

nr. 75

# Publikasjon

Sluttrapport for etatsatsingsområdet

## Bedre utnyttelse av vegens bæreevne



Statens vegvesen  
Vegdirektoratet

Veglaboratoriet

**Publikasjon nr. 75**

*Paul Senstad*

**Sluttrapport for  
etatsatsingsområdet**

# **Bedre utnyttelse av vegens bæreevne**

---

**Vegdirektoratet**

**Veglaboratoriet**

Oslo, november 1994

Omslagsdesign: Svein Aarset  
Forsidebilde: Husmo - foto A/S  
Layout / Originaler: Jan Edvardsen, Taugbøl Øverland a.s  
Trykk: Allkopi  
Opplag: 3000

2. opplag: 2002  
Trykk: Lobo Media AS  
Opplag: 600



## FORORD

FoU-prosjektet «Bedre utnyttelse av vegens bæreevne» (BUAB) er gjennomført i perioden 1990-94. Prosjektet er tatt inn i Norsk veg- og vegtrafikkplan (NVVP) 1990-1993 etter en prioritering fra vegkontorene og Vegdirektoratets avdelinger.

Hensikten med prosjektet har vært å finne frem til kostnadseffektive tiltak på vegen og på de tunge kjøretøyene for optimal utnyttelse av eksisterende vegnett. Et hovedmål med prosjektet har vært å presentere kostnader for alternative strategier for å få gjennomført aksellastpolitikken mot et riksvegnett med 10 tonn helårs aksellast. Vegholders vedlikeholdskostnader er vektlagt fremfor vegbrukers endrede transportkostnader.

Prosjektleder har vært Paul Senstad ved Veglaboratoriet, og prosjektansvarlige linjeledere har vært Torkild Thurmann-Moe og Åsmund Knutson. En plangruppe ble etablert fra starten, som støtte ved planleggingen og gjennomføringen av hovedprosjektet, med følgende sammensetning:

Games, Per	Statens vegvesen, Nord-Trøndelag
Knutson, Åsmund	Vegdirektoratet, Veglaboratoriet
Moen, Terje	Vegdirektoratet, Trafikant- og kjøretøyavdelingen
Nordal, Geirmund	Statens vegvesen, Møre og Romsdal
Refsdal, Geir (formann)	Vegdirektoratet, Veglaboratoriet
Senstad, Paul (prosjektleder)	Vegdirektoratet, Veglaboratoriet
Thomassen, Tor-Sverre	Vegdirektoratet, Driftsavdelingen
Thurmann-Moe, Torkild	Vegdirektoratet, Veglaboratoriet

I tillegg har mange av delprosjektene og deloppgaver hatt egne prosjektgrupper med medvirkning fra entreprenører, konsulenter, transportnæringen og fra Statens vegvesen.

*Veglaboratoriet, november 1994*



	side
Forord.....	3
Innhold.....	5
Sammendrag .....	7
Hovedmål og delmål for prosjektet .....	9
<b>Bakgrunnsstoff</b>	
Hva er bæreevne ?.....	11
Norsk aksellastpolitikk og utviklingen av tunge kjøretøyer .....	14
<b>Resultatdel</b>	
<b>emne 1:</b> Kjøretøyers nedbrytning av veg .....	18
<b>emne 2:</b> Automatisk vektregistrering .....	22
<b>emne 3:</b> Opphevelse av telerestriksjonene - .....	24
Hva koster det for Vegvesenet ?	
<b>emne 4:</b> Oppskrivning til 10 tillatt aksellast utenom teleløsningen - .....	26
Hva koster det for Vegvesenet ?	
<b>emne 5:</b> Opphevelse av telerestriksjonene - .....	28
Gevinst - eller tap - for vegbruker ?	
<b>emne 6:</b> Dekkefornyelse eller forsterkning - .....	30
Hva lønner seg?	
<b>emne 7:</b> Bedre utnyttelse av vegens bæreevne - .....	36
lønnsomme tiltak	
<b>emne 8:</b> Andre prosjekterresultater.....	38
Nyttige oppgaver fremover.....	40
Begreper.....	41
Rapporter, publikasjoner, veiledninger, PC-program.....	44



## Telerestriksjoner eksisterer fortsatt

Riks- og fylkesvegnettet har en bæreevne som gjør at det fremdeles finnes mange 8 tonn veger, og mange veger er belagt med restriksjoner i teleløsningen, ofte med 2 tonn eller mer i nedsatt tillatt aksellast.

## Bedre bæreevnemessig utnyttelse av vegnettet

Det vil være et endelig mål å få riks- og fylkesvegnettet åpnet for 10 tonn tillatt aksellast hele året. Dette kan kun nås skrittvis. De tiltak er prioritert som er enkle å gjennomføre, som koster lite for vegholder, men som betyr mye for vegbruker. Forslagene er basert på at oppskrivning til 8 tonn tillatt aksellast prioriteres foran oppskrivning fra 8 til 10 tonn.

Denne rapporten peker på en rekke tiltak som kan gjennomføres for å oppnå en bedre utnyttelse av vegnettets bæreevne.

*På vegsiden* presenteres en rekke skritt som gradvis vil føre til avvikling av telerestriksjonene:

- opphevelse av «sære» bruksklasser som en forenkling av regelverket
- opphevelse av alle telerestriksjoner under 8 tonn
- opphevelse av alle telerestriksjoner på 8 tonn på 10 tonns vegnettet.

Dekkelevetiden er dessuten trukket frem som en parameter som bør brukes til styring av dekkefornyelsestiltak, i tillegg til eller som erstatning for tradisjonelle bæreevne målinger med nedbøyningsutstyr for fastlegging av behov for tiltak.

*På kjøretøysiden* introduseres begrepet «vegvennlighet» og «vegvennlige kjøretøy» presenteres. Ellers er det en rekke kjøretøyparametre som det kan være aktuelt å fremme gjennom kjøretøy- og avgiftspolitikken som vil føre til en vesentlig mindre nedbrytning av vegen:

- bruk av boggi og trippelboggi fremfor enkel aksel
- bruk av tvillingmonterte hjul fremfor enkeltmonterte hjul
- reduksjon av lufttrykket, særlig i tvillingmonterte hjul der et lavere lufttrykk vil være riktig i forhold til hjullasten.

## Er kostnadstallene realistiske ?

De kostnadstall som legges frem er basert på forutsetninger som nødvendigvis representerer mange forenklinger. Det skal heller ikke legges skjul på at slike beregninger er svært komplekse og at fallgruvene er mange. Det er imidlertid utført overslagsberegninger med ulik innfallsvinkel som gir troverdighet til kostnadstallene. Størrelsesorden og den relative innbyrdes forskjellen i de kostnadstall som fremlegges anses derfor som realistiske.



# HOVEDMÅL OG DELMÅL FOR PROSJEKTET

Prosjektet har hatt fire hovedmål (A, B, C og D) med ulike delmål som vist:

## Hovedmål A: Tunge kjøretøyers vegvennlighet

Dette hovedmålet danner grunnlaget for de økonomiske analysene i hovedmål B.

- Tilrettelegge for automatisk vektregistrering og dokumentere målenøyaktighet.
- Presentere resultater fra automatisk vektregistrering.
- Presentere relative nedbrytende effekter fra kjøretøyt tekniske elementer og ulike tunge kjøretøy/vogntog
- Tilrettelegge resultatene som grunnlag for økonomiske analyser av alternativ aksellast-politikk (Hovedmål B).
- Rangere tunge kjøretøy/vogntog etter graden av vegvennlighet.

## Hovedmål B: Økonomiske konsekvenser for vegbruker og vegholder

Dette hovedmålet inkluderer beregning og presentasjon av endrede kostnader for vegbruker og vegholder ved alternative tiltak knyttet 10 tonn helårs tillatt aksellast uten restriksjoner.

- Presentere beregningsgrunnlag av vegholders merkostnader til dekkevedlikeholdet ved opphevelse av eksisterende telerestriksjoner og generell oppskrivning til 10 tonn tillatt aksellast.
- Presentere vegholders merkostnader knyttet til riks- og fylkesvegnettet.
- Beregne vegbrukers endrede transportkostnader som følge av ev opphevelse av telerestriksjonene, inklusiv effekt av fremtidig dekketilstand og vedlikeholdsinnsats.

## Hovedmål C. Valg av tiltak for utbedring og forsterkning av eksisterende veg

Dette hovedmålet skal utvikle og presentere hjelpemidler for vurdering av vedlikeholdsbehov og valg av differensierte tiltak for et mer optimalt dekkevedlikehold.

- Utarbeide tre veiledninger knyttet til vedlikehold av eksisterende veg: 'Armering av veg', 'Forsterkning av veg', 'Skadekatalog for bituminøse vegdekker'.
- Bestemme stabilitet av ubundne materialer i vegfundament og undergrunn og nødvendig overdekning basert på ramming av DCP-sonde.
- Utarbeide et dataprogram for grafisk presentasjon av grunnlagsdata og tilstandsdata fra Vegdatabanken (VDB) for bl.a. identifisering av strekninger med ev. forsterkningsbehov.
- Utarbeide PC-program for dimensjonering av ny veg og forsterkning av eksisterende veg etter dimensjoneringsnivå 1 og 2.
- Kartlegge og presentere dekkelevetider på riksvegnettet. Etablere parameteren 'normal levetid' for ulike kombinasjoner av typiske dekketyper og trafikkbelastning. Vurdere under hvilke forhold det er lønnsomt for vegholder å dekkeforny eller forsterke eksisterende veg.

## Hovedmål D. Tolkning av bæreevnen på vegnettet basert på nedbøynings- og tilstandsdata

Dette hovedmålet skal vurdere dagens målemetoder for en veks bæreevne og vurdere muligheten for bruk av tilstandsdata som et grunnlag for et nytt bæreevnerregister.

- Vurdere bruken av registrerte tilstandsdata som grunnlag for et nytt bæreevnerregister.
- Vurdere ev. måleteknisk forbedring av ulikt nedbøyningsutstyr.
- Forbedre tolkning av resultater fra nedbøyningsmålinger ved registrering av bæreevne.
- Oppdatere rapporter fra nedbøynings- og oppgravningsregisteret i Vegdatabanken (VDB).



## Hva er bæreevne ?

*En vegs bæreevne er et svært sammensatt begrep, og samvirket mellom de forskjellige materialer og lag som inngår, forandrer seg med situasjonen. Det er derfor mulig å beskrive bæreevnen på mange ulike måter.*

*Behovet for å kunne gi et tallmessig uttrykk for bæreevne har ført til en rekke målemetoder, de fleste basert på vegens nedbøyning eller respons på en eller annen form for prøvebelastning. Vi har også metoder som gjør det mulig å beregne bæreevnen når vi vet hvilke materialer en vegkonstruksjon er bygget opp av og de tykkelser som inngår (f.eks. indeksmetoden og mekanistisk dimensjonering).*

*For at disse metodene skal være praktisk brukbare må det gjøres forenklinger, og ingen av dem gir således den hele og fulle «sannhet». I Norge har vi til nå valgt å knytte bæreevnen til aksellasten, selv om vi vet at kontaktrykket mellom hjulet og vegbanen i mange tilfelle kan være minst like avgjørende for dekkelevetiden. Med tanke på hva vi ønsker å bruke bæreevnebegrepet til, nemlig som et uttrykk for vegdekkets levetid, er tilstandsutviklingen over tid vesentlig.*

### Bæreevne - pr. definisjon

En vegs bæreevne skal uttrykke hvilke *trafikkbelastninger* vegen kan utsettes for med normalt vedlikehold over en viss *tidsperiode* uten at *dekketilstanden* faller under et visst nivå.

Bæreevnen representerer derfor en vegkonstruksjons styrke og angis i Norge som antall tonn på en enkel aksel.

Vegnormalene sier ikke at vi skal bygge vegene våre telesikre. Tvert imot dimensjoneres vegene vanligvis kun for å sikre bæreevnen. Frostsikring vurderes bare for veger med spesielt mye trafikk eller når det er fare for særlig store ujevne telehiv.

### Bæreevnen varierer

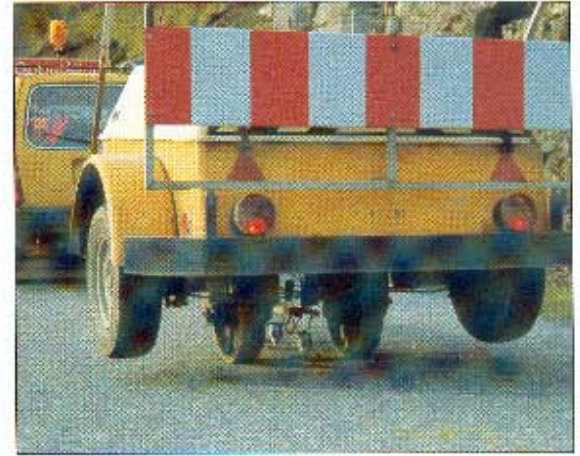
Bæreevnen er ingen konstant størrelse. Bæreevnen er knyttet både til lokale forhold, akseptabel dekketilstand, vedlikeholdsinnsatsen over tid, og ikke minst til de ulike årstider. Vi har behov for en tallstørrelse som uttrykker vegens bæreevne av flere grunner:

1. Vi bruker bæreevnen for å fastsette *vegens tillatte aksellast*. Ikke mer enn 10% av en strekning skal ha en bæreevne som er dårligere enn vegens tillatt aksellast. En svak bru på strekningen kan føre til at tillatt aksellast settes til et nivå under vegens faktiske bæreevne.
2. Store deler av vegnettet får en *reduisert bæreevne i teleløsningsperioden* når vegen tiner opp. Årsaken er oftest overskudd av vann i vegkonstruksjonen. For å beskytte vegen i teleløsningsperioden, reduseres *tillatt aksellast*, ofte med 2 tonn. Også om høsten kan slike forhold inntreffe.
3. Vi bruker bæreevnen for å avdekke avvik fra den administrative *tillatte aksellasten*. Dersom bæreevnen er betydelig lavere enn vegens tillatte aksellast, vurderes forsterkning som et alternativ til hyppig dekkefornyelse.

### Bæreevnen bestemt ut fra nedbøyningsmålinger

Den største nedbøyningen av vegdekket under et lastebilhjul i fart er ca. 0,5-0,8 mm på en alminnelig bra veg. For virkelig dårlige veger er nedbøyningen 2-3 mm. I dag brukes som regel nedbøyningsmålinger med Dynaflect eller fallodd for å fastsette en vegs bæreevne. Den elastiske nedbøyningen som registreres er tenkt å etterlikne nedbøyningen under et lastebilhjul.





Med nedbøyningutstyr måler vi den elastiske nedbøyningen under en kjent last på vegoverflaten. Nedbøyningen forteller oss noe om bæreevnen.

### Sommerbæreevne og teleløsningsbæreevne

Bæreevnen fastsatt på grunnlag av nedbøyningsmålinger vi utfører om sommeren eller høsten betegnes som vegens *sommerbæreevne*. *Teleløsningsbæreevnen* er bæreevnen i teleløsningen og kan variere både fra uke til uke og fra år til år. Den kan bestemmes ved hjelp av nedbøyningsmålinger.

Teleløsningsbæreevnen kan også bestemmes ut fra kjennskap til vegens oppbygging, dvs. lagtykkelser og materialkvalitet.

En veg som er bygget som en 10 tons veg etter vegnormalene (R2) og har tilfredsstillende drenering, skal ha en bæreevne på 10 tonn i teleløsningen. Om sommeren vil vegen da normalt ha en litt høyere bæreevne. Eldre veger på riksevegnettet har ofte en forskjell på ca. 2 tonn mellom bæreevnen om sommeren og i teleløsningen. Veger som vi oppfatter som svake kan ha en forskjell på ca. 3 tonn. På fylkesvegnettet er en forskjell mellom sommer- og teleløsningsbæreevnen på 2-4 tonn ikke uvanlig.

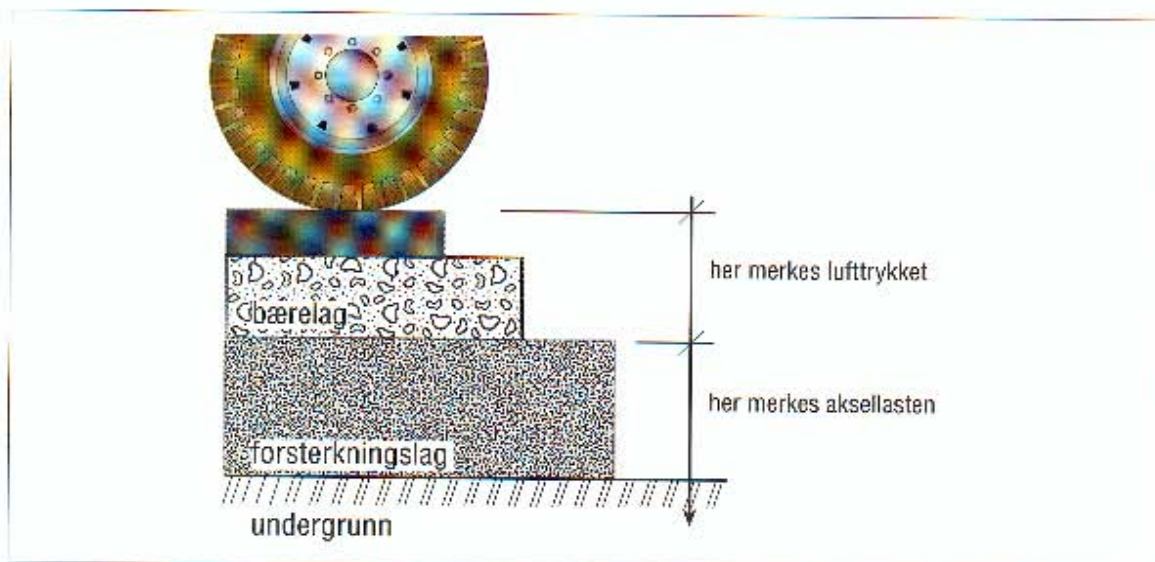
### Både aksellasten og lufttrykket i dekkene bryter ned vegen

Om vi ser bort fra vegslitasjen fra bruk av piggdekk og skader på vegdekket pga. telehiv mv, så kan også dekkelevetiden grovt sett gi et uttrykk for vegens bæreevne. Når vi har bestemt en vgs bæreevne med nedbøyningsutstyr og ikke får bæreevnen til å «stemme» med dekkelevetiden, er årsaken ofte at vi ønsker å uttrykke vegens bæreevne ved den *aksellast* vegen kan tåle.

Nedbøyningsmålinger uttrykker best forsterkningslagets og undergrunnens egenskaper. Dette gjelder alle utstyrstyper, men spesielt Dynaflect. Nedbøyningsmålinger sier mindre om bærelagets egenskaper og eventuelle svakheter. Derfor kan dekkelevetiden bli urimelig kort selv om vi registrerer en bæreevne på 10 tonn eller høyere med nedbøyningsutstyr. Bæreevnen mot undergrunnen er tilfredsstillende, men bærelaget tåler ikke påkjenningen fra kontaktrykket mellom bildekket og vegbanen.

Mye av den nedbrytning som finner sted, og særlig i teleløsningen, er knyttet til svake bærelag. Det er først og fremst lufttrykket i dekkene som påkjenner bærelaget og for disse vegene er det derfor ikke helt logisk bare å håndheve aksellastrestrisjoner i teleløsningen. Begrensninger knyttet direkte til lufttrykket ville trolig ha vært minst like bra eller bedre, men administrativt kan dette være vanskelig å gjennomføre.





Forsterkningslaget og undergrunnen kjenner aksellasten - vegdekket og bærelaget kjenner mest kontaktrykket.

### Bæreevne og dekkelevetid

Dekkelevetiden uttrykker behovet for dekkefornyelse, og det kan derfor være mulig å uttrykke bæreevnen ved hjelp av dekkelevetiden eller tilstandsutviklingen.

Vegdatabanken vil etter hvert gi oss en god oversikt over tilstandsutviklingen på vegnettet. Da kan vi fastsette dekkelevetiden, både ut fra den faktiske dekkefornyelsestakten og ut fra tilstandsutviklingen. Bæreevnen kan vurderes ut fra vegens faktiske dekkelevetid i forhold til den dekkelevetid man normalt burde forvente på denne vegen, ut fra bl.a. ÅDT og dekketype. Nedbøyningsmålinger vil trolig i større grad vil bli brukt til å finne frem til *riktig tiltak* når forsterkningsbehovet er fastlagt ut fra dekkelevetiden.

## 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 Kjøredskaber paa Veien fra Hanestad Jernbanestation til Øvre Rondalens Kirke.

#### § 1.

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

#### § 2.

Paa firehjulede Vogne kan, naar Lastens 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.

På 1800-tallet var man opptatt av å begrense lasten i forhold til hjulhøyde og felgbredde (dvs. «lufttrykk»!).



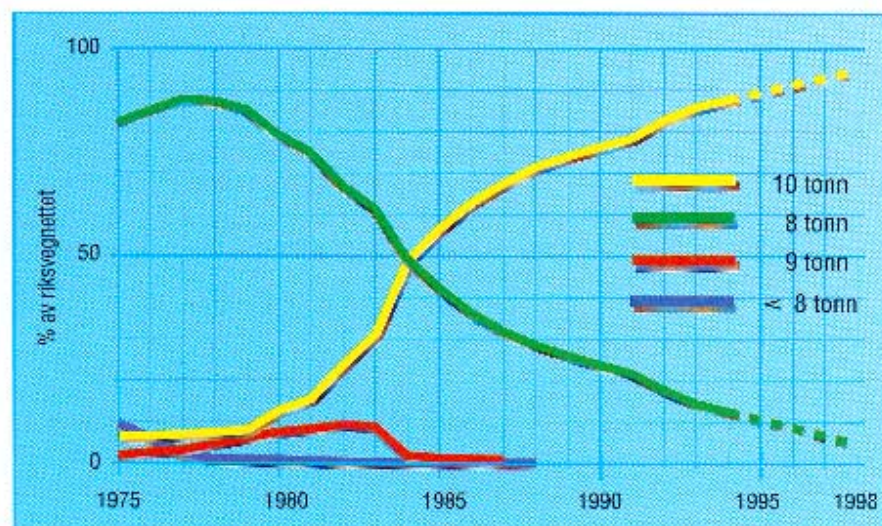
## Norsk aksellastpolitikk og utviklingen av tunge kjøretøyer

Norsk aksellastpolitikk har i stor grad vært knyttet til bæreevnen i telegløsningen. På store deler av vegnettet settes hvert år tillatt aksellast ned med 2 tonn i telegløsningen. På den annen side er det også vanlig i flere fylker å utnytte den høye bæreevnen om vinteren ved å øke tillatt aksellast om vinteren når bruene tåler det.

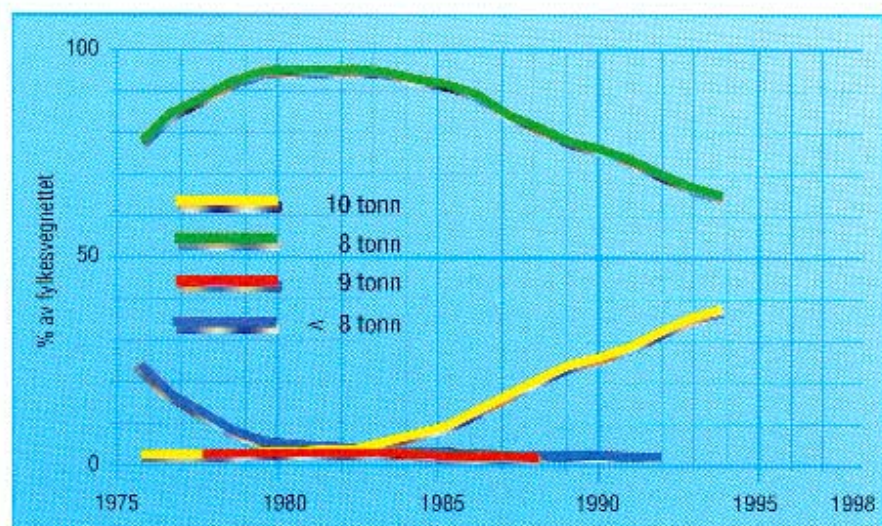
### 1979 - et vendepunkt i aksellastpolitikken

Nye veger har helt siden 1940-årene blitt bygget for å tåle 10 tonn aksellast. Vegnettet ellers tålte sjelden en slik aksellast. Før 1979 var det forutsatt at en veg som skulle tillates for 10 tonns aksellast også skulle tåle denne aksellasten i telegløsningsperioden. Derfor hadde vi ikke mange 10 tonns veger på denne tiden. Denne aksellastpolitikken ble forlatt i 1979. En rekke veger som tidligere hadde hatt 8 tonn tillatt aksellast hele året, fikk nå tillatt aksellast skrevet opp til 10 tonn om sommeren, noe som vegen også tålte. Dette representerte en vesentlig bedre utnyttelse av den bæreevnen vegen hadde.

Også for vegbrukerne var dette en vesentlig bedre situasjon, selv om det utfra omfanget av telerestriksjoner på riksvegene kan se ut som om forholdene har forverret seg siden 1979.

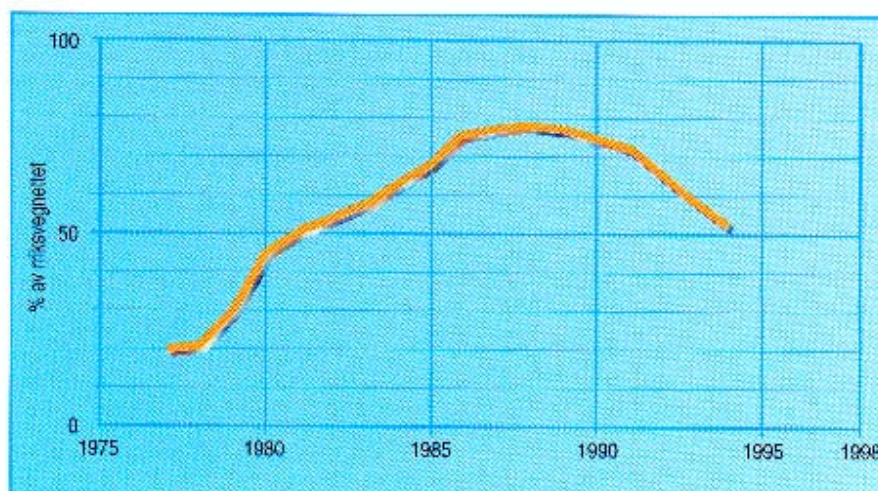


Utviklingen i tillatt aksellast på riksvegnettet 1975 -1994 samt mål for tillatt aksellast i 1998.



Utviklingen i tillatt aksellast på fylkesvegnettet 1975-1994.





Omfanget av telerestriksjoner på riksvegnettet 1977-1994 (alle bruksklasser).

Sommer/ teleløsning	10/10	10/8	10/7	10/6	8/8	8/7	8/6	8/4	6/6	sum km
Riksveger	44,4	40,8	0,7	3,4	2,7	1,1	6,8	0	0	26360
Fylkesveger	5,1	23,0	0,9	6,9	15,1	5,1	42,0	1,6	0,4	27051

Tillatt aksellast om sommeren og i teleløsningen på riks- og fylkesvegnettet pr. 1.1.1994 (%).

### 8 tonn tillatt aksellast og svake bruer

På riksvegnettet er det ialt ca. 8000 bruer. Pr. 1. januar 1994 var forholdene slik:

- Bk T8 - 50 (2095 km / 8,0 % av vegnettet): På dette vegnettet er bruene sterke nok for 50 tonn totalvekt, men de tåler ikke alltid 10 tonn aksellast.
- Bk T8 - 39 (695 km / 2,6 % av vegnettet): Bruene i dette vegnettet (ialt 73 stk.) tåler ikke høyere totalvekt enn 39 tonn.
- Bk 8 (85 km / 0,3 % av vegnettet): Bruene (ialt 18 stk.) i dette vegnettet tåler ikke høyere totalvekt enn 31,5 tonn.

På fylkesvegnettet er det ialt 5896 bruer. Av disse er 780 pr. 1.1.1994 ikke tillatt for 10 tonn aksellast (B11).

### VEGEN: Viktige endringer i aksellastpolitikken

#### Før 1978

- En tung 8 tonn klasse med 39 tonn tillatt totalvekt ble innført i oktober 1966.
- 10 tonn ble for første gang innført som en tillatt aksellast på riksvegnettet i februar 1971. Forutsetningen var at disse vegene ikke skulle ha telerestriksjoner.
- En ny 9 tonn klasse ble innført 1. mars 1974. Bakgrunnen var å ha en klasse der det var mulig å innføre telerestriksjoner.

#### Vegplanperioden 1978 - 1981

- 10 tonn med telerestriksjoner ble innført 1. januar 1979. Etter dette ble forsterkning av veger utført til 8 tonn teleløsningsbæreevne. Dette ble forutsatt å skulle tilsvare 10 tonn sommerbæreevne.
- Forhøyet tillatt vinteraksellast på 10 tonn ble innført for første gang vinteren 1980-81 i Oppland og Buskerud.

#### Vegplanperioden 1982 - 1985

- Totalvekten ble tillatt økt fra 42 til 50 tonn for veger i Bk 9 og Bk 10 fra 1. januar 1982. 42 tonn totalvekt ble beholdt på enkelte riksveger fram til 1. juli 1991.



**Vegplanperioden 1986 - 1989**

- 9 tonnns klassen avvikles ved at disse vegene blir skrevet opp til 10 tonn. Fra 1. januar 1988 var det ikke flere riksveger i denne klassen.
- Tung 8 tonn klasse med tillatt totalvekt 50 tonn ble innført 18 juli 1989.
- 14 tonn boggilast ble tillatt 8. april 1988 på Bk 10-veg med 8 tonn i teleløsningen. Forutsetningen var tvillingmonterte hjul.
- Fra våren 1989 økte også tillatt boggilast for veger satt ned til 7 og 6 tonn i teleløsningen.

**Vegplanperioden 1990 - 1993**

- I løpet av perioden ble hele stamvegnettet tillatt for 10 tonn aksellast, også i teleløsningen, hovedsakelig gjennom en administrativ oppskrivning fra 10/8.
- Tillatt last på én drivaksel ble økt fra 10 til 11,5 tonn 1. sept. 1990.
- Tillatt boggilast ble økt fra 16 til 18 tonn for akselavstander 1,30 til 1,80 m 1. sept. 1990.
- Tillatt trippelboggilast ble økt til 24 tonn 1. sept. 1990.
- Tillatt boggilast ble økt 15. april 1993 fra 18 til 19 tonn for motorvogn med luftfjæring eller tilsvarende myk færing, samt for boggier med helt lik lastfordeling.
- Tillatt boggilast ble økt 15. april 1993 fra 12 til 14 tonn på BkT8 - tonns veger med 50 tonn totalvekt, forutsatt tvillingmontering på minst en akse i boggien.

**Vegplanperioden 1994 - 1997**

- I denne perioden skal de øvrige riksveger ha nådd en tillatt aksellast på 10 tonn, ev. med telerestriksjoner. Av dette vegnettet er 1400 km vurdert å være så dårlig at oppskrivning til 10/8 ikke bør skje. Erfaringene med oppskrivning ellers i perioden vil være avgjørende for om disse vegene blir skrevet opp etter 1998.

**KJØRETØYET: Viktige endringer og utviklingstendenser*****Bruk av enkeltmonterte hjul***

Utviklingen startet på 80-tallet, særlig knyttet til utenlandstransport med semitrailere.

***Bruk av trippelboggi***

Utviklingen startet på 70-tallet med europeiske semitrailere på 40 tonn.

***Antall aksler på tunge kjøretøyer***

Overgang fra to til tre aksler på trekkvogn (foraksel + boggi) pga. økt tillatt totalvekt og bedret fremkommelighet. Av samme grunn skjedde en overgang fra to til tre og fire aksler på tilhenger. Fire aksler på tilhenger er først og fremst knyttet til tømmertransport og 22 m lange vogntog.

***Vogntogtype***

Utvikling mot større bruk av semitrailere. Tidligere var det stort sett bare slepe- og påhengsvogner.

***Dekkbruk***

Overgangen fra diagonaldekk til radialdekk begynte tidlig på 70-tallet. Tunge kjøretøyer bruker i dag utelukkende radialdekk.

Piggdekk ble tatt i bruk på 60-tallet samtidig med at de kom inn på personbilsiden. På utenlandstransporter er piggdekk mindre brukt pga. piggdekkforbud. Innføringen av helårsdekk har ført til at det i dag totalt sett er noe mindre bruk av piggdekk enn tidligere.



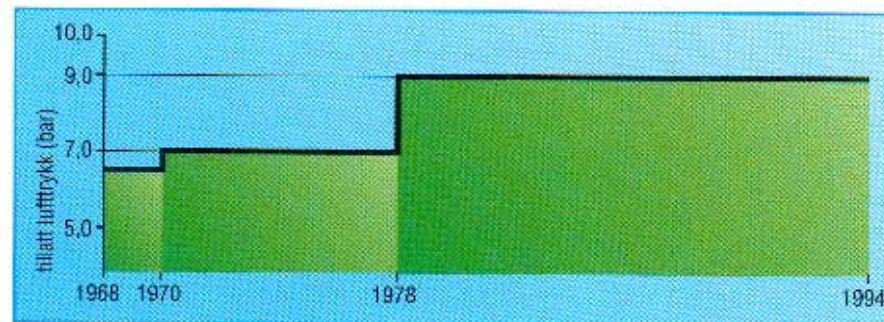
**Fjæring og støtdempere**

Fra 50- og 60-tallet har fjæringen på bil blitt stadig mykere, mest pga. førerkomfort. Dette har imidlertid samtidig medført at støtdempere har blitt nødvendig. Stabilisatorer benyttes sammen med bladfjæring. På tilhengere er stive fjærer uten stabilisator det vanlige i dag når det gjelder bladfjæring.

Parallelt med dette har det skjedd en dreining mot bruk av luftfjæring, særlig på tilhengere og busser. Luftfjæring gir økt komfort og dessuten samme kjørehøyde med og uten last, og mulighet for heving og senking av vekselplass og høydejustering mot lasteramper.

**Luftrykk**

Luftrykket i dekkene har gått sterkt opp de siste 20-30 årene, noe som utviklingen i tillatt ringtrykk gjenspeiler.



Utviklingen i tillatt luftrykk siden 1968.

## Riksveger

Fylke	Sum km	10/10	8/8	10/5	10/7	10/8	8/7	8/5	8/4	8/2	6/5	ADT
Oslo	899	352	32	469	0	0	0	5	0	0	0	3630
Akershus	890	340	64	484	21	11	0	80	0	0	0	6100
Hedmark	1970	322	18	738	0	0	0	382	0	0	0	1730
Oppland	1828	745	19	790	0	112	0	81	0	0	0	2030
Buskerud	1566	382	0	540	0	0	0	26	0	0	0	3740
Vestfold	908	382	52	170	0	0	0	0	0	0	0	4510
Telamark	1220	519	80	622	0	0	0	0	0	0	0	2060
Aust-Agder	864	294	89	591	0	0	0	0	0	0	0	1820
Vest-Agder	348	241	194	543	0	0	0	0	0	0	0	2000
Fogelund	1136	577	27	904	0	0	0	0	0	0	0	2330
Hordaland	1121	321	190	521	0	0	0	38	0	0	0	2510
Sogn og Fjordane	1738	1055	0	883	0	0	0	0	0	0	0	770
Møre og Romsdal	1785	283	1	1317	167	0	218	0	0	0	1	1430
Sør-Trøndelag	1439	251	2	385	0	0	91	202	0	0	0	2090
Nord-Trøndelag	1689	336	14	542	0	288	0	247	0	0	0	1430
Nordland	2703	945	1	1114	0	136	0	515	0	0	0	1210
Troms	1685	532	0	447	0	356	0	336	0	0	0	1210
Finnmark	2117	2147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	550
TOTAL	25198	11648	721	13680	188	869	301	1804	0	0	0	4
		46.4%	2.7%	40.8%	0.7%	3.4%	1.1%	6.8%	0.0%	0.0%	0.0%	

## Fylkesveger

Fylke	Sum km	10/10	8/8	10/5	10/7	10/8	8/7	8/5	8/4	8/2	6/5	ADT
Oslo	899	48	290	257	0	0	0	394	0	0	0	750
Akershus	1083	34	154	340	0	75	26	272	100	0	0	1500
Hedmark	2629	110	32	322	3	105	0	1878	276	0	0	475
Oppland	2043	66	0	280	0	236	0	1362	28	31	1	270
Buskerud	1566	37	91	267	0	82	0	708	0	0	0	670
Vestfold	973	126	111	226	0	0	0	210	0	0	0	1150
Telamark	1089	54	66	204	0	236	0	589	0	0	0	500
Aust-Agder	870	28	338	314	0	0	0	0	0	0	0	390
Vest-Agder	1277	28	268	670	0	0	0	7	0	0	4	900
Fogelund	1132	436	768	625	0	0	0	0	0	0	20	180
Hordaland	1926	172	727	616	0	8	0	273	0	0	7	300
Sogn & Fjordane	1404	3	458	910	0	0	0	26	0	0	0	160
Møre og Romsdal	1824	22	1	221	236	0	1344	0	0	0	1	360
Sør-Trøndelag	1587	19	1	96	0	68	2	382	0	0	75	230
Nord-Trøndelag	1759	35	0	257	0	289	0	1158	0	0	0	290
Nordland	2581	14	18	124	0	514	0	1911	0	0	0	200
Troms	1518	22	0	136	0	288	0	1367	0	0	4	275
Finnmark	2017	49	92	906	0	0	0	0	0	0	0	300
TOTAL	27047	1375	4080	6210	245	1050	368	1347	415	3	17	0
		5.1%	15.1%	23.0%	0.9%	6.0%	1.3%	42.0%	1.5%	0.1%	0.0%	

Fylkesvis fordeling av bruksklassene (km) på hhv. riks- og fylkesvegnettet pr. 1. januar 1994.



# Kjøretøyers nedbrytning av veg

Et vegdekke brytes ned av trafikklast, klima og aldring. Trafikklastene står for 50-70% av den totale nedbrytningen. De viktigste faktorer for nedbrytningen av vegen er kjøretøyets akselkombinasjoner og aksellaster, lufttrykket i dekket, last pr. hjul og fjæringssystem. Relativ nedbrytende effekt fra disse enkeltkomponentene, kjøretøyets samlede nedbrytende effekt og kjøretøyets vegvennlighet kan beregnes.

Nedbrytning (N) i følge "4. potensregelen":

$$N = \left(\frac{P}{10}\right)^4$$

P = aksellast (tonn)

For 10 tonn (referanseakselen) er N = 1,0

## Relative nedbrytende effekter fra enkeltkomponenter

Nedbrytningen av vegen øker eksponensielt med økende aksellast og kan beskrives ved 4. potensregelen. Nedbrytningen fra ulike akselgrupper, aksellast, hjulmontasje, dekkdimensjon og lufttrykk relativt til nedbrytende effekt fra en referanseaksel kan beregnes som vist i figur 1.1 (A7, P2, P4).



aksellast (tonn)	akselgruppe	hjulmontasje	dekkdimensjon	opptredende lufttrykk (bar)	relativ nedbrytende effekt
10	enkel	enkel	315/80R22,5	8,5	2,6
10	enkel	tvilling	315/80R22,5	8,5	1,2
18	boggi	enkel	385/65R22,5	8,5	2,4
18	boggi	tvilling	295/80R22,5	8,5	1,2
24	trippelboggi	enkel	385/65R22,5	8,0	1,9
24	trippelboggi	tvilling	265/70R19,5	7,5	0,7

Figur 1.1 Eksempler på relative nedbrytende effekter av ulike akselgrupper for gitt aksellast, hjulmontasje, dekkdimensjon og lufttrykk. Referanseaksel: 10 tonn enkel aksel med tvillingmonterte hjul og 8 bar lufttrykk har en relativ nedbrytende effekt lik 1,0.

Kjøretøyets geometri og laster må være kjent

## Relative nedbrytende effekter fra kjøretøy

For å beregne kjøretøyets samlede relative nedbrytende effekt må en kjenne kjøretøyets akselkombinasjoner, totalvekt og lastfordeling. Figur 1.6 kan brukes for beregning av relative nedbrytende effekter for hver akselgruppe for ulike kombinasjoner av aksellast, hjulmontasje, dekkdimensjon, lufttrykk og fjæringssystem. Dersom nedbrytningen i hovedsak er knyttet til problemer med bærelaget eller utmatting av vegdekket, finnes tilsvarende diagram for dette (P4). Den relative nedbrytende effekt fra hver akselgruppe beregnes, og effekten fra alle akselgruppene summeres til kjøretøyets samlede relative nedbrytende effekt, se figur 1.2.

akselgruppe	8t	18t	12t	12t	8t	11,5t	18t	10t
								
Foraksel trekkvogn		1,3				1,3		
2. akselgruppe trekkvogn		0,8				1,3		
1. akselgruppe henger		0,2				1,6		
2. akselgruppe henger		0,2				2,0		
<b>Samlet relative effekt</b>		<b>2,5</b>				<b>6,2</b>		

Figur 1.2 Eksempler på beregning av samlet relative nedbrytende effekt for hhv. en slepevogn (50 tonn) og en påhengsvogn (47,5 tonn).



## Luftrykk og hjulmontasje

Alle lastene fra et kjøretøy overføres til vegbanen via de enkelte hjul og kontaktflatene mellom hjul og vegdekket. Det er luftrykket i dekket som bærer hjullasten. Kontakttrykket og luftrykket er tilnærmet likt, men kontakttrykket kan variere mye over dekkbredden avhengig av dekktype og luftrykksnivå.



De øverste 20-25 cm av overbygningen er sterkt påvirket av luftrykket, hjullasten har her mindre effekt. Under denne dybden har luftrykket liten effekt, her er det hjullasten som dominerer (A1, P1).

Bruk av enkelmonterte hjul reduserer kjøretøyets egenvekt, øker tillatt nyttelast, bedrer drivstofføkonomien og kjøretøyets stabilitet. Enkelmonterte hjul brukes på forakselen på trekkvognen og i økende grad på hengere, især på semitrailere.

Enkelmonterte hjul har en relativ nedbrytende effekt som er 2-5 ganger større enn nedbrytningen fra tvillingmonterte hjul for samme aksellast, avhengig av kombinasjoner av dekktype, dekkdimensjon og luftrykk (P2).

Luftrykket blir vanligvis ikke, verken for enkelt- eller tvillingmonterte hjul, justert etter opptredende hjullaster. Luftrykket holdes konstant på et nivå slik at dekkets tillatte last til enhver tid kan utnyttes.

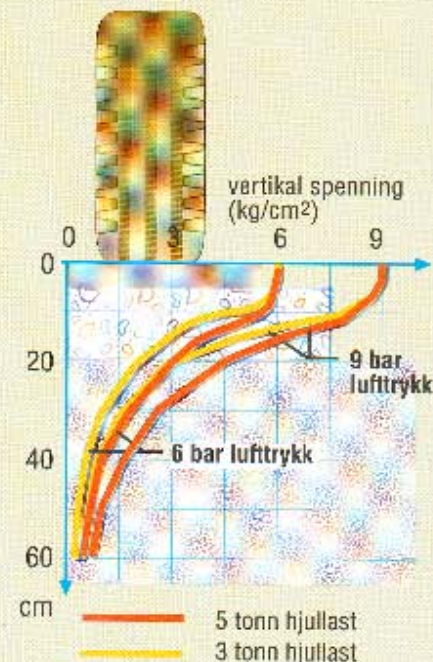
Tvillingmonterte hjul har derfor ofte et luftrykk på 8-9 bar som kan være 2-4 bar høyere enn nødvendig for maksimale opptredende hjullaster på 2-2,5 tonn for denne hjulmontasjen, se figur 1.3. Reduksjon av luftrykket i tvillingmonterte hjul i hht. opptredende hjullaster kan redusere nedbrytningen knyttet til denne hjulmontasjen med opptil 50%.

Trekkvogn				Henger			
							
8 tonn		18 tonn		12 tonn		12 tonn	
enkel foraksel		boggi bakaksel		boggi foraksel		boggi bakaksel	
hjul	315/80R22.5 enkeltmonterte hjul		295/80R22.5 tvillingmonterte hjul		295/80R22.5 tvillingmonterte hjul		
hjulast (tonn)	lastet 4	tom 1,5	lastet 2,25	tom 0,9	lastet 1,5	tom 0,4	
opptredende / anbefalt luftrykk (bar)	8,5 / 8,5	8,5 / 5,5	7,5 / 5,5	7,5 / 5,0	7,5 / 5,0	7,5 / 5,0	

Figur 1.3 Eksempler på opptredende og anbefalte luftrykk i enkelt- og tvillingmonterte hjul.

## Fjæringssystem

En fjæring skal primært motvirke kjøretøyets vertikale bevegelser og dermed de dynamiske kreftene mot vegdekket. Fjæringsegenskapene er påvirket av bl.a. fjærstivhet, støtdempere, vegbanens jevnhet og kjøretøyets fart. Norske aksellastbestemmelser gir økt tillatt last for enkelte kombinasjoner av boggiaksler og tvillingmonterte hjul ved bruk av luftfjæring. Det brukes i større grad bladfjærer som har egenskaper tilsvarende luftfjæring (A6, P2).





Vegvennlighet er forholdet mellom medbrakt nyttelast i tonn, og kjøretøyets samlede relative nedbrytende effekt

Det er ønskelig med en høy verdi på kjøretøyets vegvennlighet.

Tillatt aksellast	Totalvekt kjøretøy	Vegvennlighet		
		god	middels	lav
10 tonn	45-50 tonn	10	7,5	5
	35-45 tonn	7	6	5
8 tonn	45-50 tonn	15	12	10
	35-45 tonn	10	9	8

Typiske nivåer på vegvennlighet.

○ Enkelmontert hjul

## Kjøretøyets vegvennlighet - grunnlag

Det er ønskelig at det benyttes tunge kjøretøyer/ vogntog slik at størst mulig nyttelast blir transportert med minste nedbrytning av veien. Dette kan uttrykkes ved kjøretøyets vegvennlighet, som er definert som forholdet mellom medbrakt nyttelast, i tonn, og kjøretøyets samlede relative nedbrytende effekt (P4). Når kjøretøyets samlede relative nedbrytende effekt og medbrakt nyttelast er bestemt, kan kjøretøyets vegvennlighet beregnes, se figur 1.4:

kjøretøy / vogntog	totalvekt (tonn)	nyttelast (tonn)	samlet nedbr.eff.	vegvennlighet
slepevogn	50	32	2,5	12,8
påhengsvogn	47,5	33,5	6,2	5,4

Figur 1.4 Beregning av vegvennligheten for vogntogene i figur 1.2.

## Kjøretøyets vegvennlighet - resultater

Vegvennligheten til de mest representative vogntogene som trafikkerer det norske vegnettet er beregnet (P4, A9). Beregningene inkluderer ulike kombinasjoner av lastutnyttelse, totalvekter og aksellaster og bruksklassen til veien som trafikkeres. På dette grunnlaget er de mest vegvennlige og de minst vegvennlige vogntogene identifisert. Disse er rangert i hht. vegvennlighet og presentert i figur 1.5:

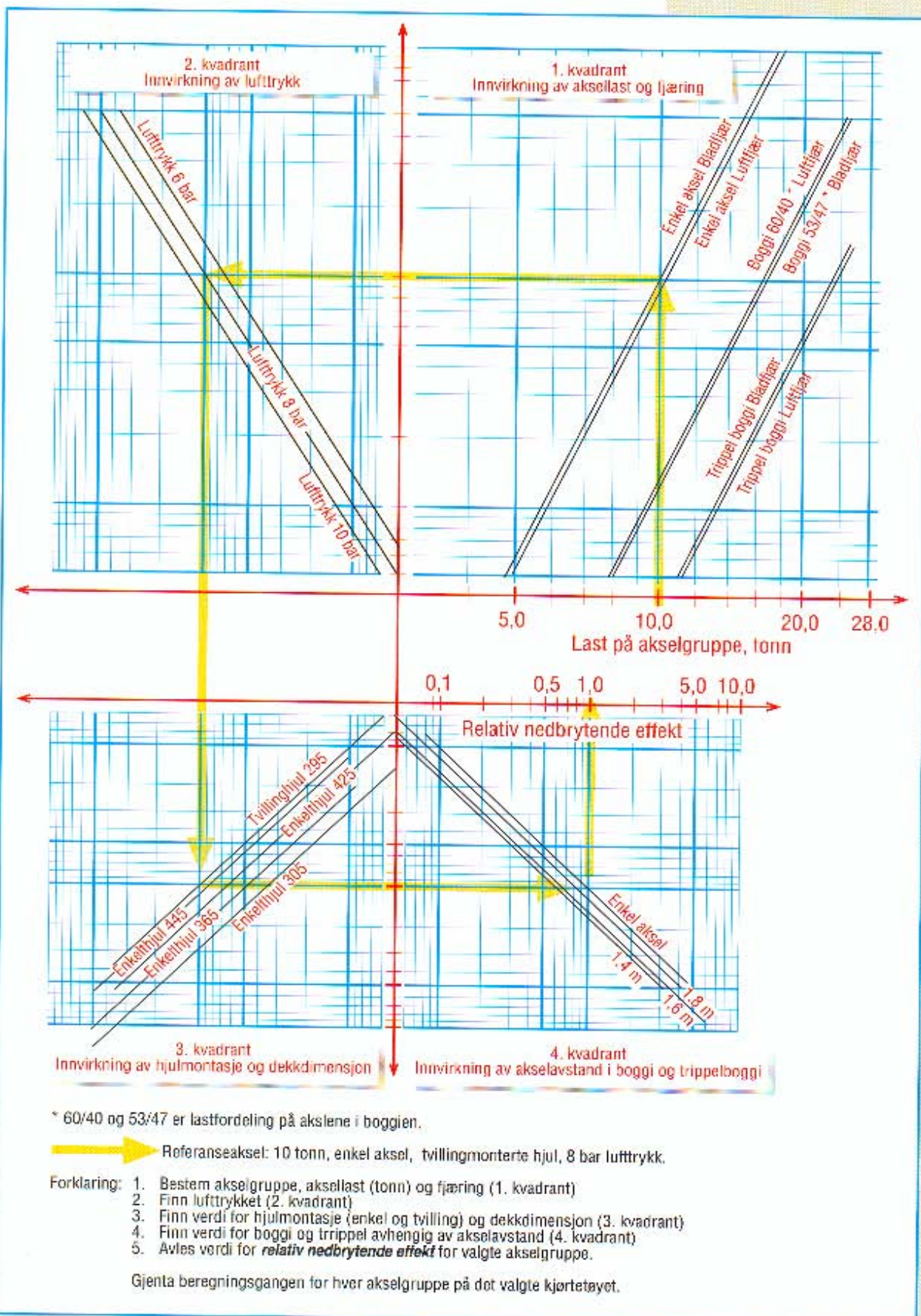
Mest vegvennlige vogntog	Relativ nedbrytende effekt	Vegvennlighet	Minst vegvennlige vogntog	Relativ nedbrytende effekt	Vegvennlighet
Slepevogn	2,5	12,8	Påhengsvogn	6,2	5,4
Semitrailer	2,4	12,6	Semitrailer	5,4	5,9
Slepevogn	3,1	10,8	Slepevogn	4,9	6,8

Figur 1.5 De mest vegvennlige og minst vegvennlige vogntogene for totalvekter på 47-50 tonn og nyttelaster på 30,5 - 33,5 tonn.

Generelt øker vegvennligheten ved bruk av boggi og/eller trippelboggi fremfor enkle aksler, og med tvillingmonterte hjul fremfor enkelmonterte hjul. De mest vegvennlige vogntogene, med 47-50 tonn totalvekt, er en slepevogn med tre-akslet trekkvogn (med foraksel og en boggi) og en fire-akslet henger (2 boggi der én kan være en langboggi) eller en semitrailer med tre-akslet trekkvogn og en tre-akslet henger (trippelboggi). Alle aksler, bortsett fra foraksel, har tvillingmonterte hjul.

Den 7-akslede slepevognen er også vegvennlig på 8 tonns veg med 50 tonn totalvekt. I tillegg kreves ingen omlasting/avlastering av dette vogntoget når transporten skjer både på 8 og 10 tonns veg.



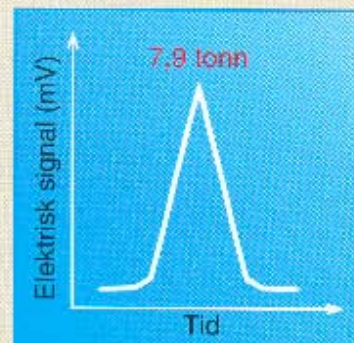


Figur 1.6 Diagram for beregning av relativ nedbrytende effekt for en akselgruppe. Diagrammet gjelder veg med normalt bærelag.



**Automatisk vektregistrering gir :**

- vektdata
- informasjon om sammensetning av tung bilpark
- grunnlag for transportøkonomiske analyser



Kalibreringskurve fastsettes etter signalnivå pr. kabel

# Automatisk vektregistrering

Automatisk vektregistreringer gir informasjon om opptredende aksellaster på veien og fordelingen av de ulike kjøretøygruppene. De samme vektdata gir grunnlag for anslag over lastutnyttelsen av tunge kjøretøy og styrker grunnlaget for transportøkonomiske analyser. Registreringer kan bidra til gjennomføring av mer effektive manuelle vektkontroller, mhl. utvelgelse av kjøretøy, samt valg av tid og sted. Prosjektet har bidratt til at systemet er operativt og med en tilfredsstillende målenøyaktighet, men ikke som grunnlag for ileggelse av vektgebyrer.

## Måleprinsipp

Måleprinsippet og registreringsutstyret som anvendes ved automatisk vektregistrering er det samme som anvendes ved Automatisk Trafikkontroll (ATK). Hver passerende aksel fører til en sammenklemning av kablene. Dette induserer et elektrisk signal i hver kabel. Signalet, knyttet til hver passerende aksel, lagres for videre analyse og beregning av aksellast, kjøretøygeometri og hastighet. Nivået på signalet varierer med bl.a. aksellast, stivhet og jevnhet på vegdekket, og kjøretøyets fart (A4).



Figur 2.1 Prinsippkisse av målepunkt for automatisk vektregistrering.

## Autokalibrering og vektberegning

Et gjennomsnittlig signalnivå beregnes på grunnlag av registrerte signaler fra lette kjøretøyer. Dette signalet knyttes til den enkelte kabel, lagres og oppdateres hver klokke-time. Signalet danner grunnlag for en automatisk kalibrering av registrerte signaler innen denne klokke-timen. Autokalibreringsalgoritmen knyttet til den aktuelle måleserien, gjør det mulig å beregne aksellast til hvert registrerte signal innenfor tilhørende tidsserie.

Autokalibreringsprinsippet gjør det unødvendig å kartlegge temperatur, stivhet og fuktighet i dekket og faktorenes eventuelle innflytelse på signalnivået (A2, A5).

## Vektrapporter

I tillegg til beregning av aksellaster og totalvekter kan en kartlegge utnyttelsen av vegens tillatte aksellast som tilbys vegbruker til ulike årstider, utnyttelsen av kjøretøyets tillatte nyttelast og passeringshyppigheten av ulike kjøretøygrupper. Beregnings- og presentasjonsprogram av vektdata er utviklet (P6, PC4).

Felt	Ref. nr.	Tids-punkt	Gruppe	Hast. (km/t)	Total-vekt	Aksellaster (tonn)	Akselavstand (m)
1	5798	(1.32)	U3x	75.1	52.9	7.9 8.9 6.9 10.8 9.3 8.1	(4.2,1.3,4.6,4.1,2.0)
1	5802	(1.42)	T33	53.2	51.1	7.8 8.2 6.9 9.8 9.1 9.3	(4.6,1.3,4.2,4.7,1.3)

Figur 2.2 Eksempel på vektrapport med registrering av enkeltkjøretøy.



## Målenøyaktighet

Målenøyaktigheten ved automatisk vektregistrering bestemmes ved å sammenligne registrerte vektor av kjøretøyer veiet automatisk med vektor registrert på faste eller mobile vektor. Målenøyaktigheten er forholdet mellom automatisk registrert vekt og statisk vekt. Ev. avvik mellom beregnet dynamisk og statisk aksellast for et antall registrerte aksler benyttes for å justere den aktuelle autokalibreringsalgoritmen.

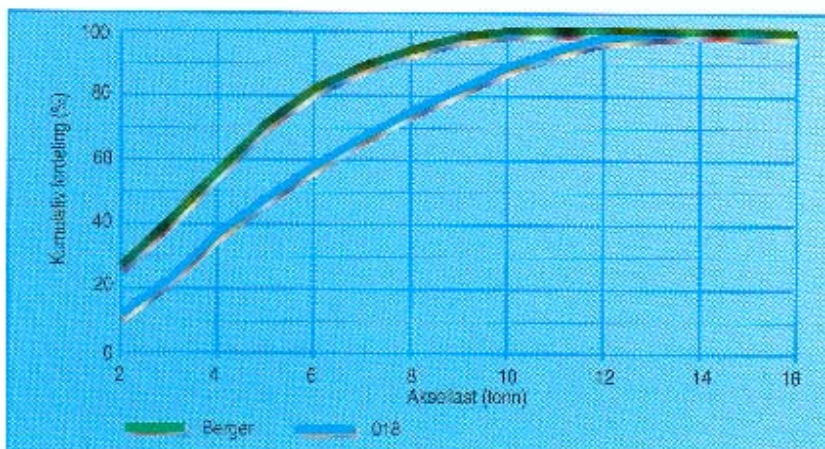
Idag registreres ca. 80% av de tunge kjøretøyer innenfor en målenøyaktighet på +/- 15%, med tilnærmet samme nøyaktighet for akselgruppene enkel, boggi og trippelboggi og totalvektor. Dette er brukbar nøyaktighet for flere formål, f.eks. ved beregning av trafikk-laster som skal ligge til grunn for dimensjoneringsregler for veg-overbygninger og som grunnlag for transportøkonomiske analyser. Det er et mål å få 90% av de tunge kjøretøyene innenfor +/- 15% målenøyaktighet (P6).

Målenøyaktighet	Totalvekt	Foraksel
+/- 10%	53%	61%
+/- 15%	80%	69%
+/- 20%	84%	87%

Figur 2.3 Eksempel på andel av registrerte totalvektor og vekt på foraksel ved ulike nivåer av målenøyaktighet. Målinger fra mars - juni 1993 på E6 ved Øyer, Oppland.

## Resultater

Generelt viser måleresultatene at trafikklastene på 10 tonns veg er lavere enn hva som er lagt til grunn i dimensjoneringsgrunnlaget for vegoverbygninger (R2). Gjennomsnittlig utnyttelsesgrad er ca. 50 % av tillatt nyttelast. Kunnskapen på dette feltet har til nå vært svært mangelfull. I tillegg har en registrert fordelingen av de ulike tunge kjøretøyene (P6, A11).



Figur 2.4 Aksellastfordelingen på Berger, E6, Akershus i perioden august 1993 - august 1994. Sammenstilt med dimensjoneringsgrunnlaget, se kurve merket "018" (R2).

Målenøyaktighet er forholdet mellom beregnet dynamisk aksellast og statisk aksellast.



Hva blir merkostnadene om vi skriver opp tillatt aksellast i teleløsningen

- fra 8 til 10 tonn ?
- fra 6 til 8 tonn ?

#### Eksempel 1

Riksveg med ÅDT = 1800

Telerestriksjoner (10/8) skal oppheves

Merkostnadene (kr/km/år) blir:

$$k \times 5.300 = 1,20 \times 5.300 = 6.360 \text{ kr/km/år}$$

#### Eksempel 2

Fylkesveg med ÅDT = 200

Telerestriksjoner (8/6) skal oppheves

Merkostnadene (kr/km/år) blir:

$$k \times 3.700 = 0,82 \times 3.700 = 3.034 \text{ kr/km/år}$$

Vegnett pr. 1. jan. 1994

# Opphevelse av telerestriksjonene

## Hva koster det for Vegvesenet ?

Dersom restriksjonene i teleløsningsperioden oppheves uten at vegen forsterkes, vil dette føre til en raskere nedbrytning av vegen - dvs. en kortere dekkelevetid. Dekkene må da fornyes oftere, og denne årlige merkostnaden må Vegvesenet ta dersom ikke dekketilstanden skal forverres og vegbruker bli påført økte transportkostnader.

### Redusert dekkelevetid - eller sammenbrudd

For en riksveg som er tillatt for 8 tonn i teleløsningen vil dekkelevetiden typisk reduseres fra 10 til 8 år dersom tillatt aksellast settes opp til 10 tonn i teleløsningsperioden. En fylkesveg som settes opp fra 6 til 8 tonn i teleløsningen vil tilsvarende få dekkelevetiden redusert fra 15 år til 11 år (B2, B4, B12).

I noen tilfeller vil en opphevelse av telerestriksjonene føre til, ikke bare en reduksjon av dekkelevetiden, men noe som ligner på et lokalt sammenbrudd og behov for full ombygging/forsterkning av vegen. Slike utbedringer må vi også ta hensyn til i kostnadsoverslaget.

### Merkostnader - pr. km

Merkostnadene for den enkelte vegstrekning vil variere med tillatt aksellast i teleløsningen i dag og etter en opphevelse, med vegtype (riks- eller fylkesveg), trafikkbelastning (ÅDT), dekketype og vegbredde (B2, B4, B12).

#### Merkostnader, kr/km/år

##### RIKSVEGER

10/8 til 10/10:  $k \times 5.300 \text{ kr/km/år}$

10/6 til 10/10:  $k \times 20.300 \text{ kr/km/år}$

8/6 til 8/8:  $k \times 7.200 \text{ kr/km/år}$

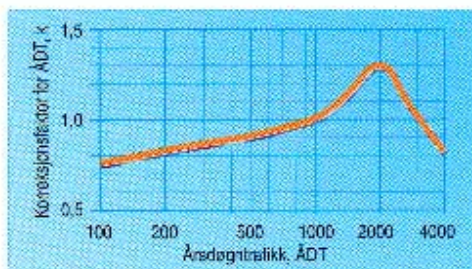
##### FYLKESVEGER

10/8 til 10/10:  $k \times 2.700 \text{ kr/km/år}$

10/6 til 10/10:  $k \times 10.400 \text{ kr/km/år}$

8/6 til 8/8:  $k \times 3.700 \text{ kr/km/år}$

8/4 til 8/8:  $k \times 12.900 \text{ kr/km/år}$



Figur 3.1. Gjennomsnittlige årligmerkostnader (økte vedlikeholdskostnader knyttet til hyppigere dekketfornyelse) pr. km veg avhengig av vegtype, ÅDT og tillatt aksellast.

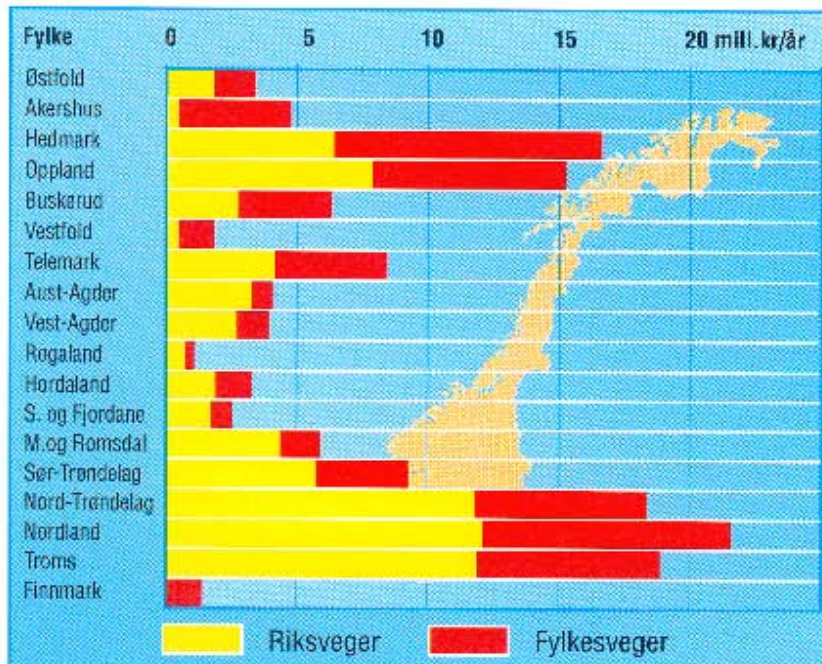
### Merkostnader - hele vegnettet

Ved en full opphevelse av alle telerestriksjoner på vegnettet vil vegholder ikke bli belastet med merkostnadene før dekkene må fornyes. Derfor vil det ta «en dekkelevealder» før Vegvesenet merker de totale årlige merkostnadene. Noen lokale strekninger kan likevel få sammenbrudd kort tid etter en ev. opphevelse og kreve øyeblikkelige forsterkning/ombygging. Derfor vil vi få en tilleggsregning de første 2-4 årene utover ordinær dekketfornyelse.

#### Ingen telerestriksjoner - prislapp: 145 mill. kr/år

Ut fra omfanget av telerestriksjonene på riks- og fylkesvegnettet vil de totale årlige merkostnader for en full opphevelse bli ca. 145 mill. kr/år, fordelt med 80 mill. kr på riksvegene og 65 mill. kr på fylkesvegene. Fordelingen mellom fylkene er vist i figur 3.2. Kostnadsforskjellene forteller først og fremst at det i dag er store variasjoner mellom fylkene mht. hvor stor del av vegnettet som er belagt med restriksjoner. Tallene sier imidlertid ikke noe om kostnadene ved å opprettholde dekketilstanden på dagens vegnett med dagens tillatte aksellast.





Figur 3.2. Årlige merkostnader på fylkesbasis for opphevelse av telerestriksjonene pr. 1.1.1994. Til høyre er vist fylkesvise årlige merkostnader (mill.kr/år) ved å oppheve alle telerestriksjoner under 8 tonn.

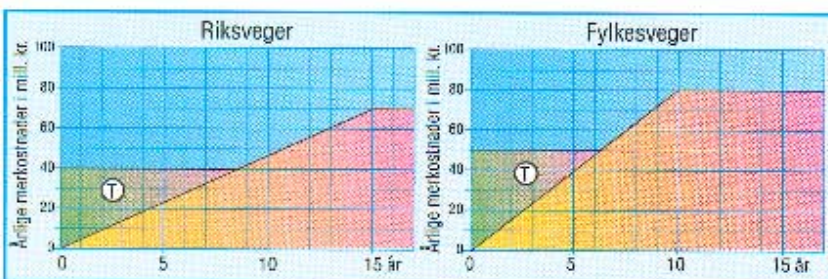


#### Ingen telerestriksjoner under 8 tonn - prislapp: 85 mill. kr/år

For å tilby vegnettet uten telerestriksjoner under 8 tonn, dvs. at 8/8- og 10/8-vegene beholdes, må dekkevedlikeholdet på riksvegnettet økes med ca. 25 mill. kr/år. Fylkesvegnettet må tilføres 60 mill. kr/år.

Endring av bruksklasse	Årlige merkostnader mill.kr/antall km veg	
	riksveger	fylkesveger
fra 10/8 tonn til 10/10 tonn	51,0 mill / 10620 km	14,0 mill / 6210 km
fra 10/7 tonn til 10/10 tonn	1,7 mill / 188 km	1,1 mill / 246 km
fra 10/6 tonn til 10/10 tonn	16,3 mill / 883 km	15,2 mill / 1855 km
fra 8/7 tonn til 8/8 tonn	0,6 mill / 288 km	1,3 mill / 1368 km
fra 8/6 tonn til 8/8 tonn	10,2 mill / 1778 km	30,4 mill / 11347 km
fra 8/4 tonn til 8/8 tonn	0 mill / 0	4,3 mill / 418 km
<b>totalt</b>	<b>79,8 mill. kr</b>	<b>66,3 mill. kr</b>

Figur 3.3. Årlige merkostnader for opphevelse av telerestriksjonene - for alle bruksklasser og for hele vegnettet.



Figur 3.4. Vegvesenets fremtidige årlige merkostnader ved en ev. opphevelse av alle telerestriksjoner slår ut for fullt etter ca. 10 år og 15 år på henholdsvis riks- og fylkesvegnettet. På grunn av «lokale sammenbrudd» på særlig svake strekninger, kan det bli en tilleggsregning (T), særlig de første 2-4 årene.

Det er forutsatt at telerestriksjonene i gjennomsnitt er innført i 8 uker.

I noen fylker innføres ikke telerestriksjoner hvert år. Dette er gjenspeilet i kostnadene.

Forutsetninger kan endres og ev. ny beregning utføres vha. (B12).

Opphevelsen av telerestriksjoner i perioden 1991-94 har allerede ført til årlige merkostnader på 25 mill. kr på stamvegnettet og 10 mill. kr på de øvrige riksveger. Disse utgiftene får full tyngde først etter år 2000 og er ikke inkludert her. På fylkesvegnettet er tillatt aksellast nesten uendret i samme periode, og gir derfor ikke fremtidige merkostnader.



Tillatt aksellast utenom teleløsningen pr. 1.1.1994:

	riksveg	fylkesveg
10 tonn	89,1 %	35,8 %
8 tonn	10,9 %	64,2 %

For teleløsningen (2 mnd.) er konsekvensene beskrevet i emne 3. Om vintoren (4 mnd.) regner vi ikke med at det skjer noen økt nedbrytning.

Det brukes årlig ca. 850 mill. kr til dekkefornyelse på riksvegene og ca. 500 mill. kr på fylkesvegene.

# Oppskrivning til 10 tonn tillatt aksellast utenom teleløsningen

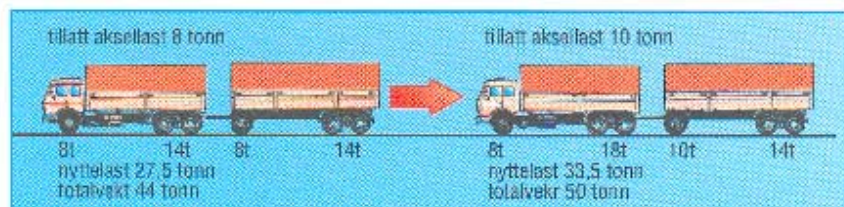
## Hva koster det for Vegvesenet ?

Mens det bare er 10,9 % av riksvegnettet som ikke har 10 tonn tillatt aksellast utenom teleløsningen i dag, er andelen 64,2 % på fylkesvegnettet. Oppskrivning av tillatt aksellast uten forsterkning vil føre til at vegdekket utsettes for økte trafikkpåkjenninger. Over tid vil dette føre til raskere nedbrytning og derved økte vedlikeholdskostnader for å opprettholde dagens dekketilstand.

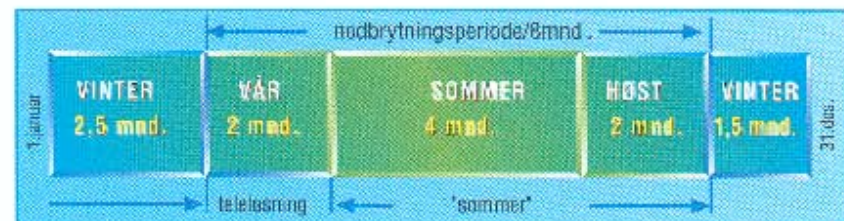
### Bedre lastutnyttelse betyr færre turer

Utenom teleløsningen er oppskrivning av tillatt aksellast fra 8 til 10 tonn mest aktuelt. Dette reduserer dekkelevetiden fra 10 år til ca. 7 år. Hvilke merkostnader pådrar da Vegvesenet seg?

Etter en oppskrivning vil ikke vegens ÅDT endre seg merkbart. For de tyngste kjøretøyene, som etter vognkortet kan utnytte økningen i tillatt aksellast, vil imidlertid oppskrivningen føre til at det totale antall turer reduseres ca. 10%. Vi forutsetter at dagens transportbehov ikke endres som følge av en oppskrivning av tillatt aksellast, dvs. det selges ikke flere sofagrupper av den grunn.



Figur 4.1. For et typisk tungt kjøretøy på en 8 tonns veg vil økningen i tillatt nyttelast på en 10 tonns veg (her 22 %) føre til 22 % færre turer (forutsatt full lastutnyttelse).



Figur 4.2. Det er konsekvensene av oppskrivning av tillatt aksellast til 10 tonn om sommeren og om høsten (tilsammen 6 mnd. og gjerne kalt sommeren) som er beskrevet her.

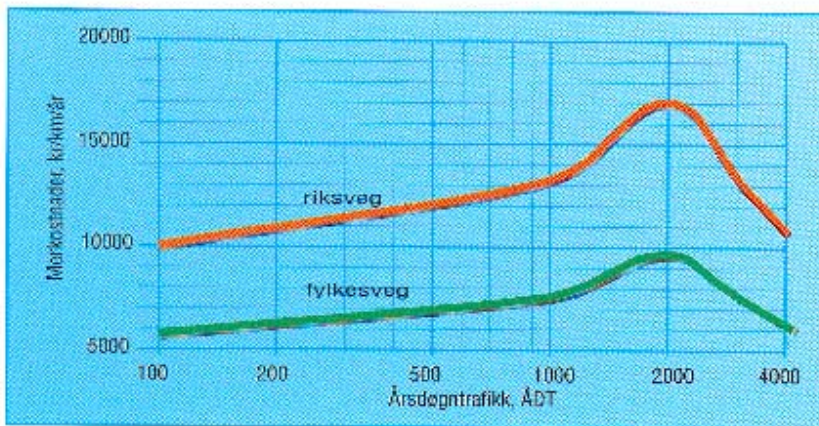
### Merkostnader - pr. km

Forutsatt at dekketilstanden opprettholdes etter oppskrivningen av tillatt aksellast, vil vi få et tap i dekkelevetiden og et tilsvarende behov for hyppigere dekkefornyelse avhengig av trafikkmengde (ÅDT) og vegtype som vist i figur 4.3. Dette representerer Vegvesenets årlige merkostnader.

### Merkostnader - for hele vegnettet: 140 mill. kr/år

Bare 11% (2785 km) av riksvegnettet har fremdeles 8 tonn tillatt aksellast utenom teleløsningen. For å få disse strekningene opp i 10 tonn utenom teleløsningen, vil det påløpe årlige merkostnader på ca. 35 mill. kr, se figur 4.4. For fylkesvegene blir tilsvarende kostnader vesentlig større, ca. 105 mill. kr, pga. et mye større 8 tonns vegnett (17361 km). De totale merkostnadene for et riks- og fylkesvegnett med 10 tonn tillatt aksellast utenom teleløsningen er altså 140 mill. kr/år. Vegvesenets merkostnader ved ev. å skrive opp tillatt aksellast også i teleløsningen fremgår av emne 3.

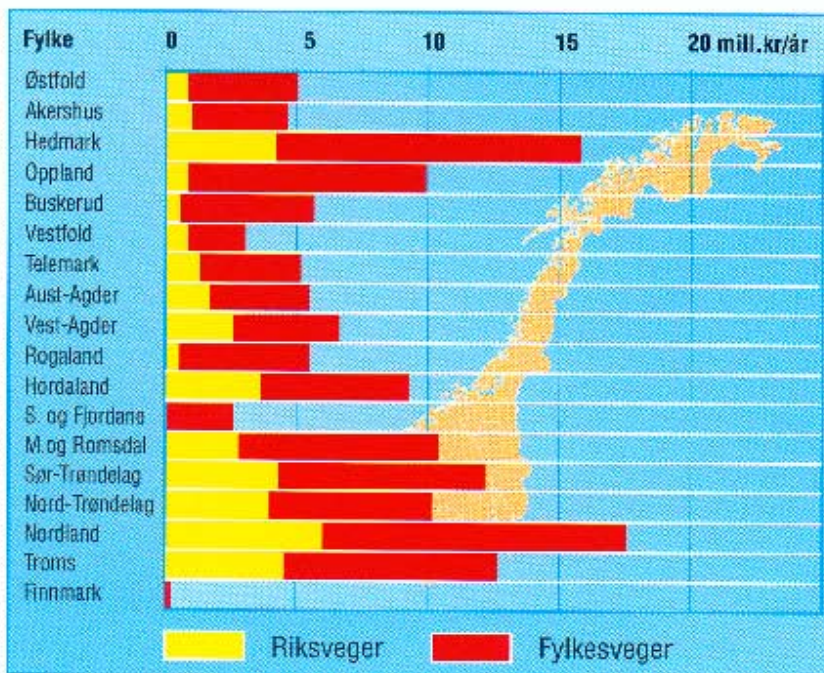




Figur 4.3. Vegvesenets merkostnader (kr/km/år) for hyppigere dekkefornyelse ved oppskrivning av tillatt aksellast fra 8 til 10 tonn utenom teleløsningen.

Bruksklasse	Årlige merkostnader mill. kr - km veg	
	riksveger	fylkesveger
fra 8 tonn til 10 tonn	35 mill. - 2785 km veg	105 mill. - 17361 km veg

Figur 4.4. Årlige merkostnader for Vegvesenet ved oppskrivning av tillatt aksellast utenom teleløsningen for riks- og fylkesvegnettet.



Figur 4.5. Årlige merkostnader på fylkesbasis for oppskrivning av tillatt aksellast utenom teleløsningen fra 8 til 10 tonn på riks- og fylkesvegnettet.

Oppskrivningen av tillatt aksellast utenom teleløsningen på riksvegnettet som er gjennomført i vegplanperioden 1990-93 har allerede gitt Vegvesenet årlige merkostnader på 50 mill. kr/år. Dette er utgifter som vil få full tyngde først etter år 2000. Tilsvarende tall for fylkesvegnettet er 20 mill. kr/år.

En rekke forhold er inkludert i merkostnadene som er vist, bl.a. ÅDT, vegbredde, normale dekketyper osv.

Basert på tillatt aksellast pr 1.1.1994.

Ved ÅDT over ca. 3-4000 vil piggdekk-slitasje diktere hyppigheten på dekkefornyelsen.

Beregningene er basert på samme prinsipper som i emne 3 (B2, B4, B12). Forutsetninger kan endres og ev. ny beregning utføres vha. (B12).



# Opphevelse av telerestriksjonene-

## Gevinst - eller tap - for vegbruker ?

Telerestriksjoner innføres på deler av vegnettet hvor bæreevnen reduseres i teleløsningsperioden for å skåne disse vegene mot for rask nedbrytning. De tyngste kjøretøyene får pga. telerestriksjonene redusert nyttelast i teleløsningsperioden. Dette resulterer i en dårligere lastutnyttelse pr. tur, økte transportkostnader samt behov for flere turer. Telerestriksjonene påvirker i tillegg bl.a. utnyttelsen av enkelte produksjonutstyr, kvaliteten av enkelte varer som må lagres, i noen grad lokalisering av bedrifter samt praktisering av permitteringer.

Kjøretøykostnadene for alle kjøretøyer, lette og tunge, er påvirket av dekketilstanden. Den samfunnsøkonomisk gevinsten knyttet til en opphevelse av telerestriksjonene vil derfor gå tapt hvis dekketilstanden ikke opprettholdes.

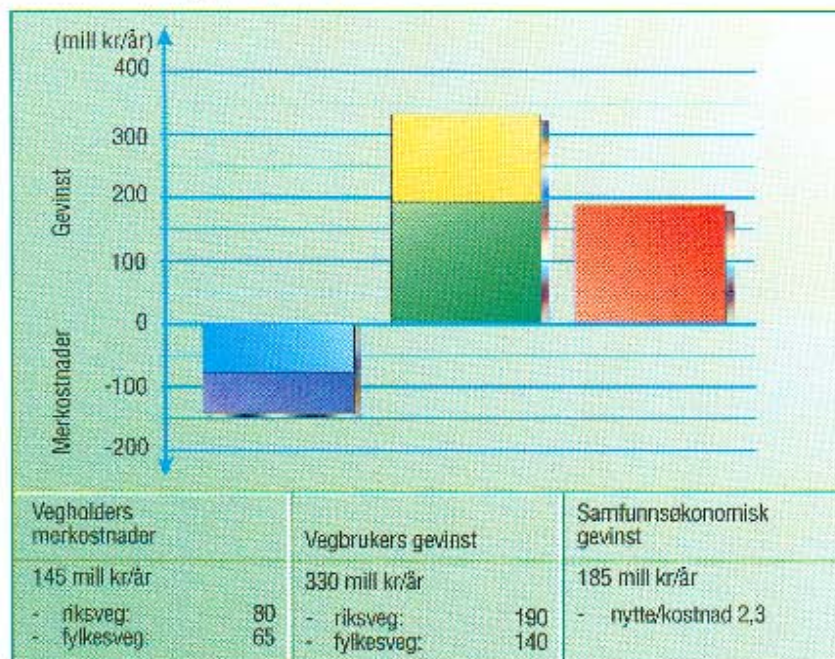
### Årlig brukergevinst 330 mill. kr

En opphevelse av telerestriksjonene pr. 1.1.1994 på riks- og fylkesvegnettet vil resultere i et vegnett med helårs tillatt aksellast uten restriksjoner i brukklassene Bk8 og Bk10. Kun de tyngste kjøretøyene med tillatt aksellast 8 tonn eller mer kan utnytte dette og få økt nyttelast i teleløsningsperioden.

Beregningene er gjennomført på vegnettsnivå.



6 tonn tillatt aksellast i teleløsningsperioden medfører "stengning" av vegen.



Figur 5.1 Samfunnsøkonomisk gevinst hvis dagens dekketilstand opprettholdes etter opphevelsen av telerestriksjonene.

### Direkte besparelse

Trafikkarbeidet (vognkm) som i dag produseres i teleløsningsperioden av tunge kjøretøyer med over 3,5 tonn tillatt totalvekt antas å bli redusert med 8-10% som resultat av en ev. opphevelse av telerestriksjonene pr. 1.1.1994 på riks- og fylkesvegnettet. Dette representerer en årlig direkte besparelse på ca. 70 mill. kr basert på beregninger ut fra gjennomsnittlig turlengde og transportkostnader. Bedriftsintervjuer angir den direkte besparelsen til ca. 140. mill kr/år.

### Indirekte besparelse

Økt utnyttelse av produksjonutstyr, kortere lagringstid på varer og kortere vegruter representerer en indirekte besparelse som er beregnet til ca. 70 mill. kr årlig. Besparelsen er især knyttet til skogbruket.



### Tidsbesparelse

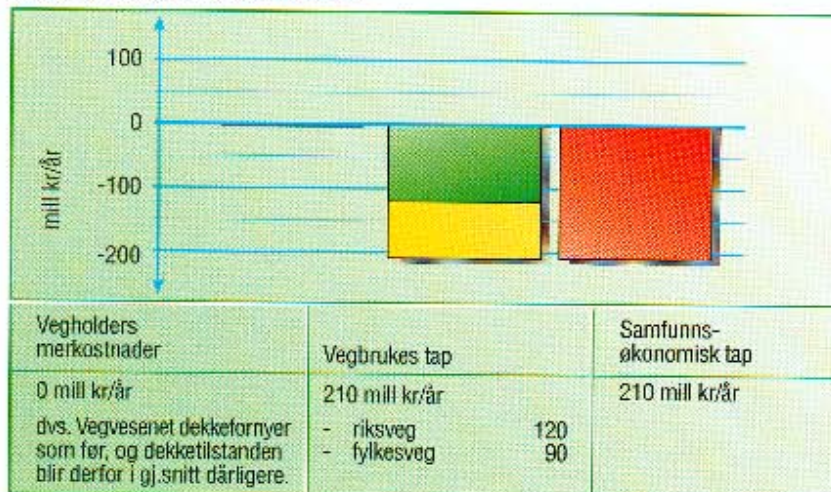
Reduksjonen i trafikkarbeidet av tunge kjøretøyer i teleløsningsperioden vil gi en tidsbesparelse for alle kjøretøyer, lette og tunge, og er anslått til ca. 120 mill. kr årlig. De øvrige kjøretøykostnadene knyttet til drivstoff, komfort og ulykke vil forbli på dagens kostnadsnivå sålenge dagens dekketilstand opprettholdes.

### Advarsel: Potensielt netto brukertap på 210 mill. kr årlig

En opphevelse av telerestriksjonene vil resultere i økt nedbrytning. Uten økte vedlikeholdsmidler til forsterkning eller hyppigere fornyelse av vegdekkene vil dette over tid føre til en redusert dekkkvalitet. Dermed vil alle trafikanter av lette og tunge kjøretøyer få økte kjøretøykostnader (P3).

Ved en opprettholdelse av vedlikeholdsrammen til det strukturelle vedlikeholdet og fornyelse av vegdekkene på dagens nivå vil dagens transportkostnader øke med ca. 210 mill. kr årlig som resultat av ev. opphevelse av telerestriksjonene pr. 1.1.1994. Dette økonomiske tapet skyldes hovedsakelig økte drivstoff- og ulykkeskostnader for alle kjøretøyer som følge av redusert dekkkvalitet.

Beregningene neglisjerer økte komfortkostnader for alle trafikanter knyttet til reduksjonen i dekkkvaliteten. Disse kostnadene antas å øke med ca. 4 mrd. kr årlig utover dagens nivå hvis vedlikeholdsrammen ikke økes. Begrunnelsen for å neglisjere denne økningen av komfortkostnadene er at dagens reelle vegvalg neppe endres som følge av en redusert dekketilstand.



Figur 5.2 Samfunnsøkonomisk tap hvis dekkevedlikeholdet ikke økes etter opphevelse av telerestriksjonene.

### Gevinst - eller tap - for vegbruker ?

En forutsetning for at en opphevelse av telerestriksjonene pr. 1.1.1994 skal føre til en brukergevinst på 330 mill. kr årlig er at Vegvesenet har midler som er nødvendig for å opprettholde dekketilstanden på dagens nivå. Beregninger viser at opphevelse av eksisterende telerestriksjoner kan gi en nytte/kostnad lik 2,3. Uten økte midler til dekkevedlikehold vil lette og tunge kjøretøyer få ca. 210 mill. kr årlig i økte kjøretøykostnader (hovedsakelig drivstoff- og ulykkeskostnader).

Redusert tidsopphold på vegen gir gevinst for alle vegbrukere.

Uten økt dekkelikohold vil brukergevinsten ved opphevelse av telerestriksjonene gå tap.

Endrede komfortkostnader er neglisjert.

Vegbruker er allerede tilbudt et gevinstpotensial på 230 mill. kr årlig i reduserte transportkostnader gjennom opphevelsen av telerestriksjoner på riksvegnettet i perioden 1991-94. Vegholder må regne med ca. 25 mill. kr/år i merkostnader i dekkvedlikeholdet av stamvegnettet (6660 km) pga. denne økningen i aksellast. Tilsvarende merkostnader på det øvrige riksvegnettet er ca. 10 mill./år. Dette representerer en nytte/kostnad på 6,8. Dersom dekketilstanden ikke opprettholdes vil vegbruker bli påført ca. 150 mill./år i økte transportkostnader. Disse kostnadene er ikke inkludert i emne 5.



# Dekkefornyelse eller forsterkning - hva lønner seg ?

Hvilket tiltak gir laveste kostnader over tid ?

Tiltak basert på dekkelevetid ?

Normal dekkelevetid



Hva er dekkelevetiden her ?

Tilstanden for et vegdekke vil variere langs en parsell. For å oppnå en enhetlig standard bør man derfor om mulig velge forskjellige vedlikeholds-tiltak. Vegholder står ofte overfor valget mellom dekkefornyelse eller forsterkning, men uten å ha noe godt holdepunkt for hvilket alternativ som gir laveste kostnad for Vegvesenet. Kjennskap til dekkelevetiden som oppnås avhengig av det tiltak som velges kan da være et nyttig utgangspunkt for valg av alternativ.

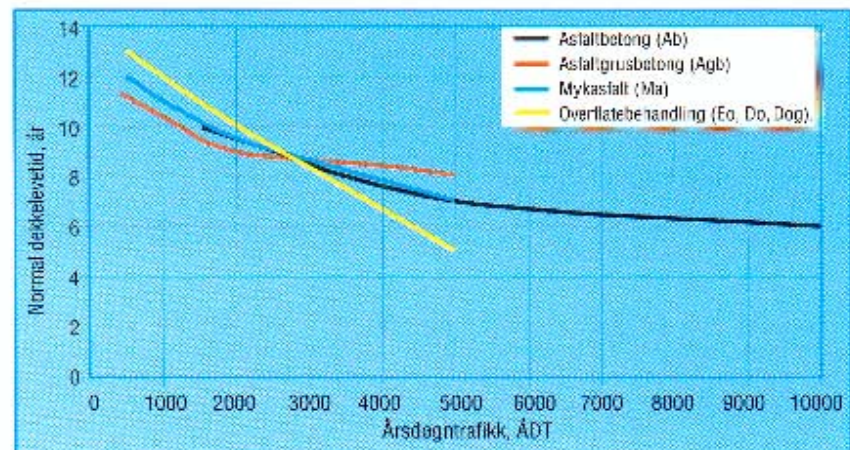
Behov for forsterkning blir tradisjonelt vurdert ut fra kunnskap om vegens oppbygging og ved nedbøyningsmålinger av dekket. Når vi får kjennskap til tilstandsutviklingen på vegdekkene bør dekkelevetiden kunne bli en viktig indikator for behov av tiltak, og erstatte de tradisjonelle metoder vi bruker i dag. En metode med bruk av dekkelevetid presenteres her. For fastsettelse av konkrete forsterkningsiltak vil det imidlertid fortsatt være behov for bruk av oppgravingsdata og ev. også nedbøyningsdata.

## Normal dekkelevetid

Normal dekkelevetid er det tidsrom et vegdekke bør kunne utsettes for trafikk- og klimabelastninger fra det legges og til dekket må fornyes. Dersom dekkelevetiden på den aktuelle parsellen er lavere enn normal dekkelevetid, er dette et signal om at vegen ikke er slik den burde være. Årsaken kan være et dårlig og ustabil bærelag, tynne lag i overbygningen eller andre forhold som telehiv, telesprekker, dårlig utført vegdekke, mangelfull drenering osv. (P5).

Forut for valg mellom dekkefornyelse eller forsterkning bør en fastlegge hvor problemet ligger. Vegen bør i alle fall ha tilfredsstillende drenering. Hvis vegkonstruksjonen er for tynn, er det et rent bæreevneproblem. Dersom problemet ligger i bærelaget bør tiltak som forbedrer dette, f.eks. bitumenstabilisering, vurderes. Dette kan gi en billigere og teknisk bedre løsning enn stadig å legge på nye vegdekker uten at en gjør noe med selve problemet.

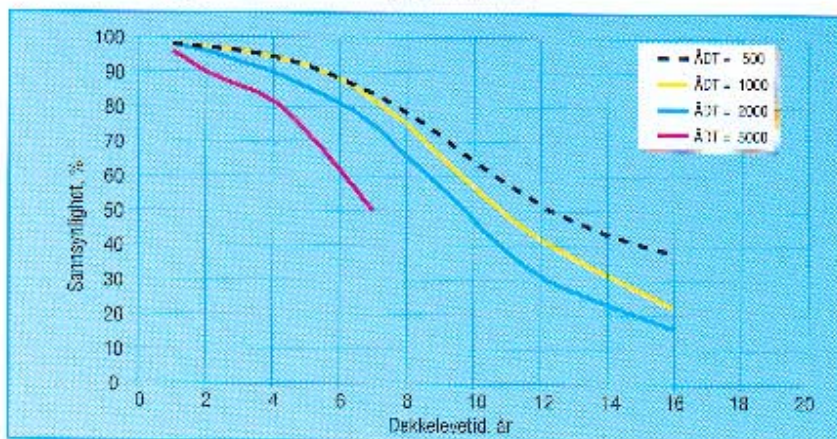
Dekkelevetiden vil variere med dekketype og trafikkmengde (ÅDT). På grunnlag av levetiden på forrige dekke og aldersfordelingen for dagens dekke er normal dekkelevetid for utvalgte dekketyper på riksvegnettet bestemt, se figur 6.1 (P5).



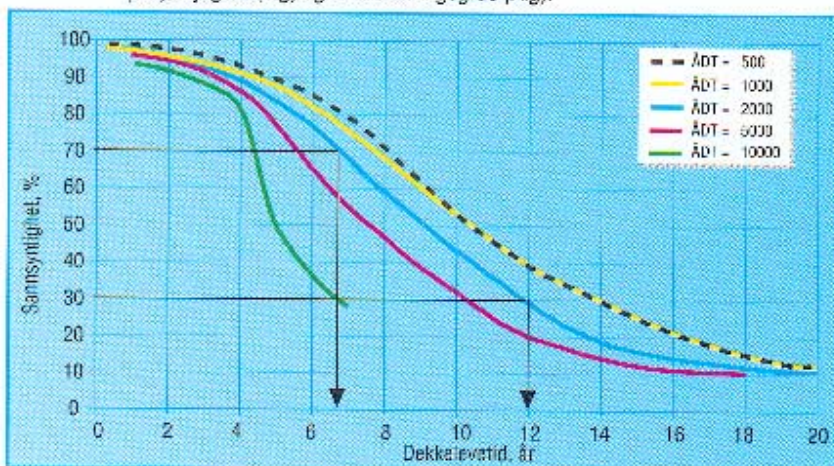
Figur 6.1 Normal dekkelevetid på riksvegnettet som funksjon av trafikkmengde (ÅDT). Gjelder dekketyperne (Ma), (Agb), (Ab) og (Eo, Do, Dog).



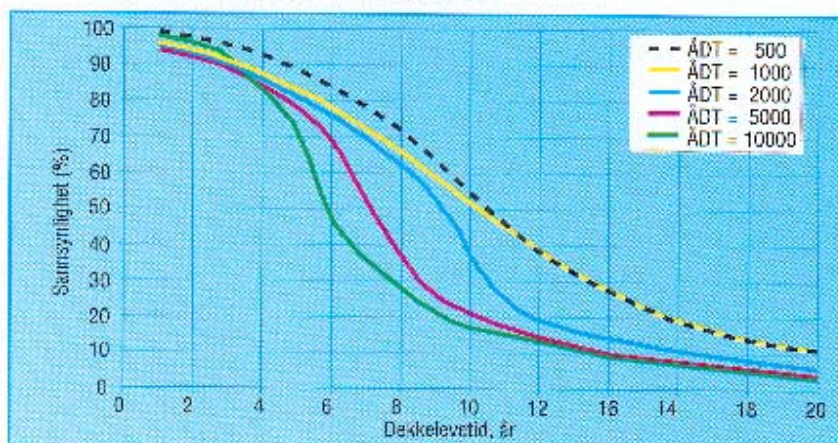
Normal dekkelevetid, slik den er presentert i figur 6.1 er definert som gjennomsnittlig dekkelevetid av dagens dekker for den aktuelle kombinasjon av dekketype og trafikkmengde (ÅDT). Om en ønsker kan en på eget grunnlag fastsette andre ambisjonsnivåer for normal dekkelevetid avhengig av trafikkmengde (ÅDT) og dekketype. Til dette formålet er figurene 6.2a - d utarbeidet. Det anbefales å benytte sannsynlighetsnivå på 50% for fastsettelse av normal dekkelevetid, selv om ambisjonene nok bør ligge høyere.



Figur 6.2a Sannsynlighet for at levetiden blir større enn angitt for dekketyperne mykaskfalt (Ma), oljegrus (Og) og asfaltløsingsgrus (Alg).



Figur 6.2b Sannsynlighet for at levetiden blir større enn angitt for dekketyperne asfaltgrusbetong (Agb) og asfaltert grus (Ag).



Figur 6.2c Sannsynlighet for at levetiden blir større enn angitt for dekketyperne asfaltbetong (Ab).

Riksvegnettet består av 9800 km veg med mykaskfalt (Ma), oljegrus (Og) og asfaltløsingsgrus (Alg). Asfaltløsingsgrus er på veg ut.

Riksvegnettet består av 5600 km veg med asfaltgrusbetong (Agb).

Eksempel:

For Agb er det ved ÅDT 2000, 70% sannsynlighet for at dekkelevetiden er større enn 7 år og 30% sannsynligheten for at dekkelevetiden er større enn 12 år.

Riksvegnettet består av 3900 km veg med asfaltbetong (Ab). Skjelettasfalt (Ska) overtar mer av bruksområdet.



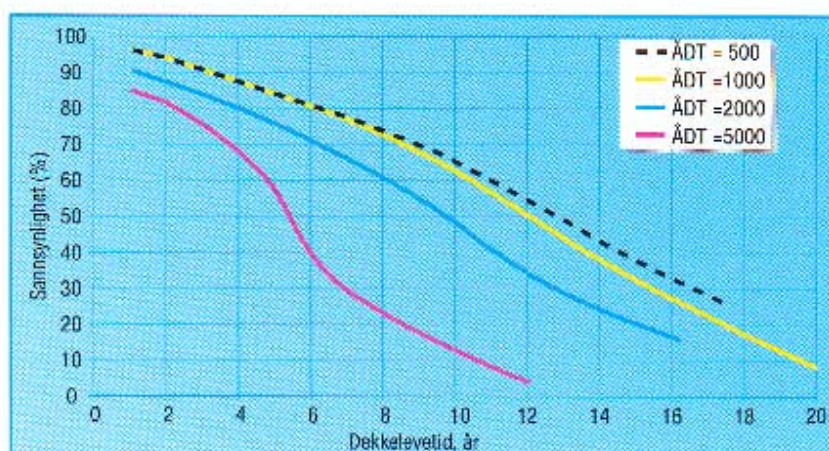
Riksvegnettet består av 3400 km veg med overflatebehandling (Eo, Do, Dog).

Annet vedlikehold som (oppmerking, vintervedlikehold, trafikksikkerhet mm.) antas ikke påvirket av dekketype.

Levetiden kan anslås på grunnlag av levetiden på forrige dekke eller levetiden på dagens dekke, ut fra alderen og tilstanden på dagens dekke.

Beregningseksemplene er uten rentevurderinger.

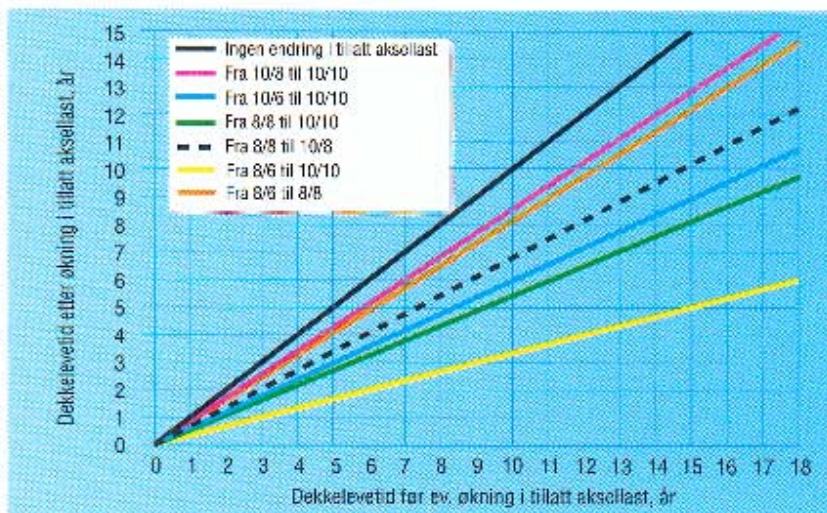
Dekkelevetiden inkluderer økt nedbrytning ved ev. økning i tillatt aksellast, se fig. 6.3.



Figur 6.2d Sannsynlighet for at levetiden blir større enn angitt for overflatebehandling (Eo, Do, Dog).

### Anslag over levetid for det nye dekket

Levetiden for det nye dekket må anslås for å beregne avskrivningskostnader ved en dekkefornyelse eller en forsterkning. Dersom tillatt aksellast økes, kan en ta hensyn til det tapet i dekkelevetid som dette tilsvarer ved bruk av figur 6.3.



Figur 6.3 Redusert dekkelevetid ved eventuell økning i tillatt aksellast.

### Alternativ: dekkefornyelse

Valg av dekketype gjøres ut fra bl.a. ÅDT og årlig avskrivningskostnad for dekket. Kostnaden beregnes over levetiden for det nye dekket. Hvis tillatt aksellast økes anbefales figur 6.3 benyttet. Figur 6.4 viser eksempler på beregning av årlige avskrivningskostnader for noen vanlige dekketyper:

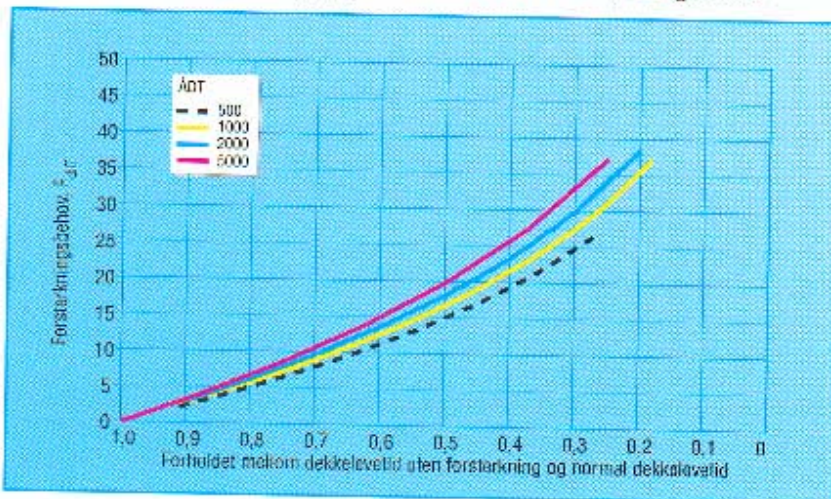
Dekketype	Eo	Ma	Agb	Ab
Årsdøsttrafikk, ÅDT	500	1500	2500	8000
Dekkekostnad, kr/m <sup>2</sup>	35	40	50	55
Vegbredde, m	5	5,5	6	7
Dekkelevetid, år	4	6	6	6
Årlige avskrivningskostnader (kr/km <sup>2</sup> år)	43.750	36.650	50.000	77.000

Figur 6.4 Eksempler på beregning av årlige avskrivningskostnader ved dekkefornyelse.

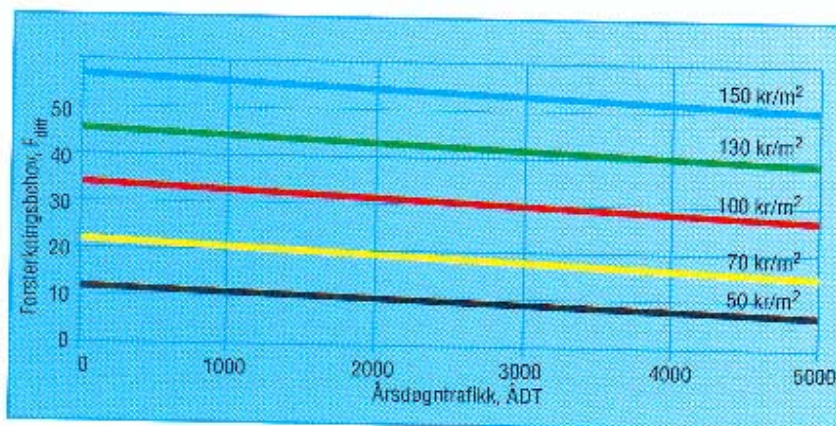


### Alternativ: forsterkning

Det forutsettes at levetiden etter en forsterkning blir tilnærmet lik normal dekkelevetid, se figur 6.1 og 6.2. Forsterkningsbehovet  $F_{diff}$  kan vurderes på grunnlag av forholdet mellom levetid for det nye dekket uten forsterkning og normal dekkelevetid, se figur 6.5:



Figur 6.5 Forsterkningsbehov ( $F_{diff}$ ) ut fra forholdet mellom dekkelevetid uten forsterkning og normal dekkelevetid.



Figur 6.6 Forsterkningskostnader ( $kr/m^2$ ) som funksjon av ÅDT og  $F_{diff}$ .

Forsterkningskostnaden forutsettes avskrevet over en 25 års periode, dvs. forsterket veg antas å ikke ha restverdi etter 25 år. Dekketype velges ut fra bl.a. ÅDT. Kostnaden knyttet til slitelaget avskrives over normal dekkelevetid, se beregningseksempler i figur 6.7.

Dekketype	Eo	Ma	Agb	Ab
Årsdøgntrafikk, ÅDT	500	1500	2500	6000
Dekkekostnad, $kr/m^2$	35	40	50	55
Vegbredde, m	5	5,5	6	7
Dekkelevetid uten forsterkning, år	8	3	4	3,5
Normal dekkelevetid, år	13	10	10	7
Forhold levetid nytt dekke uten forsterkning og normal dekkelevetid	0,6	0,3	0,4	0,5
Forsterkningsbehov, $F_{diff}$	9	27	22	20
Forsterkningskostnad, $kr/m^2$	50	90	80	85
Årlige avskrivningskostnader ( $kr/km^2/år$ )	23.500	41.800	49.200	78.800

Figur 6.7 Eksempler på beregning av årlige avskrivningskostnader ved forsterkning.

Forsterkningstiltaket bestemmes ut fra lokale forhold. Forsterkningskostnaden er avhengig av  $F_{diff}$  og ÅDT.

Dekkelevetiden inkluderer økt nedbrytning ved ev. økning i tillast aksellast, se fig. 6.3.



Gangen i beregning av årlige avskrivningskostnader ved valg av dekkefornyelse eller forsterkning er vist i figur 6.8. Eksempler på beregning av årlige avskrivningskostnader ved dekkefornyelse og forsterkning er vist i hhv. figur 6.4 og 6.7.

Normal dekkelevetid som måltall i dekkeleveforholdet.

### Dekkefornyelse eller forsterkning ?

Dersom det er stor forskjell mellom anslaget over dekkelevetid på det planlagte nye dekket og normal dekkelevetid kan dette bety at:

- vegens bæreevne er dårlig
- andre forhold enn de rent bæreevnemessige kan spille inn, f.eks. teleskader, mangelfull drenering, smale vegskuldre mv.
- eller at dekkefornyelsespraksisen ikke er i samsvar med vedlikeholdsstandarden.

Dersom det er klart at forhold under pkt. b) eller c) er utslagsgivende for dagens dekkelevetid vil det ikke være riktig å knytte forsterkningsbehovet mot dekkelevetid som vist her.

I alle andre tilfeller, når bæreevneforhold er utslagsgivende, kan denne metoden brukes. Det alternativet, dekkefornyelse eller forsterkning, som viser den laveste avskrivningskostnad (f.eks. kr/km/år) bør da legges til grunn.

Dekkelevetid for eksisterende vegdekker og planlagt nytt vegdekke bør rutinemessig sammenliknes med normal dekkelevetid. Ev. avvik er en indikasjon på de problemer som er knyttet til den aktuelle veg eller strekning. Resultatet av en slik praksis vil over tid medvirke til valg av riktig alternativ, øke dekkelevetiden på vegnettet og sannsynligvis redusere dagens dekkevedlikehold. Begrepet normal dekkelevetid kan med fordel etableres som en parameter og anvendes som et måltall i dekkevedlikeholdet.

### Resultater

Som en tommelfingerregel gjelder at forsterkning vanligvis vil lønne seg på lavtrafikkerte veger med ÅDT mindre enn 2500 når dekkelevetiden er under ca. 5-8 år. Forsterkning vil ofte lønne seg på høytrafikkerte veger når dekkelevetiden er under ca. 4 år (P5).

### Beregningsforutsetninger:

- Dekkelevetiden er påvirket av både klimalaster og trafikklaster. Bidrag fra hhv. klima og trafikk varierer fra 40/60 ved ÅDT lik 100 til 0/100 for ÅDT over 3000. Piggdekkslitasjen ved ÅDT over 3000 antas å styre dekkefornyelsesfrekvensen.
- Forsterkning forutsettes å gi en levetid lik normal dekkelevetid, se figur 6.1 og 6.2.
- Investert kapital knyttet til oppretting og nytt slitelag avskrives over dekkelevetid eller normal dekkelevetid ved forsterkning. Forsterkningskostnad, eksklusiv slitelag, avskrives over 25 år. Ordinært dekkevedlikehold som f.eks. flate-lapping, forsegling, kantskader og sporfylling er holdt utenfor.
- Beregningene neglisjerer ev. avvik mellom tillatt aksellast og bæreevne. Metoden tar ikke utgangspunkt i dagens bæreevne eller sesongvariasjoner av denne. Samlet effekt av dagens bæreevne, belastninger fra dagens trafikk over tid og andre forhold forutsettes å komme til uttrykk gjennom dagens dekkelevetid.
- Dekkelevetiden er forutsatt proporsjonal med antall ekvivalente 10 tonn aksler. Dette gjør det mulig å beregne reduksjon i dagens dekkelevetid ved ev. økning av tillatt aksellast, se figur 6.3.
- En viss forsterkningseffekt oppnås fra det utpinte vegdekket ved dekkefornyelse avhengig av dagens dekkelevetid. Effekten øker fra 2 indekspoeng ved 4 års dekkelevetid til 6 indekspoeng ved 8 års dekkelevetid.
- Det er benyttet ulike dekketyper og forsterkningstiltak avhengig av bl.a. ÅDT og forsterkningsbehov. Beregninger av vegholders vedlikeholdskostnader er knyttet til dekkefornyelse og forsterkning. Lønnskostnadene tar hensyn til dette.



**ALTERNATIV:  
DEKKEFORNYELSE**

Inngangsparametre:

- dagens ÅDT
- aktuell dekketype
- anslått dekkelevetid (år) for dagens dekke

1. Bestem dekketype og dekkekostnad (kr/m<sup>2</sup>).
2. Anslå dekkelevetid for det nye dekket. Benytt figur 6.3 dersom tillatt aksellast økes.
3. Bestem årlig avskrivningskostnad (kr/km/år). Se eksempler i figur 6.4.

**ALTERNATIV:  
FORSTERKNING**

Inngangsparametre:

- dagens ÅDT
- aktuell dekketype
- anslått dekkelevetid (år) for dagens dekke

1. Bestem normal dekkelevetid (år), se figur 6.1 og figur 6.2 a-d.
2. Bestem dekkelevetiden for dagens dekke. Benytt figur 6.3 dersom tillatt aksellast økes. Bestem forholdet mellom levetid for det nye dekket uten forsterkning og normal dekkelevetid.
3. Bestem forsterkingsbehovet  $F_{\text{dpp}}$  utfra forholdet mellom dekkelevetid for det nye dekket uten forsterkning og normal dekkelevetid, se figur 6.5.
4. Bestem forsterkningskostnaden, se figur 6.6.
5. Bestem årlig avskrivningskostnad (kr/km/år) ut fra valgt forsterkning og dekketype. Se eksempler i figur 6.7.

Husk at:

- slitelaget avskrives over normal dekkelevetid.
- forsterkningskostnaden, ekskl. slitelaget, avskrives over en periode på f.eks. 25 år. Årlige avskrivningskostnader for slitelag og forsterkningstiltaket summeres.

Resultat dekkefornyelse:

kr/km/år

Resultat forsterkning:

kr/km/år

**Valg av alternativ**

Figur 6.8 Gangen i beregning av årlige avskrivningskostnader ved valg av dekkefornyelse eller forsterkning.



# Bedre utnyttelse av vegens bæreevne - lønnsomme tiltak

## Tiltak knyttet til vegnettet

*En bedre utnyttelse av vegnettets bæreevne forutsetter et bæreevnemessig mer ensartet vegnett enn det vi har i dag. Et viktig skritt i en slik retning vil være i sterkere grad å fokusere på dekkelevetiden.*

*Det vil være et endelig mål å få riks- og fylkesvegnettet åpnet for 10 tonn tillatt aksellast hele året. Dette kan kun nås skrittvis. De tiltak er prioritert som er enkle å gjennomføre, som koster lite for vegholder, men som betyr mye for vegbruker. Forslagene er basert på at oppskrivning til 8 tonn tillatt aksellast prioriteres foran oppskrivning fra 8 til 10 tonn.*

### 1. Dekkelevetid som måltall for dekkevedlikeholdet

*Mål: Innføring av dekkelevetid som måltall for dekkevedlikeholdet for å fastsette behov for tiltak på vegnettet.*

Begrepet bør gjennomgås og defineres, slik at vegdekkenes levetid kan fastsettes på en entydig måte. Ved iverksetting av vedlikeholdstiltak med en bevisst fokusering på utbedring på strekninger med spesielt lav dekkelevetid, vil det være mulig å oppnå et bæreevnemessig mer homogent vegnett og derved også en høyere dekkelevetid. Dermed kan bæreevnen på eksisterende vegnett og den kapital som er nedlagt utnyttes bedre enn i dag.

### 2. Sanering av bruksklasser

*Mål: Fjerning av bruksklassene 10/7, 8/7, 8/4 og 6/6.*

De årlige merkostnader for vegholder for å opprettholde dekketilstanden blir ca. 10 mill. kr ved at disse bruksklassene heves til henholdsvis 10/8, 8/8, 8/6 og 8/6. En sanering vil føre til at vegbruker og vegholder får et enklere vegnett/ regelverk å forholde seg til. Denne økningen i tillatt aksellast gjelder først og fremst fylkesvegnettet, som inneholder 2150 km veg i disse kategoriene.

### 3. Opphevelse av telerestriksjoner under 8 tonn

*Mål: Opphevelse av alle telerestriksjoner under 8 tonn.*

De årlige merkostnader for vegholder for å opprettholde dekketilstanden blir ca. 85 mill. kr, med hhv. 25 og 60 mill. kr på riks- og fylkesvegnettet. 6 tonns veger er i praksis stengt for tunge kjøretøyer. Forslaget vil åpne hele riks- og fylkesvegnettet for tungtransport i teleløsningsperioden, og berøre 3137 km riksveger og ca. 15600 km fylkesveger.

### 4. Opphevelse av alle telerestriksjoner

*Mål: Opphevelse av alle telerestriksjoner på riks- og fylkesvegnettet etter at restriksjonene under 8 tonn først er fjernet.*

De årlige merkostnader for vegholder for å opprettholde dekketilstanden blir ca. 145 mill. kr. Vegbrukers transportkostnader kan da reduseres med ca. 330 mill. kr årlig, dvs. en nytte/kostnad på 2,3. Dersom telerestriksjonene oppheves uten at vegholder opprettholder dagens dekketilstand, vil derimot vegbruker bli påført ca. 210 mill. kr årlig i økte transportkostnader.

### 5. Oppskrivning til 10 tonn utenom teleløsningsperioden

*Mål: Oppskrivning av alle veger til 10 tonn tillatt aksellast utenom teleløsningsperioden før de tillates for 10 tonn i teleløsningsperioden.*

De årlige merkostnader for vegholder for å opprettholde dekketilstanden blir ca. 35 mill. kr for riksvegnettet og ca. 105 mill. kr for fylkesvegnettet. Vegbrukers reduserte transportkostnader er ikke forsøkt beregnet.



## Tiltak knyttet til kjøretøyet

Det er et mål å få frem en vognpark som er tjenlig for vegbruker og samtidig gir en minst mulig nedbrytning av vegene. For dette formålet er begrepet vegvennlighet innført.

### 1. Bruk av begrepet vegvennlighet i utformingen av kjøretøy politikken

Mål: Utforming av kjøretøypolitikken mht. valg av tunge kjøretøyer gjennom bruk av begrepet vegvennlighet.

Et vogntog med høy vegvennlighet vil redusere nedbrytningen av vegen ved at det får med en høy nyttelast i forhold til den skade vogntoget forårsaker. Vegvennligheten til de mest typiske vogntog er fastlagt og det er utviklet regneverktøy, slik at også nye vogntogtyper enkelt kan vurderes (P4).

### 2. Vegvennlige vogntog som bør fremelskes

Mål: Identifisering av vegvennlige vogntog, slik at de om mulig kan gis fordeler gjennom utformingen av kjøretøy- og avgiftspolitikken.

De to vogntogene som er vist utmerker seg som spesielt vegvennlige ved at de gir en nedbrytning som bare er ca. 50 % av den som mer tradisjonelle vogntog gir. Slepevognen er godt egnet både på veger med 8 og 10 tonn tillatt aksellast med 50 tonn totalvekt, ved at det samme vogntoget kan kjøre med full last på begge veggnett.

### 3. Bruk av boggi og trippelboggi fremfor enkel aksel

Mål: Bruk av kjøretøy- og avgiftspolitikken som virkemiddel for å fremme bruken av boggi og trippelboggi fremfor enkle aksler.

Bruk av boggi fremfor enkel aksel vil f.eks. alene føre til at nedbrytningen reduseres med 50 %. En ønsket utvikling kan oppnås gjennom f.eks. differensiert årsavgift eller registreringsavgift ut fra antall enkle aksler på trekkvogn og/eller tilhenger.

### 4. Bruk av tvillingmonterte hjul fremfor enkeltmonterte hjul

Mål: Bruk av kjøretøy- og avgiftspolitikken som virkemiddel for å fremme bruken av tvillingmonterte fremfor enkeltmonterte hjul.

Bruk av tvillingmonterte hjul i stedet for enkeltmonterte hjul vil redusere nedbrytningen av vegen med ca. 50 %. Riktig tilpasset lufttrykk i dekkene (se forslag 3) vil gi en ytterligere reduksjon på ca. 25 %. En ønsket utvikling kan oppnås gjennom f.eks. differensiert årsavgift eller registreringsavgift ut fra antall enkle aksler med enkeltmonterte hjul på trekkvogn og/eller tilhenger.

### 5. Lufttrykk i tvillingmonterte hjul tilpasset opptredende hjullaster

Mål: Større grad av tilpasning mellom lufttrykk i tvillingmonterte hjul og opptredende hjullaster gjennom informasjon eller andre virkemidler.

En betydelig effekt på vegens nedbrytning kan oppnås ved at lufttrykket i tvillingmonterte hjul tilpasses opptredende hjullaster. I praksis vil det si at lufttrykket reduseres fra f.eks. 8,5 til 5,5 bar. Det lave lufttrykket er riktig for den aktuelle hjullasten og vennlig mot vegen. Det er her først og fremst snakk om informasjon, men en gulrot vil ikke skade.

### 6. Redusert egenvekt ved bruk av lettmetaller og høyfast stål

Mål: Fokusering på fordelen vegbruker kan ha ved bruk av lettere metaller.

Økt nyttelast pr. tur fører både til redusert nedbrytning av vegen og redusert antall turer for vegbruker.





## Andre prosjekterresultater

### Bedre nedbøyningsmålinger

Et grunnlag for endret plassering av sensorer ved bruk av nedbøyningsutstyr (Dynalect og Fallodd) er fremskaffet. Endringen gir et grunnlag for etterregning av mer representative materialegenskaper av ulike lag i overbygningen. I tillegg er måleprogram for beregning av bæreevne på grunnlag av nedbøyningsmålinger endret (D3, D4, D6, D8).

### Vurdering av bæreevne og dekkelevetid på grunnlag av tilstandsutvikling

Vegkontorene har registrert spor og jevnhet på vegnettet siden 1987-88. Disse data benyttes i planleggingen og budsjettering av dekkevedlikeholdet. Vedlikeholdsstandarder angir den tilstand på vegdekket som skal utløse vedlikeholdstiltak. Ulike modeller, delvis på teoretisk grunnlag, for tilstandsutvikling og dekkelevetid er fremsatt. Modellene inkluderer også tilstandsutvikling der tillatt aksellast økes (B5, B12).

Slike modeller, som må kalibreres på grunnlag av tilstandsregistreringer av vegdekker over tid, kan bli et verdifullt grunnlag for et ev. nytt bæreevneregister basert på tilstand og dekkelevetid. Sikrere overslag over tilstandsutviklingen og ev. fremtidig reduksjon i dekkelevetid vil være verdifullt for fastsettelsen og budsjetteringen av en aksellastpolitikk som hovedsakelig er basert på en administrativ oppskrivning av tillatt aksellast.

### "Forsterkning av veg", veiledning

I tilknytning til vegnormalene "Vegbygging" (R2) er en veiledning for forsterkning av veg fremlagt (V1). Veiledningen tar spesielt for seg vurderinger av eksisterende veg for å identifisere strekninger med mulig forsterkningsbehov. Veiledningen inneholder en tiltaksbank der alternative tiltak og utførelse av disse er beskrevet. Tiltakene er knyttet til ulike skader og svakheter på veggen.

### "Skadekatalog for bituminøse dekker", veiledning

Veiledningen inneholder fargebilder av typiske skader på vegger med bituminøse dekker, beskriver de ulike skadeformene, angir mulige årsaker til den enkelte skadetype og lister opp aktuelle utbedringstiltak (V2). Veiledningen foreslås benyttet sammen med veiledningen "Forsterkning av veg" og vegnormalene "Vegbygging".

### "Armering av veg", veiledning

Veiledningen beskriver aktuelle materialer (plast, stål, glassfiber mm) og ulike armeringsprodukter (duk, nett, kompositter mm), anbefalte anvendelsesområder, krav til produktene og praktiske råd mht. forundersøkelser, forarbeid og selve armeringsutførelsen. Veiledningen omhandler både eksisterende veg samt nyanlegg på bløt grunn (V3).





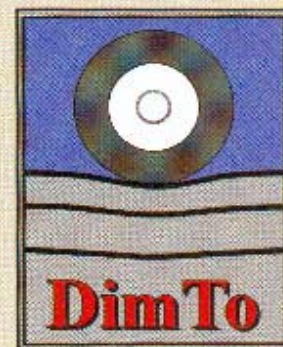
### Dataprogram DimEn

Dataprogrammet er utarbeidet for vurdering og beregning av ev. forsterkningsbehov på eksisterende veg i hhv. dimensjoneringsnivå 1 i vegnormalene (R2). DimEn inkluderer også dimensjonering av overbygning ved nyanlegg. DimEn er windowsbasert. Rapporter, på skjerm og papir, presenterer grafisk eksisterende overbygning, beregnet bæreevne, forsterkningsbehov og forsterket overbygning (PC1). Brukerveiledningen er utgitt som en veiledning (V4).



### Dataprogram DimTo

Dataprogrammet benyttes for vurdering og beregning av forsterkningsbehov på eksisterende veg i hhv. dimensjoneringsnivå 2 i vegnormalene (R2), inklusiv dimensjonering av overbygning ved nyanlegg. Programmet beregner lagtykkelser ved bruk av ulike materialkvaliteter. I tillegg kan en utlede materialegenskaper i eksisterende veg på grunnlag av feltmålinger, slik at eksisterende bæreevne kan utnyttes optimalt. Programmet er windowsbasert. Rapporter, på skjerm og papir, presenterer bl.a. beregnet bæreevne og beregnet forsterkningsbehov (P2).



### Dataprogram - RAV

RAV er et dataprogram for grafisk presentasjon og opptegning av grunnlagsdata i Vegdatabanken (VDB) langs valgte vegutsnitt (PC3). Programmet er utviklet og bekostet av Plan- og anleggsavdelingen ved Plandatakantoret og Troms vegkontor på grunnlag av fremlagt prosjektbeskrivelse. Programmet forventes å bidra til økt bruk av fagregistre i VDB.



Programmet er egnet for identifisering av strekninger med f.eks. kort dekkelevetid og strekninger med mulig forsterkningsbehov på grunnlag av registrert dekketilstand (spor- og jevnhetsdata). Programmet kan også anvendes for å presentere og for å vurdere f.eks. geometriske forhold og trafiksikkerhet langs samme vegutsnitt. En egen veiledning for bruk av programmet er utgitt.

### WimGraphics

Dataprogrammet presenterer totalvekter, aksellaster, nyttelast og lastutnyttelse av ulike tunge kjøretøyer fra måleserier ved automatisk vektregistrering (PC4). Utfra valgt måleserie kan en velge tidsrom, kjøretretning og de kjøretøygruppene som en ønsker vektdata fra. Vektdata presenteres i hht. standardliserte rapporter på skjerm og papir. En egen veiledning for bruk av programmet vil bli utgitt.



## **Oppfølging av tilstandsdata**

### **- grunnlag for et nytt bæreevnerregister**

Endring i dekketilstand og observert dekkelevetid kan danne grunnlag for et nytt bæreevnerregister. Datagrunnlaget antas skaffet til veie gjennom registreringene av dekketilstanden som grunnlag for planleggingen av dekkevedlikeholdet.

Vegdekkets tilstandsutvikling og dekkelevetid gir uttrykk for vegens styrke og bæreevne. Effekt av eventuelt avvik mellom bæreevne og tillatt aksellast, svakheter med bærelaget, svake eller smale vegskuldre, tidligere utført dekkevedlikehold, drenering og klimalaster mm. kommer samlet til uttrykk gjennom vegdekkets levetid (R3).

### **Økt aksellast på vegnettet gir redusert dekketilstand og reduksjon i dagens dekkelevetid.**

Redusert dekketilstand og redusert dekkelevetid som resultat av økt nedbrytning ved administrativ økning av tillatt aksellast anbefales kartlagt. Denne kunnskap kan påvirke aksellastpolitikken som er tenkt gjennomført etter 1997, der det er et mål om å få hevet resterende del av det øvrige riksvegnettet til minimum 10/8 tillatt aksellast (R1).

### **Dokumentasjon av målenøyaktighet ved automatisk vektregistrering.**

Vektkontroller bør gjennomføres for å dokumentere målenøyaktigheten ved automatisk vektregistreringer på etablerte og planlagte målepunkter. Denne kvalitetssikringen av vektdata er nødvendig forut for bruken av vektdataene. En prosedyre for gjennomføring av slik kontroll bør beskrives og presenteres det enkelte vegkontor. Det er viktig at kontroll gjennomføres til ulike årstider.

### **Anvendelser av vektdata fra tungtrafikken**

Representative vektdata, bl.a. opptredende totalvekter og aksellaster, lastutnyttelse og hyppighet av ulike kjøretøygrupper fra tungtrafikken, vil styrke grunnlaget for gjennomføring av transportøkonomiske analyser.

De samme vektdata representerer vegbrukers utnyttelse av vegruten og den tillatte aksellast som tilbys. Vektregistrering gjennomført på utvalgte vegruter hvor strukturell standard, geometrisk standard eller tillatt aksellast er planlagt økt, kan medvirke til prioritering av riktig vegrute der vegholder har begrensede ressurser.

### **Vegbrukers transportkostnader - grunnlag for transportøkonomiske analyser og fastsettelse av nytte/kostnadsforhold.**

Vegbrukers transportkostnader for ulike transportere på tvers av riks- og fylkesvegnettet bør kartlegges og presenteres. Transportkostnadene bør presenteres og differensieres for transport av ulike vareslag, valg av kjøretøy, turlengde, sesong, tillatt aksellast og tillatt totalvekt langs vegruten. Denne kunnskapen vil styrke beregning av nytte/ kostnadsforhold for vegholder og vegbruker generelt.



# Begreper

Akselkombinasjoner	De tre mest vanlige kombinasjonene er: enkel, boggi, trippelboggi (trippel).
Aksellast	Den totale last på et kjøretøys aksel.”
Automatisk vektregistrering	Måling av totalvekt og aktuelle aksellaster på kjøretøyer i fart.
Bruksklasse	Det offentlige vegnettet er delt inn i bruksklasser (Bk). For hver bruksklasse er det satt krav til tillatt aksellast, boggilast og trippel boggilast, samt krav til tillatt totalvekt og kjøretøy utforming. De mest vanlige bruksklassene er:  Bk 10-50: 10 tonn aksellast og 50 tonn totalvekt. Bk 10-42: 10 tonn aksellast og 42 tonn totalvekt. Bk T8-50: 8 tonn aksellast og 50 tonn totalvekt («Tung 8») Bk T8-39: 8 tonn aksellast og 39 tonn totalvekt («Tung 8») Bk 8-31,5: 8 tonn aksellast og 31,5 tonn totalvekt.
Bæreevne	Den største aksellast en veg kan ta over en tidsperiode (dimensjoneringsperioden) uten at vegens kjørbarehet ved normalt vedlikehold faller under en nedre akseptabel grense. Bæreevnen kan fastsettes ved nedbøyningsmåling på et tilfeldig tidspunkt. Fordi nedbøyningen vil variere sterkt gjennom året, benyttes i praksis teleløsnings-bæreevne og sommerbæreevne for gjennomføring av aksellastpolitikken.
Dekkefornyelse	Legging av nytt vegdekke (slitelag).
Dekkelevetid	Tidsrommet (år) fra et dekke legges til dekket blir fornyet.
Dekketilstand	Tilstanden på et vegdekke beskrives gjennom spor, jevnhet, sprekker, krakelering og hull.
DimEn	PC-program for dimensjonering av overbygning for ny veg og forsterkning med bruk av standardiserte lastfordelingskoeffisienter. (Dimensjoneringsnivå 1).
DimTo	PC-program for dimensjonering av overbygning for ny veg og forsterkning med bruk av tilpassede lastfordelingskoeffisienter. (Dimensjoneringsnivå 2).
Egenvekt	Vekten av kjøretøyet i fullt driftsferdig stand med permanent montert utstyr, smøreolje, vann og fulle drivstofftanker samt eventuelt reservehjul, verktøy m.v.
Forsterkning	Tiltak som tar sikte på å bedre en vgs bæreevne.
Helårsbæreevne	Se teleløsningsbæreevne.
Henger	Se tilhenger.
Kjøretøyforskriftene	Forskrifter (Forskrift om krav til kjøretøy) som omhandler tekniske krav til og godkjenning av kjøretøy, herunder deler og utstyr.
Kjøretøykostnader	Omfatter kostnader til drivstoff, olje, reparasjon, dekk og avskrivning av kjøretøyet.



Komfortkostnader	Et uttrykk for hvor mye trafikanten er villig til å betale for å kunne kjøre på jevnere veg.
Lastutnyttelse	Forholdet mellom medbrakt nyttelast og tillatt nyttelast, angis i prosent.
Luftrykk	Luftrykket i kjøretøyets dekk. Måles vanligvis i bar eller kPa.
Nedbrytende effekt	Se relativ nedbrytende effekt.
Nedbøyningsmåling	Måling av en vegs bæreevne, uttrykt i aksellast (tonn), ved å måle nedbøyning og krumning på vegdekket under en prøvelast som simulerer virkningen av et bilhjul. I Norge brukes Dynaflect eller fallodd til dette.
Normal dekkelevetid	Tidsrommet (år) som et vegdekke bør kunne utsettes for trafikk- og klimabelastninger fra det legges og til dekket må fornyes.
NVVP	Norsk veg- og vegtrafikkplan. Stortingsmelding som utreder og setter mål for Statens vegvesen for en vegplanperiode. (Til 1998, 4 års perioder).
Nyttelast	Den vekt som fremkommer som differansen mellom totalvekt og summen av kjøretøyets egenvekt og vekten av fører (75 kg).
Opphevelse av telerestriksjoner	Administrativ opphevelse av gjeldende bestemmelser for telerestriksjoner på en vegrute.
Oppskrivning av tillatt aksellast	Administrativ oppskrivning av gjeldende bestemmelser om tillatt aksellast etc. på en vegrute.
PMS	Forkortelse for Pavement Management System, planleggingsystem for vegdekkevedlikehold.
RAV	Rapport- og Analyseverktøy for Vegdatabanken. RAV er et PC-program som er basert på regneark-programmet Excel. Det henter data fra Vegdatabanken og presenterer disse data grafisk langs valgte vegutsnitt.
Relativ nedbrytende effekt	Nedbrytende effekt på vegen av aksellast, akselkombinasjoner, hjulmontasje, luftrykk, etc. i forhold til gitte referanser.
Ringtrykk	Se luftrykk.
Sommerbæreevne	Den største aksellast som en veg kan utsettes for utenom teleløsningsperioden over en tidsperiode (dimensjoneringsperioden) uten at vegens kjørbarehet ved normalt vedlikehold faller under en nedre akseptabel grense.
Teleløsningsbæreevne	Den største aksellast en veg kan utsettes for på helårsbasis over en tidsperiode (dimensjoneringsperioden) uten at vegens kjørbarehet ved normalt vedlikehold faller under en nedre akseptabel grense. Kan bestemmes på grunnlag av oppgraving (indeksmetoden) eller ved nedbøyningsmålinger gjennom flere teleløsningsperioder.
Telerestriksjoner	Last- eller kjørerestriksjoner i teleløsningsperioden. Teleløsningsperioden er den periode hvor telen går ut av vegkroppen, og hvor bæreevnen normalt er på sitt laveste.



Tilhenger	Kjøretøy som er innrettet for transport av personer eller gods og til å trekkes av motorvogn (trekkvogn). Tilhengere inndeles i følgende grupper: påhengsvogn, slepvogn, semitrailer.
Tillatt aksellast (veg)	Den maksimale aksellast på enkel aksel som er tillatt på vegen. Se også bruksklasse.
Tillatt aksellast (kjøretøy)	Den maksimale aksellast kjøretøyet er registrert for (iht. vognkortet).
Tillatt nyttelast	Den vekt som fremkommer som differansen mellom tillatt totalvekt og summen av kjøretøyets egenvekt og vekten av fører (iht. vognkortet).
Tillatt totalvekt	Den maksimale totalvekt kjøretøyet er registrert for (iht. vognkortet).
Tiltak	Se vedlikeholdstiltak.
Tomkjøring	Kjøring uten nyttelast, dvs. 0% lastutnyttelse.
Totalvekt	Vekten av kjøretøyet med personer og gods.
Trafikantkostnader	Kostnader for trafikanten og samfunnet, bestående av tidskostnader, kjøretøykostnader, ulykkeskostnader, komfortkostnader, forsinkelseskostnader og aksellastnytte.
Trafikkarbeid	Antall vognkilometer som trekkvogner utfører. Trafikkarbeidet er uavhengig av om kjøretøyet har last eller ikke, og om tilhenger benyttes. (Tilhengere produserer ikke trafikkarbeid).
Trafikkmengde	Se ÅDT.
Trekkvogn	Bil som er innrettet for å trekke et annet kjøretøy (tilhengere).
Tunge kjøretøy	Kjøretøy med totalvekt større enn 3,5 tonn.
Vedlikeholdstandard	Tilstand som skal utløse vedlikeholdstiltak.
Vedlikeholdstiltak	Komplett vedlikeholdsoperasjon, bygd opp av metoder/lag og massetyper.
Vegbruker	Alle brukere av det offentlige vegnettet.
Vegholder	Den som har forvaltningsansvaret for det offentlige vegnettet, dvs. Statens vegvesen for riks- og fylkesveger og kommunene for kommunale veger.
Vegvennlighet	Forholdet mellom medbrakt nyttelast, i tonn, og kjøretøyets/vogntogets samlede relative nedbrytende effekt. Angis uten benevnning.
Vognog	Motorvogn (trekkvogn) med ett eller flere kjøretøy tilkoplede (tilhengere).
ÅDT (årsdøgntrafikk)	Gjennomsnittlig antall kjøretøy pr. døgn samlet i begge kjøreretninger. Det totale antall kjøretøy som passerer et snitt i løpet av ett år, dividert med 365.



# Rapporter, publikasjoner, veiledninger, PC-program

## Aktivitetssområde A. Trafikkbelastning og nedbrytende effekter av kjøretøytekniske enkeltkomponenter

- A1 Ringtrykkets nedbrytende effekt på vegoverbygningen - et litteraturstudium. Intern rapport nr. 1528, mars 1992. (ViaNova AS).
- A2 Automatisk vektregistrering av tunge kjøretøy. Vektberegning og autokalibrering ved Berger vegstasjon. Intern rapport nr. 1531, mars 1992. (Datainstrument AS).
- A3 Forslag til inndeling av det offentlige vegnettet som grunnlag for vurdering av effekten av ulik aksellastpolitikk. Intern rapport nr. 1532, mars 1992. (Taugbøl & Øverland AS)
- A4 Utstyr for automatisk vektregistrering av kjøretøy - et litteraturstudium. Intern rapport nr.1534, mars 1992. (SINTEF Veg teknikk).
- A5 Automatisk vektregistrering av tunge kjøretøy. Vektberegning og autokalibrering ved Vinnes. Intern rapport nr.1535, mars 1992. (Datainstrument AS).
- A6 Dynamisk belastning av vegkonstruksjoner. Norsk sammendrag av OECD-rapporten: «Dynamic Loading of Pavements». Intern rapport nr. 1589, februar 1993 (Taugbøl & Øverland AS).
- A7 Nedbryting - rangering av trafikklaster vegkonstruksjon og klima. Norsk sammendrag av Publikasjon nr. 66. Intern rapport nr. 1591, februar 1993 (ViaNova AS).
- A8 Tunge kjøretøyers relative bidrag til nedbryting av veg - Prosjektbeskrivelse. Intern rapport nr. 1656, februar 1994.
- A9 Tunge kjøretøyers relative nedbryting av veg. Datarapport. Ut kommer som intern rapport våren 1995.
- A10 Utvikling tunge kjøretøyer - analyser fra AUTOSYS. Intern rapport nr. 1737, november 1994.
- A11 Automatisk vektregistrering. Datarapport. Ut kommer som intern rapport våren 1995.

## Aktivitetssområde B Konsekvensanalyser av ulik aksellastpolitikk for vegholder og vegbruker

- B1 Vegbrukers reduserte transportkostnader ved hel/delvis opphevelse av telerestriksjoner. Vurdering av tidligere grunnlag. Intern rapport nr. 1536, mars 1992. (Trafitek as).
- B2 Vegholders merkostnader ved hel/delvis opphevelse av telerestriksjoner. Vurdering av tidligere grunnlag. Intern rapport nr. 1537, mars 1992. (Pavement Consult).
- B3 Vegbrukers reduserte transportkostnader ved opphevelse av telerestriksjoner. Forslag til prosjektbeskrivelse. Intern rapport nr. 1538, mars 1992. (Trafitek as).
- B4 Vegholders merkostnader ved opphevelse av dagens telerestriksjoner. - Regnemetode og beregningsresultat. Intern rapport nr. 1539, feb. 1993 (SINTEF Vegteknikk).  
Lengde, bruksklasse og stipulert dekkelevealder og dekketype ved neste dekkelegging for alle hovedparseller på riksvegnettet i de enkelte fylker.  
- Intern rapport nr. 1540, februar 1993. Vedlegg til intern rapport nr. 1539. (SINTEF Vegteknikk).
- B5 Vegholders merkostnader ved opphevelse av dagens telerestriksjoner. Strekningsvise beregninger. Intern rapport nr. 1584, (ViaNova AS).
- B6 Telerestriksjoner på veg. En undersøkelse og vurdering av internasjonal praksis. Intern rapport nr. 1588, februar 1993 (eksamensarbeid).
- B7 Administrativ opphevelse av telerestriksjonene - økt nedbryting. Vegkontorenes vurdering. Merkostnader knyttet til hyppigere dekkevedlikehold. Intern rapport nr. 1590, februar 1993.



- B8 Evaluering av Publikasjon nr. 70 «Vegbrukers reduserte transportkostnader ved opphevelse av telerestriksjoner». Intern rapport nr. 1593, februar 1993.
- B9 Økonomiske konsekvenser for vegholder og vegbruker ved opphevelse av telerestriksjoner - foreløpige resultater. Intern rapport nr. 1600, februar 1993.
- B10 Vegholders merkostnader ved en administrativ oppskrivning av bruksklassen. Forsterkning eller hyppigere dekkefornyelse. Prosjektbeskrivelse. Intern rapport nr. 1715, juli 1994.
- B11 Landsoversikt over svake bruer på riks- og fylkesvegnettet. Intern rapport nr. 1735, november 1994.
- B12 Vegholders merkostnader ved opphevelse av telerestriksjonene eller økning av generell tillatt aksellast.  
- Metode for bruk på vegkontoret. Intern rapport nr. 1738, november 1994.

**Aktivitetsområde C      Valg av tiltak for utbedring og forsterkning av eksisterende veg**

- C1 Bæreevne og skadeutvikling i vegens tverrprofil. Intern rapport nr. 1533, mars 1992. (SINTEF Vegteknikk).
- C2 Kartlegging av utmattingssprekker på vegnettet i Trøndelag. Forprosjekt. Intern rapport nr. 1544, mars 1992 (SINTEF Vegteknikk).
- C3 Bruk av armering til forsterkning og rehabilitering av vegkonstruksjoner og flyplasser (3 stk. rapporter utarbeidet av SINTEF Vegteknikk og SINTEF Geoteknikk).  
-Erfaringsinnsamling. Intern rapport nr. 1585, februar 1993.  
-Modelleringsteori. Intern rapport nr. 1586, februar 1993.  
-Utkast til veiledning. Intern rapport nr. 1587, februar 1993.
- C4 Skjærstyrke av vegbyggingsmaterialer målt med DCP (Dynamic Cone Penetrometer). Internrapport nr. 1719, juli 1994 (SINTEF Vegteknikk).

**Aktivitetsområde D      Tolkning av bæreevne på vegnettet - basert på nedbøyning og tilstandsdata**

- D1 Bæreevneregister basert på tilstandsdata. Vurdering av grunnlag. Forprosjekt. Intern rapport nr. 1592, februar 1993.
- D2 Forprosjekt DIM01. Intern rapport nr. 1716, juli 1994 (ViaNova AS).
- D3 Brukerveiledning for EMODUL, versjon 2.00 og 2.01. PC-program for etterregning av E-moduler ut fra nedbøyningsmålinger. Intern rapport nr. 1717, juli 1994 (SINTEF Vegteknikk).
- D4 Etterrekningsprosedyra, Beregn-E-Modul og bruk av denne i EMODUL. Norsk program for etterregning av E-modular. Intern rapport nr. 1718, juli 1994 (SINTEF Vegteknikk).
- D5 Nedbøyningsmålinger med ulike sensorplasseringar for fallodd og Dynaflect i Sør-Trøndelag hausten 1991. Felt- og laboratorieundersøkingar. Intern rapport nr. 9001, september 1993 (SINTEF Vegteknikk).
- D6 Optimal sensorplassering for fallodd og Dynaflect. Intern rapport nr. 9002, september 1993 (SINTEF Vegteknikk).
- D7 Nedbøyningsmålinger med ulike sensorplasseringer for fallodd og Dynaflect i Sør-Trøndelag hausten 1991 - Etterregning av E-modular. Intern rapport nr. 9003, september 1993 (SINTEF Vegteknikk).
- D8 E-Modul ved ulike sensorplasseringer. Intern rapport nr. 9004, juli 1994 (SINTEF Vegteknikk).

**Prosjektstyring - budsjetter og årsplaner. 1990-1994.**

- E1 BUAB. Plan og budsjett for 1990. Intern rapport nr. 1527, mars 1992.
- E2 BUAB. Årsrapport 1990. Intern rapport nr. 1529, mars 1992.
- E3 BUAB. Plan og budsjett for 1991. Intern rapport nr. 1530, mars 1992.
- E4 BUAB. Årsrapport 1992. Intern rapport nr. 1599, februar 1993.



- E5 BUAB. Plan og budsjett for 1992. Intern rapport nr. 1655, februar 1994
- E6 BUAB. Plan og budsjett for 1993. Intern rapport nr. 1713, juli 1994.
- E7 BUAB. Årsrapport 1993. Intern rapport nr. 1714, juli 1994.
- E8 BUAB. Plan og budsjett for 1994. Utkommer som intern rapport våren 1995.
- E9 BUAB. Årsrapport 1994. Utkommer som intern rapport våren 1995.
- E10 BUAB. Referater fra Plangruppemøtene 1-16. Utkommer som intern rapport våren 1995.

#### **Veglaboratoriets publikasjonserie:**

- P1 Ringtrykkets nedbrytende effekt på vegoverbygningen (engelsk tekst). Publikasjon nr. 62.
- P2 Rangering av kjøretøykomponenter og deres nedbrytende effekter (engelsk tekst). Publikasjon nr. 66.
- P3 Vegbrukers gevinst ved opphevelse av telerestriksjoner. Publikasjon nr. 70.
- P4 Tunge kjøretøyers relative nedbrytende bidrag på veg. (Utkommer våren 1995).
- P5 Forsterkning eller hyppigere dekkefornyelse - hva lønner seg? (Utkommer våren 1995).
- P6 Automatisk vektregistrering - presentasjon av vektdata. (Utkommer våren 1995).
- P7 Sluttrapport etatsatsingsområdet Bedre utnyttelse av vegens bæreevne. Publikasjon nr 75.

#### **Veiledninger i håndbokserien, Statens vegvesen:**

- V1 'Forsterkning av veg'
- V2 'Skadekatalog for bituminøse dekker'
- V3 'Armering av veg'
- V4 'Dimensjoneringsnivå 1, DimEn'

#### **PC-program med brukerveiledninger:**

- PC1 *DimEn*: PC-program for dimensjonering av forsterkningsbehov etter dimensjoneringsnivå 1
- PC2 *DimTo*: PC-program for dimensjonering av forsterkningsbehov etter dimensjoneringsnivå 2.
- PC3 *RAV*: PC-program for grafisk presentasjon og opptegning av data fra Vegdatabanken langs valgte vegutsnitt. Programmet er primært utarbeidet for presentasjon av grunnlagsmateriale for vurdering av forsterkningsbehov. Bruker kan velge ulike kombinasjoner av fagregistre i Vegdatabanken.
- PC4 *WimGraphics*: PC-program for analyse og presentasjon av vektdata fra automatisk vektregistrering. Programmet presenterer vektdata fra den enkelte måleserie der en selv kan velge bl.a. aktuelle tidsrom, kjøretretning, kjøretøygrupper, og nivå på totalvekter og aksellaster.

#### **Andre referanser:**

- R1 Norsk Veg- og Vegtrafikkplan 1994-97, Stortingsmelding nr. 34 (1992-93).
- R2 Håndbok 018 'Vegbygging'. (1992-utgave).
- R3 Beregning av forsterkningsbehov basert på tilstandsvurderinger. Publikasjon nr. 71.



# Publikasjoner fra Veglaboratoriet

22. R. S. NORDAL. Drenering for vegar (Highway drainage). 53 p. 1965. Utsolgt (out of print, copies available).
23. R. S. NORDAL. Feltlaboratorier for vegbygging (Mobile laboratories for road construction). 11 p. 1965.
24. K. FLAATE. A Statistical Analysis of some Methods for Shear Strength Determination in Soil Mechanics. 8 p. 1966.
25. R. S. NORDAL. Drenering av undergang for E75 i Stjørdal (Drainage for an underpass on E75 at Stjørdal). 8 p. 1966.
26. T. THURMANN-MOE, J. O. HATTESTAD. Bruk av salter og andre kjemikalier i vintervedlikeholdet for å bedre trafikk-sikkerheten (The use of salt and other chemicals for road maintenance under winter conditions). 9 p. 1966. Utsolgt (out of print, copies available).
27. T. THURMANN-MOE. Hulrom i asfaltdekker (Void contents of bituminous surfaces). 9 p. 1966.
28. K. FLAATE. Factors influencing the Results of Vane Tests. 9 p. 1966.
29. K. FLAATE. Field Vane Tests with Delayed Shear. 17 p. 1966.
30. A. GRØNHAUG. Grus-separasjon i USA (Gravel aggregates benification in USA). 8 p. 1967. Utsolgt (out of print, copies available).
31. A. GRØNHAUG. Evaluation and Influence of Aggregate Particle Shape and Form. 20 p. 1967.
32. T. THURMANN-MOE, R. WOLD. Praktiske forsøk med noen forskjellige vinterlappemasser og litt om reparasjon av asfaltdekker (Evaluation of bituminous patching materials for winter maintenance). 7 p. 1967.
33. R. E. OLSEN, K. FLAATE. Pile-Driving Formulas for Friction Piles in Sand. 18 p. 1968.
34. H. BRUDAL. Vegforskning i Norge (Road Research in Norway). 30 p. 1968.
35. A. SKOGSEID. Telesikring ved isoleringsmaterialer (Prevention of frost heave in roads with insulating materials). 15 p. 1968.
36. T. THURMANN-MOE. Slitasje på forskjellige vegdekketyper forårsaket av piggdekk og kjettinger (Pavement wear caused by the use of studded tyres and snow chains). 10 p. 1970.
37. A. SKOGSEID. Frostsikring av vegger ved isolering. Litt om det fysiske grunnlaget (Prevention of frost heave in roads. An outline of the theory for the use of insulating materials).  
R. SÆTERS DAL. Varmeisolasjonsmaterialer i vegoverbygningen (Insulation materials in road construction).  
Å. KNUTSON. Frostsikre vegger med bark. Orientering om pågående undersøkelser (Frost protection of highways by a subbase of bark).  
H. RUISTUEN. Kostnader ved frostsikring av vegger (Costs for frost protection of roads). 34 p. 1971.
38. Ø. JOHANSEN. Varmeledningsevne av forskjellige vegbyggingsmaterialer (The thermal conductivity of various road aggregates). 18 p. 1971.
39. R. S. NORDAL, E. HANSEN. Vormsund Forsøksveg, Del 1: Planlegging og bygging (Vormsund Test Road, Part 1: Design and Construction). 48 p. 1971.
40. R. S. NORDAL. Vormsund Forsøksveg, Del 2: Instrumentering (Vormsund Test Road, Part 2: Instrumentation). 38 p. 1972.
41. K. FLAATE and R. B. PECK. Braced Cuts in Sand and Clay. 29 p. 1972.
42. T. THURMANN-MOE, S. DØRUM. Komprimering av asfaltdekker (Compaction of Asphalt Pavements). Hurtige metoder for komprimeringskontroll av asfaltdekker (Rapid Methods for Compaction Control of Asphalt Pavements). 39 p. 1972.
43. Å. KNUTSON. Dimensjonering av vegger med frostakkumulerende underlag (Design of Roads with a Frost accumulating Bark Layer).  
K. SOLBRAA. Barkens bestandighet i vegfundamenter (The Durability of Bark in Road Constructions).  
G. S. KLEM. Bark i Norge (Bark in Norway). 32 p. 1972.
44. J. HODE KEYSER, T. THURMANN-MOE. Slitesterke bituminøse vegdekker (Characteristics of wear resistant bituminous pavement surfaces).  
T. THURMANN-MOE, O. E. RUUD. Rustdannelse på biler (Vehicle corrosion due to the use of chemicals in winter maintenance and the effect of corrosion inhibitors).  
T. THURMANN-MOE, O. E. RUUD. Kjemikalier i vintervedlikeholdet (Norwegian saltpeter and urea as alternative chemicals for winter maintenance).  
O. E. RUUD, B-E. SÆTHER, F. ANGERMO. Understellsbehandling av biler (Undersealing of vehicles with various sealants). 38 p. 1973.
45. Proceedings of the International Research Symposium on Pavement Wear, Oslo 6th-9th June 1972. 227 p. 1973.
46. Frost i veg 1972. Nordisk Vegteknisk Forbunds konferanse i Oslo 18-19 sept. 1972 (Frost Action on Roads 1972. NVF Conference in Oslo 1972). 136 p. 1973.
47. Å. KNUTSON. Praktisk bruk av bark i vegbygging (Specifications for Use of Bark in Highway Engineering).  
E. GJESSING, S. HAUGEN. Barkavfall – vannforurensning (Bark Deposits – Water Pollution). 23 p. 1973.
48. Sikring av vegtunneler (Security Measures for Road Tunnels). 124 p. 1975.
49. H. NOREM. Registrering og bruk av klimadata ved planlegging av høgfjellsveger (Collection and Use of Weather Data in Mountain Road Planning).  
H. NOREM. Lokalisering og utforming av vegger i drivsnø-områder (Location and Design of Roads in Snow-drift Areas).  
H. NOREM, J. G. ANDERSEN. Utforming og plassering av snøskjermer (Design and Location of Snow Fences).  
K. G. FIXDAL. Snøskredoverbygg (Snowsheds).  
H. SOLBERG. Snørydding og snøryddingsutstyr i Troms (Winter Maintenance and Snow Clearing Equipment in Troms County). 59 p. 1975.
50. J. P. G. LOCH. Frost heave mechanism and the role of the thermal regime in heave experiments on Norwegian silty soils.  
K. FLAATE, P. SELNES. Side friction of piles in clay.  
K. FLAATE, T. PREBER. Stability of road embankments in soft clay.  
A. SØRLIE. The effect of fabrics on pavement strength – Plate bearing tests in the laboratory.  
S. L. ALFHEIM, A. SØRLIE. Testing and classification of fabrics for application in road constructions. 48 p. 1977.
51. E. HANSEN. Armering av asfaltdekker (Reinforced bituminous pavements).  
T. THURMANN-MOE, R. WOLD. Halvsåling av asfaltdekker (Resurfacing of bituminous pavements).  
A. GRØNHAUG. Fremtidsperspektiver på fullprofilboring av vegtunneler (Full face boring of road tunnels in crystalline rocks).  
E. REINSLETT. Veggers bæreevne vurdert ut fra maksimal nedbøyning og krumming (Allowable axle load (technically) as determined by maximum deflection and curvature). 52 p. 1978.



52. T. THURMANN-MOE, S. DØRUM. Lyse vegdekker (High luminance road surfaces).  
A. ARNEVIK, K. LEVIK. Erfaringer med bruk av overflatebehandlinger i Norge (Experiences with surface dressings in Norway).  
J. M. JOHANSEN. Vegdekkers jevnhet (Road roughness).  
G. REFSDAL. Vegers bæreevne bestemt ved oppgraving (indeksmetoden) og nedbøyningsmåling. Er metodene gode nok? (Road bearing capacity as decided by deflection measurements and the index method). 44 p. 1980.
53. E. HANSEN, G. REFSDAL, T. THURMANN-MOE. Surfacing for low volume roads in semi arid areas.  
H. MTANGO. Dry compaction of lateritic gravel.  
T. THURMANN-MOE. The Otta-surfacing method. Performance and economy.  
G. REFSDAL. Thermal design of frost proof pavements.  
R. G. DAHLBERG, G. REFSDAL. Polystyrene foam for lightweight road embankments.  
A. SØRLIE. Fabrics in Norwegian road building.  
O. E. RUUD. Hot applied thermoplastic road marking materials.  
R. SÆTERS DAL, G. REFSDAL. Frost protection in building construction. 58 p. 1981.
54. H. ØSTLID. High clay road embankments.  
A. GRØNHAUG. Requirements of geological studies for undersea tunnels.  
K. FLAATE, N. JANBU. Soil exploration in a 500 m deep fjord, Western Norway. 52 p. 1981.
55. K. FLAATE. Cold regions engineering in Norway.  
H. NOREM. Avalanche hazard, evaluation accuracy and use.  
H. NOREM. Increasing traffic safety and regularity in snow-storm periods.  
G. REFSDAL. Bearing capacity survey on the Norwegian road network method and results.  
S. DØRUM, J. M. JOHANSEN. Assessment of asphalt pavement condition for resurfacing decisions.  
T. THURMANN-MOE. The Otta-surfacing method for improved gravel road maintenance.  
R. SÆTERS DAL. Prediction of frost heave of roads.  
A. GRØNHAUG. Low cost road tunnel developments in Norway. 40 p. 1983.
56. R. S. NORDAL. The bearing capacity, a chronic problem in pavement engineering?  
E. REINSLETT. Bearing capacity as a function of pavement deflection and curvature.  
C. ØVERBY. A comparison between Benkelman beam, DCP and Clegg-hammer measurements for pavement strength evaluation.  
R. S. NORDAL. Detection and prediction of seasonal changes of the bearing capacity at the Vormsund test road.  
P. KONOW HANSEN. Norwegian practice with the operation of Dynaflect.  
G. REFSDAL, C-R WARNINGHOFF. Statistical considerations concerning the spacing between measuring points for bearing capacity measurements.  
G. REFSDAL, T. S. THOMASSEN. The use of a data bank for axle load policy planning and strengthening purpose.  
T. S. THOMASSEN, R. EIRUM. Norwegian practices for axle load restrictions in spring thaw. 80 p. 1983.
57. R. S. NORDAL, E. HANSEN (red.). Vormsund forsøksveg. Del 3: Observasjoner og resultater (Vormsund Test Road, Part 3: Observations and Results). 168 p. 1984.
58. R. S. NORDAL, E. HANSEN (red.). The Vormsund Test Road. Part 4: Summary Report. 82 p. 1987.
59. E. LYGREN, T. JØRGENSEN, J. M. JOHANSEN. Vannforurensning fra veier. I. Sammendragsrapport. II. Veiledning for å håndtere de problemer som kan oppstå når en veg kommer i nærheten av drikkevannforekomst (Highway pollution). 48 p. 1985.
60. NRRL, ASPHALT SECTION. Surfacing for low volume roads.  
T. E. FRYDENLUND. Superlight fill materials.
- K. B. PEDERSEN, J. KROKEBORG. Frost insulation in rock tunnels.  
H. ØSTLID. Flexible culverts in snow avalanche protection for roads.  
K. FLAATE. Norwegian fjord crossings why and how.  
H. S. DEIZ. Investigations for subsea tunnels a case history.  
H. BEITNES, O. T. BLINDHEIM. Subsea rock tunnels. Preinvestigation and tunnelling processes. 36 p. 1986.
61. Plastic Foam in Road Embankments:  
T. E. FRYDENLUND. Soft ground problems.  
Ø. MYHRE. EPS – material specifications.  
G. REFSDAL. EPS – design considerations.  
R. AABØE. 13 years of experience with EPS as a lightweight fill material in road embankments.  
G. REFSDAL. Future trends for EPS use.  
Appendix: Case histories 1-12. 60 p. 1987.
62. J. M. JOHANSEN, P. K. SENSTAD. Effects of tire pressures on flexible pavement structures – a literature survey. 148 p. 1992.
63. J. A. JUNCA UBIERNA. The amazing Norwegian subsea road tunnels. 24 p. 1992.
64. A. GRØNHAUG. Miljøtiltak ved vegbygging i bratt terreng (Environmental measures for road construction in mountain slopes).  
Ø. MYHRE. Skumplast uten skadelige gasser (The phase out of hard CFCs in plastic foam).  
T. JØRGENSEN. Vurdering av helsefare ved asfaltstøv (Evaluation of health risks of dust from asphalt wear).  
N. RYGG. Miljømessig vegtilpassing (Environmental road adjustment). 52 p. 1992.
65. C. HAUCK. The effect of fines on the stability of base gravel.  
A. A. ANDRESEN, N. RYGG. Rotary-pressure sounding 20 years of experience. 24 p. 1992.
66. R. EVENSEN, P. SENSTAD. Distress and damage factors for flexible pavements. 100 p. 1992.
67. STEINMATERIALKOMITEEN. Steinmaterialer (Aggregates). 20 p. 1993.
68. Å. KNUTSON. Frost action in soils. 40 p. 1993.
69. J. VASLESTAD. Stål- og betongelementer i løsmassetunneler (Corrugated steel culvert and precast elements used for cut and cover tunnels).  
J. VASLESTAD. Støttekonstruksjoner i armert jord (Reinforced soil walls). 56 p. 1993.
70. SINTEF SAMFERDSELSTEKNIKK. Vegbrukers reduserte transportkostnader ved opphevelse av telerestriksjoner (Reduced transportation costs for road user when lifting axle load restrictions during spring thaw period). 144 p. 1993.
71. R. Evensen, E. Wulvik. Beregning av forsterkningsbehov basert på tilstandsvurderinger – analyse av riks- og fylkesvegnettet i Akershus (Estimating the need of strengthening from road performance data). 112 p. 1994.
72. Fjellbolting (Rockbolting). 124 p. 1994.
73. T. BÆKKEN, T. JØRGENSEN. Vannforurensning fra veg – langtidseffekter (Highway pollution – long term effect on water quality). 64 p. 1994.
74. J. VASLESTAD. Load reduction on buried rigid pipes.  
J. VASLESTAD, T. H. JOHANSEN, W. HOLM. Load reduction on rigid culverts beneath high fills, long-term behaviour.  
J. VASLESTAD. Long-term behaviour of flexible large-span culverts. 68 p. 1994.
75. P. SENSTAD. Sluttrapport for etatsatsingsområdet «Bedre utnyttelse av vegens bæreevne» (Final report «Better utilization of the bearing capacity of roads»). 44 p. 1994.