



Statens vegvesen

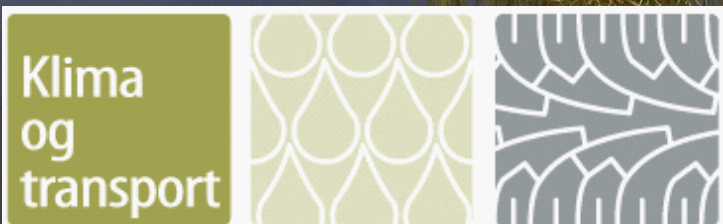
Miljøeffekt av endret klima

Oversikt over mulige problemstillinger

VD rapport

Vegdirektoratet

Nr. 30



Vegdirektoratet
Trafikksikkerhet, miljø og teknologi
Geoteknikk og skred
Mai 2011

VD rapport

Tittel

Miljøeffekt av endret klima

Undertittel

Oversikt over mulige problemstillinger

Forfatter

Ola Nordal (Asplan Viak AS)

Avdeling

Trafikksikkerhet, miljø og teknologi

Seksjon

Geoteknikk og skred

Prosjektnummer

601995

Rapportnummer

Nr. 30

Prosjektleder

Gordana Petkovic

Godkjent av

Frode Oset

Emneord

Klima og transport, klimatilpasning, miljø, forurensning, drenering

Sammendrag

Rapporten inngår i en serie rapporter fra FoU-prosjektet 'Klima og transport', etatsprosjekt 2007-2010. Hensikten med prosjektet er å forbedre rutiner og regelverk for planlegging, prosjektering, bygging, drift og vedlikehold av vegnettet som svar på endrede klimaforhold.

Hensikten med rapporten var å supplere arbeidet i 'Klima og transport' med en oversikt over forskjellige utfordringer i forhold til forurensningsbelastninger på ytre miljø langs veiene som følge av endret klima. Rapporten ser på emner som ikke er omfattet av prosjektet, spesielt på first-flusheffekter, alternative løsninger for fordrøyning og rensing av overvann, m.m. Den gir anbefalinger for videre forskning og utredning av ekstreme avrennings-episoder og first-flush, utvikling av rens tiltak mht robusthet for snø og frost, for løsninger for infiltrasjon av overvann langs vegen med mer.

Antall sider 22

Dato Mai 2011

VD report

Title

Environmental impact of climate change

Subtitle

Overview of the potential challenges

Author

Ola Nordal (Asplan Viak AS)

Department

Traffic Safety, Environment and Technology Department

Section

Geotechnical Section

Project number

601995

Report number

No. 30

Project manager

Gordana Petkovic

Approved by

Frode Oset

Key words

Climate and transport, adaption to climate change, environment, pollution, drainage

Summary

This report belongs to a series of reports from the R&D programme "Climate and Transport", carried out by the Norwegian Public Roads Administration 2007-2010.

The main objectives of the programme are to investigate the effect of climate change on the road network and recommend remedial actions concerning planning, design, construction and maintenance. The work presented in this report is a part of Project nr 3 Flood and Erosion Prevention.

The project focuses on principles for the choice of structural solutions and design and maintenance methods for drainage structures and erosion protection measures.

The purpose of the report is to find out whether climate change will present new challenges in terms of pollution loads on the environment along the roads.

Pages 22

Date May 2011

Forord

Rapporten inngår i en serie rapporter fra FoU-prosjektet 'Klima og transport', etatsprosjekt 2007 – 2010. Hensikten med prosjektet er å forbedre rutiner og regelverk for planlegging, prosjektering, bygging, drift og vedlikehold av vegnettet som svar på endrede klimaforhold.

Klimaforskningen konkluderer med at vi etter all sannsynlighet vil få endring til et varmere klima, som antas å føre til en økning i nedbørmengde og intensitet, parallelt med økt stormfrekvens og stormstyrke. Effektiviteten og sikkerheten av vegnettet påvirkes av nedbør, vind og temperaturforholdene. Dette er elementer som har innvirkning på steinsprang, fjellskred og snøskred, overflatevann, flom og erosjon, frysing og tining samt snø og is på vegbanen.

'Klima og transport' jobber etter beskrivelser av klimaendringer og deres effekt på transportsektoren slik de er nedfelt i følgende dokumenter:

- NTP-rapport ”Virkninger av klimaendringer for transportsektoren”, laget av en tverretattlig gruppe i transportsektoren: Jan Otto Larsen (leder) og Pål Rosland (sekretær), Statens vegvesen Vegdirektoratet, Kjell Arne Skoglund, Jernbaneverket, Eivind Johnsen, Kystverket og Olav Mosvold Larsen, Avinor.
- Vedleggsrapport ”Regionale klimascenarier for transportsektoren i Norge - en oppdatering”, av Jan Erik Haugen og Jens Debernard, Det Norske Meteorologiske institutt, februar 2007. (Rapporten er basert på scenarier fra RegClim prosjektet.)
- ”Klima i Norge 2100”, utarbeidet for NOU Klimatilpassing av Meteorologisk institutt, Bjerknessenteret, Nansensenteret, Havforskningsinstitutt og NVE, juni 2009.

'Klima og transport' består av følgende delprosjekter:

- Dp 1 Premisser og implementering
- Dp 2 Innsamling, lagring og bruk av data
- Dp 3 Flom- og erosjonssikring
- Dp 4 Snø-, stein-, jord- og flomskred
- Dp 5 Tilstandsutvikling på vegnettet
- Dp 6 Konsekvenser for vinterdrift
- Dp 7 Sårbarhet og beredskap

Prosjektleder for 'Klima og transport' er Gordana Petkovic og prosjektsekretær Reidun Svendsen. Mer informasjon om prosjektet: <http://www.vegvesen.no/klimaogtransport>.

Delprosjekt 3, som denne rapporten hører til, studerer prosjekterings- og vedlikeholdstiltak og deres tilpasning til klimabildet, både gjennom dimensjonering (av vegen eller tiltak) og ved endringer i kriterier for valg av løsninger. Delprosjekt 3 ledes av Frode Oset, Vegdirektoratet. For mer informasjon om delprosjektet, se vedlegg A.

Denne rapporten er utarbeidet av Ola Nordal (Asplan Viak AS).

For oversikt over tidligere andre rapporter fra 'Klima og transport', se vedlegg B.

Oppdragsgiver: Statens vegvesen
Oppdrag: 525947 – Miljøeffekt av endret klima - Oversiktsnotat Vegdirektoratet
Del:
Dato: 2011-05-04
Skrevet av: Ola Nordal
Kvalitetskontroll: Nina Syversen

MILJØEFFEKT AV ENDRET KLIMA - OVERSIKTSNOTAT VEGDIREKTORATET

INNHold

1	INNLEDNING	2
1.1	Trafikk og vegdrift i et hundreårsperspektiv	2
1.2	Forurensning fra vegdrift i hundreårsperspektiv.....	3
2	KLIMAENDRINGER FRAM MOT 2100	5
2.1	Klima i Norge 2100.....	5
2.2	Regionale klimascenarier	6
3	FORURENSNING AV JORD OG VANN.....	10
3.1	Kilder til forurensning fra vegdrift.....	10
3.2	Flush-effekter	10
3.3	Alternative renseløsninger – problemstillinger i endret klima	12
3.4	Erosjon og partikkeltransport – sidearealer.....	17
3.5	Frost og teles innvirkning på infiltrasjon.....	19
3.6	Mulige effekter av salting på annen forurensning.....	20
4	OPPSUMMERING	21
4.1	Anbefaling	21
5	Referanser	22

1 INNLEDNING

FoU-prosjektet *Klima og transport 2007 – 2010* har som mål å forbedre rutiner og regelverk for planlegging, prosjektering, bygging og drifting av veg som svar på endrede klimaforhold.

Innenfor delprosjekt 3, *sikring mot flom og erosjon*, har man ønsket å belyse hvorvidt endret klima vil gi nye utfordringer i forhold til forurensningsbelastninger på ytre miljø langs veiene. I delaktivitet 3-4, *Miljøeffekt av endrede klimaforhold*, har man vurdert renseeffekt av basseng for rensing av overvann ved et endret klima (Teknologirapport nr 2573). Konklusjonen er at dagens prosjektering av våte overvannsbasseng synes å være tilstrekkelig også i et 100-årsperspektiv fremover.

FoU-prosjektet har ved avrundingen av prosjektet engasjert Asplan Viak for å utarbeide et notat om mulige negative miljøeffekter knyttet til vegdriften ved et forventet våtere, varmere og villere klima frem mot år 2100. Oppgaven hører til delprosjektet *flom og erosjonssikring*, og er derfor i utgangspunktet knyttet til vannbåren forurensning. Vi er spesielt bedt om å vurdere om klimaendringer kan påvirke:

- First-flush-effekter
- Bruk av alternative løsninger for fordrøying og rensing av overvann
- Erosjon fra sidearealer
- Frost og teles innvirkning på infiltrasjon av overvann

Endring av saltbehov i endret klima er definert bort som tema, fordi dette vil bli vurdert i Salt SMART prosjektet. Vi ser likevel på indirekte effekter salting kan ha for andre forurensningseffekter.

Vi er også bedt om å se oppgaven i sammenheng med generell miljøbelastning fra veg også ut over vannbåren forurensning for å kunne belyse om mulige andre problemstillinger bør få fokus i forhold til klimaendringer og forurensning fra veg. Innledningsvis gir vi derfor en kort vurdering av klimaendringers mulige betydning for andre miljøeffekter.

1.1 Trafikk og vegdrift i et hundreårsperspektiv

Sett i et hundreårsperspektiv vil politisk styring, samfunnsutvikling og teknologisk utvikling medføre store endringer som også kan ha avgjørende betydning for forurensning fra vegdrift og trafikk. For bare hundre år siden var opphoping av hestemøkk i bygatene et miljøproblem, og man hadde ingen forutsetning for å gjøre seg betraktninger om vår tids utfordringer. Vi kan derfor vanskelig se for oss hva som vil være de viktigste miljøutfordringene de neste hundre år. I våre vurderinger har vi i utgangspunktet vurdert mulige endringer i miljøeffekter fra vegdrift gitt dagens trafikkmønster, dagens vegutforming og dagens kjøretøy. Vi poengterer innledningsvis at dette er forhold som også vil endres, og at andre endringer kan ha avgjørende betydning for endringer i forurensning fra veg. I de tilfelle man blir oppmerksom på mulige forverrede miljøeffekter i fremtidens klima kan dette selvfølgelig i seg

selv være en av flere pådrivere for en teknologisk tilpasning som avverger en negativ utvikling.



1.2 Forurensning fra vegdrift i hundreårsperspektiv

1.2.1 Miljøbelastninger fra veg og vegdrift i et hundreårs klimaperspektiv

Vegdrift og vegtrafikk kan generere ulike typer miljøbelastninger. Trafikkens miljøbelastninger kan deles inn i (Fritt etter TØI, trafikkens miljøeffekter: <http://miljo.toi.no/index.html?25780>):

- **Vann- og jordforurensning**
- Luftforurensning
- Støy
- Vibrasjoner
- Naturinngrep
- Arealdeling og barrierer
- Energibruk
- Avfall/forsøpling
- Utslipp ved ulykker

I dette prosjektet ligger hovedvekten på forurensning til vann og jord, men vi gir en kort omtale av andre miljøeffekter sett i et klimaperspektiv innledningsvis.

Vann- og jordforurensning

Vann- og jordforurensning behandles mer inngående senere i notatet. Forutsette klimaendringer antas å kunne medføre endringer for vann- og jordforurensinger fra veg.

Luftforurensning

Luftforurensninger og forurensning av vann og jord henger tett sammen. Det er de samme kildene til forurensning, og det er i stor grad vær og driftsforhold som avgjør om forurensningen spres som støv, gass og partikler med *vind* eller med *vann*. Endringer i klima

kan for det første påvirke hvor mye forurensning som dannes fra utslipp fra kjøretøy og slitasje av veg og dekk. Videre vil vær-situasjoner være styrende for om forurensningen som er dannet spres med vann eller med luft. En forventet generell trend mot våtere klima kan medføre at mer forurensning bindes og spres med vann, og at mindre finpartikler dermed spres i luft.

Vi går ikke nærmere inn på luftforurensning i dette notatet, men påpeker at kildene til luftforurensning generelt vil påvirkes på tilsvarende måte som kildene til vannforurensning.

Støy

Klimaendringer som medfører endringer i dekkbruk/piggdekkbruk, kjørehastighet og trafikkmengde kan medføre endringer i støy fra veg.

Vibrasjoner

Etter vår vurdering og kjennskap vil det ikke være spesielle, kjente endringer i vibrasjoner fra vegtrafikk som følge av forutsette klimaendringer.

Naturinngrep

Etter vår vurdering og kjennskap vil det ikke være omfattende endringer i naturinngrep knyttet til veg som følge av forutsette klimaendringer. Det er tenkelig at endringer i avrenningsmønster fra veg kan medføre økt arealbehov og økte naturinngrep for veganlegg, for eksempel i form av plass til rensesoner for avrenningsvann, evt endringer i behov for snødeponering og lignende, men dette vurderes som relativt marginale endringer.

Arealdeling og barrierer

Etter vår vurdering og kjennskap vil det ikke være spesielle endringer i hvordan veger medfører arealdeling og barrierer i landskapet som følge av forutsette klimaendringer.

Energibruk

Dersom klimaendringer reduserer fremkommeligheten på veiene eller gir økt driftsbehov (for eksempel økt behov for salting, brøyting, økt slitasje mm), så antas dette totalt sett å innebære høyere energibruk for å oppnå samme transportmengde.

Avfall/forsøpling

Etter vår vurdering og kjennskap vil det ikke være spesielle endringer i avfall/forsøpling langs vegene som følge av forutsette klimaendringer.

Utslipp ved ulykker

Dersom klimaendringer reduserer fremkommeligheten på veiene, så antas dette isolert sett å innebære en mulighet for økt risiko for ulykker, og dermed også for utslipp ved ulykker.

Oppsummering

Miljøbelastning fra veg og vegdrift	Påvirkes trolig av klimaendringer	Påvirkes neppe vesentlig av klimaendringer
Støy		X
Vibrasjoner		X
Luftforurensning	X	
Vann- og jordforurensning	X	
Naturinngrep		X
Arealdeling og barrierer		X
Energibruk	(X)	
Avfall/forsøpling		X
Utslipp ved ulykker		X

2 KLIMAENDRINGER FRAM MOT 2100

2.1 Klima i Norge 2100

Vi tar utgangspunkt i forventede klimaendringer slik de er beskrevet i "Klima i Norge 2100".

Temperatur

Det blir varmere i alle landsdeler og for alle årstider. Årsmiddeltemperaturen i Norge kan forventes å øke med 2,3 til 4,6 °C innen 2100.

Nedbør

Vi kan vente mer nedbør i hele landet. I gjennomsnitt for Norge vil årsnedbøren øke med 5 til 30 % mot slutten av århundret.

Avløp

Årsavløp og nedbørendringer henger sammen, men økt temperatur vil også påvirke avløpet. For Norge sett under ett forventes det en økning i årsavløp.

Snø

Snøsesongen blir kortere i hele landet. Reduksjonen blir størst i lavlandet, hvor 2–3 måneders reduksjon forventes mot slutten av århundret.

Flom og tørke

Framskrivninger av flom er meget usikre, men generelt forventes flomstørrelsene å øke. Det er imidlertid store lokale variasjoner.

Skred

Flere store nedbørhendelser i brattlendt terreng tilsier økt fare for flomskred.

Havtemperatur

Overflatetemperaturen vil kunne øke med omtrent 0,5 °C i løpet av 70 år langs vestkysten av Norge.

Strømningsforhold

Innstrømning til Nordsjøen forblir uendret, men innstrømningen til Barentshavet avtar litt.

Forsuring

Forsuringen av havet forventes å akselerere, og i våre norske farvann forventes en nedgang på minst 0,5 pH-enheter i dette århundret.

Sjøis

Det arktiske isdekket vil fortsette å avta utover i det 21. århundret, men det forventes betydelig variasjon i utbredelse fra år til år, og det er usikkert hvor raskt isdekket vil avta. Arktis kan bli isfritt om sommeren fra rundt midten av dette århundret.

Havnivå

I løpet av det 21. århundret kan havnivået langs norskekysten forventes å stige med rundt 70 cm langs kysten av Sør- og Vestlandet, rundt 60 cm i Nord-Norge og rundt 40 cm innerst i Oslo- og Trondheimsfjorden.

2.2 Regionale klimascenarier

Som en del av arbeidet med nasjonal transportplan 2010-2019 ble det utført en tverrfaglig utredning av virkninger av klimaendringer for transportsektoren (Nasjonal transportplan 2010-2019: Arbeidsdokument: Virkninger av klimaendringer for transportsektoren: <http://www.vegvesen.no/attachment/71583/binary/38727>). I dette dokumentet er det presentert regionvise klimascenarier (datert februar 2007), og disse danner grunnlag for vurderinger av konsekvenser for bl.a. veg og vegtransport.

I rapporten Klima i Norge 2100 – Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpasning er det presentert regionvise klimafremskrivninger for perioden 2071-2100 i forhold til perioden 1961-1990. Det er gitt tre ulike scenarier: middels, høy og lav framskrivning. Figurene under viser klimascenarier fra arbeidsdokument 2010-2019.

Nedbørdager

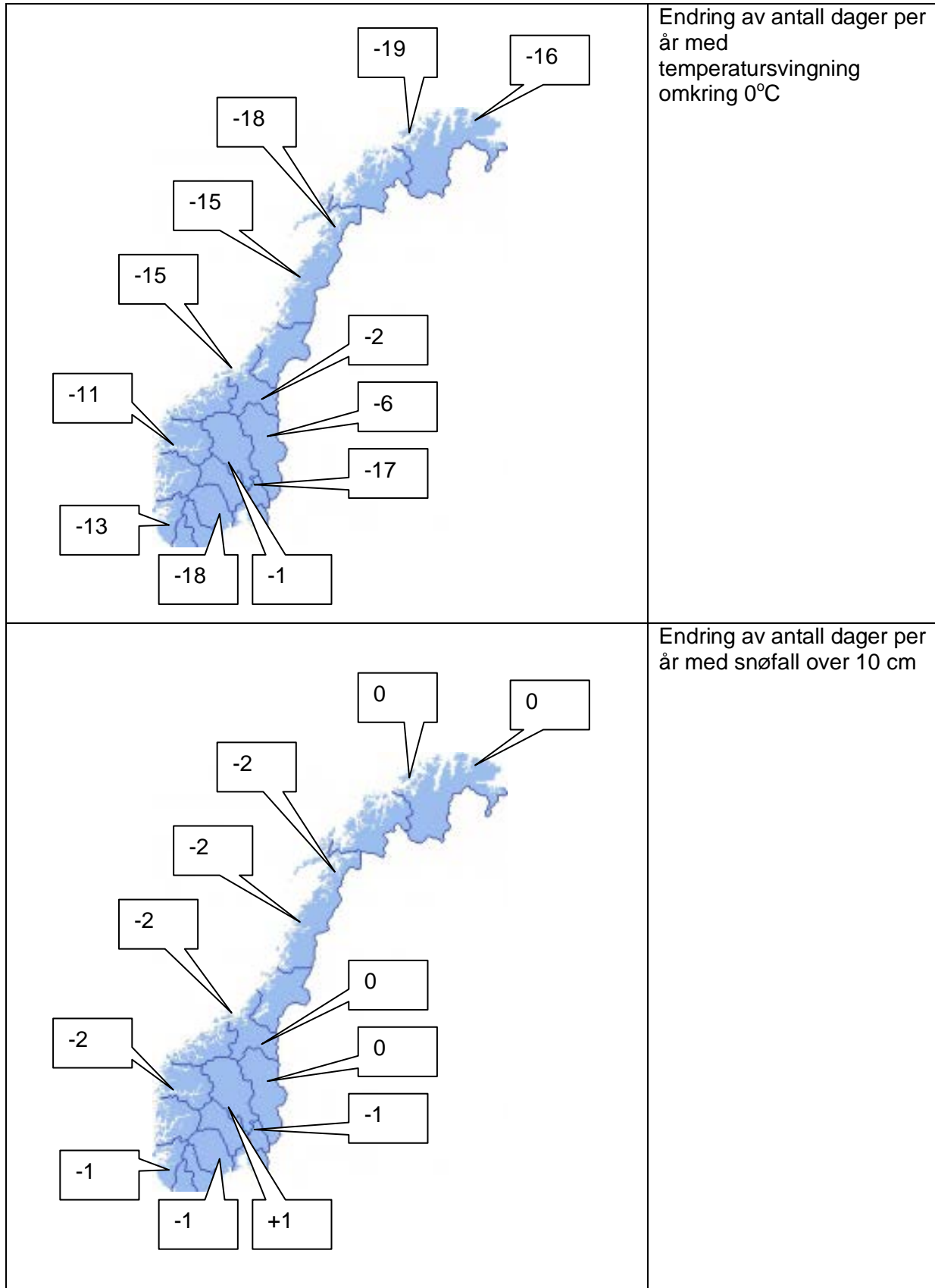
Det er forutsett relativt store prosentvise årlige økninger i nedbørmengde for store deler av landet. Tallene for *antall dager med betydelig nedbør* er imidlertid mer moderate for hele landet unntatt vestlandet. Med unntak av vestlandet er det forutsett økninger på 2-4 dager mer med mer enn 20 mm nedbør, og bare 1 dag mer enn nå med mer enn 30 mm nedbør. I forhold til drift av veg og renseanlegg for vann er det altså forutsett relativt små endringer i antall dager med sterk nedbør/avrenning, med unntak for vestlandet.

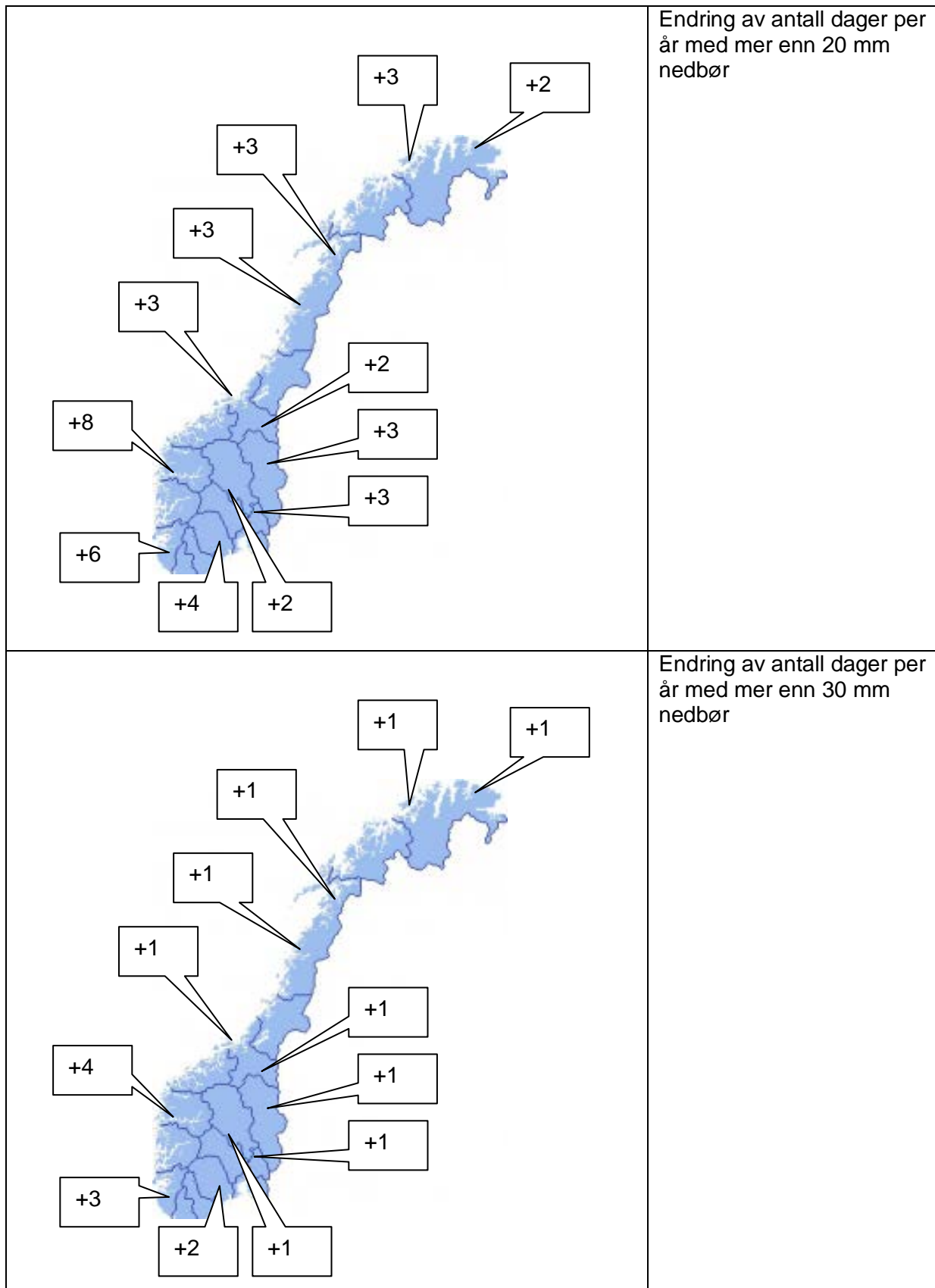
Dager med temperatursvingninger rundt 0°C

Den mest dramatiske endringen i tallmaterialet regnet som endring i antall dager per år, er en forutsett sterk nedgang i antall dager med temperatursvingninger omkring 0°C i hele landet unntatt indre Østland og indre strøk i Midtnorge. Det er forutsett nedgang i antall slike "nullføredager" på 11-19 dager langs hele kyst-Norge. Det er noe ulikt hvilke årstider endringene er størst, i Nord-Norge er det relativt stor nedgang av "nullføredager" høst og vår, mens på vestlandet og sørlandet er nedgangen av "nullføredager" på vinteren. Dette er endringer som antas å kunne få betydelig påvirkning på vegdrift og spredning av forurensning fra vegdrift.

Dager med snøfall over 10 cm

Det er forutsett en relativt beskjeden nedgang i antall dager med omfattende snøvær i hele landet unntatt Finnmark/Nord-Troms og indre Østland og indre strøk i Midt-Norge.





3 FORURENSNING AV JORD OG VANN

Vann- og jordforurensning fra vegdrift og trafikk omfatter først og fremst:

- avrenning av forurenset overvann fra veg
- vaskevann fra tunneler
- spredning av salt langs veiene
- spredning av partikler via luft til jord og vann langs vegen
- erosjon langs sidearealer

3.1 Kilder til forurensning fra vegdrift

Vegdrift og trafikk genererer på ulike måter stoffer som kan ha en negativ miljøeffekt i omgivelsene:

- **Avgasser** fra biler: karbonmonoksid, karbondioksid, nitrogen, svoveldioksid, svevestøv, sot, hydrokarboner (PAH, alifater, monoaromater(VOC)), kadmium
- **Spylervæske** fra biler
- Asfaltstøv og andre **partikler fra vegbane**
- **Partikler og stoff fra dekk- og pigg- slitasje**: PAH, svevestøv, sink, kadmium, andre tungmetaller
- **Avisingskemikalier**
- Tørr- og våtavsetninger fra **atmosfærisk nedfall** (både kort- og langtransportert)
- Partikler og stoff fra **erosjon og utvasking** fra vegskulder, grøfter og fyllinger langs veg.

En lang rekke av stoffene bindes til partikler, og spres med disse via luft eller avrenning til omgivelsene. Noen av stoffene som salter og enkelte av metallene løses i vann og spres løst i vannet uten nødvendigvis å være knyttet til partikler.

3.2 Flush-effekter

3.2.1 First-flush

Ved regn eller snøsmelting etter en tørr periode vil vannet i den første avrenningen inneholde forurensning som har blitt samlet opp på og langs vegen siden forrige avrenning. Dette omtales i litteratur som *first flush-effekt*. Tilsvarende kan man ha en *last flush effekt* ved snøsmelting når partikler frigjøres og føres bort med overvannet når de siste snøfjonnene smelter.

Konsentrasjon eller innhold av forurensninger i avrenning fra veg varierer på denne måten gjennom en avrenningsepisode. Innhold av partikler (suspendert stoff) har en tendens til å være høyere i starten av hver avrenningsperiode enn gjennomsnittet for hele episoden. I

litteraturen er det gitt et noe nyansert bilde av first flush-effekter for avrenning fra veg. Man har i ulike studier sett at forurensninger som er assosiert til finpartikler har et mer uttalt first-flush mønster enn forurensninger som er mer vannløselige.

Kayhanian og Stenstrøm gjorde en overordnet vurdering av kunnskapsstatus og first-flush karakterisering i 2008, presentert i The Journal for Surface Water Quality Professionals (<http://www.stormh2o.com/march-april-2008/pollutants-run-off-1.aspx> http://www.dot.ca.gov/hq/env/stormwater/pdf/CTSW-RT-05-073-02-6_First_Flush_Final_9-30-05.pdf).

Diskusjonen om first-flush nyanserer mellom konsentrasjon og massetransport. Det er nokså allmenn enighet om at *konsentrasjon* av forurensninger er høyere tidlig i en avrenningsepisode enn senere, og dette er vel dokumentert i mange forsknings- og utredningsprosjekter. Hvorvidt samlet massetransport er større i en innledende avrenningsfase enn i en samlet avrenningsepisode er imidlertid noe mer omdiskutert og dårligere dokumentert.

Kayhanian og Stenstrøm har i egne undersøkelser (http://www.dot.ca.gov/hq/env/stormwater/pdf/CTSW-RT-05-073-02-6_First_Flush_Final_9-30-05.pdf) funnet at omlag 30-50 % av forurensninger (regnet som massetransport) i avrenning fra veg i en enkelt episode finnes i de første 10-20 % av avrenningsvolumet.

Gjennom vinteren kan man få en opphoping av salt i snø langs veger. Ved første smelteepisode vil det skje en selektiv nedsmelting av vannløselige forbindelser (salt, metaller), slik at det første smeltevannet får en uttalt first-flush dominert av salt.

3.2.2 Rensetiltak designet i forhold til first-flush

Ved dimensjonering av overvannsløsninger kan man velge å dimensjonere slik at man tilbakeholder en forventet first-flush, mens man tillater at resten av en avrenningsepisode ledes i overløp utenom rensertiltak.

Dersom man for eksempel dimensjonerer sedimentasjonsdammer for å romme de første 20% av en dimensjonerende vannmengde vil man i teorien fange opp om lag 50% av massetransporten dersom innløp til rensertiltaket stenges og går til overløp når bassenget er fylt opp (gitt vanlige anslag for first-flush-effekt).

Når man alternativt leder alt vannet fra hele avrenningsepisoden gjennom samme rensertiltak kan oppholdstid for alt vannet bli for liten, slik at faktisk renseseffekt reduseres svært mye.

Dersom man alternativt leder en andel av avrenningen til overløp gjennom hele avrenningsepisoden vil samlet tilbakeholdelse også gå vesentlig ned.

De fleste aktuelle rensertiltak for overvann vil relativt sett være mest effektive (i forhold til tilbakeholdt massetransport) for mer konsentrert forurensning. Andel tilbakeholdt forurensning vil være mindre utover i en avrenningsepisode når konsentrasjon av forurensning avtar.

3.2.3 Klimaendring og flusheffekter

Våtere klima

Hyppigere nedbør vil i utgangspunktet forventes å *dempe* first-flush effekter dersom det blir kortere tid mellom hver avrenningsepisode, fordi mindre forurensning da vil være samlet opp siden forrige avrenningsepisode.

Motsatt kan mer intense nedbør- og avrenningsepisoder innebære et raskere forløp av starten av avrenningsepisoder, noe som antas å *styrke* tendensen til first-flush effekter fordi man da raskt får løst opp og løsrevet forurensninger fra vegbane og vegskulder.

Flere våte dager vil også forskyve forholdet mellom forurensning som spres med luft og forurensning som spres med vann. Et våtere klima vil derfor medføre at mer av vegforurensningen skylles bort med vann, og spres direkte til anordninger for rensing av overvann, eller evt til resipienter.

Samlet vurdert vil en tendens mot mer og hyppigere nedbør og avrenning bidra til større forurensningsspredning med *vann* fra veg. Dette vil i så fall bidra til å øke betydningen av gode og tilpassede renseløsninger. Økt vannføring i avrenningsepisoder vil generelt bidra til at renseløsninger i mindre grad kan dimensjoneres for de største flomtoppene. Renseløsninger basert på first-flush kan dermed få økt betydning for å begrense avrenning i flomtopper, selv om vi generelt skulle få noe mindre uttalte first-flush-mønster som følge av evt hyppigere nedbør.

Tørrere klima

Et evt endret nedbørsmønster til færre nedbørsdager vil man forvente skulle bidra til å forsterke first-flush effekter fordi mer forurensning da vil være samlet opp siden forrige avrenningsepisode. Værsituasjoner med sjeldnere, men mer intense nedbør- og avrenningsepisoder anses som det som vil gi mest uttalt first-flush effekt.

3.3 Alternative renseløsninger – problemstillinger i endret klima

Med alternative renseløsninger menes i denne sammenheng naturbaserte, lokale renseløsninger for å holde tilbake miljøgifter, næringsstoff, organisk materiale eller partikler som følger overvannsavrenning fra veg.

I handbok 261 – Vannbeskyttelse i vegplanlegging og vegbygging er det gitt beskrivelser av overvannets egenskaper og av denne type aktuelle rensemetoder. Vi viser til beskrivelsene gitt der. <http://www.vegvesen.no/attachment/61497/binary/14204> . Anleggstyper som er omtalt omfatter:

1. Tørt overvannsbasseng: Anlegg som primært retter seg mot (midlertidig) tilbakeholdelse av de tilførte vannmengder
2. Vått overvannsbasseng: Anlegg med et sjølignende utseende som (midlertidig) tilbakeholder og samtidig renser tilført overvann
3. Infiltrasjon: Metode hvor rensing skjer under transporten i et jordmedie
4. Perkolasjonsmagasin (lukket infiltrasjon): Et magasin i jorda hvor det ved filtrering, stofftilbakeholdelse og -omsetning skjer rensing av tilført overvann
5. Våtmark: Arealer med varierende og vanligvis små vanndybder hvor tilbakeholdelse av stoff vil finne sted
6. Vegetative systemer: Overflate-transportssystemer for tilført overvann i form av eksempelvis grøfter og områder med lite fall hvor tilbakeholdelse av stoff samtidig finner sted
7. Filterløsninger

I rapporten *Rensing av overvann fra vei i fremtidens klima, 2071-2100* er det vurdert om forutsette klimaendringer vil få betydning for dimensjonering av våte overvannsbasseng. Spørsmålet er hvorvidt forutsette klimaendringer i et hundreårsperspektiv vil endre virkning av rensemetodene. Viktige klimaforhold som kan endres og som kan påvirke drift og funksjon av renselanleggene omfatter først og fremst:

- Flomstørrelser
- Flomhyppighet
- Teleforhold
- Snøforhold

Analysen i rapporten viser at forventet endring i klima kun marginalt vil redusere renseseffekten for vegavrenning i våte overvannsbasseng, basert på en framskrivning av regnserier i Osloområdet. Det vurderes forøvrig at våte overvannsbasseng rensesmessig sett er både bredspektrede og robuste. Hovedkonklusjonen er at endringer i klima med økt nedbør, avrenning av eventuelle nye stoffer og endrede konsentrasjonsforhold for velkjente stoffer, ikke gir grunnlag for å endre dagens dimensjoneringspraksis. Denne konklusjonen vurderes i rapporten å være generelt gjeldende for hele Sør-Norge, øst og vest for vannskillet.

Tørre og våte overvannsbasseng vurderes altså som svært robuste systemer, der funksjonen i liten grad vil ødelegges av forutsette klimaendringer. Vi har den samme vurderingen av dette, men vi ønsker i tillegg å peke på enkelte forhold som kan ha betydning for framtidig vurdering av godt fungerende renseløsninger:

En tendens mot hyppigere og mer intens nedbør og avrenning vil kunne medføre en tendens mot at en generelt større totalandel av forurensningspredning fra veg spres via vann. Betydningen av godt fungerende renseløsninger kan dermed øke.

Forskning på avrenning fra landbruksområder har tydelig vist at enkeltepisoder som oppstår sjelden står for en dominerende andel av total massetransport. Dette kan typisk være regn på delvis tint frossen mark. Tilsvarende antas å være tilfelle for erosjon langs

veg, og dette er en problemstilling det kan være grunn til å se nærmere på også i forhold til funksjonen av overvannsbassenger.

Økt totalnedbør/nedbørhyppighet vil medføre at en stor andel av avrenningen kan få lavere konsentrasjoner av forurensing enn i dag. Dette vil generelt bidra til dårligere rensegrad regnet som total tilbakeholdelse av masse gitt samme dimensjonering av renseløsningene.

Infiltrasjonsløsninger basert på magasiner, infiltrasjon i langsgående områder/ grøfter eller i lukkede magasiner vurderes som følsomme for frost og tele. Forutsette klimaendringer innebærer imidlertid reduksjon av tid med frost og tele i alle deler av landet. Generelt kan derfor infiltrasjonsløsninger bli mer egnede løsninger i større deler av landet større deler av året.

Kapasitet på infiltrasjonsløsninger er også følsom for flomstørrelser. En tendens mot større flommer, og spesielt mot at en større andel av forurensing kan spres i større flomepisoder taler derfor for at slike løsninger alene kan bli mindre aktuelle.

Kombinasjon av magasinering/flomdemping og infiltrasjon vurderes derimot som en god og ganske robust kombiløsning ved at stoffene transporteres kort veg, konsentrasjonen blir lav pr punkt og en ikke får punktutslipp av vann. Metoden er også driftsmessig gunstig.

Rensesystem	Dimensjoneringsmetoder I dag	Viktige begrensende forhold	Følsomhet for frost og tele	Følsomhet for økt flomstørrelse	Følsomhet for økt flomhyppighet
Tørre overvannsbasseng	<ul style="list-style-type: none"> -%-andel av årsavrenning -100% rensing av overvann fra gitte flommer -Rensing av first flush f.eks første 10 mm -Minste tømmetid før neste flom 	<ul style="list-style-type: none"> Totalvolum Innløpsutforming Utløpsutforming 	Lite følsomt (Forutsetter at innløp og utløpsanordning fungerer under frost og tele.)	Noe følsomt	Noe følsomt
Våte overvannsbasseng	<ul style="list-style-type: none"> -Arealforhold nedbørfelt/bassengareal -Middelregnmetoden -Tørrværsperiodens lengde -Prosessdesign 	<ul style="list-style-type: none"> Totalvolum Tørrværsvolum Magasineringsvolum Tørrværsperioden lengde (3 døgn) 	Lite følsomt (Forutsetter bruk av dykka innløp og utløpsregulering)	Noe følsomt	Noe følsomt
Infiltrasjon med magasiner	<ul style="list-style-type: none"> -Magasineringsvolum: samme innfallsvinkler som for tørre overvannsbasseng -Tid for å tømme magasinet ved infiltrasjon (2-5 dgn) -Bestemme vannnybden i bassenget (samsvarer med hydraulisk ledningsevne for jorda) -Bestemme bassengets overflateareal 	<ul style="list-style-type: none"> -Totalvolum på magasineringsvolum -Infiltrasjonskapasitet i jorda -Tiltetting -Tele 	Svært følsomt	Følsomt	Noe følsomt

Rensesystem	Dimensjoneringsmetoder I dag	Viktige begrensende forhold	Sårbarhet for frost og tele	Sårbarhet for økt flomstørrelse	Sårbarhet for økt flomhyppighet
Infiltrasjon i langsgående områder/ grøfter	Designet for å rense episoder med liten nedbør. I evt kombinasjon med magasinlumer også designet for større avrenningsepisoder	-Tiltetting -Tilgroing -Tele	Følsomt	Følsomt, men avhenger av magasinlumer	Lite følsomt
Perkolasjonsmagasin – lukket infiltrasjon	Kan lages for fullstendig infiltrering eller for redusert kapasitet (first flush) -Ønsket kapasitet i forhold til nedbørfelt, flomstørrelse og infiltrasjonskapasitet	-Effektiv forsedimentering av slam -Tiltetting -Tele	Følsomt	Følsomt	Noe følsomt
Våtmark	Samme innfallsvinkler for dimensjonering som for tørre overvannsbasseng	-Hydraulisk utforming -Bunnfrysing	Følsomt	Noe følsomt	Noe følsomt

3.4 Erosjon og partikkeltransport – sidearealer

3.4.1 Om erosjonsprosessen

Overflateavrenning fra tette vegflater renner raskt av til sidearealet langs vegen. På sidearealene kan vann som renner rive løs og transportere med seg jordpartikler. Slik erosjon kan foregå jevnt på flater med dårlig vegetasjonsdekke, eller det kan foregå konsentrert som utgraving i riller, langs kanter eller i bekkeløp eller andre steder hvor det oppstår rask vannbevegelse.

Erosjonsprosessene foregår i flere faser:

- Løsrivelse av partikler
- Transport av partiklene med rennende vann
- Sedimentasjon av partikler der vannstrømmen er roligere

Erosjon langs veger kan skape problemer både der jorda vaskes bort og der partiklene resedimenteres.

Man opererer vanligvis med ulike former for erosjon:

- Flateerosjon, foregår jevnt fordelt ved overflateavrenning over en flate.
- Rilleerosjon, foregår konsentrert i små og store vannløp; riller
- Grøfteerosjon, omfattende utgraving av større grøfter og hull (gullies)

Massetransport ved flateerosjon er relativt liten, mens den øker svært mye ved rilleerosjon og grøfteerosjon.

Omfang av erosjon avhenger av en rekke forhold. Det finnes ulike modeller for å beskrive hvilken betydning ulike forhold har for omfang av erosjon. Den mest utbredte modellen er den universelle jordtapsligningen (USLE). Ligningen er basert på en rekke målinger av erosjon i jordbruksområder, og den omfatter både flateerosjon og rilleerosjon.

$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$, der

- A=Beregnet jordtap som følge av erosjon
- R= Regnets erosivitet
- K=Jordas eroderbarhet
- L=Helningslengdefaktor
- S=Skråningsgradsfaktor
- C=Korreksjonsfaktor for tiltak på arealene (mest brukt for jordbrukstiltak)
- P=Korreksjonsfaktor for erosjonshindrende tiltak

Erosjonen (massetransporten) er altså avhengig av regnet som faller, egenskaper ved jorda, og terrenget der vannet renner av. For vegkanter vil man typisk ha en vesentlig tilførsel av overflateavrenning fra de tette vegflatene. Avrenningsmønster fra vegen vil også ha svært stor betydning for erosjon langs vegen; dersom avrenning fra vegen samles i lavpunkt,

sprekker i asfalten og lignende vil vegkantene være utsatt for erosjon der en konsentrert vannstrøm renner ut fra vegen.

Betydning av jordart

Ulike jordarter har ulik eroderbarhet. Leirjord har store kohesjonskrefter, og leirpartiklene er samlet i aggregater som reduserer regnets mulighet til å rive løs partikler. I sandjord er partiklene så store og tunge at det begrenser transport/bevegelse av partiklene. Siltpartikler er i en mellomstilling, og jord med høyere siltinnhold er mest utsatt for erosjon. Dersom vannet først begynner å grave/erodere i leirjord kan også denne være svært utsatt for erosjon.

Betydning av terreng

Økt helningsgrad og økt helningslengde gir vesentlig økt erosjonsrisiko fordi rennende vann vil få større hastighet, og fordi vannet i økende grad vil samle seg i konsentrerte strømningsveger.

Betydning av tilstrømningsmønster fra vegareal

En jevn avrenning fra lengre vegstrekninger vil medføre langt mindre erosjonsrisiko enn der avrenning fra veg samles i lavpunkt, langs asfaltsprekker eller lignende før det renner av fra vegen.

3.4.2 Klima og erosjon

Undersøkelser av erosjon på jordbruksområder har vist at enkeltepisoder har svært stor betydning for samlet massetransport med erosjon. Både enkelte værhendelser og årsklimavariasjoner er med på å styre om det oppstår særskilte erosjonsepisoder. Erfaringer viser at den mer alvorlige erosjonen foregår i spesielle vær-situasjoner som oppstår sjelden.

Betydningen av årsklima

Dersom det oppstår situasjoner med intens nedbør og avrenning samtidig som jorda har liten infiltrasjonskapasitet vil jorda være svært erosjonsutsatt. Det er særlig tre konkrete situasjoner som kan gi slike forhold:

- a) **Avrenning på tint jord over tele.** I forbindelse med telegang eller tilløp til dette i løpet av vinteren kan man få et tint lag med fullstendig vannmettet jord over tett frossen jord. Ved kraftig nedbør, evt også kombinert med snøsmelting i en slik situasjon kan ikke overvann infiltrere, og alt tilført vann må renne av på overflaten. Vannet kan da vaske med seg all tint jord der det renner.
- b) **Avrenning på vannmettet jord.** Etter langvarig nedbør kan rotsonen i jorda bli helt vannmettet. Ved kraftig nedbør i en slik situasjon kan ikke overvann infiltrere, og alt tilført vann må renne av på overflaten. Man kan da få omfattende erosjon.
- c) **Avrenning på svært tørr jord.** Etter langvarig tørke kan finkornig jord (silt og leire) få mer eller mindre uttalte hydrofobe egenskaper som sammen med hysteresis-effekter gjør at det tar tid å fukte opp jorda. I slike situasjoner kan det forekomme episoder

med omfattende overflateavrenning og erosjon dersom det kommer plutselig og intens nedbør og avrenning.

Særlig den første varianten har vist seg å kunne medføre alvorlige erosjonsskader. I de områder av landet hvor klimaendringer vil gi større hyppighet av kraftige regnskyll om vinteren kan man frykte en betydelig økt hyppighet av slike situasjoner. I de områder av landet hvor klimaendringer vil gi økt hyppighet av langvarig og intens nedbør kan man frykte økt hyppighet av episoder med avrenning på vannmettet jord. Dette tilsier en økt fokus på utforming og oppbygging av vegskulder/veggkant.

3.4.3 Betydning for slamkvalitet og rensetiltak

Økt erosjon langs vegkant medfører isolert sett vedlikeholdsbehov langs veg. Utover dette kan det også få betydning for funksjon og drift av rensetiltak for overvann. Økt erosjon vil gi en stor tilleggsbelastning på sandfang/slamfeller/sedimenteringsdammer ved at de fylles raskere opp, og dermed må vedlikeholdes oftere. Dette slammet kan være lite forurenset av miljøgifter dersom det kommer fra dypere grøfteerosjon på enkelt punkt slik man typisk kan få ved uheldig hydraulisk utforming av avrenning fra vegflater. Slammet kan være mer forurenset dersom det stammer fra flateerosjon der et tynt lag vaskes bort fra større arealer, slik man f.eks. kan få ved avrenning på delvis tint jord.

3.5 Frost og teles innvirkning på infiltrasjon

Frost og teles innvirkning på infiltrasjon er også omtalt under omtalen av erosjon.

Generelt er det svært dårlig infiltrasjonskapasitet i frossen teleutsatt jord. Forskning knyttet til avrenning fra landbruksområder har vist at man kan ha en viss infiltrasjon knyttet til sprekker og drenering også på frossen jord, men dette vurderes som mindre relevant knyttet til vegkant.

Infiltrasjonskapasitet i frossen jord avhenger av jordtype. Generelt kan lite telefarlige masser (jord med lite finstoff) opprettholde en god infiltrasjonskapasitet gjennom kalde perioder, fordi porevolumet er tømt for vann før jorda fryser. Dersom det kommer mildvær med regn og avrenning i eller etter en ellers kald periode kan derfor gode jordmasser uten finstoff fortsatt opprettholde infiltrasjonsegenskaper. I slike vær-situasjoner vil imidlertid også slike masser være mer utsatt for tiltetting enn ellers, det skal lite finstoff i overflatemassene til før evt underkjølt eller relativt kaldt vinterregn fryser og lager linsler som stopper infiltrasjonen.

På årsbasis er det forutsett en temperaturøkning og reduksjon av perioder med frost og tele i store deler av landet. Isolert sett vil dette bidra til kortere perioder der infiltrasjon er begrenset av frost og tele.

På landsbasis er det forutsett en betydelig reduksjon av antall dager der temperaturen ligger rundt 0°C. For disse områdene antas dermed faren for å få episoder med omfattende regn på frossen mark å avta. I Øst-Finnmark og deler av indre Østlandet vil derimot episoder med

temperatur omkring 0°C på vinterstid kunne øke. I disse områdene kan man dermed få et økt problem med regn på frossen mark med dårlig eller ingen infiltrasjonskapasitet. Slike episoder kan i visse tilfeller gi dramatisk økt overflateerosjon.

3.6 Mulige effekter av salting på annen forurensning

Direkte miljøeffekter av salting er ikke tema i dette notatet, da det behandles i eget etatsprosjekt, SaltSmart. Tilførsel av salt kan imidlertid også påvirke spredning og effekter av annen vegforurensning. Tilførsel av salt kan gi vegavrenning med høyt saltinnhold. Høyt saltinnhold i overvann og porevann kan medføre at det løses ut stoffer fra vegstøv og fra jord langs vegen som ellers ville vært bundet til jord/partikler.

Salt avrenning kan medføre utvasking av kalsium og magnesium fra jord langs veien, noe som kan medføre mindre stabile strukturer i jorda, og dermed økt spredning av svært små jordpartikler (kolloider). Kolloider som spres vil kunne ta med seg miljøgifter, og de vil vanskelig kunne filtreres ut eller sedimenteres i rensetiltak for overvann.

3.6.1 Mulig effekt av salt på spredning og giftighet av miljøgifter i overvann

De fleste miljøgifter som spres fra veg/vegtrafikk vil være bundet til støv- og jordpartikler, og dette vil begrense spredning av stoffene og giftvirkningen i miljøet. Normalt må miljøgiftene mobiliseres fra den faste (partikkelbundne) fasen til væskefase (løst i vann) for å forårsake gifteffekter. Som følge av ionebytting kan salt overvann fra veg føre til sterk mobilisering av for eksempel tungmetaller som ellers er bundet til partikler. Dermed kan både spredning og giftvirkning av andre miljøgifter øke som følge av salting.

3.6.2 Mulig effekt av salt i infiltrasjonsanlegg for overvann

I infiltrasjonsbaserte rensetiltak kan høyt saltinnhold i sigevannet tenkes å bidra til å redusere tilbakeholdelse av stoff i ulike filtermedier som følge av ionebytteprosesser. Det kan tenkes at episoder med infiltrasjon av sterkt saltholdig avrenning fra veg kan føre til en "flush-effekt" med utløsning og utvasking av ioner som tidligere har blitt tilbakeholdt/adsorbert til filtermaterialer i infiltrasjonsløsninger.

3.6.3 Mulig effekt av salt i overvannsbassenger

Variasjoner i saltholdighet i overvann som tilføres rensedamner kan medføre at det dannes relativt stabile saltsjiktninger i dammene på vinter og vår. Dette kan gi redusert oppholdstid ved gjennomstrømning, og dermed redusert renskapasitet.

Saltholdig vann kan mobilisere miljøgifter fra bunnslam i rensedamner pga ionebytteprosesser, noe som kan medføre at tidligere tilbakeholdt forurensning kan spres fra rensedbasseng i tilfeller med gjennomrenning av salt overvann.

Saltholdighet i overvannet kan øke flokkulering av små partikler i overvannsbasseng, og dermed bidra til at mer partikulært materiale sedimenteres og holdes tilbake.

4 OPPSUMMERING

Mulige klimaendringer kan påvirke hvordan forurensing spres fra veg. En generell dreining mot et varmere, våtere og villere klima vurderes å medføre at en større andel av total forurensingsspredning fra veg spres via vann. Resultatet vil være at større vannmengder, gjerne med noe lavere konsentrasjon av forurensning per volum vil passere rensetiltakene. Betydningen av first-flush effekter ved slike endringer er sammensatte. Hyppigere nedbør vil gi en dreining mot mindre uttalt first-flush. Muligheten for toppbelastninger av rensekapastet i rensaneanretninger tilsier likevel en økt fokus på rensetiltak som tar hensyn til first-flush.

Generelt er overvannsbassenger vurdert som gode og robuste løsninger som også ved forutsette klimaendringer vil ha en tilstrekkelig kapasitet. Rensing av overvann fra veg med infiltrasjon alene vurderes som følsomt for økt avrenningsintensitet og for frost snø og tele. Forutsette klimaendringer med mulighet for større flomtopper, men kortere vinter/frostperioder gir derfor et sammensatt bilde for infiltrasjonsløsninger. Vi vurderer infiltrasjonsløsninger, for eksempel ved å tilrettelegge for infiltrasjon i veggrøfter som gode flomdempende og rensende tiltak som kan vurderes som gode supplement til andre overvannsløsninger.

Enkeltepisoder som opptrer sjelden kan ha stor betydning for spredning av forurensing fra veg og vegskulder. Slike episoder kan gi utvasking og erosjon fra større arealer og jordvolum, slik at total massetransport i enkeltepisoder kan overgå lang tids "normal" utvasking. Vi peker spesielt på at enkeltepisoder med regn på delvis tint mark om vinteren kan tenkes å medføre omfattende flateerosjon langs veg. Ved oppstuvning i vegkant/grøft vil vannet også renne og erodere over et utvidet areal. Avrenning og slam fra slike episoder kan gi spredning av både jord og vegforurensning fordi overflatejorda som vaskes ut langs vegen i utgangspunktet kan ha holdt tilbake forurensning fra vegen. Bruk av vegsalt kan bidra til økt utvasking av vannløselige forbindelser fra vegstøv, veggrøfter og fra rensaneanlegg som infiltrasjonstiltak og rensedammer.

4.1 Anbefalinger

Vi anbefaler å studere og beskrive **ekstreme avrenningsepisoder** nærmere, å kartlegge hvilken betydning disse har for total forurensingsspredning, og å vurdere hvordan rensetiltak i dag og i framtiden kan håndtere slike episoder.

Vi anbefaler å studere og beskrive **first-flush-effekter** nærmere, å vurdere hvilken betydning disse har for total forurensingsspredning, og å vurdere hvordan rensetiltak i dag og i framtiden kan håndtere first-flush.

Vi anbefaler å videreutvikle robuste renseløsninger for overvann fra veg. Dette omfatter å videreutvikle inntaks- og utløpsordninger i rensedbasseng slik at de er robuste ved frost, is og snø, og slik at det er mulig å optimalisere driften i forhold til first-flush-effekter og flomtopper.

Vi anbefaler å videreutvikle løsninger og kunnskap om infiltrasjon av overvann langs veg som en integrert del av overvannshandlingen.

5 REFERANSER

Avinor, Jernbaneverket, Kystverket, Statens Vegvesen 2007. Virkninger av klimaendringer for transportsektoren. Nasjonal transportplan 2010-2019. Arbeidsdokument.

<http://www.vegvesen.no/attachment/71583/binary/38727>

CICERO 2009. Konsekvenser av klimaendringer, tilpasning og sårbarhet i Norge. Rapport til klimatilpasningsutvalget. Cicero rapport nr 2009:04

Kayhanian og Stenstrøm 2008. First Flush Characterization for Stormwater treatment. The journal for Surface Water Quality Professionals March-April 2008.

<http://www.stormh2o.com/march-april-2008/pollutants-run-off-1.aspx>

KLIF 2008. Klimatilpasninger - Veiledning om mulige tiltak i avløpsanlegg. KLIF rapport 2317/2007

Norsk klimasenter 2009. Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpasning.

NOU 2010:10. Tilpassing til eit klima i endring. Samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane.

Statens Vegvesen 2006a. Vannbeskyttelse i vegplanlegging og vegbygging. Håndbok 261. Utkast.

Statens Vegvesen 2006b. Vannbeskyttelse i vegplanlegging og vegbygging. Håndbok 261. Utkast.

Statens Vegvesen 2007. Rensing av overvann i byområder – kompakte renseløsninger. UTB 2007/02

Statens Vegvesen 2010a. Rensing av fra vei i fremtidens klima, 2071 – 2100. Teknologirapport nr 2573.

Statens Vegvesen 2010b. Salt SMART. Miljøkonsekvenser ved saltning av veger – en litteraturgjennomgang. Teknologirapport nr 2535.

Stenstrøm og Kayhanian 2005. First Flush Phenomenon Characterization. Caltrans report CTSW-RT-05-73-02.6. http://www.dot.ca.gov/hq/env/stormwater/pdf/CTSW-RT-05-073-02-6_First_Flush_Final_9-30-05.pdf

TØI (udatert nettside), trafikkens miljøeffekter: <http://miljo.toi.no/index.html?25780>

Vedlegg A



Delprosjekt 3 Sikring mot flom og erosjon

Delprosjektet omfatter utredning av behov og muligheter for tilpasning til endret klima, både gjennom dimensjonering av drenering, erosjonssikring eller vegen og ved endringer i kriterier for valg av løsninger. Målet er å formulere forslag til endringer i retningslinjer for prosjektering, tilstandsvurdering og vedlikehold. Et titalls pilotprosjekter brukes til utprøving og demonstrasjon.

Delprosjektet er organisert i følgende aktiviteter:

- 3-1 Drenering
- 3-2 Erosjonssikring mot strømmende vann
- 3-3 Sikring mot bølgeerosjon
- 3-4 Miljøeffekt av endret klima
- 3-5 Overvann: fordrøyning, drenering og vanngjennomløp (2010)

Drenering ser på følgende tema:

- metoder og datagrunnlag for beregning av nødvendig dreneringskapasitet,
- for nye veger: bedre verktøy for prosjektering og valg av drensløsninger for vegkroppen og omgivelsene
- for drift/vedlikehold og eventuell oppgradering av eksisterende veger: tilstandsvurdering, tilstandsdata til bruk i kontrakter

Erosjonssikring mot strømmende vann ser på utfordringer knyttet til prosjektering og sikring av brufundamenter samt beskyttelse av vegens omgivelser og sikring av vegskråninger.

Sikring mot bølgeerosjon ser på utfordringer knyttet til veger, ferjekaier, tilløpsfyllinger for bruer og deres sikring mot bølgeerosjon og overskylling.

Miljøeffekt av endret klima har som mål å utvikle et bedre og klimatilpasset grunnlag for valg og prosjektering av renseløsninger for avrenningsvann fra veg.

Overvann: fordrøyning, drenering og vanngjennomløp er en koordinerende aktivitet i 2010 som har som mål å utvikle grunnlag for en håndbok med vannhåndtering som tema.

Delprosjektleder: Frode Oset, Vegdirektoratet.

Fagsekretær for delprosjektet: Kristine Flesjø, Vegdirektoratet

Vedlegg B



Prosjektrapporter fra 'Klima og transport' - pr mai 2011

Rapportnr.	Tittel	Utarbeidet av
2519	Klimapåvirkning av vegbyggingsmaterialer State of the art studie	Bjørn Ove Lerfald og Inge Hoff, SINTEF Byggforsk
2520	Vurdering av EDB-system for beregning av nedbrytning av veg	Ragnar Evensen, ViaNova Plan og Trafikk AS
2542	Status og problemstillinger for grusvegnettet ved endret klima	Per Otto Aursand og Joralf Aurstad, Statens vegvesen og Ivar Horvli, ViaNova Plan og Trafikk AS
2566	Pilotprosjekt på stikkrenner E 136 Dombås - Ålesund	Kristine Flesjø og Hilde Hestangen, Statens vegvesen og Than Ngan Nguyen, NTNU student
2573	Rensing av overvann fra vei i fremtidens klima, 2071-2100	Thorkild Hvitved-Jacobsen, Jes Vollertsen og Svein Åstebøl, COWI
2582	Modellforsøk med flomskred mot bruer Virkning av bruåpning og ledevoller	Priska Heller og Lars Jenssen Institutt for vann- og miljøteknikk, NTNU
2586	Utvikling og uttesting av skredrisikomodel for vegnettet i Norge	Heidi Bjordal og Martin Weme Nilsen, Statens vegvesen
2560	Erosjonsskader ved Middøla bru: årsak og tiltak	Lars Jenssen, NTNU, Erik Holmqvist og Kari Svelle Reistad, NVE
2599	Klimaets påvirkning på tilstandsutvikling for vegdekker – E136	Ragnar Evensen, ViaNova Plan og Trafikk AS
2600	Risikovurdering av steinsprangfare på Oppdølsstranda Samling av bakgrunnsmateriale	Heidi Bjordal, Statens vegvesen
2609	RV362 Bitu bru, Vinje kommune, Telemark, Pilotprosjekt erosjonssikring	Øyvind Armand Høydal,NGI
2610	Veger og drivsnø Håndbok om planlegging og drift av veger i drivsnøområder - Høringsutgave	Harald Norem og Espen Thøring, Statens vegvesen, Skuli Thordarson, Vegsýn
VD 4	Ny prioriteringsmodell for rassikringsplanene	Viggo Aronsen, Statens vegvesen m.fl.
VD 17	Pilotprosjekt på stikkrenner Casestudier Bulken, Sagelva og Neveråa	Jon Erling Einarsen, ViaNova Plan og Trafikk AS, Lena Tøfte, SINTEF, Øyvind Simonsen og Eivind Hesselberg, COWI AS
VD 18	Pilotprosjekt på stikkrenner Kapasitetsberegning E136 Dombås - Ålesund	Espen Arntzen, Egil Andersen, Multiconsult AS
VD 19	Databehov ved trinnsvis varsling av snøskredfare Erfaringer fra lokal og regional varsling i Møre og Romsdal mars 2010	Tore Humstad, Statens vegvesen
VD 20	NVDB som grunnlag for klimatilpasning Vurdering av datamodeller og data	Knut Jetlund, Statens vegvesen

VD 21	Samordning av vær- og klimadata Hvordan oppnå bedre utnyttelse av data fra statens værstasjoner?	Tore Humstad, Statens vegvesen m.fl.
VD 22	Kartportal FørVar Oppsummering ved prosjektets slutt	Tore Humstad, Statens vegvesen
VD 23	ROS-analyser av bruer mht værrelaterte hendelser	Arne Gussiås, Hans Olav Hagen, Statens vegvesen
VD 24	ROS-analyser av stikkrenner mht værrelaterte hendelser	Skuli Thordarson, Vegsýn, Steinar Myrabø, Jernbaneverket og Øystein Myhre, Statens vegvesen
VD 25	ROS-analyser av vegoverbygning mht værrelaterte hendelser	Ivar Horvli, ViaNova Plan og trafikk AS /Statens vegvesen
VD 26	Tilstandsutvikling på vegnettet Virkninger av endret klima på sporutvikling på veger med bituminøst dekke	Ragnar Evensen, ViaNova Plan og trafikk AS
VD 27	Veger og snøskred Håndbok om sikring mot snøskred - Høringsutgaven	Harald Norem, Statens vegvesen
VD 28	Beredskapsplan for driftskontraktene Forslag til ny mal for beredskapsplan ved uvær og naturfarer	Tore Humstad, Solveig Kosberg, Statens vegvesen
VD 30	Miljøeffekt av endret klima Oversikt over mulige problemstillinger	Ola Nordal, Asplan Viak AS



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Boks 8142 Dep.
N-0033 Oslo
Tlf. (+47 915)02030
E-post: publvd@vegvesen.no

ISSN: 1892-3844