkerte veger er det nødvendig å rengjøre skiltene oftere. Dette gjelder særlig om vinteren da søle, møkk, piggdekkstøv, snø m.m. fester seg til skiltflatene.



Figur 16.6 Behov for rengjøring (vask) av skiltet

- Utskifting av lyspunkter/pærer der skilt er kunstig belyst

## 16.3 Vegoppmerking

### 16.3.1 Typer og krav

Vegoppmerking benyttes for å:

- Lede trafikken; ved angivelse av kjørebane og kjørefelt vises vegens videre forløp
- Regulere trafikken
- Varsle trafikantene om farlige eller spesielle forhold ved vegens geometri
- Supplere informasjon gitt ved trafikkskilt

Vegoppmerkingsystemet består av:

- Langsgående linjer (f.eks. kantlinjer, midtlinjer, skillelinjer)
- Tverrgående oppmerking (f.eks. gangfelt)
- Symboler og tekst (f.eks. piler og vegnummer)

Langsgående oppmerking som skiller mellom motgående trafikkretninger skal ha gul farge. All annen oppmerking er hvit.



Figur 16.7 Langsgående oppmerking; gule midtlinjer og hvite kantlinjer

For oppmerking av vegdekker brukes ulike materialer:

- Termoplast tykkelse ca 2,0 – 3,0 mm
- Sprayplast tykkelse ca 1,0 – 1,5 mm
- Vannbasert maling tykkelse ca 0,4 mm

Anvendelsen av de ulike typene avhenger av hvor utsatt oppmerkingen er for slitasje, mekaniske påkjenninger m.m.

Tekniske krav – en funksjonell vegoppmerking må:

- Være synbar ved kjøring i dagslys
- Være synbar ved kjøring i mørke ved våt og tørr vegbane
- Gjengi korrekt fargegjengivelse (gul og hvit)
- Ha tilstrekkelig friksjon

- I tillegg er vibrasjon/støy ved overkjørsel en egenskap som etterlyses i stadig større omfang.

Vegoppmerkingens funksjonelle egenskaper dokumenteres bl.a. ved lysteknisk måleutstyr.

### **16.3.2 Viktige oppgaver knyttet til drift og vedlikehold av vegoppmerking**

#### ***Ny oppmerking etter dekkefornyelse***

Etter avsluttet dekkefornyelse skal alle langsgående linjer være utført senest innen:

- 3 dager på vegger med ÅDT > 20 000
- 1 uke på vegger med ÅDT > 5000
- 2 uker på vegger med ÅDT ≤ 5000

\* ÅDT = årsgjennomsnittlig trafikkmengde

På vegger hvor vegoppmerkingen er spesielt viktig, bør oppmerkingen helst utføres umiddelbart etter dekkefornyelse. Eksempel på slike vegger er 3-feltsveger hvor det kan være tvil om retningen på midtfeltet, og spesielt vanskelige kryss.

#### ***Reparasjon av eksisterende oppmerking som følge av slitasje eller mekaniske skader***

Tidsfrister for reparasjon/vedlikehold av vegoppmerking på eksisterende vegdekker avhenger av type vegoppmerking og betydning. Utførelse av oppmerking med størst trafikk-sikkerhetsmessig effekt prioriteres først.

I påvente av permanent oppmerking kan midlertidig oppmerking på nye svarte vegdekker utføres med bruk av både deformerbare og ikke deformerbare midlertidige vegbane-reflektorer limt til overflaten. Det benyttes reflektorer som i mørke reflekterer lys tilsvarende fargen på den linjen den erstatter eller supplerer.

#### ***Midlertidig oppmerking og formerking***

Dersom vegoppmerking etter dekkefornyelse ikke kan utføres innen tidsfristene, bør midlertidig oppmerking foretas. Dette er særlig viktig når dekkearbeidene utføres på høsten når mørke og våte nyasfalterte vegdekker gjør det særlig vanskelig å orientere seg i vegbanen og å se vegens videre forløp.

#### ***Rengjøring og feiing før reparasjon av eksisterende oppmerking***

Nedsmussing er en av årsakene til at oppmerkingen ikke er synlig. Sand og støv bør fjernes så tidlig som mulig på våren. Vegbanen blir samtidig rengjort slik at reparasjoner før ny oppmerking legges får et underlag som er tilrettelagt for dette.

Slitasje på vegoppmerkingen er størst som følge av piggdekkbruk. Slitasje på midtlinjer på vegger med store trafikkmengder kan være så omfattende at store deler av linjen må repareres hver år.

Skader på vegoppmerkingen fra vinterdriften og bruk av tungt vinterutstyr (høvling) kan også være omfattende. Det viktig at de som utfører vintertjenesten er oppmerksom på dette forholdet.

#### ***Rydding av vegetasjon***

Gul midtlinje gir informasjon bl.a. om siktforhold, om sikten fremover er for kort for å utføre en vanlig forbikjøring. Etablerte midtlinjekombinasjoner skal opprettholdes og skal



ikke endres som følge av tilgroing langs vegnettet. Vegetasjon skal ryddes slik at trafikantene ikke får feil informasjon som følge av at siktforholdene ikke samsvarer med den midtoppmerkingen som er anvendt på strekningen.

### 16.3.3 Kantstolper

Kantstolper med refleks brukes som supplement til vanlig vegoppmerking og er et tiltak som bedrer den optiske ledningen og viser vegens videre forløp bedre ved kjøring i mørke og under dårlige siktforhold.

De viktigste oppgavene innenfor drift og vedlikehold av disse er:

- Vask og rengjøring
- Reparasjon og oppretting av skjeve stolper
- Utskifting av kantstolper

Vedlikehold av kantstolper kan være spesielt utfordrende i perioder. Særlig vanskelig kan det være å holde refleksen ren og synlig til enhver tid når det er snø, slaps og søle i vegbanen. Da kantstolpene står nær vegkanten og i lav høyde er de veldig utsatt for tilsmussing. Dette betyr at behov for vask og rengjøring i perioder opptrer nesten daglig.



Figur 16.8 Kantstolper med refleks

### Referanser

Statens vegvesens håndbøker:

- Håndbok 049 *Vegoppmerking*
- Håndbok 050 *Trafikkskilt (del 1 – 5)*
- Håndbok 062 *Trafikksikkerhetsutstyr - Tekniske krav*
- Håndbok 046 *Planlegging og oppsetting av trafikkskilt*
- Håndbok 111 *Standard for drift og vedlikehold av veger og gater*



# Kapittel 17 Trafikkberedskap og trafikantinformasjon

*Kjersti Leiren Boag, Statens vegvesen*

17.1	Innledning.....	2
17.2	Samarbeid mellom etatene – roller og ansvar .....	3
17.3	Beredskaps- og omkjøringsplaner .....	4
17.4	Vegtrafikksentralene (VTS) .....	5
17.5	Overvåking, trafikkstyring og varsling .....	5
17.6	Trafikantinformasjon - vegmeldingstjenesten.....	7

*Versjon 2011-11-20*

## 17 Trafikkberedskap og trafikantinformasjon

**Trafikkberedskap = planlegging, organisering og virksomhet som må til for å oppnå effektiv hendelseshåndtering**

### 17.1 Innledning

Trafikkulykker, havari, ras, flom og andre større og mindre hendelser på vegnettet medfører ofte store konsekvenser for trafikkavviklingen. Det norske vegnettet karakteriseres ved sine mange tunneler, bruer og ferger, fjelloverganger og ras- og værutsatte strekninger, ofte med få eller ingen omkjøringsmuligheter, men også høytrafikkerte veger i byområder.



Figur 17.1 Hendelser på vegnettet

I Europa er hendelser årsaken til 10-25 % av køer og forsinkelser på vegnettet mens i Norge og Sverige er dette anslått til 10-15 % (ref CEDR-rapport "Traffic Incident Management", 2009). Forsinkelsene koster samfunnet betydelige beløp i tillegg til at de påfører trafikantene store ulemper og ergrelser.

Hendelser er enten uforutsette, slik som for eksempel trafikkulykker, ras og flom eller de er planlagte som for eksempel vegarbeid og arrangementer.

Uansett hendelsens natur, er det viktig å håndtere hendelsene på en effektiv måte slik at man i størst mulig grad reduserer skadeomfanget og konsekvensene.

Mål og hensikt med hendelseshåndtering er å

- sikre liv og helse
- redusere risiko for sekundær-/ følgeulykker
- sørge for effektiv adkomst og arbeidsforhold for redningsetater
- sørge for at trafikantene er informert
- opprettholde best mulig kapasitet for vegtrafikken

Hendelseshåndtering kan deles inn i følgende faser:

**Oppdagelse => verifikasjon => informasjon/ varsling => iverksetting av innsats for å redusere omfang og skadevirkninger av hendelser => tilbake til normalsituasjonen**

Tiden man bruker på hver fase må være minst mulig og det er også naturlig at noen av fasene utføres parallelt, for eksempel varsling og informasjon samtidig med at man stenger en veg eller et felt på vegen ved hjelp av kjørefeltsignaler (for eksempel i tunneler og på motorveger), eller iverksetter omkjøring ved aktivisering av variable skilter.



Figur 17.2 Visualisering av faser i hendelseshåndtering (Kilde: Highways Agency, UK)

## 17.2 Samarbeid mellom etatene – roller og ansvar

Effektiv hendelseshåndtering krever et tett samarbeid mellom Statens vegvesen, politiet og redningsetatene. Det avholdes derfor jevnlig møter mellom disse etatene og også regelmessige øvelser for å sikre at samarbeidet fungerer og at ansvar og roller er avklart.

Når det oppstår en hendelse på vegen er politiet skadestedsleder og har det overordnede ansvaret for trafikkreguleringen. Statens vegvesen har likevel et selvstendig ansvar for at trafikken avvikles på en mest mulig effektiv og sikker måte og skal derfor bistå politiet med sin kompetanse innen dette området.

Statens vegvesens primær oppgaver er som følger:

- sikre og skilte hendelsesstedet
- skilte omkjøringsrute – styre variable skilt og kjørefeltsignaler eller sette opp midlertidige omkjøringskilter
- informere trafikanter som står i kø og de som er på veg mot hendelsesstedet og som kan benytte alternative ruter
- opprydding og reparasjonsarbeid på hendelsesstedet
- bistand til politi og havarikommisjonen med kjøretøytekniske og veg- og trafikkfaglige undersøkelser med tanke på senere avklaring av årsaksforhold og skyldspørsmål

Statens vegvesen skal etablere rutiner for håndtering av hendelser på vegnettet inkludert informasjon til trafikantene slik at sikkerheten opprettholdes og ulemper for trafikkavviklingen blir minst mulig. Det er derfor utarbeidet en egen håndbok for Statens vegvesen med retningslinjer for håndtering av hendelser; Håndbok 189 Trafikkberedskap (2005).

Håndboka omfatter ”daglige” større og mindre hendelser (planlagte og uforutsette), men ikke krisesituasjoner. En hendelse på vegen kan i noen tilfeller ha et større omfang enn antatt og kan da eskalere til en ”krisesituasjon”. Videre håndtering vil da skje i henhold til Statens vegvesens system for krisehåndtering som retter seg mot alle typer kriser som berører Statens vegvesen, ikke bare hendelser på vegnettet.

Håndbok 189 setter krav til regionvegkontorene med hensyn til trafikkberedskap og rutiner for informasjon (internt og eksternt). Statens vegvesen skal gjennom sitt nettverk av regionale vegtrafikksentraler og kontrakter med entreprenører sørge for at det finnes et apparat som kan ivareta dette i regionene. I tilknytning til regionvegkontoret er det organisert en døgnbemannet myndighetsberedskap som har de nødvendige fullmakter til å fatte vedtak om stengning og åpning av veger samt iverksetting av omkjøringsruter. Statens vegvesen har kontrakter med entreprenører som utfører arbeid på vegene. I kontraktene pålegges entreprenørene trafikkberedskap for å sikre trafikkavviklingen ved hendelser på vegnettet.

### 17.3 Beredskaps- og omkjøringsplaner

I Håndbok 189 stilles det krav om at hvert regionvegkontor skal utarbeide en samordnet beredskapsplan for hendelser på veg internt for etaten og eksternt vis á vis politiet. Særskilte planer for tunneler og skredutsatte strekninger skal utarbeides i tillegg, men de skal også inngå i den samordnede planen. Som grunnlag for etablering av beredskaps- og omkjøringsplaner skal det gjennomføres risiko- og sårbarhetsanalyser av vegnettet.

Beredskapsplaner skal inneholde følgende;

- beskrivelse av roller og ansvar, varslings- og informasjonsrutiner
- plan for omkjøringsruter
- plan for tiltak når hendelse oppstår
- plan for samband og kommunikasjon

Beredskapsplaner med beskrivelse av tiltak skal utarbeides i samarbeid med politiet, brannvesen, AMK (akuttmedisinsk kommunikasjonsentral) og berørte kommuner.

Regionvegkontoret har ansvaret for at det blir utarbeidet en plan for omkjøringsruter i hele regionen. Planen bør inneholde oversiktskart som viser stengningslenker og omkjøringsruter for hver aktuell veg samt nødvendige detaljer for hver stengningslenke. Regionvegkontoret har ansvar for at plan for omkjøringsruter inngår i kontraktene med entreprenørene, slik at disse er utstyrt med nødvendige skilt for midlertidig visning av omkjøringsruter.

## 17.4 Vegtrafikksentralene (VTS)

Statens vegvesen har siden 1992/93 hatt 5 regionale døgnåpne vegtrafikksentraler (VTS) i drift.

Region	Dekker følgende fylker *)	VTS er lokalisert i
Øst **)	Østfold, Oslo, Akershus, Hedmark og Oppland	Oslo
Sør	Buskerud, Vestfold, Telemark, Aust-Agder og Vest-Agder	Porsgrunn
Vest	Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane	Bergen / Lærdal
Midt	Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag	Trondheim
Nord	Nordland, Troms og Finnmark	Mosjøen

\*) Ansvar for Vegmeldingstjenesten følger ikke alltid regiongrensen

\*\*\*) Har også ansvar for landsdekkende funksjon for Vegmeldingstjenesten

Figur 17.3 Lokalisering av vegtrafikksentralene (fra Håndbok 210 Vegmeldingstjenesten)

VTS har en viktig rolle i Vegvesenets håndtering av hendelser og forhold på vegnettet gjennom at de har ansvar for

- **kontinuerlig overvåking av vegnettet => oppdage og verifisere hendelser**
- **trafikkstyring**
- **intern og eksternt varsling om hendelser**
- **informasjon til trafikantene**

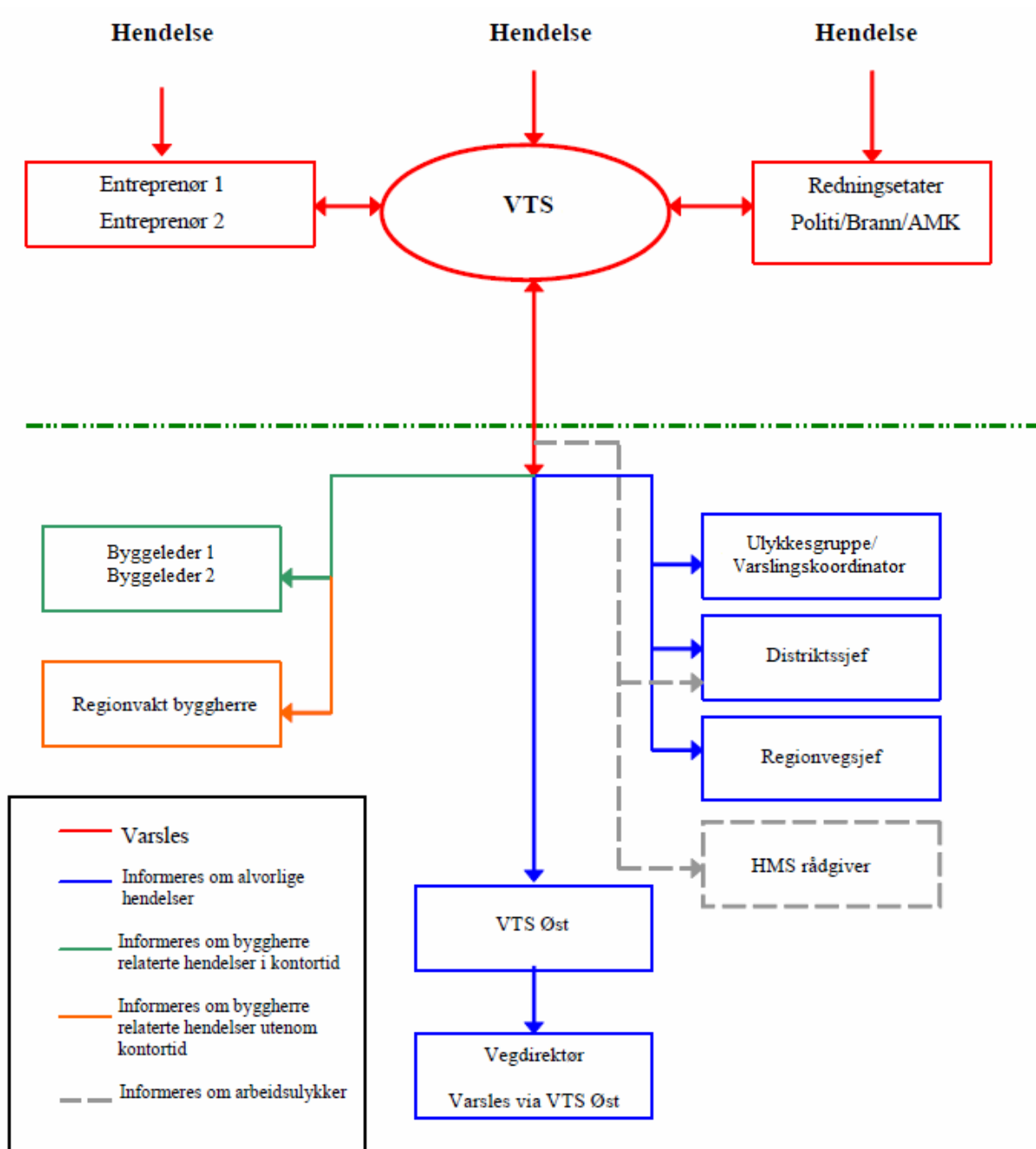
## 17.5 Overvåking, trafikkstyring og varsling

VTS overvåker vegnettet og samler informasjon fra ulike kilder. Ved hjelp av Automatisk hendelsesdetektering – AID (*Automatic Incident Detection*), som er installert i tunneler over 3 km og med en årsdøgntrafikk (ÅDT) på over 8000 kjøretøy (ref. *Håndbok 021 Vegtunneler*), kan de oppdage hendelser veldig tidlig og iverksette tiltak umiddelbart for å sikre hendelsesstedet samt liv og helse for de trafikantene som befinner seg i nærheten.

Der det ikke finnes kameraovervåking er VTS avhengig av å få melding om hendelser fra politiet, redningsetatene, trafikantene, radiostasjoner eller andre. Det er ofte politiet, AMK eller brannvesenet som først mottar melding om en hendelse på vegen. Disse har rutiner som ivaretar intern varsling seg imellom (trippelvarsling). Politiet har hovedansvar for videre varsling ut fra hva som synes nødvendig i den gitte situasjonen. Politiet bør alltid varsle VTS om hendelser som har betydning for framkommelighet og sikkerhet på vegene.

VTS er sentral når det gjelder intern varsling i Statens vegvesen og også ut mot trafikantene. Hvis VTS er den første som mottar melding om en hendelse er det viktig at de varsler politiet og berørte redningsetater. VTS har rutiner for hva som skal varsles til hvem internt i Statens vegvesen (byggherre, ledelsen i regionen og i Vegdirektoratet) samt til entreprenørene.

På neste figur vises et eksempel på varslingsplan for VTS i Region sør.



Figur 17.4 Varslingsplan ved hendelser på veg, Region sør

Kjørefeltsignaler, variable omkjøringsskilter og friteksttavler styres fra VTS. Disse er viktige virkemidler i forhold til hendeshåndtering og dynamisk trafikkstyring for å stenge veger helt eller delvis og lede trafikken dit man ønsker. Der dette ikke finnes, må stengning og omkjøring skiltes manuelt.



## 17.6 Trafikantinformasjon - vegmeldingstjenesten

I tillegg til informasjon om hendelser, mottar også VTS informasjon om stengninger og redusert framkommelighet på grunn av vanskelige værforhold, informasjon om føre, trafikk og vegarbeid.

Statens vegvesens Håndbok 210 Vegmeldingstjenesten angir retningslinjer for innsamling, bearbeiding og videreformidling av veg- og trafikkmeldinger til trafikantene og avklarer roller og ansvar til involverte aktører.

Pr i dag baseres mye av informasjonsinnsamlingen på manuell innrapportering fra entreprenører, fergeselskaper og andre. Håndbok 210 gir derfor detaljerte retningslinjer om hva som skal rapporteres inn til VTS til hvilke tidspunkt. Stengninger og kolonnekjøring grunnet uvær skal for eksempel rapporteres umiddelbart når forholdet inntreffer samt ved endring. Når det gjelder vær- og føreforhold på viktige fjelloverganger og hovedruter, skal dette rapporteres fra entreprenørene til VTS tre ganger daglig i vinterhalvåret samt umiddelbart ved endringer i tilstanden.

I årene som kommer vil man imidlertid øke bruk av automatisk innsamlede data om vær, føre og trafikk. For tiden er et system for innsamling og presentasjon av dynamiske værdata og prognoser under utvikling (Vegvær). Dette vil i tillegg til å være et støttesystem for entreprenører, byggherre og VTS-operatører også kunne brukes ut mot publikum (se kapittel om Beslutningsstøtte og meteorologi).

Det pågår også utvikling av et system for innsamling og presentasjon av reisetider basert på data fra AutoPass brikker, og i tillegg vil man se på løsninger for å kunne utnytte kameraer og trafikkellepunkter bedre enn i dag for å kunne gi sanntidsinformasjon om trafikk. Dette vil gradvis medføre at den manuelle innrapporteringen vil kunne reduseres.

Informasjon fra VTS spres gjennom et stort antall kanaler som radio, internett, variable skilt, telefon 175, RDS-TA<sup>1</sup> og RDS-TMC<sup>2</sup> for å nå ut til trafikantene både under reisen og før reisen starter.

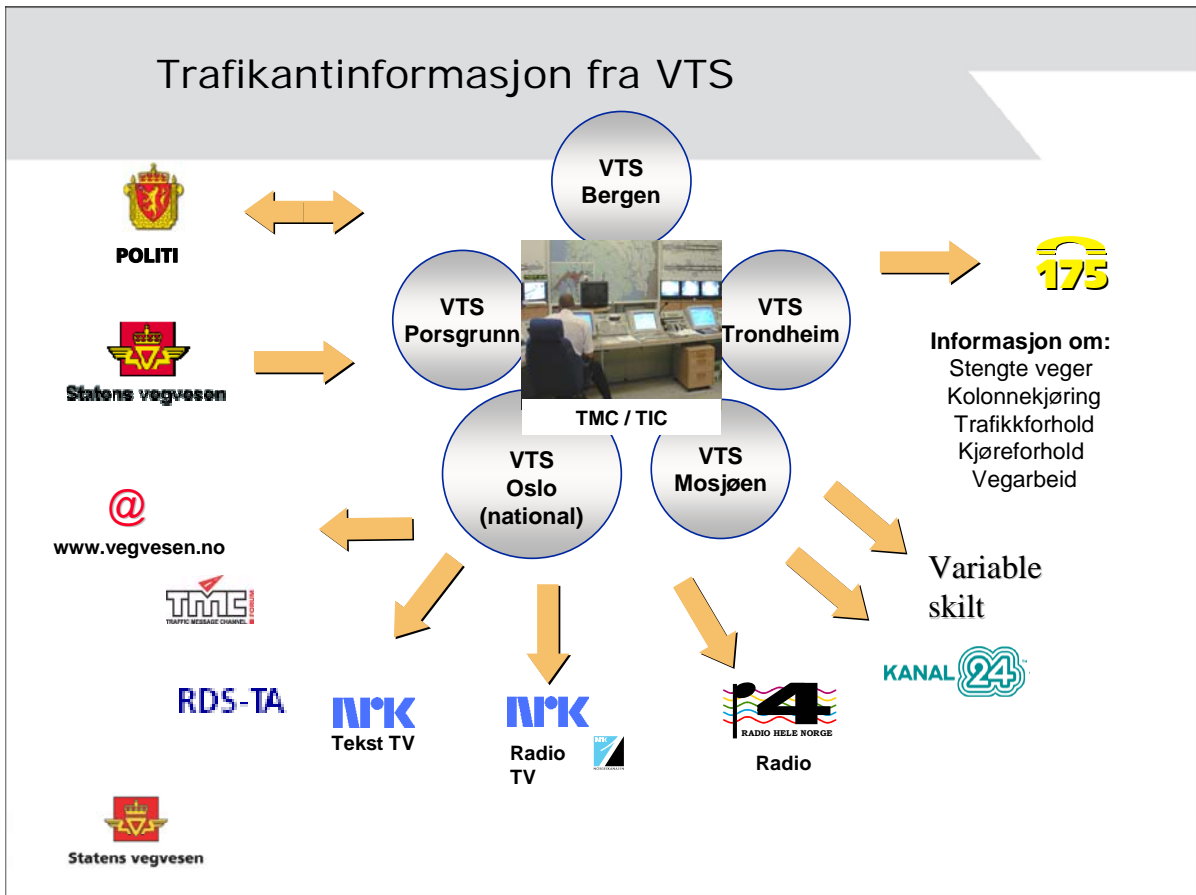
Oversikt over informasjonskanaler, se figur 17.5.

Informasjon er et viktig redskap både i forbindelse med hendelser og andre forhold som påvirker framkommelighet og sikkerhet på vegene. I framtiden vil den felles Trafikkportalen som NRK, Statens vegvesen, Trafikanten og Ruter samarbeider om bli en viktig kanal ut mot publikum.

---

<sup>1</sup> Radio Data System Traffic Announcement (talemeldinger som bryter inn i radiosendinger og når man spiller CD)

<sup>2</sup>Radio Data System Traffic Message Channel (kodete meldinger som brukes i navigasjonssystemer etc)



Figur 17.5 Oversikt over hvilke kanaler VTS benytter for å spre informasjon om veg- og trafikkforhold

# Kapittel 18 Drift og vedlikehold i byer og tettsteder

*Terje Lindland, Trondheim kommune*

18.1	Generelt om utfordringer i byer og tettsteder.....	2
18.2	Drenering.....	2
18.3	Asfaltdekker, heller og brostein .....	3
18.4	Vegetasjon og grøntarealer .....	4
18.5	Renhold av vegbane og vegområde .....	5
18.6	Skilt og oppmerking.....	6
18.7	Vinterdrift.....	7
18.8	Universell utforming .....	9
18.9	Drift av anlegg for gående og syklende .....	10
18.10	Graving i veg.....	11

*Versjon 2011-11-20*

## 18 Drift og vedlikehold i byer og tettsteder

### 18.1 Generelt om utfordringer i byer og tettsteder

Drift og vedlikehold i byer og tettsteder skiller seg fra drift og vedlikehold i landdistrikt på mange måter. Følgende hovedforskjeller knyttet til vegnettet i byer og tettsteder kan nevnes:

- Deler av vegnettet skal avvikle store trafikkmengder
- Det er viktig å satse på tiltak som bedrer framkommeligheten
- Det er blandet trafikk av biler, kollektivtrafikk, syklistene og fotgjengere
- Mange fortau og gangveger ligger langs vegnettet
- Miljøfaktorene har stor betydning. En må derfor ta hensyn til de som bor og har sitt virke langs gata, slik at funksjoner i bysamfunnet ikke blir urimelig skadelidende
- Områder som er utformet etter prinsippene med universell utforming skal opprettholde disse kvalitetene hele året i driftsperioden

Karakteristiske utfordringer ved drift og vedlikehold av vegnettet i byer og tettsteder er at framkommeligheten for drifts- og vedlikeholdsmaskiner ofte er vanskelig. Eksempler på dette er:

- Biler parkeres langs vegkant da det ikke er tilstrekkelig med parkeringsplasser utenom veggrunn
- Ofte er hele veg- og gatearealet utnyttet til kjørebane og fortau, samtidig som gjerde plasseres i reguleringslinjen og hekker, trær og annen vegetasjon plasseres så nær veg- og gatearealet som mulig
- I tilknytning til at det anlegges gatetun stenges oftest gaten samtidig som det ikke anlegges tilstrekkelig snuplasser

Andre utfordringer som kan nevnes er:

- Mange kryss og krappe kurver medfører lav brøytehastighet og dermed har en problemer å få snøen bort fra veg- og gatearealet
- Skilt, gateutstyr, bommer, K-kasser og annet vegutstyr står ofte "i vegen" for drift og vedlikehold
- Standard og tverrprofil kan variere fra kryss til kryss

På veger og gater med høy trafikk må mange drifts- og vedlikeholdsoppgaver utføres om kveld og natt. Spesielt i rushtiden er det lite aktuelt å utføre drifts- og vedlikeholdsoppgaver på veger og gater med høy trafikk. Dette medfører utstrakt bruk av overtid, som igjen fordyrer drift og vedlikehold.

I byer og tettsteder stilles det også store krav til samordning med tiltak som planlegges på annen infrastruktur i veggrunnen og utbygginger som gjøres langs veg- og gatenettet.

### 18.2 Drenering

I byer og tettsteder kan en oftest ikke lede overvann ut i nærliggende terreng. En må derfor ha sluk og sandfang tilknyttet et godt utbygd overvannsnett. Kostnadene til vedlikehold av dette nettet vil overskride kostnadene til vedlikehold av grøfter og stikkrenner i landdistrikt, men vedlikeholdskostnadene til dette utgjør oftest ikke noen stor andel verken i byer og tettsteder eller på landet.

Sentrale drifts- og vedlikeholdsoppgaver i tilknytning til drenering i byer og tettsteder er:

- Inspeksjon, rensk og eventuelt spyling av overvannsledninger og stikkrenner
- Utskifting og nyetablering av overvannsledninger
- Inspeksjon, tømning (slamsuging) og rensk av sluk, sandfang og kummer
- Justering og skifting av sluk og kumløkk
- Stiming av frosne stikkrenner om vinteren

Nødvendig tømmefrekvens av sandfang vil variere mye fra sandfang til sandfang. Derfor bør det gjøres en registrering av problemsandfang. Det er også viktig at kumløkk og rister som ikke ligger støtt skiftes og utbedres. Rister og kumløkk må også ha riktig høyde. Spesielt må en være oppmerksom på rister og kumløkk som ligger for høyt da dette kan skade brøyteutstyr og i verste fall føre til ulykker.

Videre er det viktig at kvist og søppel fjernes fra rister i innløp til stikkrenner og kulverter. Konsekvensene av oversvømmelse i byer og tettbygde strøk er oftest større enn utenfor.

I den senere tiden har det vært mye fokus på ekstremvær. I byer og tettsteder bør en i denne sammenheng spesielt fokusere på kapasiteten (diameteren) på stikkrenner og kulverter der konsekvensene av en oversvømmelse kan bli store.

### **18.3 Asfaltdekker, heller og brostein**

Mange av gatene i byer og tettsteder har stor trafikk. Dette gjør at deler av trafikken må om-dirigeres mens dekkelegging pågår. Framkommeligheten vil da bli redusert, og nærliggende områder kan få øket trafikkbelastning med de ulemper det medfører for miljøet. Et annet alternativ er å gjøre dekkeleggingen om kveldene og/eller om nettene når trafikken er mindre. Også dette medfører ulemper som støy og lignende.

Et annet problem ved dekkelegging i byer og tettsteder er at hyppig asfaltering fører til problemer med faste høydereferanser som kantstein og kummer. Dekkene må derfor freses med jevne mellomrom. Nivåsprang er generelt en ulempe for brukere av rullestoler og rullator samt gående, og de gir generell snublefare. For syklende representerer plutselige nivåsprang i forbindelse med sluk og asfaltlapping både en sikkerhetsrisiko og redusert komfort. For kjørende bidrar nivåsprang til å redusere kjørekomforten og kan også medføre skader på dekkutrustning og i verste fall selve kjøretøyet.

Humper, bussputer og andre fartsdempende tiltak kan bli skadet, spesielt ved brøyting og høvling av snø. Hver vår må en derfor reparere noen av de fartsdempende tiltakene. Når strekninger med fartsdempende tiltak repareres, må en også stille spesielle krav ved reasfaltering for at virkningen skal opprettholdes.

Kostnadene til dekkelegging blir derfor forholdsvis høye i byer og tettsteder.

I byer og tettsteder brukes det mye heller og brostein. For å opprettholde dekkets kvalitet og funksjonalitet er det viktig at ødelagte/løsrevne heller/steiner festes/merkes. I vinterhalvåret kan dette være vanskelig, og en midlertidig løsning kan være lapping med kaldasfalt. For å opprettholde dekkets estetiske kvalitet er det viktig at samme stein- og fugemateriale benyttes ved reparasjon som ved etablering av dekket. Det anbefales derfor å anskaffe ca 1-10 % overskudd av heller og steiner ved etablering av dekket for å unngå for store fargevariasjoner innenfor samme område.

Et problem en har flere steder er at heller, spesielt på gang- og sykkelarealer, ikke er dimensjonert til å tåle ekstraordinære belastninger fra f.eks. tyngre vedlikeholdsmaskiner, tungt anleggsutstyr, renovasjonsbiler og tyngre kjøretøyer som benyttes til varelevering. På slike steder kan en få oppsprekking i hellene og setninger. Dersom det er varmekabler i fortauet kan også disse bli skadet.



*Figur 18.1 Fundamentet til betonghellene har sviktet på et område*

I fuger, spesielt i lite trafikkerte områder, kan det avhengig av fugematerialets kvalitet forekomme framvekst av ugress og lignende, som må fjernes ved brenning, nedklipping eller sprøyting.

Inntil fugene i brosteindekker og helledekker satt i sand/grus har satt seg, kan ikke feiebiler med sug benyttes. Erfaringsmessig tar det to-fem år før sand/grusfuger har fått en slik kvalitet at feiebiler med sug kan benyttes på disse dekketyperne. I denne perioden er det også behov for etterfylling av fugesand.

## **18.4 Vegetasjon og grøntarealer**

I byer og tettsteder finnes det flere grøntarealer og skråninger med en parkmessig utforming. Dette gir tilsvarende større behov for vedlikeholdsinnsats.

Langs veger og gater i byer og tettsteder plantes det ofte trær. Det er viktig at disse trærne driftes og vedlikeholdes jevnlig, slik at ikke greinene blir hengende ut over vegnettet. Greiner som henger over vegbanen kan medføre sikt- og framkommelighetsproblem. Spesielt kan framkommelighetsproblemer oppstå om vinteren når det legger seg tung snø i trærne. I tillegg til framkommelighetsproblem for brøyteutstyr, får en ofte klager om dårlig framkommelighet fra busser og renovasjonsbiler.

Det er viktig at det plantes riktig tretype langs vegnettet. Spesielt må en tenke på hvilken retning greinene vokser. I mange tilfeller synes det som om trær er plantet alt for nær vegen. Når disse trærne har fått utviklet seg en del år, får en problemer med at greiner henger ut over

vegen. Dette kan for eksempel være et problem på forholdsvis smale rabatter mellom gang-/sykkelveg og bilveg.

Et annet problem er manglende nedklipping av privat vegetasjon langs veg- og gatenettet. Dette medfører sikt- og framkommelighetsproblemer. Mange huseiere planter hekk, busker og trær i eiendomsgrensa mot vegen. Framkommelighetsproblemene oppstår oftest langs fortau og langs veger og gater. Siktproblemene har en oftest i tilknytning til kryss og avkjørsler. Det er viktig for sikkerheten at kravene til sikt opprettholdes i tettbygde områder. Hvert år skades mennesker unødvendig på grunn av dårlig sikt. Spesielt utsatt er barn som er lave og som ikke synes like godt bak høye busker og hekker. Det er viktig at hekker, busker og trær ikke skjuler sikten til trafikkskilt, veinavnskilt og signalanlegg.

Sikkerheten ved klipping av gress kan være et problem i byer og tettsteder. I gresset langs vegnettet kan det ligge fremmedlegemer, spesielt småstein, som kan bli slynget ut når det klippes. I tettbygde områder er sannsynligheten større enn ellers for at stein kan treffe personer, biler og bygninger. For å ivareta sikkerheten kan dette medføre at mye av arbeidet må gjøres på kvelds- og nattestid.



*Figur 18.2 Private trær vokser ut i vegen og hindrer framkommelighet for tunge kjøretøy*

## **18.5 Renhold av vegbane og vegområde**

I de fleste byer og tettsteder er renhold en tung utgiftspost. I mange byer er det bare kostnadene til vinterdrift og dekkevedlikehold som er høyere enn renhold. Miljøkravene er strenge. I byer og tettsteder består renholdet grovt sett i tømning av søppelkorer, feing og spyling.

Vårrengjøring er en stor arbeidsoppgave som fortrinnsvis skal være ferdig til 17. mai. Etter at snøen har forsvunnet skal gategolvet feies og spyles. Mye av dette arbeidet må gjøres som nattarbeid for at mannskapet skal få gode arbeidsvilkår og for at arbeidet skal bli mest mulig effektivt.

I sommerhalvåret er det behov for å feie og spyle de mest sentrale byområdene flere ganger i uka. Dette arbeidet må gjøres som nattarbeid når det er lite biler og folk ute. Spesielt i helgene er behovet stort.



*Figur 18.3 Stor feievogn som brukes til feiing av gater og veger i Trondheim*

Langs vegnettet i byer og tettsteder er det mange gatetrær og annen vegetasjon. Om høsten kan løvfallet føre til gjentetting av sluk og sandfang. På mange strekninger er det derfor behov for høstfeiing for å unngå tette sluk om høsten og utover vinteren.

I de største byene er det behov for å feie og støvdempe også i vinterhalvåret for å tilfredsstille kravene til luftkvalitet som KLIF (Klima- og forurensningsdirektoratet) har satt. Dette er spesielt aktuelt i perioder med tørr og bar vegbane og når det er kaldt. Først feies gatene og deretter legges det oftest på en lake med magnesiumklorid for å binde gjenværende støv.

Søppelkorgene må tømmes hver dag i sommerhalvåret, noe sjeldnere i vinterhalvåret. Dette er en arbeidsoppgave som i mange områder må gjøres tidlig om morgenen for at byen skal være fri for søppel når "byen våkner til liv".

## **18.6 Skilt og oppmerking**

I byer og tettsteder er tettheten av skilt mye større enn ellers på vegnettet. I tillegg er mange av skiltene plassert svært nær kjørebanelen, og faren for å skade skilt ved påkjørsel og under drift og vedlikehold, f.eks ved snøbrøyting, er større enn ellers. Oppretting og reparasjon av skadde og nedkjørte skilt er derfor en kontinuerlig arbeidsprosess. Kostnadene til reparasjon av nedkjørte skilt dekkes gjennom forsikringen til skadevolder, når denne er kjent. Ved ukjent skadevolder kan kostnadene bli dekket av Forsikringspoolen.

Det vil være stort behov for oppmerking av gangfelt, piler og stopplinjer i byer. Behovet for remerking av disse vil være stort på mange veger og gater grunnet stor trafikk. Kostnadene til den type drift er derfor også vesentlig høyere i byer og tettsteder.

I boligkater vil imidlertid behovet for langsgående oppmerking være lavere i byer enn i landdistrikt på grunn av lavere kjørehastighet.





Figur 18.4 Nedkjørt skilt

## 18.7 Vinterdrift

Problemene man har å stri med i byer og tettsteder vinterstid er forskjellig fra vinterdrift på landevegen. Det er ikke bare framkommeligheten for trafikantene som skal sikres, men man skal også legge opp arbeidet slik at andre funksjoner i bysamfunnet ikke blir urimelig skadelidende. Det vil si at man i langt større grad må ta hensyn til det som finnes utenom selve kjørebane og ikke minst til dem som bor eller har sitt virke langs vegen/gaten. Vintervedlikeholdskostnadene er derfor vesentlig høyere enn i landdistrikt.

Det er mindre plass til lagring av snø i byer, mange kryss må ryddes osv. Framkommeligheten for bilistene og trafikksikkerheten for fotgjengere er bedret gjennom en rekke trafikktekniske anlegg, men dette har ofte vanskeliggjort vintervedlikeholdet. Av slike tiltak kan nevnes kanalisering av vegkryss med trafikkøyer, midtdele og lysanlegg. I tilknytning til dette settes det opp trafikkgjerdar både i veikryss og ellers på steder der en vil unngå fotgjengerkryssinger. Videre bygges det sidehindre og humper i bolig-gater for å redusere fartsnivået. Slike trafikk-sikkerhetstiltak er positive, men vil ofte vanskeliggjøre rydding av kjørebane og fortau, og skaper også vansker ved etterrydding.

Økt krav til skilting med skiltportaler og stolper har heller ikke gjort snørydding lettere. Plasseringen av slike skilt er heller ikke alltid like godt gjennomtenkt, slik at utgiftene til oppretting/utskifting av skiltstolper etter brøyting og påkjørsler blir betydelige.

Trær i sentrumsområder og da spesielt på fortau kommer ofte i konflikt med vedlikeholdets og driftens interesser. Imidlertid må man prøve å påvirke slik at plasseringen er godt gjennomtenkt. Trær tåler sjelden hardhendt behandling av brøyteutstyr, og brøyting og snørydding ved slike steder krever derfor stor forsiktighet.

Hovedproblemet for dem som arbeider med vinterdrift i sentrumsområder er nok likevel den stadige økningen i biltallet. Etter hvert som antall parkeringsplasser i sentrumsområdene i byene går ned, får en også økt parkering i sentrumsnære områder.

Tidligere hadde en i sentrumsområder snøopplagringsplasser slik at en lettere unngikk opplasting og bortkjøring, men disse har stadig blitt redusert etter som gatenettet utnyttes mer og mer til trafikkformål og ledige plasser tas i bruk til parkeringsformål.

Samtidig som en i større grad må foreta snørydding om natten, har også støyforskrifter og arbeidsmiljølov lagt begrensninger på dette arbeidet.

Trafikk og parkering tilsier at rydding av kjørebane i sentrumsområder i langt større grad må gjøres utenom ordinær arbeidstid med spesialutstyr som veghøvler og hjullastere. Snøfall på dagtid må i stor grad ligge inntil etterrydding kan skje. Ved større snøfall utenom ordinær arbeidstid satser en umiddelbart på å rydde kjørebanen, spesielt i hovedgater.

Hovedgatene blir fortrinnsvis ryddet med høvler og/eller lastebiler kjørende i tandem, og snøen blir lagt inn mot fortauet hvor det imidlertid ofte er sterkt begrenset lagerplass. Langs strekninger hvor det er anlagt sykkelfelt er denne lagringsplassen ytterligere blitt begrenset. I enkelte kommuner brøyter en snøen inn mot midten av kjørebane hvoretter den umiddelbart blir kjørt bort og lagret på midlertidige lagringssteder eller permanente snødepot. Ved lagring på midlertidige lagringssteder som f.eks. fortausutvidelser, parkometerplasser eller på parkeringsplasser med boligsoneparkering er det viktig at sikt ikke hindres og at snøen ikke blir liggende på parkeringsplassene mer enn ett døgn. I mange områder med boligsoneparkering kan det være behov for utskilting med parkering forbudt for å få ryddet skikkelig. Dette krever god koordinering med parkeringsetaten, og det kan ta flere døgn å få gjort det fordi parkeringsforbudet må varsles minimum 24 timer på forhånd, og alle gatene i et område kan ikke skiltes ut samtidig.

Ved snøfall om natta, skal en rydde fortau og gangbaner der en har ryddeplikt før gang- og sykkeltrafikken starter om morgenen. En del etterrydding av gangarealer må gjøres manuelt, f.eks rundt trafikklys, ved fotgjengerfelt og ved over- og underganger. Dette arbeidet kan gjøres på dagtid. Etter hvert som parkering og trafikkforholdene for øvrig har vanskeliggjort etterrydding (opplasting og bortkjøring av snø etter brøyting av gatene), må også dette mer og mer gjøres om nettene. I tillegg bør også parkeringsplassene være ryddet slik at parkeringsforholdene ikke forverres på dagtid.

Vanligvis er ansvaret for rydding av fortau i tettbygde strøk fastlagt i politivedtektene. Disse varierer fra sted til sted, men mange steder pålegges byens borgere å gjøre en betydelig innsats. Denne innsatsen kan bestå i at eier av hus eller grunn mot offentlig veg snarest etter snøfall plikter å rydde fortau og rennestein for snø og strø når det er glatt.

Ved brøyting av ei gate som mangler eget snøopplag mellom gangbane og kjørebane, er det ikke til å unngå at snøen blir trengt ut til sidene og inn på gang- og sykkelarealene, selv om dette er lite ønskelig. Rydding av mange gang- og sykkelarealer må skje ved at brøytekanten først må kjøres bort før en kommer til med selve fortausryddingen. Fortau med stor gangtrafikk og fortau langs hovedgater og spesielt der offentlige kommunikasjonsmidler går, må derfor prioriteres.

Et annet problem i mange tettsteder er at snø blir brøytet fra bilvegen og inn på gang- og sykkelvegnettet som ligger langs hovedvegnettet. Dette er spesielt et problem der det ikke er avsatt snølagringsplass mellom gang- og sykkelvegnett og hovedveg. For å løse dette kreves det god koordinering mellom sjåførene som brøyter på bilvegen og sjåførene som brøyter på gang- og sykkelvegene.

I tettbygde strøk har en også ulemper med vannavrenning i mildværsperioder. Da får en ofte vannavrenning som kan gjøre stor skade på tilstøtende eiendommer; f.eks. kjellere, garasjer og hager. Ved vekslende kulde- og mildværsperioder får man ofte gjenfrysing av slukledninger, og disse må åpnes med spesialutstyr som steamkjel og salt. Det er ikke til å unngå at mange sluk svikter i slike perioder.



Figur 18.5 Snø fra kjørebanelen har lagt seg langs kantsteinen i sykkelfeltet

## 18.8 Universell utforming

I byer og tettsteder har en flere anlegg for universell utforming. Derfor bør en tenke nøye gjennom hvordan slike anlegg skal driftes, og eventuelt utarbeide egne rutiner og planer for drift og vedlikehold med tanke på universell utforming. Krav om universell utforming er lovfestet.

Hovedmålet med drift og vedlikehold er å opprettholde en gitt standard på anleggene. Hovedregelen er at standarden skal være lik hele året og at den skal være forutsigbar. Dersom en av ulike årsaker må redusere standarden i deler av året, bør en definere klart hvilke områder som skal holde universell utforming hele tiden og kravene må være tydelige. Det er spesielt viktig for bevegelseshemmede og synshemmede å opprettholde universell standard på drift og vedlikehold. For bevegelseshemmede kan konsekvensen bli at en påbegynt reise ikke kan gjennomføres. Hele reisekjeden må altså tilfredsstillere kravene til universell utforming. F.eks. må både atkomst til bussholdeplass og selve bussholdeplassen tilfredsstillere kravene til universell utforming. For synshemmede, som ofte har lært en reiserute, er konsekvensen ved manglende drift problemer med å finne fram samt uhell.

Dette betyr også at dersom standarden av en eller annen årsak er midlertidig redusert, må det informeres godt om dette. Det er ikke nok å informere på stedet da mange trenger slik informasjon før de skal gjennomføre reisen. Det bør derfor finnes en slik informasjon på internett.

For å ivareta universell utforming kan en spesielt gjøre følgende i tilknytning til drift og vedlikehold:

- Ryddige vedlikeholdsrutiner for å oppnå universell utforming
  - rette opp skader, setninger og hull i gangsoner
  - skifte ut skadde elementer som belegning, ledelinjer og kantstein
  - etterfuge
  - opprettholde kontraster (f.eks. vegmerking)
  - merke farer før en får utbedret f.eks. hull og snublekanter
  - opprettholde sklisikkert dekke
- Ivareta riktige nivåsprang
  - nivåsprang som har en funksjon skal opprettholdes
  - andre nivåsprang skal unngås
- Passe på følgende ved brøyting og snørydding
  - være nøye på bussholdeplasser, ved gangfelt, inntil signalanlegg osv
  - plassere brøytekant som ledelinje hvis mulig
  - sikre at bommer og sperringer, som f.eks. saksebommer i gangveger, blir holdt åpne og at det ikke bare brøytes inntil fra hver side

## 18.9 Drift av anlegg for gående og syklende

I mange byer er det et ønske å flytte ferdsel fra privatbilisme og bilveger over på kollektivtrafikk og sykkelanlegg. De siste årene har det vært satset på utbygging av anlegg for sykling. For å kunne hente ut full effekt av de gjennomførte og framtidige investeringene er det nødvendig med et tydeligere fokus på drift og vedlikehold av sykkelanlegg. Det er derfor nødvendig å legge opp til økt innsats mht drift av sykkelanlegg. Dette gjelder i hovedsak vinterdrift, men også sommeraktiviteter som dekkevedlikehold, oppmerking og renhold.

De siste årene har det blitt anlagt sykkelfelt langs flere strekninger. Om sommeren er det spesielt viktig med jevnlig feiing av sykkelfeltene. Skitt blåses fra kjørearealet og inn mot kantsteinen som avgrenser sykkelfeltet på yttersida. Spesielt glasskår er lite populært blant syklister. Dersom det ikke feies med jevne mellomrom blir det lite attraktivt å bruke sykkelfeltet. Det er også viktig at oppmerkingen av sykkelfeltet holdes inntakt slik at det ikke er tvil om hvor skillet mellom bil- og sykkeltrafikk er. Ved reasfaltering er det viktig at det ikke legges en asfaltskjøt/-kant i sykkelfeltet. Selv om det forvarmes blir ikke kvaliteten på denne skjøten/kanten, i de fleste tilfeller, god nok med tanke på sykling. Tidligere var det vanlig å legge en asfaltskjøt litt innenfor kantsteinen for å unngå å måtte frese asfaltdekket så ofte. Rutinene må derfor legges om slik at en reasfalterer helt ut til kantsteinen. Det er heller ikke attraktivt å sykle på frest dekke når det er frest for grovt og det er tydelige langsgående spor i dekket.

I vinterdriften er det viktig at sykkelanleggene er driftet til morgen- og ettermiddagsrushet. Dersom ikke sykkelforholdene er gode på disse tidspunktene blir det vanskelig å få opp sykkelandelen på vinteren. For å oppnå gode attraktive sykkelforhold om vinteren, er det spesielt viktig at sykkelanleggene er brøytet og eventuelt strødd på de tidspunktene når det er flest syklister der. Dette krever god koordinering mellom de sjåførene som brøyter vegnettet og de som brøyter sykkelvegnettet. Når snø blir brøytet fra bilvegen og inn på sykkelvegnettet etter at sykkelanlegget er brøytet er ikke koordineringen god nok.

Også sykkelfeltene krever ekstra vinterdrift på samme måte som renhold om sommeren. Biltrafikken vil "blåse" snø fra bilvegen og inn på sykkelfeltet. Derfor må en fjerne denne snøen med jevne mellomrom, selv om det ikke har vært snøfall. Bruk av salt på bilvegnettet fører også til spesielle utfordringer for drift av gang- og sykkelvegnettet om vinteren, når saltblandet snø kastes inn på gang- og sykkelvegnettet. En kan da fort få en såle av snø som nærmest er som en "grøt". Derfor er det behov for å høvle og brøyte sykkelvegnettet oftere når det brukes salt på bilvegnettet.

## 18.10 Graving i veg

I byer og tettsteder er det mange som ønsker å grave i det kommunale vegnettet. Spesielt den siste tiden med utbygging av bredbånd, har det vært mye graving i mange områder. Det kreves et forholdsvis omfattende apparat for å administrere hele prosessen med gravesøknad, planlegging av gravearbeider, arbeidsskilting og -varsling, utførelse av gravearbeider, gjenfylling/reparasjon, kontroll og garanti/erstatning.

Gravinger i vegbanen er en av de viktigste årsakene til nedbryting av vegnettet i mange byer og tettsteder. Derfor er det viktig at en har klare regler for hvordan veg og vegområde skal istandsettes etter graving. Viktige momenter som en må ha klare regler for er:

- Bruk av oppgravde masser
- Utbedring av undergraving
- Lagvis komprimering
- Fjerning av stempling/spunt
- Midlertidig istandsetting
- Skjæring og fresing av asfalt
- Reasfaltering i fortau og gang-/ sykkelveger
- Legging av langsgående asfaltskjøter
- Remerking og istandsetting av fartsdempere
- Istandsetting av grøntarealer og sidearealer



# Kapittel 19 Andre drift og vedlikeholdsoppgaver

*Øystein Larsen, Statens vegvesen*

19.1	Mangfold av oppgaver .....	2
19.2	Oppgaver og vegutstyr som ikke er beskrevet i egne kapitler .....	2
19.2.1	Renhold .....	2
19.2.2	Rasteplasser og toaletter.....	3
19.2.3	Leskur.....	3
19.2.4	Rekkverk .....	4
19.2.5	Støyskjermer.....	5
19.2.6	Fartsdempere og ferister.....	5
19.2.7	Trafikksignalanlegg og andre overvåkings- og styringssystemer .....	6
19.2.8	Vegbelysning.....	7
19.2.9	Annet vegutstyr .....	8
	Referanser.....	8

*Versjon 2011-11-20*

## 19 Andre drift og vedlikeholdsoppgaver

### 19.1 Mangfold av oppgaver

En av de største utfordringene med drift og vedlikehold er mangfoldet av oppgaver og tilhørende utstyr som skal følges opp og vedlikeholdes slik at det fungerer etter sin hensikt og i forventet levetid.

Dette skal gjøres på et vidstrakt vegnett 24 timer i døgnet, 365 dager i året. Vegnettet har varierende standard og alder, og samme type utstyr kan ha forskjellig utforming og material-sammensetning avhengig av årgang og leverandør. Dette gjør at de som har ansvaret for det daglige vedlikeholdet må ha tilgang til mange typer utstyr og reservedeler for å kunne gjennomføre reparasjoner på kort tid. I tillegg kommer behovet for kunnskaper og erfaringer over et bredt spekter.

Trafikken på vegnettet varierer både i omfang og i type trafikanter. Fotgjengere og syklister har andre behov enn motorsykler og biler, og det må spesielt tas hensyn til kravene til universell utforming. Lokale forhold knyttet til vær, veg, trafikkforhold, naboer og omgivelser gjør også at oppgaver og valg av metoder og utstyr vil kunne variere innenfor korte avstander.

### 19.2 Oppgaver og vegutstyr som ikke er beskrevet i egne kapitler

Drift og vedlikehold er et så bredt og omfattende fagområde at det her ikke er mulig å gå i dybden på alle oppgaver. De største og viktigste oppgavene er detaljert beskrevet i egne kapitler. I dette kapitlet er de mest vanlige av "øvrige oppgaver" kort beskrevet for å gi en totaloversikt over bredden og omfanget.

#### 19.2.1 Renhold

Renhold av vegbane og vegområde er nødvendig både av hensyn til trafiksikkerhet, miljø og estetikk. Vegbanen spyles eller koster normalt hver vår for å fjerne rester av strøsand, piggdekkslitasje og andre fremmedlegemer. Dette er viktig både for å forbedre friksjonen og for å unngå oppvirvling av støv. Løse partikler i svinger er ekstra farlig for motorsykler og andre to-hjulinger. På gang- og sykkelveger utgjør i tillegg glasskår, løvfall og annet avfall en ekstra fare for syklister. Til renhold brukes kjøretøy med spyleutstyr, feiekoster og utstyr for oppsug. I gater med stor trafikk gjennomføres renhold flere ganger i løpet av sommeren. I byer med problemer med luftforurensning må renhold også gjennomføres i tørre perioder om vinteren for å begrense støvproblemene.



Figur 19.1 Feiebil med oppsug som brukes i bygater og tettsteder



Fjerning av søppel i vegkanter og skråninger er en typisk våraktivitet som gjennomføres når snøen er forsvunnet. Søppel langs vegen kommer både fra nærliggende områder, fra ubetenksomme trafikanter og fra last som faller av kjøretøy i fart. I tettbygd strøk med mye trafikk og omgivelser som genererer avfall er det behov for fjerning av søppel flere ganger i året.

Graffiti er et utbredt problem enkelte steder, og fjerning av skjemmende graffiti er et arbeidskrevende og kostbar tiltak.

### 19.2.2 Rasteplasser og toaletter

På riks- og fylkesveger er det etablert rasteplasser med jevne mellomrom for å gi trafikantene en mulighet til korte stopp. Enkelte rasteplasser er kun åpne om sommeren av kostnadsmessige årsaker. Noen av rasteplassene er lagt til utsiktsplasser hvor turister også får en estetisk opplevelse når de stopper. Dette forutsetter at rasteplassene er godt vedlikeholdt.

I perioder med stor trafikk må rasteplassene kontrolleres daglig og toaletter vaskes og ettersees flere ganger pr dag. Typiske driftsoppgaver er vask og renhold, skifting av lyspærer, etterfylling av toalettpapir og tørkepapir, tømning av søppeldunker, klipping av gras, pleie av planter og busker og fjerning av søppel. Rasteplasser er dessverre utsatt for røff behandling og hærverk så det er ofte behov for reparasjoner og utskifting av skadede deler i tillegg til de mer naturlige vedlikeholdsoppgavene som maling og beising av bygninger, benker og lekeapparat. Lekeapparater må ha jevnlig tilsyn og tilfredsstillende alle sikkerhetskrav.

De mest populære rasteplassene er også populære overnattingssteder for bobiler og campingvognturister, til tross for skilt om campingforbud. Det settes ikke inn store ressurser på håndheving av dette forbudet så lenge det er nok plass til alle som ønsker å stoppe.



Figur 19.2 Rasteplassene er også populære som overnattingsplass

### 19.2.3 Leskur

Leskur på busslommer er et godt tiltak i dårlig vær. Det finnes ulike varianter av leskur, fra solide betongkonstruksjoner til smekre glass/stål-konstruksjoner. Leskur av glass og lettere materialer er ofte utsatt for hærverk som knusing og tagging.

Vanlige drift og vedlikeholdsoppgaver er snørydding, strøing, renhold og reparasjoner. Leskur krever ekstra oppmerksomhet om vinteren i forbindelse med snørydding. Dette er både tidkrevende og kostbart, men viktig for at skurene skal fungere som planlagt. En del leskur har reklamefinansiert vedlikehold, dvs at et firma har ansvaret for å vedlikeholde leskuret finansiert av inntekter fra reklame.



Figur 19.3 Leskur med reklame. Til høyre leskur hvor snørydding er forsømt.

#### 19.2.4 Rekkverk

Rekkverk skal forhindre skadeomfang ved utforkjøring samt skille møtende trafikk eller ulike typer av trafikanter. Rekkverk skal bare settes opp dersom det er farligere å kjøre utfor vegen enn å kjøre inn i rekkverket. Alternativ til rekkverk bør vurderes, for eksempel å fjerne eller flytte faremomenter eller flate ut skråninger.

Ståltrekkverk er mest vanlig, men betongtrekkverk og betonglameller finnes også. På steder som er utsatt for snøfokk og i en del midtrabatter brukes wire-rekkverk. Wire-rekkverk krever større utbøyningsrom enn de andre rekkverkstypene. Rekkverk står vanligvis på ytterkant av høye vegfyllinger, og det er viktig at rekkverksstolpene har tilstrekkelig innspenning både for å motstå påkjørsler og for å unngå at stolpene etter en tid siger utover.

Skader ved påkjørsler skjer forholdsvis ofte og krever rask sikring og reparasjon. For øvrig er de viktigste årsakene til vedlikehold at rekkverkstolpene siger utover eller at rekkverket blir for lavt pga at vegkanten må rettes opp eller asfalteres. Rekkverk som er utbøyd mer enn 10 cm eller er mer enn 10 cm lavere enn opprinnelig høyde skal rettes opp.



Figur 19.4 Rekkverk mellom kjøreveg og gang- og sykkelveg. Til høyre utbøyd rekkverk.

### 19.2.5 Støyskjermer

Støyskjermer skal redusere støyen fra vegtrafikken til omgivelsene gjennom å absorbere eller reflektere luftbåren støy. Støyskjermer skal være tette for å unngå at lyd slipper gjennom. Det finnes mange typer støyskjermer av ulike materialer. Der hvor det er tilstrekkelig plass kan støyvoller være et godt alternativ.

Støyskjermer må rettes opp ved setninger og skjevheter og treskjermer må beises/males ved jevne mellomrom. Justerbart feste til fundamentet gjør det lettere å rette opp skjevheter uten å demontere skjermene, se figuren under til høyre. Skjermene må holdes rene både av estetiske årsaker og for å unngå forringelse. Tagging og knusing av glassruter er et problem enkelte plasser.



Figur 19.5 Støyskjermer utsatt for tagging. Til høyre justerbart feste til fundament.

### 19.2.6 Fartsdempere og ferister

Fartsdempere skal bidra til å redusere farten for kjøretøy ved forhøyning eller forsenking av kjørebanelen. Fartshumper brukes ofte i forbindelse med gangfelt for å redusere farten og fremheve gangfeltet. Det er viktig å sørge for at vannet har nødvendig avrenning til sluk eller vegskråning ved fartshumpene.

For å redusere ulempene for busser brukes fartsputer som er smalere enn hjulene på brede kjøretøy. Det er viktig at putene markeres god før vinteren for å unngå påkjørsler, og området på siden av putene må holdes åpent slik at vann mest mulig kan passere fritt forbi.



Figur 19.6 Fartshump markert med vegmerking. Til høyre fartspute.

I miljøgater brukes ofte brostein for å markere fartshumper og opphøyde gangfelt. Dette gir en god markering, men kan være en utfordring ved reasfaltering og snørydding. Ved setninger og asfaltslitasje vil brostein kunne komme ut av posisjon og føre til ekstra påkjenninger på kjøretøy og vedlikeholdsutstyr. Brostein som stikker opp over asfalten kan skape farlige situasjoner og gi skader på utstyret hvis brøyteskjæret hekter seg fast under passering. Det er derfor ekstra viktig å sjekke slike forhold før vinteren.



*Figur 19.7 Opphøyd gangfelt med brosteinmarkering. Til høyre brostein farlig for brøyteskjær*

Ferister skal hindre at dyr på beite beveger seg ut av beiteområdet sitt ved å gå langs vegen. Feristene må inspiseres jevnlig for å sjekke tilstand og behov for renhold slik at det ikke oppstår fare for dyr og trafikanter. Gropa under feristen må tømmes for grus og sand og eventuelle andre fremmedlegemer slik at det ikke er mulig for dyr å passere. Feristene må sikres før vinteren for å unngå skader i forbindelse med brøyting.

### **19.2.7 Trafikksignalanlegg og andre overvåkings- og styringssystemer**

Trafikksignalanlegg og annet elektronisk utstyr er ikke behandlet spesielt i denne versjonen av læreboka. Dette er utstyr som krever spesiell teknisk kompetanse. Det er imidlertid viktig at de som er ansvarlig for drift og vedlikehold kjenner til denne typen utstyr for å unngå å skade utstyret ved drift- og vedlikeholdsarbeid og for å kunne oppdage og varsle de ansvarlige om feil og mangler.

Alle signalanlegg skal være godt synlig for trafikantene og krever derfor jevnlig tilsyn og renhold. Vegetasjon og snø foran signalanlegg må fjernes slik at de er godt synlige for trafikantene på god avstand.

Eksempel på andre anlegg for overvåking og styring som også må følges opp:

- Fjernstyrte vegbommer og lyssignal
- Tavler for informasjon om rutetider/bussavganger
- Utstyr for trafikkteiling og måling av hastighet og vekt
- ATK (automatisk trafikkontroll)
- Værstasjoner og videokamera
- Miljøstasjoner for overvåking av luftkvalitet
- Varmekabler



*Figur 19.8 Trafikksignalanlegg skal være godt synlig for trafikantene*

### **19.2.8 Vegbelysning**

Vegbelysning skal bidra til økt kjørekomfort, bedre framkommelighet og trafiksikkerhet samt øke trivselen for trafikantene i mørke. Vegetasjon skal ikke hindre eller redusere effekten av vegbelysning.

De siste årene er det også tatt i bruk LED-lys som fungerer både som ledelys og belysningskilde. Disse er plassert nærmere bakken og må derfor vaskes og repareres oftere.

Lokale E-verk har ofte ansvaret for drift av vegbelysningen mot refusjon fra vegmyndighetene.



*Figur 19.9 Ulike typer vegbelysning. Lyskilder nær vegbanen er utsatt for skader.*

### 19.2.9 Annet vegutstyr

Det finnes mye annet utstyr på og langs vegen som trenger tilsyn og vedlikehold. Her er noen eksempler på annet utstyr og vegobjekter som ikke er spesielt beskrevet andre steder i læreboka. Under hvert objekt er de vanligste behovene for oppfølging og vedlikehold stikkordsmessig beskrevet. Listen er ikke komplett men gir en grov oversikt over noen av de viktigste oppgavene.

- *Murer*  
Kontroll av stabilitet, sprekker, setninger. Rensk av drenering, oppretting ved behov.
- *Rassikringsutstyr*  
Kontroll av utstyr og innfesting. Rensk av stein og vegetasjon, reparasjon.
- *Rister* (for å hindre fremmedlegemer å komme inn i og tette rør)  
Rensk før og etter flom.
- *Gjerder* (viltgjerder, sikringsgjerder og gjerder for å regulere og separere trafikk)  
Renhold, oppretting og reparasjon ved skader.
- *Trapper*  
Renhold og reparasjon, måking og strøing om vinteren.
- *Kantstein*  
Utskifting av skadet kantstein. Festing av løs stein. Justering av høyde etter asfaltering.
- *Trafikkøyer*  
Renhold, eventuelt klipping og reparasjon av overflate, belegninger o.l.
- *Snøskjermer*  
Oppretting, reparasjon og maling/beising.
- *Strøsandkasser*  
Oppfylling og supplering av sand om vinteren. Vedlikehold av kasser.
- *Avfallsbeholdere*  
Jevnlig tømming og reparasjon av beholdere.
- *Trafikkspeil*  
Renhold, oppretting og reparasjon.
- *Stativ for sykkelparkering*  
Renhold, oppretting og reparasjon.
- *Lekeapparater*  
Jevnlig tilsyn og kontroll, renhold og reparasjon.
- *Referansestolper* (kilometerstolper for å angi vegnummer, parsell og kilometer)  
Oppretting og utskifting av skadede stolper og skiltplater.

Nærmere informasjon om disse objektene finnes i Statens vegvesens Håndbok 017, Håndbok 018, Håndbok 111 og Temaheftet til Håndbok 111 (rapport 2337).

### Referanser

- Statens vegvesen intern rapport nr 2337 "Temahefte til Håndbok 111 Standard for drift og vedlikehold", november 2003

# Kapittel 20 Kontraktstyper

*Torgeir Leland og Gisle Fossberg, Statens vegvesen*

20.1	Innledning.....	2
20.2	Byggherrefunksjonen .....	2
20.3	Entrepriseformer og kontraktstyper .....	3
20.4	Prosjektdokumenter for drift og vedlikeholdskontrakter .....	4
20.4.1	Innledning.....	4
20.4.2	Struktur.....	4
20.4.3	Konkurranseregler.....	6
20.4.4	Krav til tilbyders kvalifikasjoner.....	6
20.4.5	Krav til tilbud og spesielle konkurranseregler .....	6
20.4.6	Kontraksbestemmelser .....	7
20.4.7	Beskrivelse .....	7
20.4.8	Entreprenørens svardokumenter.....	8
20.4.9	Spesielle utfordringer knyttet til driftskontrakter.....	9
20.4.10	Andre kontraktstyper for drift og vedlikeholdsarbeider.....	10

*Versjon 2011-11-20*

## 20 Kontraktstyper

### 20.1 Innledning

Når det offentlige skal inngå en kontrakt, er det store gevinstmuligheter for entreprenør og tilsvarende store muligheter for innsparinger for den som lyser ut kontrakten. Dette krever at en setter strenge regler for hvordan man opptrer – dvs. det som ofte omtales som ”fair play”. De som leverer tilbud og senere inngår kontrakter med det offentlige, må stole på at byggherren følger de regler som er kunngjort for konkurransen og for kontraktsvilkårene, og dessuten at disse reglene er balanserte og sikrer rettferdig behandling av tilbyderne. På denne bakgrunn er det naturlig at partene i størst mulig grad benytter standarder som er kjente og aksepterte i bransjen. Dette kapitlet vil gi en innføring i slike standarder.

I dette kapitlet er det lagt vekt på å presentere gjennomføring av en anskaffelse for en driftskontrakt.

### 20.2 Byggherrefunksjonen

En offentlig byggherre må gjennomføre prosjektene på en mest mulig tjenlig måte for samfunnet og den målgruppen som det aktuelle prosjektet er tiltenkt. For dette formålet er det vanlig å ha en byggherrestrategi som dekker viktige områder, som for eksempel kompetanse, organisering, stillingsbeskrivelser, beredskap, HMS, ytre miljø, marked og konkurranse, entreprisformer og kontraktstyper samt FOU. Alle disse områdene påvirker utformingen av konkurransegrunnlagene og de bestemmelser som legges til grunn for gjennomføring av anskaffelsene og prosjektene.

Byggherren er den part som skal ha utført et arbeid. I dette ligger samtidig at det er byggherrens plikt å beskrive arbeidet klart og entydig slik at entreprenøren kan kalkulere hva prisen vil bli. Derfor må byggherren foreta bevisste valg ved utforming av konkurransegrunnlaget, ikke minst når det gjelder plassering av risiko. Plassering av risiko skjer veldig tydelig i valg av entreprisform og kontraktstyper som omtales nedenfor.

Entreprenøren er den part som påtar seg utførelsen av et arbeid. Han har dermed ansvaret for utførelsen av arbeidet, også inkludert avtalt kvalitet og rettidighet i samsvar med krav. Dette innebærer også at han priser sitt tilbud for å ta høyde for leveransen som kontrakten krever.

Et viktig ansvar for begge parter er å legge til rette for at helse, miljø og sikkerhet blir ivare tatt i gjennomføringen av kontraktsarbeidet.

Arbeidsmiljøloven og Internkontrollforskriften pålegger enhver arbeidsgiver (for eksempel entreprenøren) plikt til å sørge for fullt forsvarlig arbeidsmiljø for de tilsatte. Arbeidsmiljøloven pålegger også byggherren til å bidra til fullt forsvarlig arbeidsmiljø. Denne plikten fremgår av Arbeidsmiljølovens forskrift: ”FOR 2009-08-03 nr 1028: Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (byggherreforskriften)” hvor byggherren plikter å sørge for at et prosjekt planlegges og følges opp i kontraktsperioden. Hør bør en merke seg at det er forbundet med straffeansvar hvis bestemmelsene i denne forskriften ikke blir fulgt.

Ett eksempel på hvordan straffeansvar kan gjøres gjeldende, er når byggherren lar være å foreta en risikovurdering i planleggingsfasen knyttet til arbeider som medfører risiko for liv og helse for de som utfører arbeidet. Byggherren er gjennom forskriften pålagt å gjøre tilbyderen oppmerksom på slike forhold i konkurransegrunnlaget slik at en entreprenør i tilbuds-



fasen kan kalkulere aktuelle sikkerhetstiltak, og slik at en i gjennomføringsfasen har et best mulig grunnlag for å fastslå at aktuelle rutiner for sikkerhetstiltak foreligger – og at de aktuelle rutinene følges opp i praksis.

### 20.3 Entrepriseformer og kontraktstyper

Når en i det offentlige gjør anskaffelser innen drift og vedlikehold, har en ofte både funksjonskrav og utførelseskrav innen samme kontrakt, og en har oppgjør med fastpris, enhetspriser og regningsarbeid. Innen byggherrefunksjonen må en derfor ha kompetanse på å kunne utarbeide konkurransegrunnlag innen et bredt spekter av krav og oppgjørsformer – og kontraktsbestemmelser.

Vi har to hovedformer for entreprise. Entrepriseformer dreier seg om rollefordelingen og ikke minst risikofordeling.

*Utførelsesentreprise* beskriver en utførelse, mens *Totalentreprise* brukes der byggherren har spesifisert krav til resultat og overlater detaljert planlegging av produktet eller arbeidet til entreprenøren.

I tillegg har vi en rekke kontraktstyper, som vi kan si regulerer både gjennomføringen og oppgjøret for arbeidet.

I begge tilfeller foretar byggherren en risikofordeling mellom partene. En totalentreprise vil overlata større risiko til entreprenøren enn en utførelsesentreprise, fordi entreprenøren skal planlegge løsningen, og får selv svi hvis han har planlagt dårlig. En utførelseskontrakt legger større risiko på byggherren fordi byggherren beskriver utførelsen mer i detalj. Det slår dermed også tilbake på byggherren hvis angitt beskrivelse var feil, eller beskrivelsen var mangelfull.

Tilsvarende er det for valg av kontraktstyper. En fikssumkontrakt, dvs en omforent sum for en hel kontrakt overlater stor risiko på entreprenøren fordi han må gi en pris uten å vite alt om hva som kan komme til å inntreffe av uforutsette forhold under gjennomføringen.

Statens vegvesen bruker enhetspriskontrakten i alt overveiende grad for bygging, fordi det pålegger entreprenøren å fastsette pris pr  $m^3$ ,  $m^2$ , stk osv, mens mengder måles opp. Dette er praktisk når f.eks. grunnforholdene er annerledes enn hva en trodde i planleggingsfasen.

Denne type vurdering foretar en hele tiden som byggherre for alle typer kontrakter, og ikke uten grunn. Hvis byggherren tar risikoen for mengdene, vet entreprenøren at han ikke tar denne risikoen og kan dermed redusere sin pris. Han kan derfor fokusere på sin kostnad pr enhet uten å bry seg for mye om mengder fordi denne blir målt og blir betalt deretter.

Det er verdt å merke seg at der byggherren tar risikoen, betaler byggherren for det som faktisk måles opp eller inntreffer, mens hvis dette blir entreprenørrisiko, betaler byggherren uansett for den risikomarginen som entreprenøren må legge inn allerede i tilbudet sitt for å gardere seg.

På noen spørsmål rundt driftskontrakter vet byggherre og entreprenør nøyaktig like mye, eller like lite, om hva som kommer, for eksempel om hvordan neste vinter og de påfølgende fire vintre vil arte seg. I slike tilfeller har Statens vegvesen som byggherre valgt å overlata mye risiko til entreprenøren. Dette resonnerer ut fra at over kontraktvarigheten, som gjerne er 5 år på slike kontrakter, vil risiko fra år til år jevne seg ut slik at det er mulig for entreprenøren å gi en pris som over tid vil dekke hans utgifter selv om han skulle gå på en et stort tap en enkelt vinter.

## 20.4 Prosjektdokumenter for drift og vedlikeholdskontrakter

### 20.4.1 Innledning

Omtalen under er gitt med utgangspunkt i de nyeste standardene på området. For *driftskontrakter* (tidligere vanligvis benevnt som ”funksjonskontrakter”) har en tatt i bruk de seneste standardene som gjelder for strukturen i prosjektdokumentene og de nyeste kontraktsstandardene. For *utbedringskontrakter* hvor en bruker de samme kontraktsstandarder som for *byggektrakter*, tas det nå i bruk en ny mal for byggektraktene basert på de nyeste standardene. Når det gjelder *kontrakter for drift av elektroinstallasjoner, asfaltkontrakter og vegmerkingskontrakter*, brukes eldre kontraktsstandarder. I omtalen under er det tatt utgangspunkt i de nyeste standardene, og driftskontraktene er derfor gitt en mer detaljert omtale. Kontraktstyper basert på eldre standarder er omtalt mer kortfattet til slutt i kapitlet.

### 20.4.2 Struktur

Oppbygningen eller redigeringen i en kontrakt er ikke tilfeldig. Statens vegvesen følger NS 3450:2006 som beskriver hvordan dokumentene skal bygges opp. Dette sikrer at tilbyderne raskt finner de opplysningene som er viktige og at alle opplysninger har ”sin knagg” og ikke blir uteglemt. I kapittel 4 i denne standarden er det gitt en tabell som viser hvordan dokumentene skal bygges opp. Hovedstrukturen for de aktuelle dokumentgruppene er (standarden er mer utfyllende enn det som er gjengitt under):

- A: Prosjektinformasjon (Dokumentliste, kunngjøring og orientering)
- B: Konkurranseregler og kvalifikasjonskrav (Konkurranseregler, krav til tilbyder og krav til tilbud)
- C: Kontraktsbestemmelser (Alminnelige kontraktsbestemmelser, spesielle kontraktsbestemmelser og avtaledokument)
- D: Beskrivende del (Beskrivelse samt tegninger og supplerende dokumenter)
- E: Svardokumenter (Dokumentasjon fra tilbyder, utfylt beskrivelse, tilbudsskjema)

Den siste utgaven av NS 3450 kom i 2006. Tidligere var strukturen i denne standarden en annen. Det er bakgrunnen for at Statens vegvesens Håndbok 066 ”Konkurransesgrunnlag” fram til 2010 har angitt en annen struktur enn den som er angitt ovenfor. Denne håndboka er nå omarbeidet slik at strukturen for konkurransegrunnlag er i samsvar med gjeldende utgave av NS 3450.

I den nye utgaven av Håndbok 066 har en valgt en struktur i samsvar med NS 3450:2006 som vist under. Konkurransesgrunnlaget bygges av dokumenter på tre nivåer:

<b>Nivå 1:</b>	Bestemmelser som skal gjelde for alle prosjekttyper og entreprisekontrakter	Omfatter dokumentene B1, C1 og C2 i tabellen under
<b>Nivå 2:</b>	Bestemmelser som skal gjelde for alle kontrakter for en gitt prosjekttipe (utbyggingsprosjekt, driftsprosjekt, vedlikeholdsprosjekt, m. fl.)	Omfatter en gruppe dokumenter som kan variere mellom ulike prosjekttyper (utbyggingsprosjekt, driftsprosjekt, vedlikeholdsprosjekt, m. fl.)
<b>Nivå 3:</b>	Bestemmelser som er kontrakts-spesifikke, dvs gjelder for den enkelte konkrete kontrakt	Omfatter alle øvrige dokumenter med bestemmelser som tilpasses den enkelte kontrakt

For ulike prosjekttyper i Statens vegvesen fordeler dokumentene seg på nivåer som vist i følgende tabell:

Dokument		Utbyggings- kontrakt	Drifts- kontrakt
A0	Forside og innholdsliste		
A1	Dokumentliste		
A2	Innbydelse til anbudskonkurranse		
A3	Orientering om prosjektet		
B1	Konkurranseregler		
B2	Krav til tilbyders kvalifikasjoner		
B3	Krav til tilbud og spesielle konkurranseregler		
C1	Alminnelige kontraktsbestemmelser		
C2	Spesielle kontraktsbestemmelser for Statens vegvesen		
C3	Spesielle kontraktsbestemmelser		
C4	Avtaledokument		
D1	Beskrivelse		
D2	Tegninger og supplerende dokumenter		
E1	Dokumentasjon fra tilbyder		
E2	Firmaopplysninger for vurdering av tilbyders kvalifikasjoner		
E3	Beskrivelse med utfylte priser		
E4	Prisskjema: Timepriser for mannskap og maskiner		
E5	Tilbudsskjema		

Dokumentene som inngår i kategoriene A t.o.m. D er dokumenter som byggherren utarbeider. Kategori E er dokumenter som er entreprenørens svar dokumenter. I tilbudsgrunnlaget har byggherren gitt føringer om hvordan disse svar dokumentene skal utarbeides og hva de skal inneholde.

Etter hvert som Håndbok 066 ferdigstilles for flere kontraktstyper innen drift og vedlikehold, vil det bli beskrevet en struktur som likner på den som er angitt for ”Driftskontrakt”. De mest aktuelle kontraktstypene som vil bli beskrevet spesielt i håndboka, er Asfaltkontrakter, Oppmerkingskontrakter og Elektrokontrakter. Innen vedlikehold har en også andre typer kontrakter som for eksempel forsterknings- og utbedringsarbeider. Som regel velger en her å utarbeide disse kontraktene på samme måte som for byggekontrakter. Av dette følger at kolonnen for ”Utbyggingskontrakter” i tabellen foran i praksis vil omfatte de fleste typer vedlikeholdsarbeider når man ser bort fra asfalt-, vegmerkings- og elektrokontrakter.

I tabellen foran ser en at dokumentene B1, C1 og C2 skal være like for alle kontraktstyper. B1 er Konkurranseregler hvor en har bindinger til Lov og Forskrift om offentlige anskaffelser, og derfor har Statens vegvesen valgt å ha like regler for samtlige kontrakter som en byggherre lyser ut.

### **20.4.3 Konkurranseregler**

Disse er beskrevet i kapittel B1. Her ivaretas forhold som Statens vegvesen er forpliktet til å ivareta i henhold til gjeldende lover og forskrifter, bl.a. forskrift om offentlige anskaffelser (FOA) og Arbeidsmiljøloven.

Dessuten er det angitt "kjøreregler" for hvordan endringer i konkurransegrunnlaget håndteres før innleveringsfristen, krav om skatteattester, innsendelse av HMS-erklæring mv og hvordan tilbyderer får tilbakemelding om hvordan tilbudet har blitt vurdert og behandlet.

### **20.4.4 Krav til tilbyders kvalifikasjoner**

Disse finnes i kapittel B2. Hjemmel for å stille minimumskrav til tilbyders kvalifikasjoner finnes i forskrift om offentlige anskaffelser §§ 8-4 og 17-4.

Retningslinjer og veiledning for skjønnsutøvelsen ved vurdering av kvalifikasjoner har Vegvesenet gitt i et rundskriv. Kvalifikasjonskravene skal sikre at tilbydere som ønsker å inngå kontrakt med Statens vegvesen har det tekniske, finansielle og økonomiske grunnlag som er nødvendig for å utføre og ferdigstille arbeidene i overensstemmelse med kontraktens forutsetninger.

Krav til faglig, teknisk og økonomisk grunnlag skal ikke være strengere enn nødvendig. Både kriterier og nivået på krav skal stå i forhold til kontraktens størrelse og Statens vegvesens risiko. Kriteriene og nivået på kravene til egnethet settes ut fra en vurdering av hvilken risiko Statens vegvesen ønsker å ta når en velger en entreprenør. En må passe på at kravene ikke virker avvisende på potensielle deltakere i en konkurranse, men bidrar til å stimulere etablering, mangfold og konkurranse i markedet, og utvikle firmaer som ønsker å inngå kontrakter med Statens vegvesen. Hovedhensikten er å finne den rette balanse mellom risiko og konkurranse.

En skal først og fremst vurdere byggherrens risiko for framdriftsmessige og økonomiske konsekvenser dersom arbeidene ikke blir gjennomført som planlagt. Hvis for eksempel en driftsentreprenør går konkurs midt i kontraktperioden, vil dette ha meget store konsekvenser for både Statens vegvesen og trafikantene. En er derfor nødt til å stille forholdsvis strenge krav tilpasset blant annet dette risikomomentet.

Utvelgelse av tilbyder skjer i to trinn; først tar en stilling til om tilbyderen er kvalifisert og deretter skjer utvelgelsen på grunnlag av de kriteriene som byggherren har satt i forbindelse med utvelgelsen. Det en må være påpasselig med, er at en unngår å "gjenbruke" de samme kriteriene i utvelgelsen som en allerede har vurdert når en har tatt stilling til om tilbyderen er kvalifisert. Dette er å anse som et brudd på anskaffelsesforskriften og kan som ytterste konsekvens medføre en bot i KOFA (Klagenemnda for offentlige anskaffelser) eller erstatningsansvar overfor den eller de tilbyderne som anser seg vurdert på et feilaktig grunnlag og derfor ikke når opp i konkurransen.

### **20.4.5 Krav til tilbud og spesielle konkurranseregler**

Disse finnes i kapittel B3. Byggherren krever at tilbudet gis inn på en bestemt måte for at det skal være mulig å vurdere og sammenligne tilbudene på enhetlig og rettfærdig måte. Det som skal leveres inn som tilbud av entreprenøren, er beskrevet som kapittel E i tilbudsgrunnlaget og konkurransegrunnlaget gir en beskrivelse av hvordan dette kapittelet skal utformes. I tillegg har Statens vegvesen valgt å innføre spesielle bestemmelser for hvordan entreprenøren

kan tilby en rabatt hvis tilgrensende kontrakter lyses ut og entreprenøren tilbyr en rabatt under forutsetning av at han tildeles begge kontrakter samtidig.

#### 20.4.6 Kontraksbestemmelser

Kapittel C1 inneholder de alminnelige kontraksbestemmelsene. I mange år har en i Statens vegvesen og hos andre offentlige byggherrer benyttet NS 3430:1994 "Alminnelige kontraksbestemmelser om utførelse av bygg- og anleggsarbeider" når en inngår kontrakter. I 2004 ble standarden NS 8405 "Norsk bygge- og anleggskontrakt" utgitt første gang, og den var ment å erstatte NS 3430. I 2006 ble NS 8406 "Forenklet norsk bygge- og anleggskontrakt" utgitt. Denne erstattet NS 3408 "Alminnelige kontraksbestemmelser med formular om utførelse av enkle bygg og anlegg". Statens vegvesen har valgt å la NS 8406 erstatte NS 3430, og NS 8406:2009 er derfor dokument "C1 Alminnelige kontraksbestemmelser" i tabellen foran. I tillegg har Statens vegvesen utarbeidet et dokument "C2 Spesielle kontraksbestemmelser" som skal være likt for alle kontrakter som lyses ut.

Den gang Håndbok 066 ble utgitt første gang på slutten av 1970-tallet, brukte en NS 3401, som var forløperen til NS 3430, som alminnelige kontraksbestemmelser. Her gjorde man endringer til NS 3401, bl.a. for å tilpasse seg bestemmelsene i regelverket for offentlige anskaffelser. Denne praksisen ble videreført i Håndbok 066 da man tok i bruk NS 3430 gjennom såkalte "kursivtekster" som har vært brukt fram til 2010. Kursivteksten er endringer man har gjort inne i standardteksten. Denne praksisen er nå endret, og de endringer som er spesielle for Statens vegvesen i forhold til NS 8406, er nå synliggjort i dokument C2 som egne bestemmelser i stedet for å bli innarbeidet i de alminnelige kontraksbestemmelsene. Dokument C1 er således det som står i NS 8406 uten endringer av noe slag, og innholdet i dokument C1 er kun et kort avsnitt hvor det står: "Som alminnelige kontraksbestemmelser gjelder NS 8406:2009 Forenklet norsk bygge- og anleggskontrakt."

I dokument C3 har man bestemmelser som enten er spesielle for den aktuelle kontraktstypen eller spesielle for den aktuelle kontrakten. Gjennom føringer i Håndbok 066 er det angitt hvilke endringer den enkelte byggherre kan gjøre i standardteksten for dokument C3 som er utgitt som en del av Håndbok 066. For driftskontrakter er det aller meste av innholdet i C3 tekster som den lokale byggherre ikke har lov til å endre.

#### 20.4.7 Beskrivelse

Prosjektets beskrivelse er i kapittel D1, og tegninger samt vedlegg i kapittel D2.

Utgangspunktet for å lage beskrivelser for drift og vedlikeholdsprosjekter i vegsektoren, er Statens vegvesens håndbøker 025 og 026, hhv "Prosesskode 1 - Standard beskrivelsestekster for vegkontrakter - Hovedprosess 1 - 7" og "Prosesskode 2 - Standard beskrivelsestekster for bruer og kaier - Hovedprosess 8". Imidlertid har ikke disse håndbøkene prosesser og beskrivelser tilpasset driftskontrakter (tidligere kalt "funksjonskontrakter"). For driftskontraktene er det laget en egen mal som inneholder prosesser med beskrivelsestekstene som passer for slike kontrakter. Denne malen for kontrakter med oppstart i 2011 er publisert på internett på adressen <http://www4.vegvesen.no/anbud/dkmal2011> . Her finnes også en mer detaljert beskrivelse for kapittel D1.

For å forenkle utarbeidelsen av beskrivelsestekster som inngår i kapittel D1 i Statens vegvesen, brukes programmet GPROG-Beskrivelse. Dette er et program hvor etaten har gjort avtale med Norconsult Informasjonssystemer AS når etaten lager konkurransegrunnlag.

I Driftskontraktene er kapittel D2 svært omfattende. Kapittel D2 omfatter følgende deler (se adressen på internett foran):

- D2-H SHA-plan. Inneholder plan for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø.
- D2-I "Drifts-/vedlikeholdsinstruksjoner og annen supplerende og utdypende grunnlagsinformasjon og/eller kravspesifikasjon". Denne delen inneholder gjerne en rekke instruksjoner, enten sentrale instruksjoner som er bestemt skal brukes i alle kontrakter, eller lokale instruksjoner.
- D2-K Krav til kvalitetssystem. I kapittel C3 er det angitt at entreprenøren skal ha et kvalitetssystem som er i samsvar med NS-EN ISO 9001 og en kvalitetsplan med krav som er nærmere beskrevet i kapittel C3. For å være sikker på at entreprenøren tilfredsstiller disse kravene, er det bestemt i kapittel C3 at partene skal gjennomføre en samhandlingsfase før kontrakten starter opp den 1. september. I kapittel D2-K er det en sjekkliste som skal brukes og gjennomgå før arbeidene starter opp slik at kvalitetssystemet og kvalitetsplanene er i samsvar med kontraktens krav. Denne sjekklisten finnes også på internett hvor malen er publisert.
- D2-P. Denne vedleggsdelen er fotografier langs vegnettet som inngår i kontrakten. Vanligvis sendes programvare (ViaPhoto) og bilder ut på en minnepinne som en del av konkurransegrunnlaget.
- D2-R. Denne vedleggsdelen gir en oversikt over data som skal rapporteres i kontrakten. For det meste er dette data som skal rapporteres via systemet ELRAPP som er internettbasert.  
Se <http://www.vegvesen.no/elrapp>
- D2-S. Dette vedlegget gir detaljert informasjon om vegnettet.
- D2-T. Denne inneholder en oversikt over objekter med tilhørende registrering av tilstand. (I kapittel D1 finnes det beskrivelser av hvilke krav som gjelder for tilstand for ulike typer objekter.)
- D2-V. Dette er oversikter over vegnett og hvilke objekter som inngår i funksjonskontrakten.

#### 20.4.8 Entreprenørens svardokumenter

For driftskontrakter er denne dokumentgruppen delt inn i 5 kapitler; kapittel E1 t.o.m. E5.

Kapittel E1 er en oversikt over alle dokumenter som tilbyder må sende inn. I konkurransegrunnlagets kapittel B2 og B3 er det stilt en rekke krav som entreprenøren må dokumentere at han innfrir. Dette gjelder erfaring som entreprenøren har fra tilsvarende prosjekter og prosjekter som entreprenøren har utført for Statens vegvesen. I tillegg må entreprenøren gi opplysninger om sitt HMS system og bekrefte gjennom en egenerklæring at de vil oppfylle lovbestemte krav på området, han må sende inn skatteattester fra kemner (i kommunen) og skattefogden (i fylket), økonomiske nøkkeltall (egenkapital, omsetning, soliditet), nøkkelpersoners kompetanse, priser samt utfylt tilbudsskjema.

Kapittel E2 er et skjema som skal fylles ut med de opplysningene som er nevnt ovenfor og som gjelder erfaring, HMS, økonomi og gjennomføringsevne.

Kapittel E3 er i praksis kapittel D1 med utfylte priser. Dette gjør entreprenøren vanligvis i sine kalkylesystemer, eller de kan benytte et program som heter "Linker" og som entreprenørene har gratis tilgang til via internett hos Norconsult Informasjonssystemer AS på adressen <http://www.nois.no/?did=9074538>.

Kapittel E4 er priser for mannskap og maskiner som tilbys i forbindelse med tilleggsarbeider eller arbeider det ikke finnes priser for i tilbudet, som for eksempel ved opprydding og skadeutbedring etter ras og flom.

Kapittel E5 har en oppstilling hvor prisene oppsummeres til en total tilbudssum, og i tillegg er det en egen linje for spesifisering av evt. Rabattsats hvis samme entreprenør blir tildelt en nabokontrakt.

#### **20.4.9 Spesielle utfordringer knyttet til driftskontrakter**

Da Statens vegvesen startet opp med å konkurranseutsette alle arbeider som før ble utført av etatens egenproduksjon (omdannet til Mesta AS), var man svært opptatt av at en skulle utnytte de fordeler som lå i at de samlede kunnskapene og ressursene som de private aktørene disponerte, skulle utnyttes på en optimal måte. En var også opptatt av å overføre større ansvar og risiko til bransjen samtidig som en ønsket å redusere bemanningen innen Statens vegvesen på den administrative siden.

Som et virkemiddel i en slik prosess, ble flest mulige oppgaver beskrevet som funksjonsbaserte oppgaver. Hvordan disse oppgavene skal ivaretas, er beskrevet på denne måten gjennom de spesielle kontraktsbestemmelsene:

*Entreprenørens funksjonsansvar utløses når det oppstår eller vil oppstå avvik fra kontraktens krav. Entreprenøren må på eget initiativ planlegge, identifisere behov og iverksette tiltak.*

*Entreprenøren skal selv sørge for at han har tilgjengelig utstyr, mannskap, kompetanse og informasjon som er nødvendig for å utføre arbeidet i henhold til kontrakten. Dette gjelder også vaktberedskap og mannskaps-/ maskinberedskap. Entreprenøren skal innenfor kontraktens krav selv velge metode, tiltak og ressurser.*

Det ble også lagt vekt på at hovedansvaret for å dokumentere forholdene på vegnettet også lå på entreprenøren og at byggherrens ansvar på området skulle begrense seg til stikkprøvekontroll.

Entreprenørene har sin styrke på å være en utførende aktør. Denne måten å jobbe på, krever også at entreprenøren har gode kvalitetssystemer med tilhørende systemer for dokumentasjon av den kvaliteten som leveres. Med dette utgangspunktet antok en at de mellomstore og store entreprenørene var best skikket til å ta et helhetsansvar slik som en funksjonskontrakt legger opp til, og at disse entreprenørene ville ha egnede systemer for kvalitet, oppfølging og dokumentasjon. En antok også at disse entreprenørene var i stand til å påta seg den risikoen som funksjonsansvar innebærer.

En har sett i ettertid at entreprenørene i større grad enn opprinnelig er opptatt av å begrense sin eksponering mot risiko, særlig gjelder dette vinterarbeider. Det er også et ordspråk som sier at ”det kreves god moral for å selge strikk i metervis”, og det oppstod en rekke konflikter om forståelsen av hva som var god nok utførelse av noen funksjonsbaserte oppgaver. En så også at entreprenørene ikke hadde så gode kvalitetssystemer og rutiner som det en antok i starten.

Disse erfaringene har gjort at en for en del oppgaver har måttet beskrive oppgavene mer detaljert gjennom instruksjer, og det har skjedd en overgang fra oppgjør gjennom RundSum

(RS) til enhetspriser for å sikre at oppgavene blir gjort slik som byggherren forventet i utgangspunktet. En har også stilt strengere og mer detaljerte krav til kvalitetssystemet hos entreprenørene for å være sikker på at de virker slik som forventet.

Når det gjelder vinterdriften, har en avgrenset og konkretisert risikoen som er knyttet til hva som betegnes som "ekstraordinære værforhold" i kontraktsbestemmelsene og hvordan man opptrer når dette inntreffer. Og det viktigste er at en har foretatt en overgang fra å prise vinterdrift som RS arbeider til å prise dette som en kombinasjon av RS (som entreprenøren priser slik han ønsker) og en viss variabel tilleggs godtgjørelse bestemt av byggherren på forhånd. Nivået på denne godtgjørelsen er ment å ligge på ca 75 % av nivået for selvkost slik at byggherren tar den største delen av risikoen for variasjoner i værforhold, som er en risiko som i utgangspunktet er vanskelig å prise for en entreprenør.

Et vanlig utgangspunkt for å plassere risiko, er at risikoen plasseres hos den som har de beste forutsetningene for ta hånd om risikoen. Når det gjelder vær og klima, sier det seg selv at entreprenørens påvirkning er minimal. Det er derfor ikke unaturlig at denne risikoen plasseres hos byggherren som i så fall enten må skaffe mer midler eller velge å kutte standarden på utvalgte områder. I vegsektoren har en tradisjon for å kutte budsjetter for asfaltering hvis det blir en kostbar vinter, og omvendt.

Sett fra entreprenørens ståsted så beskrives utviklingen slik at byggherren har utvidet omfanget på oppgavene i forhold til da konkurranseutsettingen startet i 2003. Sett fra byggherrens ståsted har den utførelsen som en har fått levert ikke vært i samsvar med den en forventet, og av den grunn har byggherren måttet spesifisere mer i detalj for å sikre sine leveranser.

Som en følge av overgangen til variabelt oppgjør for vinterarbeider, har en også måttet innføre strengere krav til dokumentasjon av utført arbeid. En må nå samle inn elektronisk driftsdata løpende, mens arbeidet pågår, for å sikre at avregningen blir korrekt. Dette innebærer økte kostnader for entreprenørene, og som i etterkant medfører høyere priser for byggherren.

Utgangspunktet i 2003 var at en ut fra idegrunnlaget i "New Public Management" skulle overføre oppgaver og risiko til private basert på forutsetningen om at jo lenger en i offentlig sektor går i retning av å være markedsorientert, jo bedre oppnår en kostnadseffektivitet og jo bedre utnyttes offentlige ressurser. Det har vist seg at dette ikke er like enkelt i praksis.

Det er fortsatt et ønske hos mange om å gå i retning av å prøve ut andre kontraktsregimer hvor en overfører oppgaver og risiko til private. Når det gjelder erfaringene med drift/funksjonskontrakter, har en erfart at de private entreprenørene ikke ønsker å bli tildelt så mye risiko som det en hadde tenkt opprinnelig. Det har vært en stor utfordring å oppnå bedre kostnadseffektivitet enn før, samtidig som en ivaretar kvaliteten og dermed nivået på de tjenestene som ytes samfunnet.

#### **20.4.10 Andre kontraktstyper for drift og vedlikeholdsarbeider**

##### ***Asfaltkontrakter***

Kontraksstandardene som ligger til grunn for denne kontraktstypen, er NS 3450:1993 og NS 3430:1994. Dette innebærer at strukturen i disse kontraktene avviker fra driftskontraktene, og at kontraktsbestemmelsene er forskjellige.



Asfaltkontraktene har følgende struktur:

- A Innbydelse, avtaledokument og orientering
  - Innbydelse til anbudskonkurranse
  - Avtaledokument
  - Orientering
  - Dokumentoversikt
- B Tilbudsregler
- C Kontraktsbestemmelser
- D1 Spesielle tilbudsregler
- D2 Spesielle kontraktsbestemmelser
- E Beskrivelse og mengdefortegnelse
- F Firmaopplysninger for vurdering av tilbyders egnethet
  - HMS - egenerklæring
- G Tilbudsopplysninger, pris- og tilbudsskjema
  - Tilbudsopplysninger
  - Prisskjema for mannskap og maskiner
  - Tilbudsskjema
  - Orienterende framdriftsplan med hovedaktiviteter

Kapittel C her er NS 3430:1994 samt "kursivtekst" med spesielle bestemmelser for Statens vegvesen. Dette kapittelet kan lastes ned fra internett på adressen:

<http://voffweb.net/bransje/fkmal2010/C-Kontraktsbestemmelser-20090501.pdf>

Spesielt for asfaltkontrakter er at kapittel E med beskrivelse og mengdefortegnelse genereres fra dekkeforvaltningssystemet PMS ("Pavement Management System"). I dette systemet gjøres vurderinger omkring hvilke strekninger som bør prioriteres når det gjelder reasfaltering, og det er dessuten funksjonalitet for å generere innholdet i det som inngår i kapittel E.

Ytterligere informasjon om slike prosjekter er publisert på [www.vegvesen.no](http://www.vegvesen.no) via lenken <http://www.vegvesen.no/Fag/Veg+og+gate/Drift+og+vedlikehold/Vedlikehold+av+vegdekke/>

Her finnes det også en oversikt over all litteratur som er relevant for slike prosjekter og som også inngår som en del av konkurransegrunnlaget.

### ***Vegmerkingskontrakter***

Disse kontraktene har samme struktur som asfaltkontrakter og med samme innhold i kapitler A-G. Mer utfyllende informasjon om hvordan slike kontrakter er bygd opp og litteratur som inngår i kontraktene og konkurransegrunnlaget finnes også på [www.vegvesen.no](http://www.vegvesen.no) via lenken <http://www.vegvesen.no/Fag/Veg+og+gate/Drift+og+vedlikehold/Vedlikehold+av+vegdekke/Vegoppmerking+dokumentoversikt>

### ***Elektrokontrakter***

Dette gjelder drift og vedlikehold av eksisterende anlegg – ikke nyanlegg. Utgangspunktet for slike kontrakter har vært praksisen for de tidligere funksjonskontraktene. De som kjenner disse kontraktene, vil kjenne seg igjen i den malen som er laget for disse kontraktene.

Imidlertid er denne malen basert på de gamle standardene NS 3450:1993 og NS 3430:1994. Det vil bli satt i gang et arbeid i 2010 for å bringe denne malen over på de nye standardene. Strukturen i disse kontraktene er derfor svært lik asfaltkontrakter og vegmerkingskontrakter:

- A1 Innbydelse til åpen anbudskonkurranse
- A2 Avtaledokument
- A3 Orientering
- B Tilbudsregler
- C Kontraktsbestemmelser
- D1 Spesielle tilbudsregler
- D2 Spesielle kontraktsbestemmelser
- E Prosessfordelt kravspesifikasjon
- F Firmaopplysninger for vurdering av tilbyders egnethet
- G Tilbudsopplysninger, pris- og tilbudsskjema  
Vedleggsdelen til konkurransegrunnlaget

Disse kontraktene har fått en del kritikk fordi det er for få prosesser knyttet til arbeider som følger av det som oppdages under inspeksjonsrundene. Som følge av dette, gir denne kontraktsformen mye tilleggs- og regningsarbeider. Av den grunn vil det ved revisjon av senere maler bli vurdert å få beskrevet flere typer arbeider på en slik måte at kontrakten gir en større forutsigbarhet i forhold til hva den har kostet etter at kontrakten er avsluttet.

# Kapittel 21 HMS

*Jan Erik Lien, Statens vegvesen*

21.1	Sentrale lover og forskrifter .....	2
21.2	HMS-begrepet .....	3
21.3	Målsetting .....	4
21.4	Entreprenørens og Statens vegvesens oppgaver og plikter .....	4
21.5	HMS-egenerklæring .....	6
21.6	Krav til opplæring og kompetanse .....	8
21.7	Kartlegging av farer – Risikovurdering .....	9
21.8	Hensyn til omgivelsene .....	11
21.9	Kjemikalier.....	12
21.10	Avfallshåndtering/miljøplan/gjenbruk av materialer .....	12
21.11	Sikring av arbeidsplassen .....	14
21.12	Arbeidstid .....	14
21.13	Avviksbehandling.....	14
21.14	Dokumentasjon.....	16
21.15	Rapportering av uønsket hendelse/yrkessykdom .....	16
21.16	Føring av oversiktslister .....	16
	Litteratur .....	16

*Versjon 2011-11-20*

## 21 HMS

Dette kapitlet er skrevet med utgangspunkt i Statens vegvesens bestemmelser, men mye av det som omtales i forholdet byggherre – entreprenør vil også gjelde generelt.

### 21.1 Sentrale lover og forskrifter

Følgende lover og forskrifter er mest aktuelle i tilknytning til drifts- og vedlikeholdsarbeid:

- *Vegtrafikkloven*  
Vegtrafikkloven har generelle regler som gjelder alle bilførere, f. eks overholdelse av skilt, fart, forbud mot trafikk, parkering og trafikkregulering. Lovens § 3 omtaler at enhver skal ferdes hensynsfullt og være aktpågivende og varsom så det ikke kan oppstå fare eller voldes skade og slik at annen trafikk ikke unødig blir hindret eller forstyrret. Lovens § 11 gir kjøretøy som nyttes til arbeid på eller ved veg anledning til å fravike de generelle reglene, men det oppfordres til ikke å benytte seg av denne muligheten med mindre det er absolutt nødvendig. Dersom man må fravike de generelle reglene, bør man skilte eller stenge vegen for trafikk.
- *Forskrift om krav til kjøretøy* (før 1. jan 1996) og *Kjøretøyforskriften* (fra 1. jan 1996). Denne forskriften omtales i tilknytning til brøyte- og strøtstyr.
- *Arbeidsmiljølovgivning* (Arbeidstilsynet har internettadressen: [www.arbeidstilsynet.no](http://www.arbeidstilsynet.no)). De mest aktuelle lovene og forskriftene i tilknytning til drift og vedlikehold er:
  - Arbeidsmiljøloven
  - Forskrift 522 – Maskiner
  - Forskrift 544 – Systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften)
  - Forskrift 534 – Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsplasser, (Byggherreforskriften) - trådte ut av kraft 1. januar 2010, men kontrakter/-prosjekter som omfattes av overgangsordning kan fortsatt forholde seg til gammel forskrift. Kravet er at forhåndsmelding er sendt Arbeidstilsynet før 1. januar 2010.
  - Forskrift 599 – Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsplasser, (Byggherreforskriften) - gjelder fra 1. januar 2010
  - Forskrift 555 – Bruk av arbeidsutstyr
  - Forskrift 565 – Oppbygging og bruk av stoffkartotek for helsefarlige stoffer i virksomheter (Stoffkartotekforskriften)
  - Forskrift 592 – Informasjons- og påseplikt og innsynsrett
- *Forskrift om offentlige anskaffelser*
- *NS 3430 Almennelige kontraktsbestemmelser om utførelse av bygg- og anleggsarbeider*
- *Forurensningsloven*
- *Avfallsforskriften*
- *Brann- og eksplosjonsloven*
- *Forskrift om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff*
- *Forskrift om bruk av kjøretøy med vedlegg (Veglistene)*

## 21.2 HMS-begrepet

Arbeidstilsynets forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter, også kalt Internkontrollforskriften /1/ stiller krav til at Statens vegvesen som byggherre har et internkontrollsystem som ivaretar de helse-, miljø- og sikkerhetskrav de er pålagt i tilknytning til byggeaktivitetene og forholdet til entreprenørene. Disse kravene er spesifisert i Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsplasser, også kalt Byggherreforskriften /2/.

Statens vegvesen som byggherre må innarbeide systematiske tiltak i etatens HMS-plan for å ivareta kravene i Byggherreforskriften. Man er bl a forpliktet til å påse at det før oppstart av arbeidet på bygge- eller anleggsplassen utarbeides en skriftlig plan for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA-plan).



Figur 21.1 Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsplasser, Byggherreforskriften

Forhold som er beskrevet i kapitlet om Ytre miljø er ikke omfattet av byggherreforskriftens krav. Statens vegvesen som byggherre må ha et internkontrollsystem som også omfatter ytre miljøforhold, slik at disse blir håndtert i henhold til gjeldende regelverk. I Statens vegvesen vil forhold knyttet til ytre miljø bli ivaretatt gjennom en ytre miljøplan (YM-plan) i henhold til håndbok 151 Styring av utbyggings-, drifts- og vedlikeholdsprosjekter /3/. YM-planen er et dokument som byggherren utarbeider i prosjekteringsfasen og som danner grunnlaget for prosessbeskrivelsene i konkurransegrunnlaget.

Støy og bruk av kjemikalier er eksempler på arbeidsmiljøfaktorer som påvirker både arbeidsmiljø og ytre miljø.

### 21.3 Målsetting

HMS-erklæringen som Statens vegvesen har vedtatt gir overordnede føringer for HMS-arbeidet både som arbeidsgiver og byggherre:

*Statens vegvesen har som arbeidsgiver og byggherre det mål, at all virksomhet i etaten skal gjennomføres uten at mennesker, materiell og miljø påføres skade.*

Denne målformuleringen er konkretisert i følgende delmål:

- helse, miljø og sikkerhet prioriteres i all vår virksomhet, fra planlegging starter til oppgaven er utført
- hensynet til fremdrift og økonomi aldri skal gå på bekostning av HMS
- alle tilsatte har et forpliktende ansvar for egen og arbeidskameratenes sikkerhet og trivsel

I byggherrestrategien er det satt følgende mål for HMS-arbeidet i Statens vegvesen:

*Byggherreorganisasjonen skal være forbilledlig i alt HMS-arbeid. I dette ligger at etaten legger vekt på å holde høyere nivå enn minimumskravene i gjeldende lover og forskrifter.*

Det skal fastsettes konkrete mål for HMS-arbeidet i byggherrevirksomheten på kontraktsnivå i SHA-planen.

### 21.4 Entreprenørens og Statens vegvesens oppgaver og plikter

Entreprenøren er forpliktet til å:

- Overholde gjeldende lover og forskrifter
- Rette seg etter de verne- og sikkerhetsregler som gjelder for kontraktsarbeidet

Entreprenøren er ansvarlig for at egne arbeidstakere har fått nødvendig opplæring i henhold til kravene i kontrakten og gjeldende regelverk. Det stilles bl.a. egne krav som entreprenørene må forholde seg til når en maskin eller utstyr skal brukes.



Figur 21.2 Det stilles krav til bruk av utstyr som f.eks. veghøvel

I henhold til Internkontrollforskriften har entreprenøren plikt til å påse at forskriftene følges. Entreprenøren er ansvarlig for overholdelse av alle krav til sikkerhet og forskriftsmessig opptreden ved utøvelse av kontraktsarbeidet. Internkontrollforskriften retter seg mot den enkelte virksomhet eller arbeidsgiver. Entreprenøren skal på forhånd innhente retningslinjer for slik opptreden og meddele skriftlig at så er gjort før oppstart.

Det stilles krav til bruk av ledebil ved dekkelegging og en del andre vedlikeholdsarbeider.



Figur 21.3 Bruk av ledebil ved rassikringsarbeid

Det er krav om bruk av byggekort eller id-kort for alle som utfører bygge- og anleggsarbeid, jfr. Forskrift om identitetskort (id-kort) på bygge- og anleggsplasser /4/. Det er arbeidsgivers ansvar å sørge for at arbeidstakerne har id-kort. Id-kortene skal utstedes sentralt for arbeidsgivers regning. De har en gyldighet på 2 år regnet fra den utstedelsesdatoen som er påført.



Figur 21.4 Eksempel på byggekort eller id-kort (hentet fra [www.arbeidstilsynet.no](http://www.arbeidstilsynet.no)).

I henhold til Byggherreforskriften har Statens vegvesen plikt til å påse at forskriften følges, for derved å sikre et fullt forsvarlig arbeidsmiljø ved gjennomføringen av drifts- og vedlikeholdsoppgaver, Statens vegvesen utpeker HMS-koordinator innenfor sin organisasjon.

Entreprenøren er selv ansvarlig for kostnader og forskriftsmessig bruk av sikkerhetsutstyr for arbeid utført for Statens vegvesen.

Alt verneutstyr skal være CE-merket. For alt arbeid på eller ved trafikkert veg skal det benyttes vernetøy som er CE-merket og som tilfredsstillt kravene til verneklasse 3 i EN 471.



*Figur 21.5 Verneutstyr skal være CE-merket*

Statens vegvesens plikter etter Byggherreforskriften fritar ikke entreprenøren for sine forpliktelser etter Internkontrollforskriften. Både byggherre og entreprenør har altså oppgaver og plikter som må følges.

Entreprenøren, som har kontrakten med Statens vegvesen, er imidlertid utpekt til å være hoved-bedrift etter Arbeidsmiljølovens § 2-2 /5/, med ansvar for å organisere verne- og miljøarbeidet i henhold til Arbeidsmiljøloven dersom det er mer enn en arbeidsgiver på arbeidsstedet. Hovedbedriften har samordningsansvaret. Dette betyr f. eks at dersom Statens vegvesens egne arbeidstakere i kortere perioder oppholder seg innenfor det naturlige arbeidsområdet, er det entreprenøren som er ansvarlig for samordning av verne- og miljøarbeidet også for disse folkene.

## **21.5 HMS-egenerklæring**

Det stilles krav om at samtlige leverandører skal fremlegge en HMS-egenerklæring i henhold til Forskrift om offentlige anskaffelser § 5-16 (del II) / § 12-10 (del III) /6/.

Entreprenøren plikter også å kreve egenerklæring fra underentreprenører (eventuelt i flere nivå) når kontraktens verdi overstiger kr 500 000,- eks mva. Egenerklæringen fra underentreprenøren om at han oppfyller lovbestemte krav i Norge innen HMS skal forelegges Statens vegvesen før arbeidene starter. HMS-egenerklæringen fra hovedentreprenøren skal foreligge ved tilbudsfristens utløp.

Figur 21.6 viser en mal for egenerklæring om helse, miljø og sikkerhet.



Denne bekreftelsen gjelder:

*Firma* .....

*Adresse* .....

*Postnr./-sted* .....

*Land\** .....

*Det bekreftes med dette at denne virksomheten arbeider systematisk for å oppfylle kravene i helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen og ved det tilfredsstiller kravene i forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheten (Internkontrollforskriften) fastsatt ved kgl.res. av 6. desember 1996 nr. 1127 i medhold av lov av 4. februar 1977 nr. 4 om arbeidervern og arbeidsmiljø m.v.*

*Det bekreftes at virksomheten er lovlig organisert i henhold til gjeldende skatte- og arbeidsmiljøregelverk når det gjelder ansattes faglige og sosiale rettigheter. Det aksepteres at oppdragsgiver etter anmodning vil bli gitt rett til gjennomgåelse og verifikasjon av virksomhetens system for ivaretagelse av helse, miljø og sikkerhet.*

*Daglig leder*  
*(sign.)*

*Dato:*

*Det bekreftes med dette at det er iverksatt systematiske tiltak for å oppfylle ovennevnte krav i helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen.*

*Representant for de ansatte*  
*(sign.)*

*Dato:*

*\* For utenlandske oppdragstakere gjelder følgende: Det bekreftes med dette at det ved utarbeidelse av tilbudet er tatt hensyn til helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen som følger av forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften), fastsatt ved kgl. res. av 6. desember 1996 i medhold av lov av 4. februar 1977 nr. 4 om arbeidervern og arbeidsmiljø mv. Det aksepteres at oppdragsgiver etter anmodning vil bli gitt rett til gjennomgåelse og verifikasjon av virksomhetens system for ivaretagelse av helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid.*

*Forpliktende underskrift*

*Daglig leder*  
*(sign.)*

*Dato:*

Figur 21.6 Mal for HMS-Egenerklæring

## 21.6 Krav til opplæring og kompetanse

I henhold til Arbeidsmiljølovens § 3-2 /5/ skal det gis opplæring i risiko og helsefarer ved utførelse av alt arbeid. Dette ansvaret påhviler arbeidsgiver. Entreprenøren skal utarbeide prosedyrer som sikrer at den enkelte arbeidstaker/enkeltmannsforetak gis nødvendig sikkerhetsopplæring både av generell karakter, og opplæring i risikomomenter ved aktuelle arbeidsoperasjoner for kontraktsarbeidet.

Entreprenøren skal utarbeide prosedyrer som sikrer at all bruk av maskiner, utstyr og lignende utføres av kvalifisert personell som har fått nødvendig opplæring.

Kvalifikasjoner skal dokumenteres. Kopi av slik dokumentasjon skal oppbevares av hovedbedriften.

I Håndbok 066 Konkurransesgrunnlag /7/ har Statens vegvesen stilt følgende minimumskrav til dokumentert opplæring:

- Sikkerhetsopplæring tilpasset kontrakten
- Kurs i arbeidsvarsling iht. Håndbok 051 Arbeidsvarsling /8/
  - Kurs for alle som skal utføre arbeid på veg
  - Kurs for ansvarshavende
  - Kurs i manuell trafikkdirigering for de som dirigerer
- Førstehjelpskurs

Den enkelte arbeidsgiver eller entreprenør er ansvarlig for at arbeidstakerne får nødvendig opplæring/kursing. Det er ingenting i vegen for at de store entreprenørene kan tilby kursplasser til underentreprenører og eventuelt andre mindre entreprenører når de selv skal avholde kurs. Førstehjelpskurs avholdes på mange måter. Norsk Folkehjelp Sanitet og Norges Røde Kors lokale Hjelpekorps avholder for eksempel gratis 30 timers førstehjelpskurs.



Figur 21.7 Arbeidsvarsling må gjennomføres etter retningslinjene

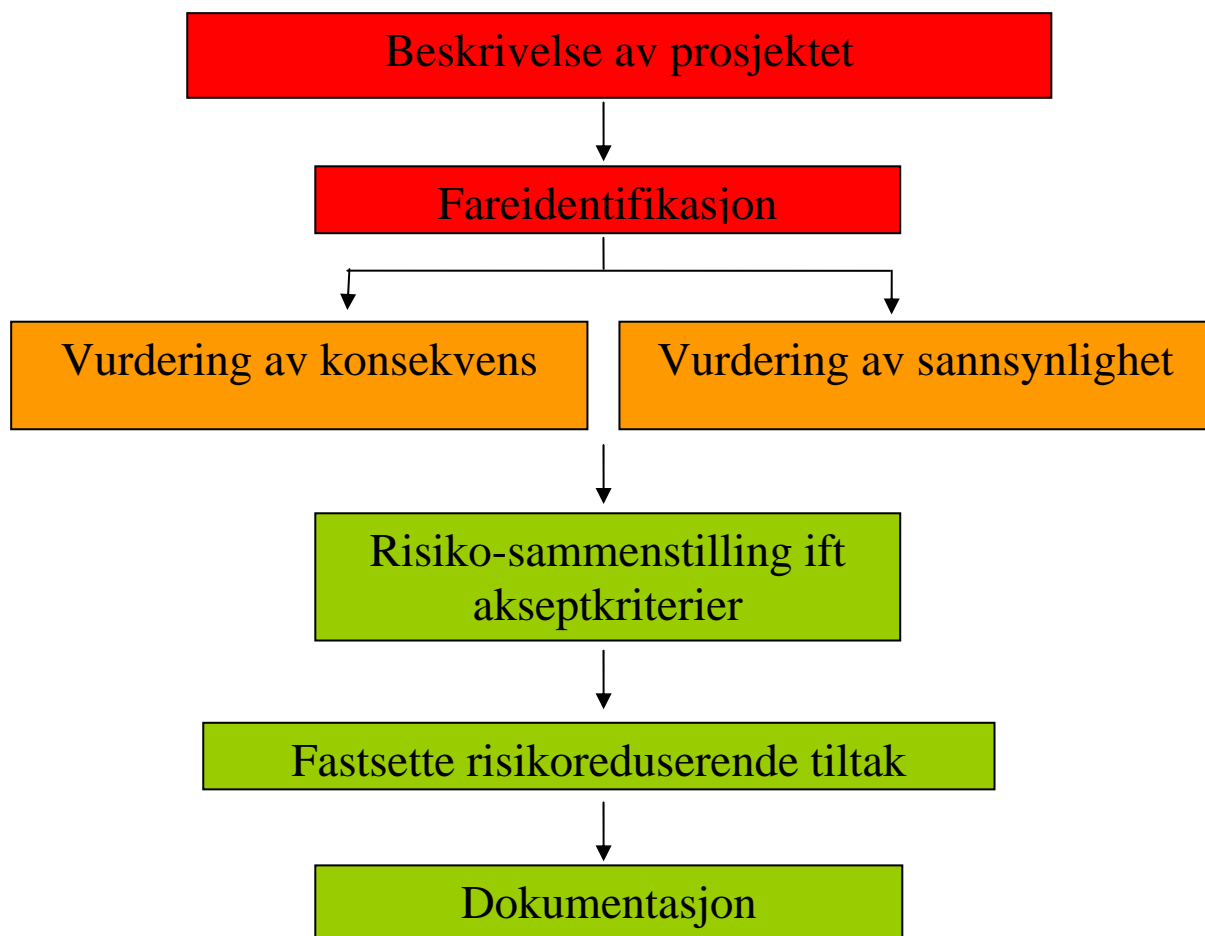
## 21.7 Kartlegging av farer – Risikovurdering

En risikovurdering skal gjennomføres som en kartlegging av farer ved ulike aktiviteter med fokus på

- konsekvens hvis noe galt skulle skje
- sannsynlighet for at noe galt skal skje

Risikofylte arbeidsoperasjoner skal identifiseres og beskrives ved kartlegging av farer.

En risikovurdering kan skjematisk fremstilles som i flytskjemaet nedenfor. Hele systematikken som flytskjemaet beskriver, benevnes risikovurdering. Gjennomføring av de tre første trinnene (røde og gule bokser) benevnes risikoanalyse. Dette innebærer at en risikoanalyse er mindre omfattende enn en risikovurdering. Denne systematikken ligger til grunn for NS 5815 Risikovurdering av anleggsarbeid /9/.



Figur 21.8 Trinnene i en risikovurdering, jfr. NS 5815 Risikovurdering av anleggsarbeid

Etter at kartlegging av farer er utført, skal det vurderes om risikoen er akseptabel. Dette bør forankres til en risikomatrix med graderte tiltaksgrenser.

Statens vegvesen som byggherre utarbeider en overordnet risikovurdering og påpeker de mest sentrale risikofaktorene i kontraktsarbeidet, basert på tilgjengelig informasjon og erfaring. Byggherrens overordnede risikovurdering inngår i SHA-planen (Sikkerhet, helse, arbeidsmiljø) som ligger som vedlegg til konkurransegrunnlaget.

Byggherrens overordnede risikovurdering er beheftet med usikkerhet siden den er utarbeidet lenge før kontraksarbeidet skal utføres, og før man vet svaret på følgende spørsmål:

- Hvem skal utføre arbeidet?
- Hva slags utstyr og metoder skal benyttes?
- Hvilken erfaring har mannskaper som skal utføre arbeidet?

Entreprenøren skal sørge for at det finnes sikkerhetsprosedyrer for aktiviteter som medfører risiko, jfr. Arbeidsmiljøloven § 3-2 nr 3. Der Statens vegvesen allerede har utarbeidet sikkerhetsprosedyrer (for eksempel i håndbøker), skal disse følges med mindre hovedbedriftens eller entreprenørens egne prosedyrer er strengere eller bedre.

Entreprenøren har ansvar for å gjøre en risikovurdering i forhold til om planer, prosedyrer eller instruksjoner er gode nok for ulike drifts- og vedlikeholdsoppgaver. Har f. eks. alle entreprenørene gjennomført risikovurderinger i forhold til dimensjonene på brøyteutstyret for de aktuelle vegrutene? Er det utført Sikker-Jobb-Analyser (SJA) for brøyterodene? Har også vikarer deltatt på utarbeidelsen av SJA? Dette skal dokumenteres skriftlig. Alle som deltar ved utarbeidelsen av SJA skal skrive under på den. Det skal også vurderes om det er andre arbeidsoperasjoner som kan være risikofylte, og disse skal eventuelt meldes Statens vegvesen så snart som mulig.

For at kravet til risikovurdering i byggherreforskriften skal være oppfylt må byggherrens overordnede risikovurdering suppleres med entreprenørens selvstendige risikovurdering med detaljerte prosedyrer, arbeidsinstruksjoner og/eller SJA for risikofylte arbeidsoperasjoner.

For eksempel må rasfarlige områder angis med type ras (snø/is/jord) samt sted. Det bør også angis noe om rashypighet, værforhold som øker rasfaren, hvilke rasforebyggende tiltak som allerede er gjort osv basert på byggherrens viten og erfaring.

Entreprenøren skal utarbeide risikovurdering/sikker-jobb-analyse og arbeidsprosedyrer med utgangspunkt i Statens vegvesens beskrivelse. Prosedyrer, instruksjoner og SJA skal forelegges Statens vegvesen en uke før oppstart av de aktuelle arbeidsoppgavene. Prosedyrer og instruksjoner skal også være underskrevet av det stedlige verneombudet, mens SJA skal være underskrevet av de som har utarbeidet den. Komplette prosedyresamlinger for risikoutsatte arbeidsoperasjoner for den aktuelle kontrakten – ikke for hele entreprenørvirksomheten - skal oppbevares hos hovedbedrift (entreprenør) og hos HMS-koordinator og er en del av SHA-planen for kontrakten. Den enkelte virksomhet skal oppbevare alle aktuelle prosedyrer og instruksjoner, og gjennomgå og informere alle aktuelle arbeidstakere om hvordan de skal utføre disse arbeidsoppgavene på en sikker måte.

For drifts- og vedlikeholdsarbeid kan eksempelvis følgende forhold være spesielt risikofylte (listen er ikke uttømmende). Punktene må vurderes separat for hver enkelt kontrakt. Bare de punktene som er aktuelle for den enkelte kontrakt tas med i kontrakten:

- Arbeid spesielt utsatt for vegtrafikk (f.eks. tungt trafikkert veg, høyt fartsnivå, uoversiktlig/ svingete veg)
- Arbeid langs rasutsatt strekning, eller fare for fallende gjenstander (f.eks. fjellrensk)
- Arbeid i tunnel
- Arbeid under eller ved høyspentledning
- Arbeid på verksted/riggområde
- Arbeid på bruer og kaier
- Arbeid med fare for drukning
- Manuell trafikkdirigering

- Utsetting, flytting og nedtaking av arbeidsvarsling
- Bevegelige arbeidsoperasjoner langs veg
- Bruk av kjemiske produkter
- Anvendelse av helse- og miljøfarlige stoffer og materialer
- Arbeidsprosesser med særlig risiko som nødvendigvis skal utføres i områder som samtidig skal være arbeids-, ferdsels- eller oppholdsområde for andre
- Andre arbeidsoperasjoner som kan være risikofylte - disse skal eventuelt meldes Statens vegvesen så snart som mulig
- Andre forhold som Statens vegvesen gjør oppmerksom på i overordnet risikovurdering eller i konkurransegrunnlaget

Risikovurderingene skal dokumenteres skriftlig. Det er ikke tilstrekkelig med en slik oppramsing. Statens vegvesen som byggherre må kunne dokumentere hvordan opplistingen er framkommet (overordnet risikovurdering) og i noen tilfeller må den differensieres. Entreprenøren må få tilstrekkelig informasjon til å kunne lage gode rutiner som sikrer arbeidstakerne.



*Figur 21.9 Kantslått er eksempel på risikofylt arbeid som vurderes ut fra stedlige forhold*

## **21.8 Hensyn til omgivelsene**

Det skal tas hensyn til omgivelsene, slik at ikke naboer og berørte parter sjeneres unødige av støv, støy, rystelser, utslipp, avfall osv. Entreprenør skal i samarbeid med Statens vegvesen bidra til løpende informasjon til berørte parter. Alle entreprenører skal sette seg inn i støyforskriftene og om nødvendig kontakte ansvarlig kommunal myndighet (kommunelege eller lignende).

## 21.9 Kjemikalier

Det skal tilstrebes å bruke kjemikalier som er så lite helse- og miljøskadelige som mulig. Det skal utarbeides en komplett oversikt med HMS-datablad og informasjonsark (stoffkartotek) over de kjemikalier som kan bli oppbevart eller brukt. Oversikten skal være ajourført og skal oppbevares i eget produktregister. HMS-datablad for de kjemikalier som er i bruk skal være tilgjengelig i papir på brukerstedet eller arbeidsstedet. Verneombudet skal ha et eget stoffkartotek for sitt ansvarsområde.



Figur 21.10 Kjemikalier må merkes i henhold til Merkeforskriftene

Det skal utarbeides rutiner som sikrer korrekt håndtering av alle kjemikalier som skal benyttes, fra inntransport fra leverandør, mottak, håndtering og internt transport, lagring, uttak fra lager og bruk.

Andre kjemiske strømidler enn salt (NaCl) kan bare benyttes etter godkjenning av Statens vegvesen.

## 21.10 Avfallshåndtering/miljøplan/gjenbruk av materialer

Strøsand og snø som må fjernes fra vegnettet, og avfall som samles inn fra rasteplasser, buss-holdeplasser og lignende, skal klassifiseres i en av følgende klasser:

- **Rene, naturlige masser**  
Rene, naturlige masser kan deponeres utenom deponi, men etter avtale med gjeldende kommune i samsvar med plan- og bygningsloven.
- **Vanlig avfall**  
Avfall skal kildesorteres i henhold til mottakssystemet i kommunen, og når det er mulig skal det gjenvinnes. I den grad avfallet ikke kan gjenvinnes/gjenbrukes, må det gis forskriftsmessig sluttbehandling.
- **Farlig avfall**  
Rutiner skal sikre at farlig avfall håndteres på korrekt måte. Det farlige avfallet skal deklarerer på skjema gitt av Klima- og forurensningsdirektoratet, se Figur 21.11. Avfallet skal leveres til virksomhet som har tillatelse fra forurensningsmyndighetene til å ta imot eller samle inn farlig avfall. Kopi av deklarasjonsskjemaene skal oppbevares i minst 3 år som dokumentasjon på at avfallet er forskriftsmessig levert.

**NORSAS AS**  
 Norsk kompetansesenter for avfall og gjenvinning  
 Postboks 6412 Etterstad, 0605 Oslo  
 Telefon: 21 00 94 50

Vær nøyaktig når du fyller ut blanketten. Se retningslinjene på baksiden. Alle felter merket \* skal fylles ut.

### Deklarasjon av spesialavfall

Se Veiledning på baksiden av siste eksemplar, og lister på baksiden av 1. eksemplar.

DEKLARASJONSNR. 4200989 008 1

\*ORGANISASJONSNUMMER

**A. Avfallsprodusent**

NAVN  
 ADRESSE  
 POSTNUMMER POSTSTED  
 KONTAKTPERSON TELEFONNUMMER

**B. Faktureringsadresse**  
 (fylles ut hvis forskjellig fra A)

NAVN (EVENTUELT AVFALLSLEVERANDØR)  
 ADRESSE  
 POSTNUMMER POSTSTED

\*EAK-KODE \*AVFALLSTOFFNR. Mengde kilo liter \*ANTALL KILOLITER ANTALL KOLL Bulk EMBALLASJETYPE

Fysiske egenskaper ved 20 °C Pulver/Støv Fast Tyktflytende/Pasta Slam Flytende Gass

Fra hus-holdninger Ja Inneholder halogener Ja Inneholder tungmetaller Ja Tåler frost Nei FLAMMEPUNKT °C AVFALLETS FARGE

Nærmere beskrivelse (IMDG - proper shipping name)

Transportklassifisering UN NUMMER

ADR ADR-KLASSE EMBALLASJEGR

RID

IMDG IMO-KLASSE MFAG NUMMER

EMS NUMMER

Ikke klassifiseringspliktig

\*DAG MND ÅR \*UNDERSKRIFT FRA AVFALLSBESITTER

Må kun brukes her

ut av 1. ledd

Fylles av aktør

\*REG NR. AKTØRENS NAVN \*DAG MND ÅR \*AKTØRENS UNDERSKRIFT

Kommenterer fra aktør

EAK-KODE AVFALLSTOFFNR. Mengde kilo liter \*ANTALL KILOLITER ANTALL KOLL Bulk EMBALLASJETYPE

ANMERKNINGER/EVENTUELLE AVVIK MELLOM AVFALLET OG BESKRIVELSEN FRA PRODUSENTEN

REG NR. AKTØRENS NAVN DAG MND ÅR UNDERSKRIFT

Øvrige aktører

REG NR. DAG MND ÅR AKTØRENS NAVN

Behandlingsanlegg

REG NR. DAG MND ÅR

NAVN

UNDERSKRIFT

REF.TANKNR. DAG MND ÅR UNDERSKRIFT

Design: BlankettStudio, Oslo. © Copyright Norsas '97 - Godkjent av Statens forurensningstilsyn

Figur 21.11 Skjema for deklarerer av farlig avfall

### 21.11 Sikring av arbeidsplassen

Det skal innarbeides rutiner som sikrer at det ikke skjer skader og ulykker på grunn av arbeider på eller langs veg. Det skal tas spesielt hensyn til barn, naboer og myke trafikanter ved utøvelse av kontraktsarbeidet.

Rengjøring av utstyr skal kun skje på en måte og på et sted som ikke utsetter trafikanter, naboer, arbeidere eller andre for fare eller er til sjenanse eller skade for omgivelsene.



Figur 21.12 Det er viktig med god merking for å sikre mot skader

### 21.12 Arbeidstid

Statens vegvesen skal til enhver tid holdes orientert om de arbeidstidsordninger som benyttes. Dersom entreprenøren får dispensasjon/samtykke for endret/utvidet arbeidstid fra kommunelege, bydelsoverlege eller Arbeidstilsynet, skal kopi av dispensasjonen/samtykket sendes Statens vegvesen umiddelbart.

### 21.13 Avviksbehandling

For å forhindre ulykker er det viktig at den enkeltes ansvar i HMS-arbeidet er klarlagt. Brudd på gjeldende HMS-bestemmelser regnes som avvik og skal rapporteres og gjennomgås for å forhindre gjentatte avvik og ulykker.

Erfaringsoverføring er også et viktig HMS-tiltak. Dette sikrer at andre arbeidstakere innenfor samme bransje får kjennskap til hva som har skjedd, for på den måten å forhindre at en tilsvarende uønsket hendelse kan skje igjen.

Begrepet uønsket hendelse omfatter ulykker og nestenulykker, inklusive farlige forhold som rammer mennesker, materiell og miljø. Ved uønskede hendelser skal det minimum gis den informasjon som etterspørres i Vegvesenets skjema "Melding om uønsket hendelse/farlig forhold innen HMS", se Figur 21.13. Meldingen skal sendes Statens vegvesen.

Årsaksanalyse og hvilke tiltak som skal gjøres, for å unngå gjentagelse av hendelsen, skal også oversendes.

Entreprenøren skal reagere på brudd på sikkerhetsbestemmelsene for egne arbeidstakere og engasjerte enkeltmannsforetak. Brudd på verne- og sikkerhetsreglene påtales på samme måte som for Statens vegvesens ansatte. Arbeidet kan stanses dersom påpekte forhold ikke rettes på.

Alle avtaler med underentreprenører skal inneholde likelydende bestemmelser om arbeidets utførelse, forhold på arbeidstedet og rapportering til Statens vegvesen.





## Statens vegvesen

### Melding om uønsket hendelse / farlig forhold innen HMS (entreprenørhendelser)

Hendelsesdato:	Prosjekt/kontrakt:	Involvert entreprenør:	Prosjektkategori:
		<input type="checkbox"/> Hovedentr. <input type="checkbox"/> Underentr.	<input type="checkbox"/> Asfalt/dekke <input type="checkbox"/> D/V m.funksj.anstv. <input type="checkbox"/> Bruvedl.hold <input type="checkbox"/> D/V (øvrige) <input type="checkbox"/> OPS <input type="checkbox"/> Investering (øvrige) <input type="checkbox"/> Rassikring <input type="checkbox"/> Store inv.prosjekter (egen prosjektorg.) <input type="checkbox"/> Vegmerking
	Region/distrikt:		
	Hovedentreprenør:		

Beskrivelse av arbeidsoperasjon og uønsket hendelse/farlig forhold:

#### Arbeidsoperasjon:

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> Arbeid i tunnel                                | <input type="checkbox"/> Grøfter/kummer/rør                    | <input type="checkbox"/> Verksted/lager/lab. |
| <input type="checkbox"/> Arbeid på/langs veg                            | <input type="checkbox"/> Prod./lagring av vegbyggingsmateriale | <input type="checkbox"/> Øvrig arbeid        |
| <input type="checkbox"/> Boring/sprengning i dagen                      | <input type="checkbox"/> Rigg/riggområde                       |  |
| <input type="checkbox"/> Bru/kulvert/kai (oppføring/vedlikehold/riving) | <input type="checkbox"/> Transport                             |  |

#### Sakskategori (Uønsket hendelse/forhold vedr...):

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> 01 annet                                 | <input type="checkbox"/> 08 maskin/utstyr         | <input type="checkbox"/> 15 støy/støv/rystelser       |
| <input type="checkbox"/> 02 befarings/inspeksjon/besøk            | <input type="checkbox"/> 09 nattarbeid/overtid    | <input type="checkbox"/> 16 uryddig arbeidsplass      |
| <input type="checkbox"/> 03 fall til lavere nivå (person)         | <input type="checkbox"/> 10 personlig verneutstyr | <input type="checkbox"/> 17 utslipp til ytre miljø    |
| <input type="checkbox"/> 04 fallende gjenstand/konstruksjon       | <input type="checkbox"/> 11 påkjørsel/kollisjon   | <input type="checkbox"/> 18 uønsket ferdsel (3. part) |
| <input type="checkbox"/> 05 helse-/miljøfarlige stoffer           | <input type="checkbox"/> 12 ras/skred/steinsprang | <input type="checkbox"/> 19 ventilasjon               |
| <input type="checkbox"/> 06 kulturminne / fornminne               | <input type="checkbox"/> 13 sammenrasing (grøft)  | <input type="checkbox"/> 20 åpent-/islågt vann        |
| <input type="checkbox"/> 07 ledningsnett/jordkabel/høyspentanlegg | <input type="checkbox"/> 14 sprengstoff           |   |

#### Konsekvens:

- Nestenulykke / f. forh.

Personskade:  Uten fravær (K1)  Fravær ≤ 10 d (K2)  Fravær > 10 d (K3)  Mulig varig mèn (K4)  Død (K5)

Ytre skade:  Miljøskade  Brann/eksplosjonskade  El-skade  Materiell skade

Konsekvens:  Ufarlig (K1)  Farlig (K2)  Kritisk (K3)  Meget kritisk (K4)  Katastrofal (K5)

Skade påført:  Hovedentr. (HE)  Underentr. (UE)  3. part  Byggherre

Skadet legemsdel:

Fraværsdager (estimerte):

Fraværsdager (totalt):

#### Risikopotensial (angi mest alvorlige skadepot):

	<input type="checkbox"/> Personsk. > 5 år (S1)	<input type="checkbox"/> Miljøskade 1 - 5 år (S2)	<input type="checkbox"/> Materiell skade 6 md - 1 år (S3)	14d - 6md (S4)	0 - 14 d (S5)
Død / materiellskade > 5 mill / katastrofal miljøsk. (K5)	■	■	■	■	■
Varig mèn / matr.sk. > 1mill. / meget kritisk miljøsk. (K4)	■	■	■	■	■
Fraværsk > 10d / matr.sk > kr 250' / kritisk miljøsk. (K3)	■	■	■	■	■
Fraværsk < 10 d / matr.sk > kr 50' / farlig miljøsk. (K2)	■	■	■	■	■
P.skade u. fravær / matr.sk < 50' / ufarlig miljøsk. (K1)	■	■	■	■	■

Beskrivelse av tiltak:

Tidsfrist

Utført

Byggeleder:

Kontaktperson (involvert entreprenør):

Figur 21.13 Skjema for rapportering av uønsket hendelse/farlig forhold innen HMS

## 21.14 Dokumentasjon

Relevante dokumenter eller dokumentasjon som skal gjøres tilgjengelig for Statens vegvesen, enten ved kopi eller innsyn, fremgår av SHA-planen.

Det gjøres spesielt oppmerksom på at dokumentasjon av lønn og arbeidstid følger av Forskrift om informasjons- og påseplikt og innsynsrett /10/. Dokumentasjon av lønns- og arbeidsvilkår skal gjøres ved fremleggelse av

- arbeidsavtale
- timelister
- lønnslipp

Det er tillitsvalgt hos hovedentreprenør som har innsynsrett i lønns- og arbeidsvilkår.

Når en hovedentreprenør benytter underentreprise for å utføre deler av kontraktsarbeidet, er det hovedentreprenør som har informasjons- og påseplikt. I de tilfeller der det ikke brukes underentreprise, er det byggherren som har informasjons- og påseplikt.

## 21.15 Rapportering av uønsket hendelse/yrkessykdom

Det skal utarbeides rutiner for varsling av skader, ulykker, brann og forurensing. Statens vegvesens egen varslingsplan skal inkluderes og være en del av denne beredskapsplanen.

Hovedbedriftens/hovedentreprenørens rapportering av arbeidsulykker/yrkessykdommer skal utover egen rapportering også inkludere underentreprenører, og skal utføres som beskrevet i kontrakten.

## 21.16 Føring av oversiktslister

Det skal føres daglige oversiktslister over arbeidstakere som befinner seg på bygge- eller anleggsplassen. Dette er en liste over alle som utfører arbeid på bygge- og anleggsplassen. Oversiktslisten skal føres og kontrolleres daglig og inneholde en del gitte opplysninger, jf. Byggherreforskriften § 15.

Oversiktslister skal føres på alle bygge- og anleggsplasser hvor det er to eller flere arbeidsgivere (virksomheter) til stede samtidig. Statens vegvesen stiller krav om at det alltid skal føres oversiktslister på drifts- og vedlikeholdscontrakter.

Kravet er innført som en av byggherrens plikter. Statens vegvesen bestiller oppgaven med føring av oversiktslister fra entreprenøren. For å gjøre det mest mulig enkelt å føre disse listene, har Statens vegvesen utviklet en modul i dataprogrammet ELRAPP (ELRAPP Oversiktslister).

## Litteratur

- /1/ Arbeidstilsynet: *Systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (internkontrollforskriften)*. Forskrift 544. Oslo desember 1996.
- /2a/ Arbeidstilsynet: *Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsplasser (byggherreforskriften)*. Forskrift 534. Oslo april 1995. (Forskriften gjaldt fram til 31. desember 2009, men pga. overgangsbestemmelser i ny forskrift /2b/ vil forskriften fortsatt

- gjelde for kontrakter som hadde sendt inn forhåndsmelding etter gammel forskrift før 1. januar 2010.)
- /2b/ Arbeidstilsynet: *Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsplasser (byggerreforskriften)*. Forskrift 599. Oslo august 2009.
  - /3/ Statens vegvesen, Vegdirektoratet: *Håndbok 151 Styring av utbyggings-, drifts- og vedlikeholdsprosjekter*. Oslo 2008.
  - /4/ *Forskrift om identitetskort (id-kort) på bygge- og anleggsplasser* av 30. mars 2007. (Arbeids- og inkluderingsdepartementet)
  - /5/ *Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv (Arbeidsmiljøloven)* av 17. juni 2005 nr 62
  - /6/ *Forskrift om offentlige anskaffelser* av 15. juni 2001 (Nærings- og handelsdepartementet).
  - /7/ Statens vegvesen, Vegdirektoratet: *Håndbok 066 Konkurransesgrunnlag*. Oslo 2010.
  - /8/ Statens vegvesen, Vegdirektoratet: *Håndbok 051. Arbeidsvarsling*. Oslo 2006.
  - /9/ NS 5815 *Risikovurdering av anleggsarbeid*. 2006.
  - /10/ *Forskrift om informasjons- og påseplikt og innsynsrett* av 14. mars 2008.
  - /11/ *Vegtrafikkloven* av 18. juni 1965.
  - /12/ *Forskrift om krav til kjøretøy* (før 1. januar 1996) og *Forskrift om tekniske krav og godkjenning av kjøretøy, deler og utstyr (kjøretøyforskriften)* (fra 1. januar 1996).
  - /13/ Arbeidstilsynet: *Forskrift om maskiner*. Forskrift 522. Oslo august 1994.
  - /14/ Arbeidstilsynet: *Forskrift om bruk av arbeidsutstyr*. Forskrift 555. Oslo juni 1998.
  - /15/ Arbeidstilsynet: *Oppbygging og bruk av stoffkartotek for helsefarlige stoffer i virksomheter (stoffkartotekforskriften)*. Forskrift 565. Oslo april 2000.
  - /16/ NS 3430 *Alminnelige kontraktsbestemmelser om utførelse av bygg- og anleggsarbeider*. 2. utgave 1994.
  - /17/ *Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven)* av 13. mars 1981.
  - /18/ Statens forurensningstilsyn: *Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften)*. FOR 2004-06-01. Oslo januar 2003. Se spesielt kap. 11 *Farlig avfall*.
  - /19/ *Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven)* av 14. juni 2002.
  - /20/ Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap: *Forskrift om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff*. Nr 922. Oslo juni 2002.
  - /21/ *Forskrift om bruk av kjøretøy* av 25. januar 1990.
  - /22/ *Rådsforordning (EØF) nr 3820/85 av 1985-12-20, om harmonisering av visse bestemmelser på det sosiale område innen veitransport*.



# Kapittel 22 Ytre Miljø

*Jørn Ingar Arntsen, Statens vegvesen*

22.1	Innledning .....	2
22.2	Samfunnets forventninger .....	3
22.3	Systematisk miljøarbeid .....	4
22.4	Hvilke miljøhensyn må tas i driftskontrakter? .....	6
22.4.1	Støy .....	6
22.4.2	Luftforurensning .....	8
22.4.3	Naturmiljø, inkludert vegetasjon og dyreliv .....	8
22.4.4	Landskapsbilde/bybilde .....	12
22.4.5	Vannforurensning og jordforurensning .....	13
22.4.6	Nærmiljø og friluftsliv .....	14
22.4.7	Kulturminner og kulturmiljø .....	14
22.4.8	Energiforbruk .....	17
22.4.9	Materialvalg og avfallshåndtering .....	17

*Versjon 2011-11-20*

## 22 Ytre miljø

Grunnen til at begrepet *ytre miljø* brukes er at man gjerne ønsker å skille mellom miljøhensyn som tas for omgivelsenes skyld (ytre miljø) og miljøhensyn som tas internt i et prosjekt (relatert til sikkerhet, arbeidernes helse osv, jfr kapittel 21 HMS).

### 22.1 Innledning

Helt siden 900-tallet har det offentlige stilt krav om at veger skal vedlikeholdes slik at fremkommeligheten sikres (Gulatings- og Frostatingsloven). I Magnus Lagabøters landslov fra 1274 slås det fast at vegen skal være fremkommelig både sommer og vinter. Vedlikeholdet skulle utføres tre ganger i året, om våren når telen var gått, midtsommer før slåttonna, og om høsten når avlingen var i hus. Det var grunneierne (i praksis bønder og leilendinger) som hadde plikt til å vedlikeholde vegene.

I Christian den IV's lov fra 1604 er det fortsatt bøndene som har ansvaret for å vedlikeholde vegene. Arbeidet med vedlikeholdet ble mer tyngende etter som kongen krevde at vegene skulle utbedres til kjøreveger. I denne loven finner vi kanskje forløperen til dagens Håndbok 111, når det slås fast at fogder, sorenskrivere og bondelensmenn skulle vise bøndene hvordan vedlikeholdsarbeidet skulle gjøres.

Det som er nytt etter at massebilismen vokste fram er at både vegbyggeren, vegbrukerne og de som drifter vegene nå må gjøre tiltak for å ikke bare fremme sikkerhet og fremkommelighet, men også opprettholde en god miljøtilstand langs vegene.

Vegdriften påvirker mange forskjellige miljøforhold som vi kommer inn på etter hvert i dette kapitlet, for eksempel:

- Naturmiljø, dyreliv, vegetasjon
- Forurensning av jord, vann og luft
- Støy
- Landskap og arkitektur
- Nærmiljø
- Kulturmiljø

I de gamle lovene var det kongens forventninger til vegstandard som skulle innfris. I dagens samfunn er det regjeringen, stortinget, fylkestinget eller kommunen som bestemmer standarden, avhengig av hvem som eier vegen. For eksempel står det mye om miljøforventninger i stortingsmeldingen om nasjonal transportplan som kommer hvert fjerde år. I det årlige statsbudsjettet bevilges penger til de statlige vegene og i Samferdselsdepartementets årlige tildelingsbrev til Statens vegvesen presiseres hva regjeringen legger særlig vekt på. Nasjonens forventninger vises også gjennom lovene og forskriftene stortinget vedtar. I tillegg kommer innspill fra brukerne av vegen og vegens naboer (f. eks huseiere langs vegen), næringsinteresser som kan påvirkes av vegen, interesseorganisasjoner (miljøvernorganisasjoner, lokale velforeninger m fl), presse etc.

Det bærende prinsippet i miljøarbeidet til alle regjeringer siden midten av 1990-tallet har vært at:

*Alle sektorer i samfunnet har en selvstendig plikt til å ta miljøhensyn innenfor sine ansvarsområder.*

Dette innebærer at alle som representerer vegsektoren skal:

- Legge miljøhensyn til grunn for sin virksomhet
- Ha oversikt over miljøtilstanden langs vegnettet
- På eget initiativ gjøre tiltak for å bedre miljøtilstanden
- Rapportere hva som gjøres og hvordan tilstanden er

Så selv om mange av forventningene fra samfunnet rundt oss oppsummeres i lover og politiske dokumenter, er vegsektoren forpliktet til å tenke selv og gjøre de nødvendige tingene for å oppnå god miljøstandard.

## 22.2 Samfunnets forventninger

Samfunnets krav til miljøvennlig drift av vegnettet har blitt mye sterkere i løpet av de siste tiårene. Lover og forskrifter er skjerpet, vegeier og vegdrifter har fått større selvstendig miljøansvar, og naboer og interesseorganisasjoner har fått tydeligere rettigheter.

I tillegg slår § 6 i *Lov om offentlige anskaffelser* fast at det offentlige ved alle innkjøp skal vurdere innkjøpets livssyklus-kostnader, hensynet til universell utforming og miljø.

Det er viktig at byggherren og entreprenørens byggeleder kjenner lover og forskrifter og forstår hvilke forventninger samfunnet har.

Her kommer en kort framstilling av noen lover og forskrifter som har innvirkning på hvordan vegdriften skal gjennomføres:

### *Naturmangfoldloven*

Loven skal sikre bærekraftig bruk av naturen. Det er forbudt å utrydde eller bidra til utryddelse av vernede plante- og dyrearter, enten det skjer gjennom utslipp av kjemikalier, feil kantklipp eller andre tiltak som gjøres i de vernede plante- og dyreartenes leveområde. Det er forbudt å spre skadelige og/eller fremmede planter og dyr til nye områder. Loven sier blant annet at man skal ha godt kunnskapsgrunnlag før man iverksetter noe som kan skade naturen, at føre-var-prinsippet skal følges der kunnskapen er mangelfull, og at miljøforsvarlige teknikker og driftsmetoder skal legges til grunn ved utøving av offentlig myndighet.

### *Forurensningsforskriften (støy, luft, vann, avløp/påslipp)*

Det er forbudt å forurense omgivelsene slik at det har vesentlig betydning på menneskers helse og trivsel, eller på naturområder på land eller i vann. Det er fastsatt grenseverdier for støy og luftkvalitet. Miljømyndighetene kan stille krav til kvalitet på vannet som tilføres kommunalt overvannsnett.

### *Vannforskriften*

Der hvor det er gjort fysiske inngrep i en vannforekomst eller den er forurenset av en eller flere aktører, skal alle som påvirker vannet samarbeide om å gjenopprette naturlig tilstand i vannforekomsten der det er praktisk og økonomisk mulig. Der hvor miljøtilstanden er god skal alle aktører bidra til å opprettholde tilstanden.

### *Drikkevannsforskriften*

Det er forbudt å forurense vannforsyningssystem. For noen typer forurensning er det satt grenseverdier som gjelder for vannforsyningssystemer som forsyner mer enn 50 personer. Opprettholdelse av god kvalitet på vannet er vannverkseierens ansvar. Mattilsynet kan legge restriksjoner på aktiviteten i forskjellige avstander fra vanninntaket.

### *Naboloven*

Man skal ikke påføre vegens naboer ulemper utover det man kan forvente når man bor ved en veg. Det kan kreves kompensasjon hvis slike ulemper fører til økonomisk tap (f. eks støy eller forurensning av private drikkevannsbrønner som gjør eiendommen mindre verd ved salg).

### *Avfallsforskriften (kap 9 vedlegg II)*

Det er forbudt å håndtere avfall på en måte som utgjør fare for miljøet gjennom spredning til jord, luft eller vann. Alt avfall skal samles inn og deponeres, og avfallsprodusenten skal beskrive hva avfallet inneholder. Det gjelder spesielle regler for deponering av farlig avfall.

### *Produktkontroll-loven*

Det er forbudt å bruke mer miljøskadelige kjemikalier enn nødvendig (hvis det finnes brukbare miljøvennlige alternativer skal de brukes).

### *Kommunehelsetjenestelovens kapittel om miljørettet helsevern og lokale støyforskrifter*

Det er noen steder laget forskrifter som regulerer støyen i bebygde områder. Dersom det gjøres noe som kan ha akutt påvirkning på liv og helse kan kommunelegen beordre retting eller stansing av aktiviteten.

### *Plan- og bygningsloven*

Ved planlegging av et veganlegg kan det gjøres bestemmelser i tidlige planfaser (før vegen bygges) som har konsekvenser for hvordan vegen kan driftes. Hvis slike bestemmelser er vedtatt i en reguleringsplan kalles de reguleringsbestemmelser og er juridisk bindende.

### *Kulturminneloven med forskrifter om fredning av veganlegg, bygninger og bruer*

Det er forbudt å skade kulturminner som er fredet. Dette kan gjelde bruer, bygninger langs vegen, stabbesteiner, vegdekketype og andre objekter som er fredet på grunn av sin veghistoriske verdi, eller objekter som ligger langs vegen som er fredet av andre historiske hensyn.

Denne oppstillingen er på ingen måte fullstendig og det er ikke en juridisk korrekt fremstilling, men det gir en viss ide om hva lovene og forskriftene handler om.

## **22.3 Systematisk miljøarbeid**

Fordi temaet "Miljø" spenner over veldig mange fagfelt og reguleres i mange lover og forskrifter, er det nødvendig å jobbe systematisk med oppfyllelsen av samfunnets krav. De overordnede krav til miljøhensyn i drift og vedlikeholdsarbeidet er at man:

1. Sikrer at lover og forskrifter overholdes
2. Sikrer at andre forventninger til miljøstandard oppfylles
3. Bruker ressursene (mennesker, materiell og penger) mest mulig effektivt

For å sikre at man gjør drift og vedlikehold av vegen riktig er det blitt mer og mer vanlig å bruke miljøstyringssystemer. Miljøstyringssystemene kan være sertifiserbare, slik som ISO 14001, EMAS og lignende, eller de kan være mindre systemer som er laget for enkeltbedrifter med bakgrunn i Internkontroll-forskriften.



Kort fortalt innebærer et miljøstyringssystem (eller kvalitetssikringssystem) disse aktivitetene:

1. fortell hva du skal gjøre (beskriv målene eller miljøkravene og de tiltakene som er nødvendig)
2. gjør det
3. bevis at du har gjort det
4. lær av dine feil og gjør det bedre neste gang

Statens vegvesen har flere håndbøker som forteller om hvordan miljøkvaliteter langs vegen kan sikres. De mest sentrale i vegdriften er:

- Håndbok 111 Standard for drift og vedlikehold (med temahefte)
- Håndbok 151 Styring av utbyggings-, drifts- og vedlikeholdsprosjekter (med veileder om ytre miljø-planer (YM-planer))

Håndbok 111 gir beskrivelser knyttet til saltbruk, vedlikehold av støyskjermer, fjerning av tagging, vedlikehold av grøntanlegg, vask av tunneler, feing av vegnettet, bruk av sprøytemidler og mye annet som har miljøkonsekvenser.

Håndbok 151 stiller krav om at alle prosjekter, herunder driftsprosjekter, skal utarbeide en Ytre Miljøplan (YM-plan). Håndboken sier videre at prosjekter med komplekse miljøforhold kan ha en egen Ytre Miljø-kordinator og at ytre miljø skal være tema på alle byggemøter. I praksis kan Håndbok 151 med Ytre miljø-plan ses på som et enkelt miljøstyringssystem.



Figur 22.1 En god kontrakt er nøkkelen til et godt miljø. Statens vegvesens håndbøker og Ytre miljø-planen er gode føringer og hjelpemidler som sikrer at de riktige miljø-hensynene blir beskrevet i kontrakten.

Overordnede føringer i lover, stortingsmeldinger og lignende er ofte formulert på en måte som ikke egner seg i kontrakter. YM-planen hjelper til med å få oversikt over miljøkravene i kontrakts-området, samtidig som den hjelper til med å finne tiltak og beskrive tiltakene på en måte som fungerer i en driftskontrakt. Det er viktig at både byggherre og entreprenør forstår hva som skal gjøres og at dette er formulert på en måte som sikrer gjennomføring og som går an å prissette på en presis måte.

Ytre miljøplanen er oppbygd slik:

- Oversikt over kontrakten, inkludert oppsummering av miljømål (kapittel 1 om prosjektet/kontrakten)
- Hvem gjør hva? (kapittel 2 om organisering)
- Hvilke miljøkrav er satt? (kapittel 3 om miljømål)
- Hvor farlig er aktiviteten for miljøet? (kapittel 4 om risikovurdering)
- Hva skal gjøres for å unngå miljøskader? (kapittel 5 om tiltak)
- Når skal det gjøres? (kapittel 6 om tids- og fremdriftsplan)
- Hvilken beredskap har du? (kapittel 7 om forhold på anleggs-/kontraktsområdet)
- Hvordan håndterer du avvik? (kapittel 8 avviksbehandling)
- Hvordan beviser du hva du har gjort? (kapittel 9 dokumentasjon)

Ytre miljøplanen er foreløpig (i 2011) byggherrens dokument som hjelper ham å skrive et godt konkurransegrunnlag, men på litt sikt kan den blir et vedlegg til konkurransegrunnlaget på samme måte som SHA-planen (se også kapittel 21 HMS).

## 22.4 Hvilke miljøhensyn må tas i driftskontrakter?

Vi kan dele miljøhensynene inn i fire hovedpunkter:

1. Beskytte helse (støy, forurensning, trivsel)
2. Beskytte naturmiljøet inkludert dyr og planter (forurensning, vandringsveger, skjøtsel)
3. Beskytte kulturminner/kulturmiljøer (skader og reparasjoner som endrer verdien)
4. Ivareta estetiske hensyn (riktig skjøtsel og reparasjoner)

I de følgende avsnittene beskriver vi hovedproblemstillingene ved de forskjellige miljøtemaene, og gir noen eksempler på noen momenter som må vurderes før man inngår en driftskontrakt.

### 22.4.1 Støy

*Hovedproblemstilling:*

Støy kan gi søvnforstyrrelser og andre helseplager (stress, høyt blodtrykk, nervøse lidelser etc) og vurderes i forhold til støyfølsom bebyggelse langs vegen, for eksempel boliger, sykehus, barnehager, skoler og lignende.

*Hva skal du tenke på?*

- Enkeltepisoder med støy og skramling om natta ødelegger søvnen.
- Støyskjermer fungerer bare når de er tette. De må være tette helt ned til bakken og sprekker i skjermen (for eksempel vridde planker) må tettes.
- Skjermene må males/vedlikeholdes for å holde dem pene og for å beskytte mot råte og forfall.
- Det stilles krav til hvor raskt skader på skjermene skal utbedres.

- Rumlefelt, skjøter og slag hull i vegen kan gi mye støy når kjøretøy (spesielt tunge) kjører over dem. Det stilles krav til hvor raskt hull skal repareres. Kan rumlefelt lages mer støysvake (f eks ”sinusformede”)?
- Brøyting og brøyteutstyr:
  - Vi brøyter når det snør, men kan vi velge mer støysvakt utstyr for ikke å forstyrre nattesøvnen mer enn nødvendig?
  - Kan vi fjerne så mye snø som mulig fra boligområder på dagtid?
- Kan vi bruke støysvak asfalt?



*Figur 22.2 Støyskjermer skal være tette. Effekten av en støyskjermer med slike sprekker er liten og dermed kan det hende at skjermen ikke oppfyller støyregelevkrets krav. (Foto: Statens vegvesen)*

## 22.4.2 Luftforurensning

### *Hovedproblemstilling:*

Frisk luft er en avgjørende helsefaktor for alle. Luftforurensning irriterer luftveiene og kan forverre sykdommer som astma, kols og hjertesykdommer. I tillegg kan stoffer i forurensningen være kreftfremkallende. Det sistnevnte gjelder først og fremst avgasser fra bilene og er dermed noe man ikke får gjort veldig mye med i en driftskontrakt. I driftskontrakter er det først og fremst slitasjepartikler i byer og tettsteder man må være oppmerksom på. Slitasjepartikler fra asfalt og strømidler kan være skarpe og sette seg fast i lunger og luftveier og bidra til betennelser, astmaanfall, forverre hjertelidelser m.m.

### *Hva skal du tenke på?*

- Luftforurensninger skal måles (drift av målestasjoner er sjelden tema i ordinære driftskontrakter, men nevnes her likevel).
- Hvordan redusere forurensningen?
  - Velg riktig strømiddel – knust steinmateriale bør være hardt og bør vaskes før det spres i byer med støvproblemer. Natursand og svake kalkrike bergarter gir ofte mye støv når de blir knust/slitt av bildekkene.
  - Velg riktig feiemetode. Finstøvet skal samles opp, ikke spres.
  - Støvproblemet kan reduseres ved nedsatt hastighet på vegnettet.
  - Støvproblemet kan reduseres ved støvdemping, for eksempel med magnesiumklorid-løsning som fukter veggen og binder støvet før feiing.

## 22.4.3 Naturmiljø, inkludert vegetasjon og dyreliv

### *Hovedproblemstilling:*

Viltet vandrer på tvers av veggen. Veger kan være barrierer som stenger for viltet. Dyrene må hjelpes fram til sikre krysningspunkter. Kulverter kan stenge for fisk og andre vannlevende organismer. Vegetasjonen langs vegene ("Norges lengste hage") er variert og har ulik verdi. Noen steder finnes arter som er sjeldne og som derfor er vernet etter Naturmangfoldloven. Andre steder er det arter som er fremmede i norsk natur og som kan spre seg ukontrollert og ødelegge store naturverdier. Vegetasjonen langs vegene kan skades av saltbruk og den kan skades av feil opplegg og rutiner for kantklipp.

### *Hva skal du tenke på?*

- Viltoverganger og viltunderganger skal vedlikeholdes slik at viltet både vil og tør å bruke dem. Viltunderganger skal ikke brukes til lagringsplass for materiell og utstyr, eller tørkeplass for ved.
- Viltgjerder må vedlikeholdes slik at store dyr ikke klarer å rive dem ned og slik at små dyr ikke klarer å smyge seg igjennom.
- Der det ikke er viltgjerder må det opprettholdes trygge kryssinger over veggen ved å rydde vegetasjon eller tilrettelegge vegetasjonen slik at viltet foretrekker å krysse på ett sted. Dette stedet merkes med skilt.
- Kulverter som leder bekker under vegene må holdes ryddige og åpne slik at de ikke hindrer fiskevandring. Der det er laget kunstig bunn for å hjelpe fisken å svømme mot strømmen, må denne vedlikeholdes.
- Fisk søker ofte til skygge under vegetasjon ved elvebredden, og røtter, kvister og greiner som står/faller ned i vannet kan tjene som skjul og beskyttelse. Vegetasjonen kan også forsyne småfisk med mat, for eksempel insekter som faller ned. Dette må man tenke på før man foretar vegetasjonsrydding der veggen og elvebredden ligger tett.

- Man må unngå at driftsaktiviteter bidrar til å spre parasitter og sykdommer, f eks krepsepest og gyrodactylus salaris. Vann fra et infisert vassdrag må ikke brukes i vedlikeholdsarbeidet langs et friskt vassdrag. Hvis utstyr flyttes fra et infisert vassdrag til et friskt vassdrag må man sikre at utstyret ikke sprer parasitter og sykdommer ved rens eller ved at det står i "karantene" lenge nok til at alle organismer er døde før det flyttes.



*Figur 22.3 Viltgjerdet er i ferd med å brytes ned, sannsynligvis på grunn av en kombinasjon av mye snø og dårlig fundament. Dette kan på sikt gjøre det lettere for store dyr å forville seg inn på vegen. (Foto: Statens vegvesen)*

- Amfibieunderganger må holdes fri for rusk og rask slik at amfibiene kommer gjennom. Ledegjerdene ned mot amfibieundergangen må også gjøre det lett for amfibiene å vandre i riktig retning. Ledegjerdene må ikke fylles så mye med blader og jord at frosker og padder kan hoppe over gjerdet.
- For å opprettholde villreinindringer over fjellviddene må man noen steder fjerne brøytekantene slik at dyra får muligheter til å krysse, samt muligheter for å komme seg vekk hvis de har kommet ned på vegen. Dette tiltaket har altså to funksjoner; sikkerhet og miljø.



*Figur 22.4 Skadet kulvert som kan hindre fiskevandring. (Foto: Statens vegvesen)*



*Figur 22.5 Høye brøytekanter kan være et problem for viltet som skal krysse vegen. Viltet vil bruke lenger tid på å krysse vegen og brøytekanterne kan dermed øke faren for viltpåkørsel. (Foto: Statens vegvesen)*

- Saltskader på vegetasjonen er et problem som øker i takt med mengdene salt som brukes. Saltskadene kan opptre i to former; ”sviskader” etter salt som har sprutet fra vegen og lagt seg på knopper og blader på den siden av planten som vender mot vegen, eller skader som fordeler seg jevnt over hele planten som følge av at vannet røttene står i er salt. Skader er vanligvis begrenset til de nærmeste 10 – 20 meterne fra vegen, men i sjeldne tilfeller er det registrert saltskader opptil 250 meter fra saltede motorveger.

- Fremmede arter spres i norsk natur. Det er laget handlingsplaner for bekjempelse av slike arter. Bekjempelse er vanskelig, skal det bli effektivt må det gjøres samtidig av alle aktører i et område hvor bestander har slått rot. Dette krever koordinering av kommuner, industri, landbruk, vegeiere m fl.  
Noen arter er det bestemt skal bekjempes, andre skal man bare begrense videre spredning av. Det er viktig å være klar over at bekjempelsen må tilpasses hver enkelt art.  
Noen arter er slik at hver enkelt plantedel kan bli til en ny plante. Tenk på hvor mange nye planter man kan få hvis man klipper slike planter med mekaniske klippere, og tenk på hvor lett det er å spre dem til nye områder når man flytter en klipper som har planterester på seg! Slike arter må bekjempes med gift.  
Noen andre arter bekjempes best med klipping før de setter frø. Hvis en plante klippes hvert år før den rekker å spre frøene vil bestanden dø ut etter noen år. Planlegging av klipperuter og klippetidspunkt er derfor viktig. Noen arter må klippes flere ganger i løpet av sommersesongen/høsten.



*Figur 22.6 Busken midt i bildet er parkslirekne, en art som skal bekjempes. Da er det greit å vite at hvert eneste fragment av denne planten kan vokse opp til en ny plante. Bruk av vanlig klippeutstyr vil dermed forverre problemet, her må det brukes sprøytemidler. Men kun sprøytemidler som ikke skaper problemer i vannet i bakgrunnen – og hva gjør du hvis vannet er et drikkevann? Kan hele forekomsten graves opp og deponeres forsvarlig? (Foto: Statens vegvesen)*

- Tidspunkt for slåing er viktig. Det er nevnt at det er viktig å klippe før frøspredningen for å bekjempe fremmede og uønskede arter. På samme måte er det viktig å klippe etter frøspredningen for å hjelpe de artene man ønsker å bevare. I Norge er det en "svarteliste" over planter som skal bekjempes, og en "rødliste" over planter som skal vernes ("rødlista" er juridisk vernet).

- Sprøytemidler skal brukes så lite som mulig, med unntak av i bekjempelsen av uønskede arter. Sprøytemidler kan brukes der det er vanskelig å komme til med mekanisk utstyr, for eksempel i fjellskjæringer, under lave rekkverk og annet vegutstyr.

Se for øvrig kapittel 10 Grøntarealer.



Figur 22.7 Norges lengste hage trenger riktig stell. (Foto: Statens vegvesen)

#### 22.4.4 Landskapsbilde/bybilde

##### *Hovedproblemstilling:*

Temaet landskapsbilde/bybilde omhandler de visuelle kvalitetene i omgivelsene. Landskapsbilde omfatter omgivelsene, fra det tette bylandskapet til det uberørte naturlandskapet. I byområder kan det være aktuelt å bruke begrepet bybilde istedenfor landskapsbilde.

Det er et mål å utforme veganleggene slik at veggen og konstruksjonene er tilpasset stedet og landskapets karakter. God arkitektonisk kvalitet er kjennetegnet ved en bevisst utforming der funksjon og form er forent. Mange steder er det lagt mye arbeid og penger i å gjøre veggen og vegens omgivelser pene. Dette har betydning både for bilisten og vegens naboer. God estetisk kvalitet omfatter også detaljene der varige materialer og formgiving er sentralt.

Valg av vegetasjon i by- og tettstedsgater krever god planlegging og kunnskap. Det er viktig å planlegge anlegg som er robuste og varige. Grøntanleggene utvikles over tid og skjøtsel skal utføres i tråd med intensjonen for anlegget. I naturområder bør naturlig vegetasjon tilstrebes ved f.eks at metoden naturlig revegetering benyttes.

Viktige prinsipper er:

- Vegetasjonen skal være tilpasset landskap og omgivelser
- Eksisterende vegetasjon bør bevares
- I by og tettsted bør parkmessig vegetasjon tilstrebes



- I naturområder bør naturlig vegetasjon tilstrebes
- Spredning av fremmede arter bør unngås

*Hva skal du tenke på?*

- Oppretthold grøntanleggene slik at deres planlagte form og utseende bevares
- Vurder om enkle tiltak som vegetasjonsryddig og tynning kan forbedre situasjonen
- Viderefør intensjonen for utforming av anlegget
- Velg solide løsninger og materialer ved reparasjon av anlegget
- Nye elementer skal være tilpasset de eksisterende
- Små detaljer er viktige for helheten
- Kontakt faglig kompetanse dersom noe skal endres

#### **22.4.5 Vannforurensning og jordforurensning**

*Hovedproblemstillinger:*

Avrenning fra vegen inneholder salt, metaller og andre potensielt skadelige stoffer. Om vinteren brukes det salt på over 8000 kilometer statlig og fylkeskommunal veg (2011), og saltet kan påvirke innsjøer, grunnvann, drikkevann, jordstruktur samt dyr og organismer i vann og jord. Også kjemikalier brukt til vask, maling etc. kan renne av vegen og ut i sårbare miljøer.

Miljøkonsekvensene kan reduseres ved å redusere saltbruken, redusere kjemikaliebruken og å drifte sandfang og rensebasseng slik at de fungerer mest mulig effektivt.

*Hva skal du tenke på?*

- Noen innsjøer og grunnvannsforekomster har høye saltkonsentrasjoner forårsaket av vegsalt. Vegsalt kan føre til sjiktdannelse i innsjøer, fordi det salte, tunge vannet synker og legger seg som et stabilt bunnlag. Dette kan føre til at innsjøen ikke sirkulerer som normalt vår og høst, og bunnen får ikke tilført frisk, oksygenrikt vann. Vegsalt kan også føre til skade på biologiske samfunn og enkeltorganismer.
- Salt kan påvirke drikkevannsbrønner. Private drikkevannsbrønner har varierende grad av beskyttelse mot inntrengning av overvann fra veger og grøfter. De høyeste konsentrasjonene av salt i brønnen kommer ikke alltid i saltsesongen, hvis saltet beveger seg med grunnvannet kan de høyeste konsentrasjonene i brønnen opptre om våren, midt på sommeren eller til og med tidlig på høsten. Statens vegvesen har prosedyrer for hvordan erstatningssaker ved vegsalt i drikkevannet skal håndteres.
- Noen større vannverk forsynes av vann fra innsjøer eller grunnvannskilder nær vegen. Her er det viktig å holde oversikt over situasjonen. Å forurense store vannverk slik at grenseverdiene i drikkevannsforskriften brytes er ikke akseptabelt, og det kan være forferdelig dyrt for samfunnet å bytte vannkilde. Ved noen vannverk er det laget løsninger for å redusere saltinntrengningen, f.eks. kantstein og dreneringssystem som samler vann og leder det forbi vannkilden, tette membraner i grøftene e.l. Membraner kan punkteres ved reparasjoner på vegutstyr (lamper, rekkverk) eller ved oppryddinger etter ulykker, det er viktig at driftskontrakten er tydelig på hva som kan gjøres og ikke gjøres i slike områder.
- Avrenning fra veger inneholder metaller og miljøgifter. Der hvor det finnes renseløsninger (rensebassenger, rensegrøfter) for fanging av partikler må disse tømmes til rett tid. Hvis renseløsningen har ventiler må de stå i riktig posisjon. Vegetasjonen må fjernes der det ikke skal være vegetasjon, og opprettholdes der hvor vegetasjonen er en del av renseløsningen.

- Ved tunnelvask i tunneler med rensedbasseng må man sikre at vaskevannet samles opp i bassengene og at det blir stående der lenge nok til at såpen brytes ned og både de tunge og lette partiklene synker ned til bunnen av bassenget. Sandfang og rensedbasseng må tømmes regelmessig, og der hvor det er fare for at slammet kan være sterkt forurenset må det deponeres på rett måte og på rett sted (spesialavfallsmottak).
- Massene som graves bort ved grøfterensk og sandfangtømming er som regel ikke veldig forurenset, men ved høytrafikkerte veger kan innholdet av tungmetaller og miljøgifter overstige de lovlige grensene for vanlig deponering.
- Vær forsiktig med kjemikaliebruken til vask og vedlikehold, bruk små mengder og unngå søl og uhellsutslipp. Velg det mest miljøvennlige middelet dersom det er fare for spredning til naturen.

#### 22.4.6 Nærmiljø og friluftsliv

##### *Hovedproblemstillinger:*

Nærmiljø og friluftsliv er temaer som er viktige for vegens naboer. Fysisk aktivitet er en viktig helsefaktor, nærmiljøet bør være tilrettelagt slik at folk kan bevege seg ute uavhengig av vær og føreforhold. For eksempel vil brøyting og strøing av fortau gjøre at flere er i bevegelse også om vinteren.

##### *Hva skal du tenke på?*

- Hvordan man brøyter og hvor snøen legges har betydning for fremkommeligheten langs og på tvers av vegene. Det kan også ha stor sikkerhetsmessig betydning (for eksempel må ikke brøytekantene være for høye nær steder hvor fotgjengere krysser vegen).
- Brøyting av gangveger, bussholdeplasser etc er viktig for å gi myke trafikanter mulighet til å bevege seg trygt i nærmiljøet, og kan være et viktig bidrag til trivsel og trygghet.
- Strømidler må feies opp før sommersesongen for å redusere støvplage. Knuste steinmaterialer kan være skarpe og forårsake sykkelpunktering. Strøsand på tørr asfalt kan gi lav friksjon og være til fare for syklistene.
- Riktig tidspunkt for kantklipp i forhold til pollensesongen varierer for ulike arter, dette kan ha betydning for allergikere.

#### 22.4.7 Kulturminner og kulturmiljø

##### *Hovedproblemstillinger:*

Kulturminner og kulturmiljøer er definert i Lov om kulturminner. *Kulturminner* er alle spor etter menneskelig virksomhet i vårt fysiske miljø, herunder lokaliteter det knytter seg historiske hendelser, tro eller tradisjon til. *Kulturmiljøer* er områder hvor kulturminner inngår som en del av en større helhet eller sammenheng.

Langs vegene finnes mange verdifulle kulturminner. Dette kan være bygninger, gravhauger, bruer, alleer eller selve vegen. Statens vegvesen har utarbeidet en egen landsverneplan der et representativt utvalg av veger og bruer representerer veghistorien.

Hvilke kulturminner som er verdifulle, er ikke alltid like lett å tolke. En bygning kan for eksempel være verdifull selv om den ser falleferdig ut. Det anbefales å bruke "føre var"-prinsippet ved å anta at anlegget selv eller elementer i nærheten kan ha kulturhistorisk verdi som ikke bør skades.

De fleste kulturminner trenger jevnlig vedlikehold. Større utbedringer kan i mange tilfelle redusere verneverdien til et kulturminne dersom dette er utført uten kulturminnefaglig kunnskap. Utskifting av rekkverk eller bygningsdeler, vinduer, feil maling, farge eller puss etc. kan virke bagatellmessig for den som utfører det, men kan medføre varige skader på kulturminner.

*Hva skal du tenke på?*

Objektene skal forvaltes på en slik måte at de definerte kulturhistoriske verdiene i kulturminnet blir opprettholdt med minst mulig tap av autenticitet. Med autenticitet menes det som er ekte eller opprinnelig.

Viktige momenter er:

- Et kulturminne er ofte tilpasset en annen tid og andre krav. Dersom det endres for å tilfredsstillere våre standarder kan kulturminnets verdi gå tapt.
- Forvaltning, drift og vedlikehold skal skje på en måte som er tilpasset objektets egenart.
- Enkle reparasjoner eller vegetasjonsrensk kan være tilstrekkelig.
- Større utbedringer og utskifting av originaldeler kan medføre tap av verneverdi.

Når det gjelder fredete kulturminner må følgende gjøres:

- Alle tiltak utover ordinært vedlikehold på fredete kulturminner skal varsles riksantikvaren eller fylkeskommunen.
- Det må ikke igangsettes tiltak som kan motvirke formålet med vernet.
- Ingen må rive, flytte, påbygge, endre, forandre materialer eller farger eller foreta andre endringer som går lenger enn vanlig vedlikehold.

Tiltak på objekter i nasjonal verneplan for veger og bruer skal meldes til Vegdirektoratet v/ Miljøseksjonen først.



*Figur 22.8 Berbyveien i Østfold er en mellomriksveg fra Unionstiden og ble anlagt i 1880 og inngår i Nasjonal verneplan for veger, bruer og vegrelaterte kulturminner. Den er fredet etter kulturminneloven. Det øverste fotoet viser vegen slik den så ut da vegen ble fredet. Det nederste fotoet er eksempel på utbedring der det har vært manglende kunnskap om vegens verneverdi. Det er viktig at kulturminnefaglig kompetanse vurderer hvordan hensynet til kulturminnet kan ivaretas før et såpass omfattende tiltak gjennomføres. I dette tilfellet hadde det vært mulig å utbedre vegen med mye enklere tiltak enn det som er gjennomført (vegetasjonsrensk, grøfting, utbedring av rekkverk etc). (Foto: Statens vegvesen, 1999 og 2011)*

### 22.4.8 Energiforbruk

#### *Hovedproblemstillinger:*

Redusert energiforbruk er et viktig steg mot et mer bærekraftig samfunn. Det er viktig å redusere bruken av energibærere som gir direkte klimagassutslipp (f eks kull, olje og gass). Energi i form av elektrisitet fra vannkraft kan i noen tilfeller erstatte fossile brensel og dermed redusere klimagassutslippene.

#### *Hva skal du tenke på?*

Energiforbruk er et relativt nytt tema innenfor drift og vedlikehold. Entreprenørene har ofte en egen økonomisk interesse av å bruke lite energi til kjøring og maskinbruk, men også vegeier skal vurdere om det kan gjøres grep for å redusere energibruken. Ved valg av elektrisk utstyr bør man tenke på når utstyret står på, hvor lenge det brukes og hvor mye strøm det trekker. Når det gjelder gatebelysning er det f eks mye å spare på å velge riktig armatur, riktige pærer, og ikke minst at lyset slås av når det ikke er mørkt.

### 22.4.9 Materialvalg og avfallshåndtering

#### *Hovedproblemstillinger:*

Materialvalg har betydning for fremtidig vedlikehold og dermed også for kjemikaliebruk og avfallsmengder. Avfallet fra veggen og vegdriften kan inneholde miljøgifter som kan spres i naturen og må derfor behandles på en miljømessig god måte.

#### *Hva skal du tenke på?*

- Avfall som inneholder miljø- eller helsefarlige stoffer som er så farlige eller forekommer i så store mengder at det kan gi fare for skade skal leveres på spesialavfallsmottak. Det skal dokumenteres hvilke mengder farlige stoffer avfallet inneholder, og det skal i ettertid kunne dokumenteres at avfallet har blitt behandlet på en forsvarlig måte.
- Vegeier og entreprenør har ansvar for å hindre spredning av avfall og hindre ”produksjon” av avfall ved å velge materialer med god kvalitet og lang levetid.
- Dersom det finnes flere kjemikalier som kan benyttes til samme type jobb, er du etter produktkontroll-loven pliktig å velge det minst miljøskadelige stoffet.







Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet  
Publikasjonsekspedisjonen  
Boks 8142 Dep.  
N-0033 Oslo  
Tlf. (+47 915)02030  
E-post: [publvd@vegvesen.no](mailto:publvd@vegvesen.no)

ISSN: 1892-3844