

# Klima og transport

Sluttrapport for FoU prosjektet

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 210



**Tittel**

Klima og transport

**Undertittel**

Sluttrapport for FoU prosjektet

**Forfatter**

Gordana Petkovic, Statens vegvesen,  
med bidrag fra prosjektgruppen

**Avdeling**

Trafikksikkerhet, miljø- og  
teknologiavdelingen

**Seksjon**

Geoteknikk og skred

**Prosjektnummer**

601995

**Rapportnummer**

Nr. 210

**Prosjektleder**

Gordana Petkovic

**Godkjent av****Emneord**

Klima og transport, klimaendringer, klima  
tilpasning, infrastruktur, vegnett

**Sammendrag**

Dette er sluttrapporten for FoU-prosjektet "Klima og transport", etatsprosjekt 2007-2010. Hensikten med prosjektet har vært å forbedre rutiner og regelverk for planlegging, prosjektering, bygging, drift og vedlikehold av vegnettet som svar på endrede klimaforhold. Premissene for arbeidet var så langt det lot seg gjøre bestemt på grunnlag av hele etatens behov. I tillegg ble fagpersonene fra hele etaten tatt med på utforming og gjennomføring av prosjektet.

Prosjektet har hatt fokus på: skred, flom- og erosjonssikring, tilstandsutvikling på vegnettet, vinterdrift og beredskap, samt datahåndtering på tvers av disse temaene.

Rapporten oppsummerer prosjektets forslag til klimatilpasningstiltak, både de som ble gjennomført i løpet av prosjektet og forslag til videre arbeid i Statens vegvesen. Bakgrunn for arbeidet og rammene gitt av norsk klimapolitikk er beskrevet. Så gjennomgås temaene omfattet av det enkelte delprosjektet, med hovedkonklusjoner og referanser til prosjektrapporter. Det gis en oversikt over relatert arbeid som pågår etter avslutning av «Klima og transport».

**Title**

Climate and Transport

**Subtitle**

Final Report

**Author**

Gordana Petkovic, NPRA, with  
contributions from the project group

**Department**

Traffic Safety, Environment and Technology  
Department

**Section**

Geotechnical Section

**Project number**

601995

**Report number**

No. 210

**Project manager**

Gordana Petkovic

**Approved by****Key words**

Climate and Transport, climate change, adap-  
tation, infrastructure, road network

**Summary**

This is the final report from the R&D programme "Climate and Transport", carried out by the Norwegian Public Roads (NPRA) Administration 2007-2010. The main objectives of the programme were to investigate the effect of climate change on the road network and recommend remedial measures. The contents of the programme were determined on the basis of need of the whole NRA. Professionals from across the NRA participated in the work. The project focused on: landslide, flood and erosion protection, deterioration of roads, winter maintenance, preparedness and emergency planning, in addition to data management concerning all the topics of the programme. The report summarizes the proposed adaptation measures, both those that were implemented during the programme and suggestions for further work in the NPRA. The background for the programme and the political framework are described. The topics covered by each sub-project are reviewed, stating the main conclusions and references to the project reports. An overview is given of related work ongoing after the finalisation of "Climate and transport".



# Klima og transport

Sluttrapport for FoU-prosjektet

## INNHold

1	SAMMENDRAG: KLIMAENDRINGER OG TILPASNINGSTILTAK.....	4
2	ETATSPROGRAMMET ‘KLIMA OG TRANSPORT’ .....	7
2.1	BAKGRUNN.....	7
2.2	PROSJEKTARBEID OG ORGANISERING .....	8
2.3	TILKNYTTETE PROSJEKTER .....	10
2.4	SAMARBEID MELLOM VEGETATER I EUROPA .....	10
3	RAMMEVERKET FOR KLIMATILPASNING.....	12
3.1	REGJERINGENS KLIMAPOLITIKK – KLIMATILPASNING.....	12
3.2	INTERNASJONALT RAMMEVERK .....	17
4	KLIMA OG KLIMAENDRINGER I NORGE.....	19
4.1	Klimautviklingen frem til i dag .....	19
4.2	Klimaendringer i Norge.....	20
4.2.1	Modellgrunnlaget .....	20
4.2.2	Klimafremskrivninger basert på rapporten «Klima i Norge 2100» .....	21
5	KLIMAPÅKJENNINGER I ENDRING .....	26
5.1	Temperatur, nedbør og vind .....	27
5.2	Flom.....	27
5.3	Havnivåstigning.....	28
5.4	Tilgang til klimadata.....	29
6	FORSLAG TIL TILTAK FOR KLIMATILPASNING.....	31
6.1	KLIMATILPASSET PLANLEGGING OG PROSJEKTERING.....	32
6.2	KLIMATILPASSET DRIFT OG VEDLIKEHOLD AV EKSISTERENDE VEGNETT .....	34
6.3	KLIMATILPASSET BEREDSKAP .....	36
6.4	KUNNSKAPSGRUNNLAG FOR KLIMATILPASNING .....	38
7	DELPROSJEKTER.....	40
7.1	Premisser og implementering .....	40
7.2	Innsamling, lagring og bruk av data .....	41
7.2.1	Samordning av værdata fra forskjellige aktører.....	41
7.2.2	Vegdatabanken – en del av klimatilpasningsverktøy.....	43
7.2.3	Kartportal FørVar for vær-, veg- og hendelsesdata.....	45
7.3	Flom- og erosjonssikring .....	50



7.3.1	Drenering.....	51
7.3.2	Erosjonssikring mot strømmende vann .....	55
7.3.3	Bølgeerosjon, havnivå og stormflo .....	58
7.3.4	Miljøeffekt av endret klima.....	61
7.3.5	Veiledningsstoff om håndtering av overvann .....	64
7.4	Skred.....	65
7.4.1	Skredrisiko i endret klima .....	67
7.4.2	Prioriteringsmodell for skredsikring .....	69
7.4.3	Flom- og sørpeskred.....	70
7.4.4	Forslag til ny skredrisikomodel for vegnettet .....	72
7.4.5	Kvikkleireskred .....	74
7.5	Tilstandsutvikling på vegnettet.....	75
7.5.1	Klimaendringer og bygningsmaterialer.....	75
7.5.2	Klimapåvirkning på grusvegnettet i Norge .....	76
7.5.3	Veger med bituminøst dekke.....	77
7.6	Konsekvenser for vinterdrift.....	81
7.6.1	Vinterutfordringer i endret klima .....	81
7.6.2	Veger og drivsnø .....	83
7.7	Sårbarhet og beredskap.....	84
7.7.1	Beredskapsplaner /trinnvis beredskap.....	84
7.7.2	Risiko og sårbarhetsanalyser mht ugunstige værforhold .....	86
8	INFORMASJON FRA PROSJEKTET .....	88
9	PROSJEKTER ETTER 'KLIMA OG TRANSPORT' .....	89
10	KONKLUSJONER .....	91
11	REFERANSER .....	94

## VEDLEGG

1. Innspill til Statens vegvesens håndbøker
2. Oversikt over rapporter publisert i «Klima og transport»

# 1 SAMMENDRAG: KLIMAENDRINGER OG TILPASNINGSTILTAK

Klimaendringer vil skape en hel del utfordringer for vegnettet og annen infrastruktur. Det vil for det aller meste dreie seg om kjente utfordringer, men de vil kunne komme i større omfang, med høyere hyppighet og andre steder enn man er vant med. Det vil bli mer nedbør, og nedbørepisoder vil oftere være av større intensitet. Dette vil ha påvirkning på risiko for flom og skred, skape utfordringer for drift, vedlikehold og beredskap. Det vil bli behov for justering av krav og regler og vurdering av tilstand i forhold til nye påkjenninger. Noen aspekter ved klimaendringer kan imidlertid være fordelaktige – slik som stedvis reduksjon i frostmengde.

Hensikten med 'Klima og transport' har vært å undersøke effekten av klimaendringer på det norske vegnettet, og foreslå tilpasningstiltak innen planlegging, prosjektering, bygging, drift og vedlikehold av veger. Prosjektet ble gjennomført ved hjelp av kompetansen hentet fra hele etaten og fra samarbeidspartnere, hvorav Jernbaneverket var den nærmeste. Jernbaneverket deltok i beskrivelsen av premisser for arbeidet og i gjennomføringen i delprosjektene. I tillegg bygger prosjektet på bidrag fra andre statlige etater (NVE, met.no, NGU) og fagmiljøer i Norge og utlandet.

Prosjektet har prioritert følgende arbeidsemner: flom- og erosjonssikring, skred, tilstandsutvikling på vegnettet, utfordringer for vinterdrift og beredskap. I tillegg har vi sett nærmere på *datagrunnlaget* for klimatilpasning, da gode vær-, veg- og hendelsesdata er et viktig grunnlag for arbeidet på alle de valgte arbeidsemner.

Til tross for store usikkerheter i klimaprojeksjoner, er kunnskapen vi har i dag tilstrekkelig for å sette i gang arbeidet med klimatilpasning.



Figur 1. Stormen «Dagmar», julen 2011, førte til store ødeleggelse i Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal og Trøndelag. Den var først meldt som «sterk storm» og senere oppgradert til «orkan». Bildet er fra Flåm. Foto: Arne Veum.

## Prosjektet foreslår følgende klimatilpasningstiltak:

### Bygging og fornying

- Klimahensyn skal være med i alle planprosesser, i ROS-analyser for utbyggings- og fornyingsprosjekter. Effekten av klimaendringer skal man vurdere så tidlig som mulig i utviklingen av et vegprosjekt.
- Vegens linjeføring og utforming skal ta hensyn til effekten av klima. Vegen skal, så fremt det er mulig, anlegges utenfor områder med høy risiko for skred, flom, drivsnø m.m., eller der denne risikoen er lettest å håndtere. 200-års flom skal legges til grunn for beregning av flomsikker høyde. Effekten av havnivåstigning skal medregnes.
- Det skal legges stor vekt på god overvannshåndtering i utbyggingsprosjekter og lages en plan for det. Helhetlige dreisløsninger skal planlegges over et større areal for økt robusthet mot intense nedbørepisoder.
- Kulverter og grøfter skal sikres tilstrekkelig kapasitet. Det anbefales valg av en høyere returperiode (gjentaksintervall) for dimensjonerende nedbør og det innføres en klimafaktor i beregning av kapasitet (håndbok 018 «Vegbygging»). I tillegg skal man basere beregninger på oppdaterte datasett og fersk statistikk.
- Bruer skal dimensjoneres for 200-års flomvannstand og flomlast. Det samme gjelder erosjonssikring. Det anbefales i tillegg en ROS-analyse i forhold til 1000 års flom og katastrofale konsekvenser (tap av menneskeliv eller hele konstruksjonen).
- Satsing på skredsikring må opprettholdes og styrkes.

### Drift og vedlikehold av eksisterende veg

- Styrket vedlikehold og reduksjon av forfall er en sentral del av klimatilpasningsarbeid. Klimahensyn skal integreres i alt planlagt vedlikehold.
- Det haster å gjennomføre en overordnet ROS-analyse av vegnettet og identifisere de meste utsatte og sårbare objekter eller strekninger. Dette er en betingelse for god klimatilpasning.
- For objekter og strekninger som er identifisert som spesielt utsatte og/eller sårbare, skal man gjennomføre nærmere ROS-analyser. mer oppmerksomhet skal gis til forhold knyttet til vann, vassdraget, elveløpet osv. 'Klima og transport' anbefaler prosedyrer for ROS-analyser av bruer, stikkrenner og vegoverbygning mht ugunstig vær.
- Skredsikringsplaner skal utarbeides (eller gjennomgås) men tanke på effekten av fremtidig klima.
- Driftskontrakter skal bl.a. sørge for at klimahensyn er tatt med i beskrivelsen av arbeidsoppgavene og forventede værforhold samt at bestemmelser tas på best mulig oppdatert datagrunnlag.

### Beredskap

- Det anbefales å innføre kriterier for trinnvis beredskap for håndtering av fare for skred, flom og andre naturfarer. Opptrapping av beredskap, med klare beskrivelser av arbeidsoppgaver og ansvar, skal skje i takt med endringer i værforholdene. Man skal legge til grunn de beste datasett og prognoser.
- Webportalen FørreVar (xgeo.no) skal tas i bruk og utvikles videre.
- Byggherrens beredskapsplaner må dekke alle typer naturfare. Det trengs en effektiv samling og lagring av informasjon om hendelser på vegnettet. Mer informasjon skal være kartbasert.
- Driftskontrakter skal sørge for preventivt vedlikehold med spesielt fokus på åpne vannveier og skredvarsling. Kravene til skredfarevurderinger i driftsområdene bør løftes opp fra beredskapsplanen til driftskontraktens spesielle bestemmelser.
- Kriteriene for trinnvis beredskap bør finnes igjen både i driftskontrakter, beredskapsplaner, rapporteringsskjemaer (Elrapp) og støtteverktøy.
- I tillegg anbefales: styrket kursing av entreprenører på håndtering av alle typer naturfare, utvikling av varslingsmetoder, mer FoU på det området.

### Utvikling av kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning

- Klimaforskning må støttes, men i tillegg må det etterspørres tilrettelegging av forskningsresultater for praktisk bruk. Tverretattlig samarbeid, bl.a. om oppdatering av dimensjoneringsgrunnlag ut fra ny kunnskap, er en viktig forutsetning for klimatilpasning. Det er spesielt viktig å styrke samarbeidet med NVE, JBV og met.no om utvikling av skredvarslingstjenester, felles kartportaler m.m.
- En økt satsing på oppgradering av overvåking (måling) av klimadata, spesielt korttidsnedbør og vind, vil bidra til utvikling av et stadig bedre grunnlag for klimatilpasning.
- NVDB (vegdatabanken) trenger noe tilrettelegging. For bedre bruk i forbindelse med klimatilpasning, mangler NVDB litt på funksjonalitet men en god del på innhold, for eksempel opplysninger om grøfter og stikkrenner.
- Utvikling av den nasjonale skreddatabasen [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no) skal støttes og etterspørres.
- Det skal legges innsats i videreutvikling av metoder for analytisk fremstilling av skredrisiko og beregning av akseptkriterier.

Et av de viktigste målene i klimatilpasning er å integrere tilpasningsarbeid i alle relevante arbeidsoppgaver for å holde takt med klimaendringer.

Vegens eller konstruksjonens tilstand skal vurderes i sammenheng med resterende levetid og sannsynlig klimautvikling.

*Tilstrekkelig* kapasitet skal sikres for den *resterende* levetiden til en konstruksjon eller veg.

Om det er mulig å gjennomføre klimatilpasningstiltak som en del av en planlagt reparasjon eller fornying er det det beste. Dette stiller imidlertid krav til bedre planlegging og hensiktsmessige finansieringsmodeller, som tar høyde for utbedring og ikke bare reparasjon.

En kritisk vurdering av konstruksjonens tilstand i lys av kommende påkjenninger kan også føre til konklusjonen om at et tiltak /reparasjon kan vente. Utsettelse av tiltak må følges opp med en nøyere overvåking av konstruksjonens tilstand og av endringer i de mest kritiske klimaparametere.

I noen tilfeller kan det være på sin plass å akseptere skade – hvis det viser seg å være best i forhold til gjennomførte ROS- og nytte-kostnadsanalyser.

## 2 ETATSPROGRAMMET 'KLIMA OG TRANSPORT'

### 2.1 BAKGRUNN

Målet med 'Klima og transport' har vært å vurdere behov og muligheter for tilpasning av vegnettet til endret klima. Tidsperspektivet er 50 og 100 år fremover og klimaendringer er slik de er beskrevet av tilgjengelige scenarier for klimautvikling i Norge.

Den første utredning av effekten av endret klima for transportsektoren ble gjort allerede i 2002, i forbindelse med arbeidet for Nasjonal transportplan 2006-2015<sup>1</sup>.

Dette arbeidet ble fulgt opp med en mer detaljert utredning i forbindelse med 2010-2019. Rapporten fra det arbeidet<sup>2</sup> kom ut i 2007, ved oppstarten av 'Klima og transport'. For vegsektorens klimatilpasning konkluderer 2007-rapporten med følgende prioriteringer i Nasjonal transportplan:

*Klimaendringene, særlig økt nedbør, må forventes å medføre betydelige økte kostnader knyttet til økt vedlikehold utover i neste planperiode av Nasjonal transportplan. Dette gjelder særlig tiltak for å utbedre vegenes dreneringssystemer og overbygning, men også vegfundamentet. Det er behov for et bedre beredskapsapparat. Dette vil bli utredet nærmere i Statens vegvesens etatsprosjekt "Klima & Transport" som startet opp i 2007 og som vil avsluttes i løpet av 2010. De andre transportetatene og Avinor er invitert til å følge dette prosjektet.*

*Følgende punkter bør undersøkes:*

- *Dreneringssystemet og vegkroppen på vegnettet bør gjennomgås for å vurdere hvor og hvordan vegene kan forbedres, når dette bør gjøres og hvilke økonomiske konsekvenser dette får. Til dette trengs nedbørsprognoser som beskriver bedre nedbørintensiteten; noe som krever nye modellkjøringer med tidsanalyser, høyere tidsoppløsning og muligens høyere geografisk oppløsning.*
- *Vedlikeholdsetterslepet forsterker skadevirkningene av økt nedbør og flom. Kostnadsbehovet for å rette opp etterslepet bør utredes særlig for de vegstrekningene der fremkommeligheten blir sterkt rammet hvis vegkroppen bryter sammen.*
- *Det bør vurderes på hvilken måte beredskapen bør forbedres og økes. Prognoser og transportinformasjonssystemer bør utnyttes bedre.*
- *Risikovurdering knyttet til trafikk sikkerhet som følge av økt sannsynlighet for ras, flom og utrasninger bør gjennomgås, slik at planlagt stenging og gjenåpning i større grad kan benyttes i stedet for at vegen stenges når skaden har skjedd og det kanskje har skjedd en ulykke. Planlagt stenging på kort varsel er bedre for vegfarende og transportører av gods og personer, fordi de da får lengre tid til å områ seg.*
- *Konsekvenser for grunnvann og overflatevann med hensyn til vannforurensing bør undersøkes nærmere.*

Ved utarbeidelsen av NTP 2014-2023 var klimatilpasning igjen tema for utredning. Underlagsrapport «Klimatilpassing»<sup>3</sup> ble publisert i 2010. Sekretær for arbeidet med denne rapporten (og med 2007-rapporten) var Pål Rosland i Vegdirektoratet. Arbeidsgruppen besto av representanter fra Kystverket, Jernbaneverket og Avinor, i tillegg til Statens vegvesen.

Statens vegvesen gjennomførte i 2005-2006 et forprosjekt under navnet «Skred og klima» med Jan Otto Larsen som initiativtaker og prosjektleder.



## 2.2 PROSJEKTARBEID OG ORGANISERING

‘Klima og transport’ var et etatsprosjekt i perioden 2007 – 2010. Premissene for arbeidet var så langt det lot seg gjøre bestemt på grunnlag av hele etatens behov. I tillegg ble fagpersonene fra hele etaten tatt med på utforming og gjennomføring av prosjektet.

Prosjektarbeidet var delt opp i 7 delprosjekter:

### **Premisser og implementering**

**Gordana Petkovic, VDT**

Koordinerende delprosjekt. Her inngår: oppfølging av resultater av klimaforskning, utredninger av endringer i dimensjoneringsgrunnlag og koordinering av demonstrasjonsprosjekter gjennomført i de øvrige delprosjektene.

### **Innsamling, lagring og bruk av data**

**Tore Humstad, VDT**

Målet var å se på tilgjengeligheten og bruk av forskjellige typer data relevante for klimatilpasning. I tillegg: utvikle, teste og evaluere nye verktøy for vær- og klimadata tilrettelagt for dynamisk kartpresentasjon sammenstilt mot øvrige geodata som grunnforhold, topografi og hendelser på vegnettet.

### **Flom- og erosjonssikring**

**Frode Oset, VDT**

**Kristine Flesjø, VDT**

Delprosjektet tok for seg drenering, erosjon mot strømmende vann, bølgeerosjon og miljøeffekt av klimaendringer. Hensikten var å gjennomgå prosjekterings- og vedlikeholdstiltak og tilpasse disse til endret klimabildet. Dette gjaldt både kriterier for valg av konstruksjonsløsninger og dimensjonering.

### **Skred**

**Jan Otto Larsen, VDT**

**Heidi Bjordal, VDT**

Delprosjektet tok for seg alle typer skred: snø-, stein-, jord-, flom- og kvikkleireskred. Arbeidsemner: påvirkning av klimaforhold på utløsningen og frekvensen av skred, bedre beskrivelse av skredrisiko og beskrivelse av hvor stor skredrisiko som kan aksepteres på vegnettet, påvirkning på skredsikringsplaner og skredvarsling på utsatte vegstrekninger.

### **Tilstandsutvikling på vegnettet**

**Per Otto Aursand, Region nord**

Studerte virkninger av endret klima på nedbrytning av vegnettet samt kostnader for å opprettholde dagens vegstandard. Arbeidsmetoden var modellering av nedbrytning og fokuset var på veger med asfaltdekke, fordi de er mest trafikkert og har største vedlikeholdskostnader. Delprosjektet har også sett på grusveger.

### **Konsekvenser for vinterdrift**

**Jon Dahlen, VDT (i 2008)**

Temaet var opprinnelig tenkt som eget delprosjekt rundt følgende problemstillinger: fremkommelighet og trafiksikkerhet på vegnettet under ekstreme snø- og vindforhold. Arbeidet på disse emnene ble gjennomført spredt under ‘Klima og transport’ og i samarbeid med andre pågående prosjekter.

### **Sårbarhet og beredskap**

**Arne Gussiås, Region midt**

Tok for seg risiko- og sårbarhetsanalyser, tilpasninger av beredskapssystemet til mer ekstreme og skiftende værforhold og nødvendige endringer i kontrakter med entreprenører.

## Prosjektets effektmål på tvers av delprosjektene

Selv om arbeidet var organisert i delprosjekter, har vi definert noen effektmål for prosjektet som helhet. Følgende fire mål ble formulert ut fra et overordnet ønske om å bidra med konkrete *forbedringer* for etaten i forhold til tilpasning til klimaendringer:

- **Sørge for at klimaendringer er godt nok inkludert i en vurdering av vegnettets tilstand**

Det ble tidlig avklart at 'Klima og transport' ikke skulle ta sikte på å gjennomgå vegnettet for å avdekke konkrete behov. Prosjektet skulle derimot sørge for at klimahensyn er inkludert *grunnlaget* for en slik gjennomgang. November 2009 vedtok Etatsledermøtet, etter prosjektets ønske, en formell kobling mellom 'Klima og transport' og SAMROS-prosjektet. SAMROS er et prosjekt initiert av Samferdselsdepartementet i 2005, med oppfølging bestilt i 2006. Ansvar er hos Veg- og transportavdelingen i Vegdirektoratet. SAMROS har som mål å organisere og gjennomføre risiko- og sårbarhetsanalyser av vegnettet mht alt som kan føre til stengning i veg. 'Klima og transport' sitt bidrag til dette er anbefalinger til hvordan sårbarhetsanalyser av vegnettet også kan omfatte klimahensyn. (Se kapittel 7.7.2, «ROS-rapporter».)

- **Demonstrere endringer i påkjenning og vise eksempler på håndtering av sårbare konstruksjoner**

Prosjektet har gjennomført en nærmere vurdering av et utvalg bruer, stikkrenner, skredstrekninger og vegstrekninger for å demonstrere effekten av klimaendringer og vurdere eller prøve ut tiltak. Dette er prosjektets pilotprosjekter. Pilotprosjektene ga oss to typer kunnskap: (1) om konstruksjonsmessige utfordringer, kapasitetsberegninger, forsterkningstiltak; og (2) om endringer i påkjenninger som legges til grunn for valg av dimensjonerende verdier for klimaparametere, samt databehov i den sammenheng. Resultatene fra det arbeidet er nedfelt i rapporter fra pilotprosjektene (se Figur 26 - Figur 35). De har også dannet grunnlaget for utarbeidelse av anbefalinger til ROS-analyser av bruer, stikkrenner og vegstrekninger (se Figur 61).

- **Sørge for bedre dataflyt og håndtering - bedre tilgjengelighet, samkjøring av databaser**

I løpet av prosjektet har det utviklet seg et godt samarbeid mellom 'Klima og transport' (inkludert Jernbaneverket) og NVE og met.no. I tillegg har det vært samarbeid med Vegvær-prosjektet i Statens vegvesen. Samarbeidet har gitt et godt grunnlag for utvikling av kartportalen «FøreVar». Kartportalen fremstiller vær-, veg- og grunndata, både historiske og nåtidsdata, og er et veldig nyttig planleggingsverktøy (se 7.2). Videre arbeid med FøreVar i samarbeid med portalen SeNorge (NVE, met.no og JBV) er nå eget prosjekt og er integrert i samarbeidet om skredvarsling.

Det er også gjort et arbeid på å gjennomgå vegdatabanken (NVDB) og foreslå endringer som ville gi den økt funksjonalitet for oppgaver innen klimatilpasning, se 7.2.

- **Gi innspill til regelverket - håndbøker**

'Klima og transport' satset på å opprette og holde åpen kommunikasjon med fagmiljøer som har ansvar for oppdatering av relevante håndbøker /dokumenter /styringsverktøy, spesielt:

- 017 Veg- og gateutforming
- 018 Vegbygging
- 151 Styring av vegprosjekter
- 136 Inspeksjonshåndbok for bruer
- 147 Forvaltning, drift og vedlikehold av bruer & BRUTUS
- 185 Bruprosjektering
- 111 Standard for drift og vedlikehold

Forslag til endringer ble gitt underveis, i samsvar med håndbøkernes revisjonsplaner. Noen endringer ble gjennomført i løpet prosjektet. Andre forslag ble sendt til ansvarlige faggrupper for den enkelte håndbok som innspill til senere revisjon. Se kapittel 7.1 og Vedlegg 1.

## 2.3 TILKNYTTETE PROSJEKTER

Flere FoU-prosjekter med tema klimatilpasning var allerede i gang ved oppstarten av 'Klima og transport' og omfanget har bare økt i prosjektperioden. Det er mye å hente i koordinering av pågående FoU-arbeid. Slikt viser seg imidlertid å være vanskelig. Grunnene er trolig begrensede menneskelige ressurser, som på det enkelte prosjektet blir dedikert til sine opprinnelige oppgaver, med hele sin kapasitet.

Her er noen FoU prosjekter som foregikk parallelt med 'Klima og transport' og var relevante for temaet klimatilpasning:

- [Resistivity in Geohazards](#), 2007-2010, SINTEF v/ Inger-Lise Solberg, støttet av 'Klima og transport'
- "Characterisation and modelling of failure in soft sensitive clays", NTNU, PhD-arbeid for Anders S. Gylland, ca 2007-2010, støttet av 'Klima og transport'
- [GeoExtreme](#), v/NGU, Cicero, met.no, Bjerknæssenter, avsluttet 2009
- [SAMRISK prosjekter](#), spesielt [AdaptCRVA](#), v/SINTEF (Forskningsrådet), avsluttet 2011
- [NORKLIMA-programmet](#) i Forskningsrådet (2004-2013): bl.a. [ClimRunOff](#), v/Bioforsk
- [InfraRisk](#), v/NGI, 2010-2013
- Weather Terrain Model (WTM), v/StormGeo, støttet av 'Klima og transport', implementert i FøreVar kartportal, se 7.2.3.
- samarbeidsprosjekt mellom met.no, NVE og JBV og Statens vegvesen om utvikling av datagrunnlaget og prognoser for korttidsnedbør (dr.arbeid Anita V. Dyrddal), startet 2010.

## 2.4 SAMARBEID MELLOM VEGETATER I EUROPA

### ERA-NET Road

Europeiske vegadministrasjoner har siden 2006 formalisert sitt samarbeid om kunnskapsutvikling og deling, forskning og samfinansiering av forskningsarbeid av felles interesse. ERA-NET Road var et EU-finansiert program, gjennomført i to faser:

- ERA-NET Road, 2006 – 2009, som en del av EUs 6. rammeprogram,
- ERA-NET Road II, 2009 – 2011, som en del av EUs 7. rammeprogram.

ERA-NET Road, i sin første fase, har bidratt til utlysninger av vegadministrasjonenes forskningsmidler for FoU prosjekter innen tema klimatilpasning. «Road Owners Getting to Grips with Climate Change» var lyst ut i 2008 og førte frem til fire internasjonale prosjekter innen tema klimatilpasning:

- RIMAROCC - Risk Management for Roads in Climate Change (SE, FR, NL, NO)
- SWAMP - Storm Water Prevention - Methods to predict damage from the water stream in and near road pavements (DK, SE)
- IRWIN - Improved local Road Winter Index to assess maintenance needs adaptation costs in climate (FI, SE)
- P2R2C2 - Pavement Performance and Remediation Requirements following Climate Change (UK, SI, NO, FI)

Nettverket til ERA-NET Road var utgangspunktet for en internasjonal informasjonsdag i regi av 'Klima og transport' i 2009, se kapittel 8.

## CEDR

Klimatilpasning var også et tema for samarbeidet i Conference of European Directors of Roads (CEDR). Innenfor Strategic Plan 2009-2013, og Thematic Domain «Operation», ble det opprettet en gruppe for klimaendringer, bestående av arbeidsgrupper for hhv forebyggende tiltak og for klimatilpasning. Disse arbeidsgruppene var aktive i perioden 2009-2012.

Klimatilpasningsgruppen har skrevet rapporten «[Adaptation to Climate Change](#)»<sup>4</sup>, som kan lastes ned fra [www.cedr.fr](http://www.cedr.fr). Arbeidet i CEDRs klimatilpasningsgruppe ble også beskrevet i et [bidrag til Via Nordica 2012](#)<sup>5</sup>.

## FEHRL

Klimaendringer og vegnettets robusthet er et av aspektene i konseptet '[Forever Open Road](#)'<sup>6</sup> lansert av Forum of European National Highway Research Laboratories (FEHRL) i 2011. FEHRL har utviklet en visjon for en ny generasjon veg, der det beste fra dagens kunnskap er kombinert med ny kunnskap som er innen rekkevidde. Vegen skal være tilpasningsdyktig, automatisert og robust i forhold til klimaendringer. Konseptet skal kunne anvendes på motorveger, men også for mindre trafikkerte veger i urbane strøk.



Figur 2 FEHRLs konsept om klimarobust veg, en del av den visjonære «Forever Open Road» [6]

En veg robust for klimaendringer er etter denne visjonen åpen også under ekstreme værforhold, se Figur 2. Vegen er skjermet for overflødig overvann ved «grønne» tiltak langs vegen og god dremskapasitet i grøfter og magasiner. Historiske værdata suppleres med tett overvåking av nedbør og flom, snø- og isforhold, vind og temperatur osv. gjennomføres. Vegen reagerer på samlede værdata med automatisk oppvarming eller kjøling og avansert varsling av trafikanter om kjøreforhold eller hendelser på vegen.

Tre nye konsepter, 'Forever Open Railway', 'Forever Open River' og 'Forever Open Runway' er under utvikling.

### 3 RAMMEVERKET FOR KLIMATILPASNING

#### 3.1 REGJERINGENS KLIMAPOLITIKK – KLIMATILPASNING

Norges klimapolitikk er basert på de internasjonale forpliktelsene Norge har gjennom FNs klimakonvensjon og Kyoto-protokollen, der den overordnede målsetning er å redusere utslipp av klimagasser slik at menneskeskapte klimaendringer reduseres og på sikt unngås.

Utslipp fra transportsektoren, som omfatter både landtransport og innenriks sjøfart og luftfart, utgjorde 32 % av Norges samlede klimagassutslipp i 2010, eller 17,3 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter<sup>7</sup>. Vegtransport står for 59 % av dette [7]. Statens vegvesen har, i forlengelse av sin mangeårige satsing på dette tema, fortsatt foran seg store oppgaver som har som mål å bidra til mer klimavennlig transportsektor. Dette er for eksempel satsing på kollektivtransport, sykkel og gange, alternative drivstoffer og miljøvennlig kjøretøyteknologi. I tillegg har transportsektoren en rekke fellesoppgaver, slik som å styrke intermodalitet.

*Tilpassning til klimaendringer* var ved oppstarten av 'Klima og transport' nesten ikke etablert som politisk diskusjonstema. Forklaringen til dette kan være at man ikke ønsket å miste det viktige fokuset på arbeidet med reduksjon av klimagassutslipp og annet som bidrar til forebygging av negativ klimautvikling.

2007 ble det nedsatt tverrdepartemental gruppe for arbeidet med klimatilpassning, med MD som koordinerende departement. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) fikk rolle som sekretariat for denne gruppen.

2008, i utredningen «Klimatilpassning i Norge - Regjeringens arbeid med tilpassning til klimaendringene» slår man fast at reduksjon av klimagassutslipp fortsatt har øverst prioritet, men at man samtidig skal rette søkelyset mot uunngåelige konsekvenser av klimaendringene for Norge og mot samfunnets behov og muligheter for tilpassning til klima i endring. Ansvar for klimatilpassning skal ligge hos det offentlige, næringslivet og privatpersoner. Den enkelte sektoren og det enkelte forvaltningsnivået har selvstendig ansvar for å redusere konsekvenser av klimaendringer innenfor eget ansvarsområde.



Figur 3. De viktigste nasjonale dokumenter om klimatilpassning: NOU 2010:10 «Tilpassing til eit klima i endring» og Meld.St. 33 (2012-2013) «Klimatilpassning i Norge»



Et viktig budskap om viktigheten av klimaendringer i kommuner ble gitt gjennom å sette i gang programmet «Framtidas byer»<sup>8</sup>, som var et samarbeid mellom staten (v/ KRD, OED, SD og MD) og 13 største by- og byområdene, KS og næringslivet. Hovedmål er reduksjon av klimagassutslipp, men klimatilpasning er også en viktig del av dette programmet.

2008 nedsatte regjeringen et utvalg for å gjennomføre en bred utredning av samfunnets sårbarhet og behov for klimatilpasning. Utvalget leverte sin rapport NOU 2010:10 «Tilpassing til et klima i endring»<sup>9</sup> til Miljøvernministeren i november 2010. Denne utredningsrapporten danner grunnlaget for Meld.St. 33 (2012-2013) «Klimatilpasning i Norge»<sup>10</sup>, som ble publisert mai 2013. Se Figur 3.

I videre tekst gjengis det de viktigste vurderinger av transportsektoren fra NOU 2010:10 og en oppsummering av de viktigste forslag til tiltak, samt en oversikt over stortingsmeldingen om klimatilpasning, Meld.St. 33 «Klimatilpasning i Norge».

### Transportsektorens klimatilpasning (NOU 2010:10)

I den sektorvise utredningen av klimasårbarhet og tilpassingsbehov, som var en del av NOU 2010:10, ble transportsektoren vurdert som relativt robust. Denne konklusjonen ble ledet av en vurdering av sektorenes kapasitet for klimatilpasning i forhold til følgende fire kriterier:

- organisering – styring, lovgiving, informasjon
- ressursituasjon: økonomi, teknologi, mennesker
- kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning,
- prioritering – satsing, forståelse for risiko

Transportsektorens organisering og ressursituasjon vurderes som tilstrekkelig god for at sektoren skal kunne tilpasse seg til endret klima. Kunnskapsgrunnlag i form av kart, databaser, fagkunnskap, vurderes også som god. I styrende dokumenter er det gitt uttrykk for forståelse av risiko som følge av klimaendringer og det er uttalt mål om klimatilpasning.

Konklusjonen om at transportsektoren er relativt robust er dermed et uttrykk for *sektorens gode muligheter* for klimatilpasning. Den er ikke et uttrykk på allerede gjennomført arbeid.

### Følgende tiltak for klimatilpasning i landbasert transport ble anbefalt av utvalget:

#### **Sikring av transportinfrastruktur:**

- Integrere klimahensyn i alle planprosesser, utredninger og analyser av transportsystemet;
- Utføre kartlegging og merking av sårbarhet for spesielt utsatte konstruksjoner eller strekninger i forhold til ulike typer hendelser;
- Opprettholde styrket satsing på skredsikring av veger og jernbaner som også inkluderer klimahensyn i skredrisikovurdering. Styrke arbeidet med utvikling av den nasjonale skredtabasen.

#### **Bedre forvaltningsregime**

- Forankre klimatilpasning som lederansvar i styringsstrukturene i sektoren;
- Gjennomgå og revidere gjeldende regelverk, følge opp endringer med kurs og informasjon;
- Prioritere utvikling av veiledende vegnormaler for kommunale veger;
- Gjennomgå funksjonskontrakter, kontraktsformer, utvikle metodikken for levetidsvurderinger og nytte-kostnadsanalyser.

#### **Ressursforvaltning**

- Prioritere å ta igjen vedlikeholdsetterslepet og styrke det fortløpende vedlikeholdet;
- Integrere klimahensyn i eksisterende planer for inspeksjon, vedlikehold og fornying;

- Utvikle bedre analysemetoder for å inkludere fremtidige vedlikeholdskostnader i beslutningsgrunnlaget.

### Styrke beredskap

- Styrke og utvikle arbeidet med proaktive beredskapssystem med vekt på tilpassing til værforhold og værrelaterte hendelser på veg- og banenettet, inkludert økt bruk av værprognoser og system for transportinformasjon.

### Styrke kunnskapsgrunnlag og formidling

- Vurdere og ved behov supplere dagens system for overvåking av viktige klimavariabler, og styrke koordinering av eksisterende databaser;
- Utvikle kunnskapsgrunnlaget ved å forbedre dokumentasjon av uønskede hendelser knyttet til værforhold;
- Føre videre samarbeidet mellom transportetater, NVE og andre om kartportal for data om vær og værrelaterte hendelser på transportnettet.



Figur 4. Klimaendringer vil bringe utfordringer for tungtransport. Foto: Norfilm

### Utvalgets anbefalinger for samfunnets tilpassing til klima i endring (NOU 2010:10)

Utvalgets forslag til tiltak for klimatilpassing (NOU 2010:10) hadde som utgangspunkt tre viktige overordnede prinsipper, som er videreført i Meld.St. 33:

- en helhetlig tilnærming, der man i forbindelse med klimatilpassing også alltid vurderer konsekvenser for utslipp av klimagasser, forurensning og naturmiljø,
- at areal- og naturressurser skal forvalters på en slik måte at den totale belastninga på natur og økosystem blir så liten som mulig,
- klimatilpassing må integreres i den ordinære samfunnsplanleggingen - ansvaret for klimatilpassing på et gitt område bør ligge hos ansvarlig styringsmakt på dette området, eller (der den mangler) legges til institusjonene med best faglig forutsetning.

Hensynet til klimaendringer må styrkes i plansystemet ved å ta hensyn til klimaendringer. Det er etter utvalgets mening det viktigste grepet samfunnet kan gjøre for å tilpasse seg. Det bør utarbeides en ny forskrift til plan- og bygningsloven som inkluderer hensyn til klimatilpassing. Kommunene bør bli tilført øremerkede midler for å styrke plankapasiteten og plankompetansen slik at klimatilpassing kan integreres i planleggingen. Overvannshåndtering og havnivåstigning er to områder som mangler forankring og ansvarlig fagmyndighet. Det nasjonale ansvaret skal plasseres snarest.

Økt usikkerhet må håndteres. Alle planprosesser må ta høyde for økt usikkerhet som følge av et klima i endring. Dette stiller nye krav til planleggere og planmyndigheter. Kompetanse, metoder og verktøy for planlegging under økt usikkerhet må utvikles. Det koordinerende sekretariatet skal gi råd om håndtering av økt usikkerhet.

Kunnskapsgrunnlaget må styrkes gjennom kartlegging, overvåking og forskning. Høy kunnskap og erfaring med håndtering av *dagens* klima vil være viktig i klimatilpassingsarbeidet, men det er også behov for ny kunnskap. Det innebærer mer detaljerte grunnkart med høy oppløsning, bedre kartlegging av områder som er utsatt for skred, flom og overvann, og bedre overvåking av været. Utvalget tilrår forsterket forskning på klimaendringer, klimaeffekter og tilpassing, en videreutvikling program for overvåking, bl.a. korttidsnedbør og vind, samt at det etableres et klimaservicesenter for kontinuerlig oppdatering av meteorologisk og hydrologisk datagrunnlag og tilrettelegging for praktisk bruk i forvaltning. Klimafremskrivninger, med tilhørende analyse av sårbarhet og tilpassingsbehov, anbefales oppdatert minimum hvert tiende år.

Kompetansen i forvaltningen må heves og utvalget anbefaler styrket innsats på kunnskapsformidling, bl.a. ved hjelp av portalen [www.klimatilpassing.no](http://www.klimatilpassing.no), styrket opplæringstilbud til kommuner, regionale kompetansentre, fylkesmannens tilsyn- og veiledningsfunksjon.

Tilpassingsunderskuddet må dekkes inn. Samfunnet er ikke godt nok tilpasset klimaet i dag på grunn av manglende vedlikehold og ivaretaking av naturmiljøet. Utvalget tilrår at vedlikehold må prioriteres, og at det må utvikles insentiv som fremmer dette. Utvalget tilrår en sterkere prioritering av arbeid for å sikre intakte og robuste økosystem.

Tilpassingsarbeidet må koordineres. Sekretariat som bistår Miljøverndepartementet med den praktiske gjennomføringen av koordineringen av tilpassingspolitikken skal etableres som en permanent funksjon med økt kapasitet og ressurser.

Tilpassingsarbeidet må inkludere et internasjonalt ansvar. Norge har et ansvar for å medvirke til at sårbare og mindre ressurssterke land blir mer robuste i møte med et klima i endring. Utvalget tilrår at dette blir et prioritert område i norsk bistand, spesielt viktig i forvaltningen av Arktis.

### Klimatilpassing i Norge (Meld.St. 33 /2012-13)

Stortingsmelding 33 «Klimatilpassing i Norge» slår fast at alle har et ansvar for å tilpasse seg klimaendringene, både enkeltindivider, næringsliv og myndigheter, samt at dette ansvaret ikke er nytt. Meldingen legger stor vekt på betydningen av kunnskap og på utvikling av et godt og felles kunnskapsgrunnlag for klimatilpassing. Kunnskapen skal styrkes gjennom koordinert samarbeid på tvers av sektorer og forvaltningsnivåer. Meldingen fokuserer på kommuner som arenaer der de fleste utfordringer vil gjøre seg gjeldende og der det kreves mest innsats for å integrere klimatilpassingsarbeid i all kommunens ansvarsområder. Kunnskapen og veiledning som kommunene trenger skal kunne hentes med bistand fra statlige etater, gjennom nettverk for erfaringsutveksling og samarbeid med regionale myndigheter.

Det synes å være mer uttalt ønske om å styrke koblingen mellom utslippsreduksjoner (forebyggende arbeid) og klimatilpassing.

**Her er regjeringens hovedmål for klimatilpasning (Meld.St. 33):**

For å være føre var, skal man ved vurdering av konsekvenser av klimaendringer og tilpasningsbehov *velge de høye alternativer fra de nasjonale framskrivninger*. Hensynet til klimaendringene skal i den enkelte sak balanseres opp mot andre viktige samfunnshensyn. [Avhengig av tilgjengelig datagrunnlag, kan dette kan effekt på valg av løsning eller dimensjoner i noen vegprosjekter.]

*Kunnskap er en forutsetning for effektiv klimatilpasning*. Tilpasningsarbeidet skal bygge på best tilgjengelig kunnskap om klimaendringene og hvordan disse håndteres. Kunnskapsgrunnlaget for tilpasning til klimaendringene skal derfor styrkes gjennom mer aktiv overvåking av klimaendringene, fortsatt opptrapping av klimaforskningen og utvikling av det nasjonale senteret for klimatjenester. 'Norsk senter for klimatjenester' ble opprettet i 2011 under Meteorologisk institutt (som har det overordnede ansvar for senteret) og i samarbeid med NVE og Bjerknnessenteret. Et viktig formål med etableringen av et senter for klimatjenester er å støtte opp under kommunenes og sektormyndighetenes tilpasningsarbeid.

[Behovet for tolkning av klimaforskning og tilrettelegging av resultater for praktisk bruk, bl.a. for transportsektoren, var et viktig budskap fra NOU 2010:10. Gjennom hele 'Klima og transport' har man erfart viktigheten av tverrsektorielt samarbeid om klimadata.]

Kunnskapsstatus, konsekvenser og tilpasningsbehov for Norge skal oppdateres i tilknytning til hovedrapportene fra FN's klimapanel dersom vesentlig ny kunnskap foreligger.

Større og mer intense nedbørmengder i framtidig klima forventes å forsterke utfordringer med økte mengder overvann i by og tettbebyggelser. Regjeringen vil derfor opprette et *offentlig utredningsutvalg (lovutvalg)* som skal vurdere dagens gjeldende regelverk og komme med eventuelle forslag til forbedring av rammebetingelsene for kommunenes håndtering av økende mengder overvann ved et klima i endring. En myndighet for håndtering av overvann og for havnivåstigning ble ikke utpekt i denne meldingen [jf. forslag i NOU 2010:10]. Regjeringen vil redegjøre nærmere for hvordan arbeidet med klimatilpasning på direktoratsnivå skal koordineres i forbindelse med statsbudsjettet for 2014 vil. Dette inkluderer ansvarsforholdene for overvann og havnivåstigning. Dette gjelder også plassering av koordineringsfunksjonen for klimatilpasning på direktoratsnivå. Det femårige prosjektet der DSB hadde den funksjonen er fortsatt under evaluering.

For at kommunene skal kunne utføre oppgavene sine på en måte som sikrer robuste og bærekraftige lokalsamfunn i framtida, er det nødvendig at hensynet til et endret klima blir en integrert del av de kommunale ansvarsområdene. Regjeringen vil derfor at det utarbeides en *statlig planretningslinje for kommunenes og fylkeskommunenes arbeid med klimatilpasning* i areal- og samfunnsplanleggingen. Planretningslinjen skal inneholde føringer for hvordan klimatilpasning skal håndteres på ulike samfunnsområder, i planlegging og vedtak, i tråd med overordnede nasjonale mål. Den vil gjøre det enklere for kommuner og fylkeskommuner å ta hensyn til klimatilpasning i sin planlegging etter plan- og bygningsloven og i sin øvrige myndighetsutøvelse [jf. forslag i NOU 2010:10 om ny forskrift til PBL]. Retningslinjen vil gjelde både for arbeidet med overordnede planstrategier i kommuner og fylkeskommuner og ved kommuneplanleggingen, dvs. både for samfunnsdel, arealdel og handlingsdel.

Retningslinjen vil bli innarbeidet i den eksisterende statlige planretningslinjen som gjelder for klima- og energiplanlegging i kommuner og fylkeskommuner. Den statlige planretningslinjen vil også legges til grunn ved enkeltvedtak som statlige, regionale og kommunale organer treffer etter plan- og bygningsloven eller annen lovgivning.

### 3.2 INTERNASJONALT RAMMEVERK

- Sentralt i arbeidet med klimaendringer står rapporter fra FN's International Panel for Climate Change, IPCC<sup>11</sup>. I 2000 publiserte IPCC et sett med utslippsscenarier, med hovedscenarier A1, A2, B1 og B2, som skiller seg ved ulike projeksjoner vedrørende befolkningsvekst, økonomisk vekst, fordeling av veksten mellom rike og fattige land, samt i hvilken grad verdenssamfunnet ville lykkes med å begrense den uønskede utviklingen. Disse globale scenarier er grunnlaget for utvikling av nasjonale og regionale projeksjoner som klimatilpasningsarbeid baserer seg på.
- FNs klimakonvensjon, UNFCCC, bli forhandlet frem i 1992 og trådte i kraft i 1994. Den utgjør det globale rammeverket for klimaarbeid i medlemslandene. (Konkrete mål og mekanismer for dette ble senere etablert i Kyoto-protokollen, vedtatt 1997.) Vedrørende klimatilpasning, formulerer UNFCCC forpliktelser for medlemsland for å gjennomføre nasjonale tilpasningsplaner og strategier som legger til rette for klimatilpasningstiltak.
- EUs White paper publisert i 2009 "*Adapting to climate change: Towards a European framework for action*"<sup>12</sup> skisserer en tilpasningspolicy i to faser, der den første fasen (2009-2012) har som mål: utvikling av kunnskapsgrunnlag, integrering av klimatilpasning andre nøkkelområder for EU-policy, implementering av virkemidler som sikrer tilpasning og styrking av internasjonalt samarbeid.
- EUs White Paper "A Sustainable Future for Transport", publisert i 2009<sup>13</sup>, slår fast at transport vil få konsekvenser av klimaendringer og at tilpasningstiltak vil måtte iverksettes. Havnivåstigning, tørke og flom samt ekstreme uværsepisoder vil ha effekt på alle transportformer.
- PEER's (Partnership for European Environmental Research) publiserte i 2009 rapporten "Europe Adapts to Climate Change, Comparing National Adaptation Strategies"<sup>14</sup> der man har sett nærmere på tilpasningsstrategier i ni land i Europa. Strategier for tilpasning er forskjellige vedrørende holdningen til sektoransvar, prioritering mellom nasjonal og regional tilnærming og gjennomført forskning som grunnlag for klimatilpasning. Rapporten påpeker behovet for kunnskapsutveksling.
- EUs White Paper "Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system" av 2011<sup>15</sup> har fokus på utslippsreduksjoner, men påpeker også behovet for en klimarobust infrastruktur, samt at EU-finansiert infrastruktur tilfredsstillende kravene for både energieffektivitet og robusthet i forhold til endret klima.
- EUs nettbaserte informasjonsplattform CLIMATE-ADAPT<sup>16</sup> ble lansert i mars 2012. Det er et initiativ fra EU-kommisjonen. Hensikten er å legge til rette for deling av informasjon om: forventede klimaendringer i Europa, eksisterende og fremtidig sårbarhet i regioner og sektorer, nasjonale og flernasjonale tilpasningsstrategier, eksempler og muligheter for klimatilpasning og praktiske verktøy for klimatilpasning.
- I denne sammenheng bør man nevne «International Strategy for Disaster Reduction»<sup>17</sup> (ISDR), FNs overordnede strategi for å samordne arbeidet for å utvikle mer robuste samfunn. Etter at FNs klimapanel i 2007 konkluderte med at verden vil måtte tilpasse seg uunngåelige klimaendringer uansett hvorvidt vi lykkes med forebyggende arbeid, har klimatilpasning blitt en tydeligere del av programmet. Samarbeidet foregår på ulike plattformer, på globalt, regionalt og nasjonalt nivå. Norges nasjonale plattform heter «Samvirkeområde natur» og er koordinert av DSB. «Hyogo-erklæringen» ligger til grunn for arbeidet i ISDR. Den ble undertegnet av 168 land i februar 2005, kort tid etter tsunamien i sørøst-Asia. I dag har nærmere 200 land undertegnet erklæringen.



To dokumenter som ikke er direkte koblet til klimaendringer, men som likevel er viktig i den sammenheng:

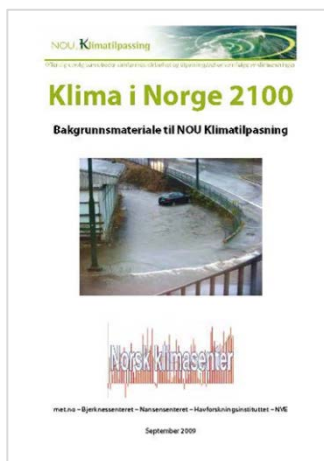
**EUs Vanddirektiv**, 2000/60/EF, om fastsettelse av rammer for fellesskapstiltak for vannpolitikk, gir retningslinjer for registrering og sikring av vannressurser i form av overflatevann og grunnvann innen EU og EØS landene. Den er gjort gjeldende i Norge gjennom **Vannforskriften** (FOR-2006-12-15-1446), som trådte i kraft januar 2007. Hensikten er å gi grunnlag for en helhetlig og god forvaltning av ferskvannsressursene hvor målet er å oppnå gode økologiske og kjemiske forhold i ferskvann, kystvann og grunnvann.

**EUs Flomdirektiv**, 2007/60/EC, om håndtering av risiko som flom representerer for mennesker, miljø, kulturarv og økonomi. Hensikten er å redusere skader ved flom. Direktivet dekker alle varianter av flom, også oversvømmelse fra sjø (stormflo). Det stiller krav til risikokartlegging og en helhetlig planlegging av skadeforebyggende tiltak for det enkelte nedbørfelt. Flomdirektivet er gjort gjeldende for EU-landene fra november 2007. Det er ennå ikke vedtatt om Norge kommer til å implementere dette direktivet.

## 4 KLIMA OG KLIMAENDRINGER I NORGE

Den meste komplette kilden til beskrivelse av klimaendringer i Norge er p.t. rapporten «Klima i Norge 2100»<sup>18</sup>, se Figur 5. Rapporten er skrevet av met.no, Bjerknessenteret, Nansensenteret, Havforskningsinstituttet og NVE, på bestilling av NOU Klimatilpasning (se 3.1). Rapporten gir først en beskrivelse av dagens klima, observerte klimaendringer hittil og klimautvikling i nær fremtid. Så presenterer rapporten resultater av beregninger av klimautvikling mot 2100.

Dette kapittelet vil gi en kort beskrivelse av klimaendringer iht rapporten «Klima i Norge 2100». Det vises også til en mer utfyllende omtale i underlagsrapporten for NTP 2014-2023, «Klimatilpasning» [3].



Figur 5. Vurderinger av effekten av klimaendringer i prosjektet «Klima og transport» er basert på beskrivelsen av klimaendringer gitt i rapporten «Klima i Norge 2100», Norsk klimasenter 2009

### 4.1 Klimautviklingen frem til i dag

I rapporten «Klima i Norge 2100» [18] uttrykkes klimaendringer i forhold til normalperioden 1961-1990. Her er en kort beskrivelse av klimaet i Norge i normalperioden og noen observerte trender frem til i dag.

#### Temperatur

I normalperioden er årsmiddeltemperaturen for Fastlands-Norge ca +1 °C.

Årsmiddeltemperaturen langs kysten fra Kragerø til Stad er over +6 °C. Finnmarksvidda har laveste temperatur, ned mot -3 °C, se Figur 6. Det siste tiåret har årstemperaturen for Norge vært mer enn 1 °C høyere enn normalen.

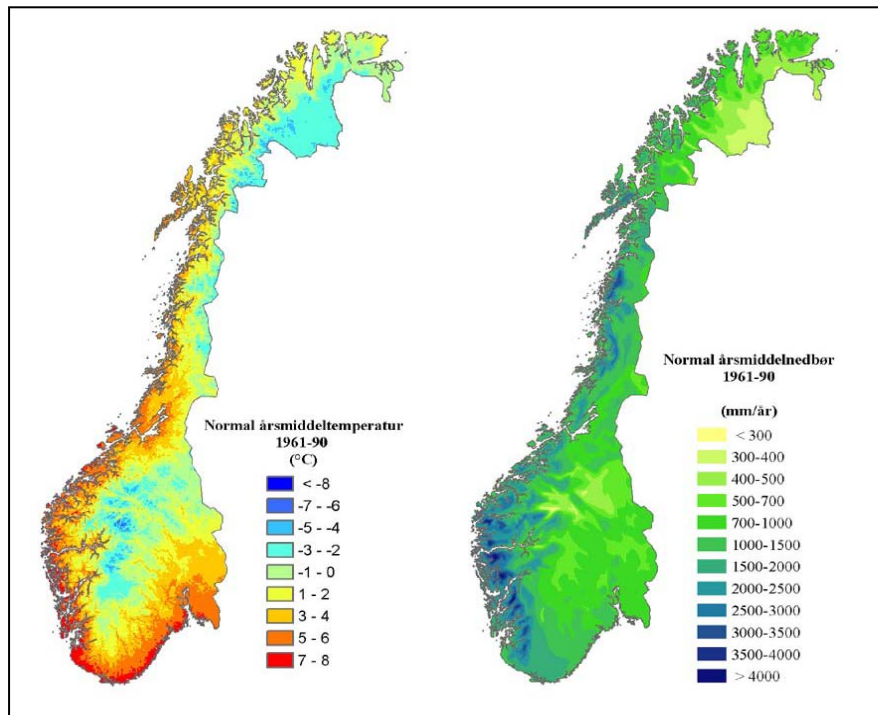
#### Vind

... er i begrenset grad målt sammenhengende over lengre perioder. Man konkluderer likevel med at det ikke siden 1880 er noen trender som tilsier økt hyppighet for storm i våre kyst- og havområder [18].

#### Nedbør

Det er meget store variasjoner i nedbørforhold i Norge, både i tid og mellom ulike regioner. I normalperioden 1961-1990 varierer årsnedbøren fra 300 mm på Finnmarksvidda og i øvre deler av Gudbrandsdalen til over 3500 mm på Vestlandet, se Figur 6.

Siden 1990 har årsnedbøren for Fastlands-Norge økt med ca. 20 prosent. Både for Fastlands-Norge og for de fleste landsdelene er det vinternedbøren som har økt mest. For landet som helhet er økningen i vinternedbøren de siste 30 år på 17 prosent, men i de nedbørrike regionene på Vestlandet er økningen på ca. 25 prosent. Høstnedbøren har avtatt i alle landsdeler unntatt i de nordligste. Nedbøren om våren har øket i alle landsdeler.



Figur 6. Midlere årstemperatur (°C) og årsnedbør (mm) i normalperioden 1961–90. Kilde: met.no.

## Snø

På de fleste stasjonene der det måles snø, er det mulig å merke en trend mot kortere snøsesong. På den annen side er det ved en del målestasjoner i Nord-Norge målt økende snøakkumulering over ett døgn, mens det på Østlandet er målet nedgang. Snøakkumulering over kort tid er sterkt avhengig av høyde over havet og avstand til kysten.

## Flom

Flommer i vassdrag skyldes snøsmelting, snøsmelting i kombinasjon med regnvær, langvarig regnvær eller intense skybrudd. Den dominerende årsaken varierer fra periode til periode og fra landsdel til landsdel. Store regnflommer var vanlige i 1930-årene og etter 1987, som begge er varme perioder. Det er en tendens til at høyere temperatur de senere år har ført til at vårflommene kommer tidligere. Storflom i de store vassdragene på Østlandet forutsetter at det er flom i flere høydenivåer samtidig. Under storflom er det fare for alvorlige flomskred og store skader på vegnettet.

## 4.2 Klimaendringer i Norge

### 4.2.1 Modellgrunnlaget

Som underlag til arbeidet med Nasjonal transportplan 2010-2019 (2007) ble det laget en rapport om virkninger av klimaendringer for transportsektoren<sup>19</sup>. Denne bygde på regionale klimascenarier utviklet i forbindelse med Forskningsrådets prosjektet RegClim (1997-2006)<sup>20</sup>. Fire globale modeller ble brukt: fra Hadley Centre, Max-Planck Institut og Bjerknessenteret. Nevnte klimamodeller er omfattende numeriske dataprogrammer som bygger på fysiske lover for atmosfære, hav, jordoverflate og havis. De tilsvarer de globale modellene brukt av FNs klimapanel, men har bedre romlig oppløsning for å ta bedre hensyn til landskapsformer som fjell og kystlinjer.

Rapporten «Klima i Norge 2100» (2009), bygger på et ensemble av i alt 22 klimafremskrivninger basert på regionale klimamodeller. Det er globale klimascenarier nedskalert

ved *dynamiske* nedskaleringmetoder. Alle fremskrivningene fra met.no og Bjerknessenteret (BCCR) er benyttet. I tillegg bygger rapporten på regionale klimamodellberegninger fra en del andre europeiske institutter. Det er et ensemble på i alt 50 klimafremskrivninger utført med *empirisk-statistiske* nedskaleringmetoder. Det er første gang en slik sammenstilling av modellresultater har blitt gjort. Begge metodene har styrker og svakheter. Men en sammenstilling av resultatene fra forskjellige modeller og deres behandling som ett sett gir et bedre grunnlag for klimafremskrivninger.

I følge rapportens redaktør, Inger Hanssen-Bauer på met.no, er hovedkonklusjonene fra RegClim-prosjektet (2007) ikke endret i 2009-rapporten «Klima i Norge 2100». Det er ventet våtere vær og høyere temperatur. Antakelig kommer lavtrykksbanen til å gå lengre nord enn i dag.

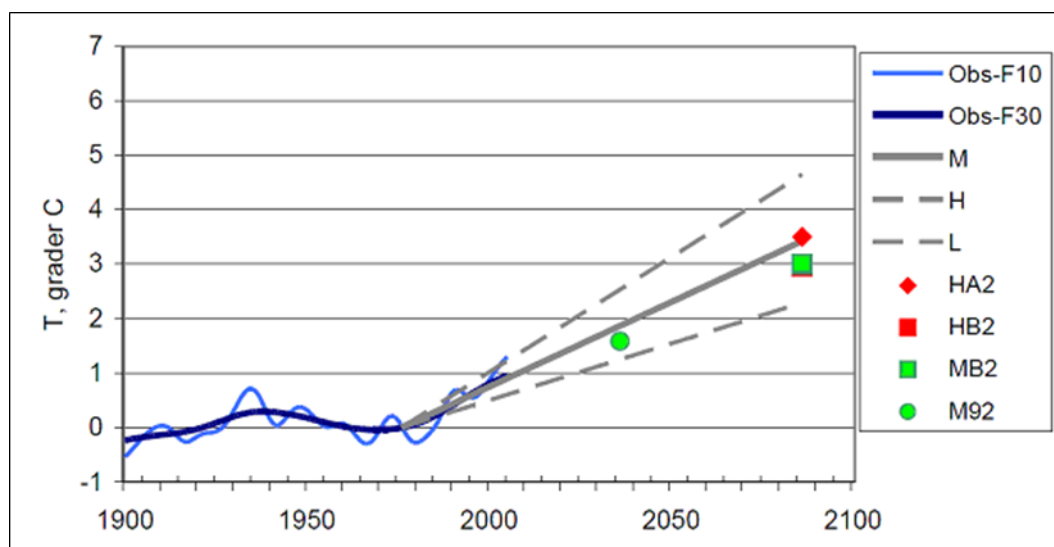
#### 4.2.2 Klimafremskrivninger basert på rapporten «Klima i Norge 2100»

Det er store usikkerheter i klimafremskrivninger. I tillegg må man regne med store lokale klimaforskjeller på grunn av Norges topografi og beliggenhet. Klimaendringene vil derfor slå ulikt til i de forskjellige landsdelene.

Rapporten gir tre fremskrivninger: lav, middels og høy fremskrivning. Prognosene er beregnet for hele landet og fordelt på regioner. Landet deles i 6 temperaturregioner og 13 nedbørregioner. Beregninger er gjort og presentert som årsmiddelverdier og prognoser for sesonger - vinter, vår, sommer og høst.

##### Temperatur

Årsmiddeltemperaturen for Norge anslås å øke med 2,3 til 4,6 °C innen 2100, i forhold til normalperioden 1961-1990. Dette er betydelig mer enn temperaturøkningen på 0,5 til 1,0 °C gjennom hele forrige århundre. Figur 7 viser observert temperaturutvikling i Norge fra 1900 til i dag og en fremskrivning fra 2000 til 2100 med et lavt, middels og høyt estimat. Det er store forskjeller mellom de ulike regionene. Temperaturøkningen er minst på Vestlandet og størst på Finnmarksvidda. Det er vintertemperaturen som øker mest, hele 4 til 5 grader i ulike regioner. Sommeren får minst temperaturøkning.



Figur 7. Observert og beregnet årstemperatur i Norge, avvik fra «normalperioden» 1961-1990: lav, middels og høy fremskrivning

I perioden 1961-1990 ble det sjeldent målt døgnmiddeltemperaturer over +20 °C. I perioden 2021-2050 kan vi årlig forvente opp til 10 slike døgn i lavereliggende områder i sør og øst. Mot slutten av dette århundret vil opp til 20 slike døgn være vanlige over store deler av Norge.

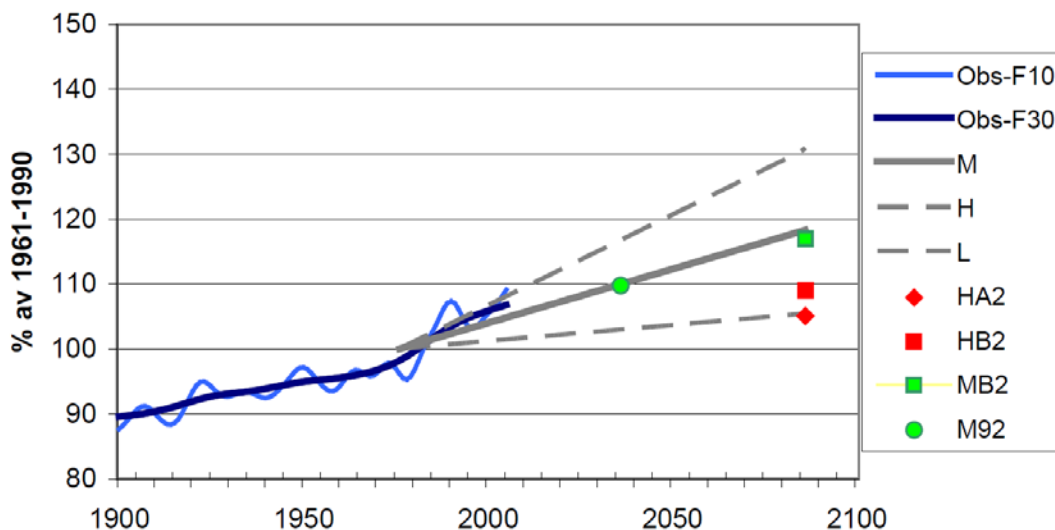
Langs Oslofjorden og Sørlandskysten vil vi kunne forvente over 30 døgn hver sommer med middeltemperatur over  $+20^{\circ}\text{C}$ . Det er tilsvarende beregnet at vekstsesongen i hele landet forlenges med en måned frem mot 2050 og opp til to måneder i store deler av landet mot slutten av århundret.

Med varmere og kortere vintre utover i dette århundret er det ikke ventet betydelig flere eller færre dager med temperaturer omkring null grader i indre og høyereliggende strøk. Vintrene vil innledes med en overgangsperiode med temperaturer omkring null og avsluttes tilsvarende. Det er ventet at overgangsperiodene blir omtrent like lange i fremtiden. I kystnære områder er det ventet at vintrene vil være preget av temperaturer nettopp omkring null, men at antallet slike vinterdager reduseres med 10 til 60 prosent. Det er ventet at dette kan variere mye fra år til år.

### Nedbør

Med økende lufttemperatur øker evnen til å ta opp vanndamp i atmosfæren. Dersom lufta deretter kjøles ned øker den relativ fuktigheten slik at vanndampen kan felles ut som nedbør. Dette gir et potensial for økt nedbør i fremtiden.

Det fremtidige klima vil bringe mer nedbør i hele landet. Nedbørøkningen vi hadde gjennom siste århundre vil muligens øke med samme takt frem mot slutten av dette århundret. Den vil være på 5 % og 30 % i gjennomsnittet, for hhv lav og høy fremskrivning, mens middel-fremskrivningen gir en økning på 18 prosent.



Figur 8. Observert og beregnet nedbørutvikling i Norge, avvik fra «normalperioden» 1961-1990: lav, middels og høy fremskrivning

Som for temperatur, er fremskrivninger av nedbør gjort for alle årstider og for de ulike regionene.

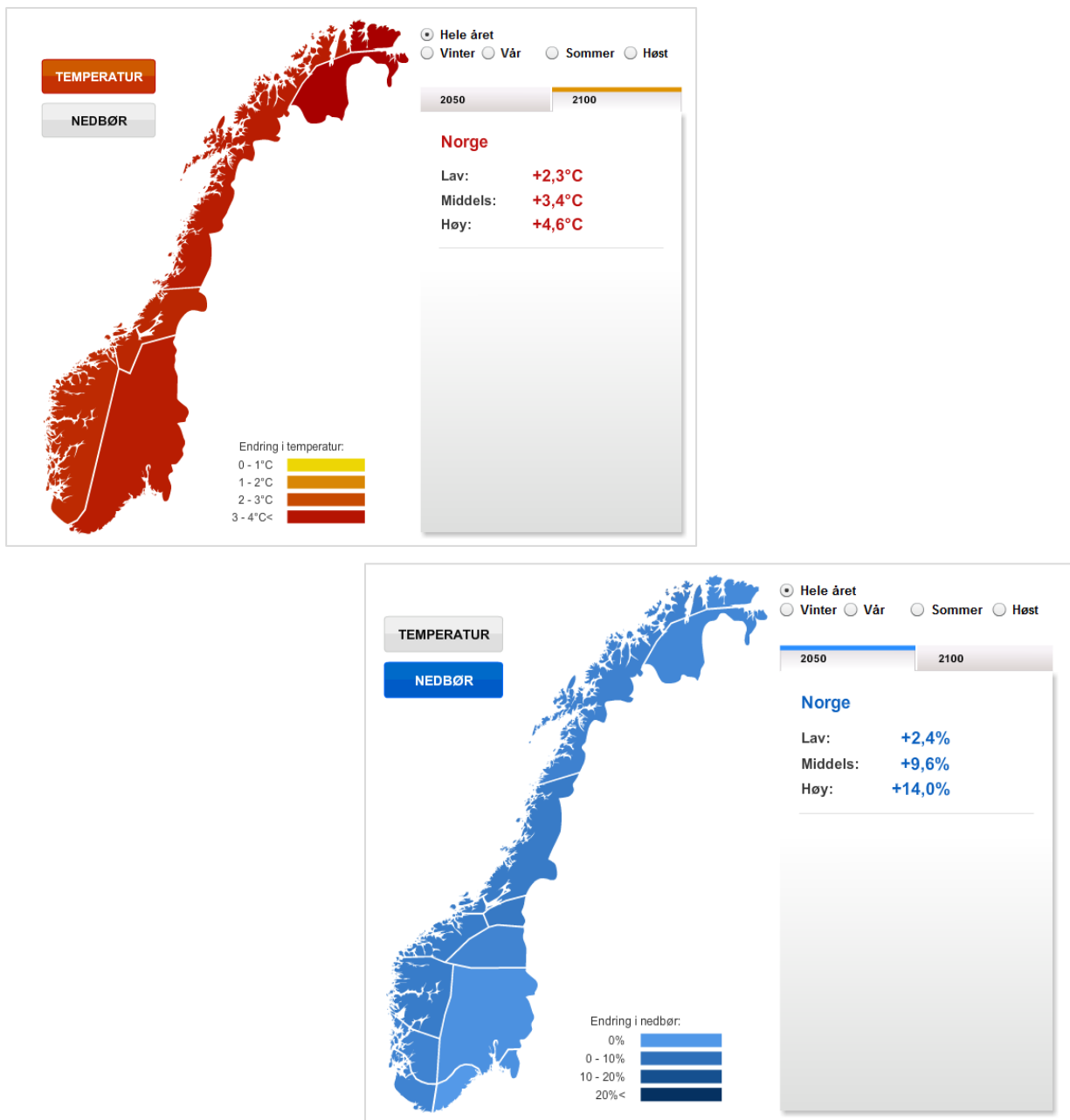
Det er ventet 5 prosent nedgang i nedbøren om sommeren på Østlandet mot slutten av århundret sammenliknet med referanseperioden 1961-1990. På Vestlandet blir sommer-nedbøren omtrent som referanseperioden eller litt høyere. For Midt- og Nord-Norge er det ventet 15-20 prosent mer sommernedbør.

Vinternedbøren i Norge vil i siste halvdel av århundret trolig ligge omkring 20 prosent over referanseperioden 1961-1990. Det gjelder også for høstnedbøren. Det er ventet 15 prosent mer nedbør om høsten på Østlandet. Om våren på Østlandet ventes det 15 prosent nedbørsøkning og på Vestlandet og nordover om lag 20 prosent økning. Etter den høye fremskrivningen, øker vinternedbøren med 40-50 prosent i store deler av landet. I tillegg til økningen i gjennomsnittsnedbøren, er det beregnet flere dager med store og intensive nedbøreposider.



Snøsesongen vil bli kortere over hele landet. Reduksjonen blir størst i lavlandet hvor det er forventet en reduksjon på to til tre måneder ved middels temperaturfremskrivning. Frem mot midten av århundret er effekten av økt nedbør sterkest. Maksimal snødybde vil øke i høyfjellet og i områder i indre Finnmark. Mot slutten av århundret vil effekten av temperaturøkningen ta over og gjennomsnittlig snødybde vil avta også i fjellområdene. Ekstremår med spesielt store snømengder vil kunne forekomme.

På klimatilpassningsportalen [www.klimatilpassning.no](http://www.klimatilpassning.no) har man tilgjengelig interaktive kart for temperatur og nedbør, se Figur 9. For hver av 6 temperaturregioner og 13 nedbørregioner kan man lese av lav, middels og høy fremskrivning for temperatur og nedbør for fire årstider. Eksempler på store endringer: høstnedbør Vestlandet og Midt-Norge (ca 30 %, etter middels fremskrivning) og vintertemperaturøkning i Finmarksvidda og Varanger (ca 5 °C etter middels fremskrivning).



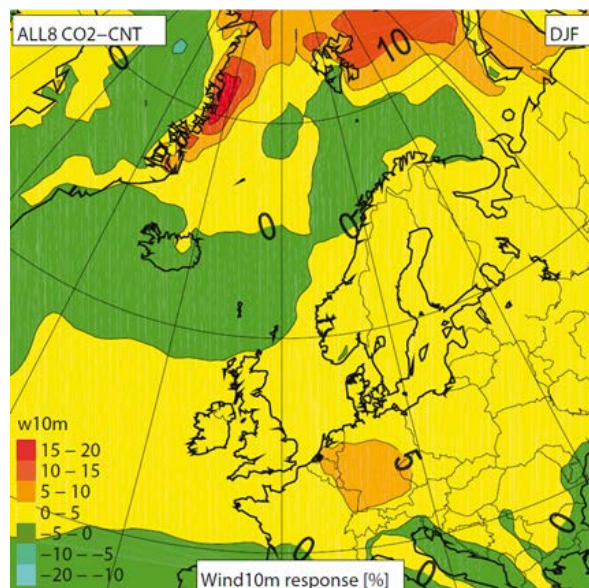
Figur 9. Interaktive kart fra [www.klimatilpassning.no](http://www.klimatilpassning.no) som viser endringer i temperatur og nedbør for valgt årstid og region. Norge er delt inn i 6 temperaturregioner og 13 nedbørregioner.

## Vind

Modellene som er brukt i «Klima i Norge 2100» gir ikke klare signaler når det gjelder vindforhold i våre områder. De gir liten eller ingen endring i midlere vindforhold i dette århundret. Hyppigheten av høyere vindstyrker kan øke, men det er systematiske svakheter i klimamodellene og det er derfor for tidlig å konkludere om dette.

Et norsk særstudie<sup>21</sup> fra 2008 viser at middelverdien for vind blir noen få prosent sterkere. Ut fra studiet mener forskerne at den sterkeste vinden som i gjennomsnitt oppsto 3-4 ganger hvert år i perioden 1961-1990 vil opptre dobbelt så ofte når vi kommer til 2050. Det kan bli vanligere med høye vindhastigheter.

Figur 10. Endring av vindhastighet i vinterseongen fra åtte kombinerte regionale nedskaleringer, fra dagens klima (1961-1990) frem til rundt 2050. Figuren viser prosentvis endring av vindhastighet i 10-meters høyde. Kilde: Klima-2-2008



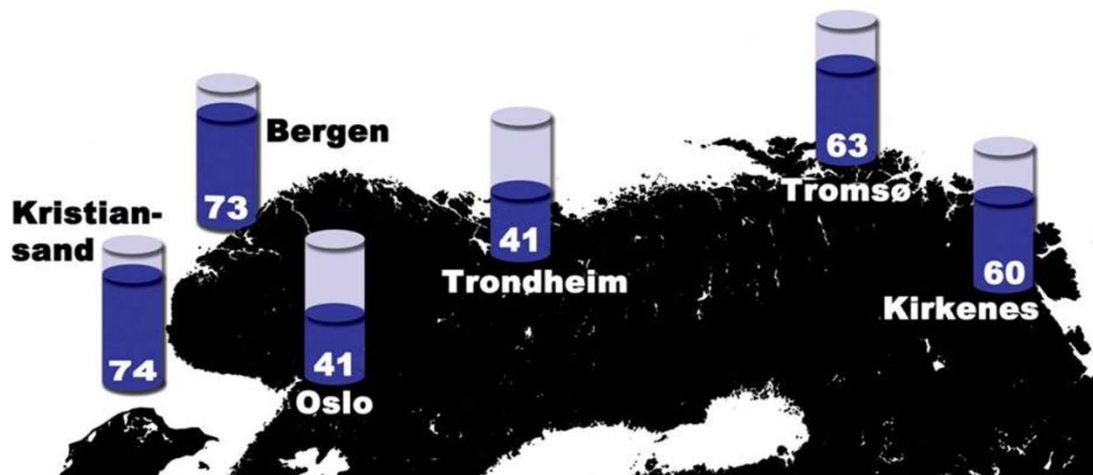
I følge «Klima i Norge 2100» kan polare lavtrykk langs kysten flytter nordover etter hvert som sjøisgrensen flytter seg nordover. Polare lavtrykk er små, kraftige lavtrykk som kan føre til kraftig vindøkning i løpet av kort tid. De er vanskelige å varsle og er mest til fare for skipstrafikken.

## Havstigning og stormflo

I løpet av dette århundret kan havnivået langs norskekysten forventes å stige med rundt 70 cm langs sør- og vestlandskysten, rundt 60 cm i Nord-Norge og rundt 40 cm innerst i Oslofjorden og Trondheimsfjorden. På grunn av usikkerheter knyttet til de ulike bidragene, kan havnivåstigningen bli mellom 20 cm lavere og 35 cm høyere enn dette. Se Figur 11.

I følge IPCC 2007-rapport [11] vil den globale havnivåstigningen i dette århundret være på 80 cm. Den er ikke jevnt fordelt på jorden. Hovedgrunnene til dette er variasjoner i havstrømmene, fordelingen av varme i havet og atmosfærens vinder og lufttrykk. De lokale variasjonene kan utgjøre noen titalls centimeter. Norskekysten vil trolig få 10 cm kraftigere havstigning enn den globale, på grunn av endrede temperaturer, saltkonsentrasjoner og strømningsforhold.

Landheving vil modifisere dette, dvs. påvirke havnivået observert fra land. Landhevingen er spesielt viktig for nordområdene, siden landet fortsatt løfter seg etter tiningen av det 2-3 km tykke islaget fra siste istid. Ser en bort fra landhevingen i Norge, har havstigningen vært på 14 cm de siste 100 år. Store deler av kyst-Norge har hatt større landheving enn 14 cm i samme periode. Det er en utbredt oppfatning av at landheving vil jevne ut havnivåstigning, noe som ikke er tilfelle de fleste steder langs norskekysten.



Figur 11. Estimert havstigning (cm) langs Norskekysten i løpet av dette århundre. Usikkerhet er -20 til +35 cm. Kilde met.no.

Havnivåstigning skal sees i sammenheng med stormflo og antatt økning i stormflo. Stormflo er ventet å bli 1,5 m til over 3 m over referansenivået NN1954 (normalnull 1954, som de fleste landkartverk i Norge referer seg til som kote null meter over havet). Estimatenes i stormflo er usikre, bl.a. fordi det mange steder ikke foreligger nøyaktige målinger på historiske stormfloverdier.

I tillegg til havnivåendringer kommer endringer i bølgehøyde som følge av klimaendringer. Bølgenes høyde og retning bestemmes av atmosfæriske forhold som vind og lufttrykk. Klimaendringer som gir endring i vindforholdene, kan derfor forventes å gi endringer også i bølgeforldene.

## 5 KLIMAPÅKJENNINGER I ENDRING

Kapittel 4 omtaler rapporten “[Klima i Norge 2100](#)” som pr i dag er den mest komplette og oppdaterte oversikten over klimaprojeksjoner i Norge frem til 2100. Det vises også til den enkle interaktive fremstillingen av regionvise endringer i nedbør og temperatur, “Temperatur og nedbørendringer frem til 2050 og 2100” på [www.klimatilpasning.no](http://www.klimatilpasning.no), vist i Figur 9.

Spørsmålet er videre hvordan disse endringer påvirker klimapåkjenninger på veg- og banenettet og tilhørende konstruksjoner, og hvordan man skal gå frem for å velge riktige dimensjoneringsforutsetninger.

En kunne si at klimatilpasning ikke er annet enn prosjektering og dimensjonering i forhold til nye (og mer krevende) verdier for klimapåkjenninger, slik som større nedbørmengder og flomhøyder. I starten av ‘Klima og transport’ var prosjektarbeidet preget av den oppfatning at oppdatert statistikk og fremskrevne verdier for påkjenninger som vanligvis inngår i dimensjoneringsgrunnlaget allerede er utarbeidet, og at det bare gjelder å etterspørre dem fra ansvarlige etater. Så enkelt er det imidlertid ikke. Løpende oppdatering med statistisk behandling og spesielt fremskrivning av de viktigste klimaparametere er en krevende jobb som i tillegg er belastet med store usikkerheter. Usikkerhet vil alltid prege klimatilpasningsarbeid. Implementering av ny kunnskap vil for kostnadens skyld alltid måtte suppleres med pragmatiske sikkerhetsfaktorer eller med en bevisst aksept av risiko og skade. Den uunngåelige usikkerheten krever at man ser i sammenheng vegens eller konstruksjonenes levetid og klimaendringer som vil kunne skje i den perioden.



Figur 12. Fåvang i juni 2011 under «pinseflommen». Foto: Per Kollstad.

Nye konstruksjoner som bygges for 100-års levetid må prosjekteres i forhold til fremskrevne klimaparametere for det gitte området.

For reparasjon eller fornying av eksisterende konstruksjoner er det aktuelt å relatere *resterende* levetid til klimaendringer i tilsvarende periode.

Ved utforming av en driftskontrakt er imidlertid «tidsaksen» kortere. For en driftskontrakt er det viktig å kunne beskrive nå-situasjonen med realistiske “standardforhold”. Klimascenarier

laget for slutten av dette århundre vil ikke kunne brukes til det. Det man trenger er de mest oppdaterte nåtidsdata for værparametere, den nyeste statistikken, prognoser og varsler. I håndbok 066 'Retningslinjer for utarbeidelse av konkurransegrunnlag', står det at byggherren vil sørge for at entreprenøren "vederlagsfritt får tilgang til meteogrammer og lignende informasjon".

Et generelt råd man kan gi ved slutten av 'Klima og transport' er at planlegging, prosjektering, drift og vedlikehold skal gjøres basert på de ferskeste data og mest oppdatert statistikk, nyeste prognoser og kunnskap om registrerte trender.

I følgende er det gitt en oversikt over kilder for klimaparametere og anbefalinger vedrørende valg av deres dimensjonerende verdier.

## 5.1 Temperatur, nedbør og vind

[www.eKlima.no](http://www.eKlima.no) gir ekstern tilgang til Meteorologisk institutt (met.no) sin klimadatabase, som består av målinger foretatt av met.no og samarbeidspartnere siden 1957. Noen målinger er eldre enn det. eKlima inneholder data fra alle værstasjoner som Meteorologisk institutt har i drift i dag, og har drevet tidligere, og fra noen andre leverandører. Fra eKlima er det mulig å hente lister eller analyser for utvalgte klimaparametere (nedbør, temperatur, snødekke, vind), måleperiode, måleintervallet (døgnverdier, timesverdier, osv.). Man kan også bestille statistisk behandling.

### Valg av dimensjonerende verdi:

For prosjektering av konstruksjoner med forventet levetid 50 eller 100 år, er det riktig å basere beregningen på fremtidige verdier på klimaparametere. De kan beregnes på grunnlag av verdier for normalperioden 1961-90 og projisert endring som skyldes klimaendring. For det enkelte prosjekt er det anbefalt å hente inn bistand fra en meteorolog.

Om man er interessert i forholdene som vil gjelde de nærmeste 20-30 år (for eksempel for driftskontrakter) er det hensiktsmessig å se nærmere på den siste 30-årsperioden og vurdere trender.

## 5.2 Flom

NVE har siden 1998 utarbeidet faresonekart for flom, for utvalgte vassdrag. Kartene viser arealer som oversvømmes ved ulike flomstørrelser (definert ved gjentaksintervall eller sannsynlighet for at de opptrer i løpet av ett år). Kartene gir et godt grunnlag for bestemmelser som gjelder arealbruk, risikoreduserende tiltak og beredskap. Det vises til et [faktaark om flomsonekartlegging](#)<sup>22</sup>, NVE 2008.

NVEs veileder «[Flaum og skred i arealplanar](#)»<sup>23</sup> av 2011 legger til grunn 200-års flom som kriterium for avgrensning av hensynsområder for bosetting. Når man planlegger byggverk der flom kan ha alvorlige konsekvenser, anbefales det å legge til grunn 500-års eller 1000-års flom (tilsvarer klasse 3 i byggt teknisk forskrift<sup>24</sup>). Siden de fleste flomsonekart går opp til 500-årsflom, anbefales det i [23] å legge på en ekstra høydemeter for å ta høyde for 1000-års flom.

Fremskrivning av flomstørrelser og tilsvarende oppdatering av flomkart er tidkrevende arbeid. Et estimat av endringene er å finne i NVEs rapport fra 2011 [Hydrological projections of floods in Norway under a future climate](#)<sup>25</sup>, som viser beregnede prosentvise endringer i middelverdi årsflom og 200-årsflom i perioden 2071-2100 i forhold til referanseperiode 1961-1990. NVE-notat [Hvordan ta hensyn til klimaendringer](#)<sup>26</sup>, av januar 2012, viser til [25] og gir anbefalinger til hvordan fremskrivninger av flomverdier bør innarbeides i arealplaner:



*Langs elver der klimafremskrivningene viser en flomøkning på over 20 % de neste 100 år, bør fremtidige flomhøyder legges til grunn for vurdering av fareområder i arealplanlegging og utbygging. NVE vil legge dette til grunn ved utarbeidelse av nye og revidering av eksisterende flomsonekart. Inntil en får flomsonekart som også viser flomsone basert på fremskrevne klimadata, bør en for aktuelle utbyggingsområder langs vassdrag anslå eller beregne økt flomhøyde basert på den prosentvise, økte flomvannføringen som er gitt i rapporten nevnt ovenfor. Dette gjelder også for strekninger som ikke er flomsonekartlagt.*

### Valg av dimensjonerende verdi

Flomsikker høyde: kravet er formulert i håndbok 017, se Vedlegg 1. Linjepålegg (traséhøyde) skal bestemmes med utgangspunkt i beregnede vannstander for 200-års flom og i tillegg en sikkerhetsmargin. I tilfeller der konsekvenser av høy flomvannstand er spesielt store (bl.a. manglende omkjøringsmuligheter) kan det være aktuelt å benytte høyere returperiode. Disse valg skal gjøres i samråd med NVE.

For bruer (fri høyde, erosjonssikring) og stikkrenner (kapasitetsberegninger) skal man også ta utgangspunktet i 200-års vannføring og tilhørende hastighet. Det skal vurderes i det enkelte tilfelle om en annen returperiode hadde gitt mer kritisk forhold samt om det er nødvendig å velge en høyere returperiode for vannstand.

I alle tilfeller gjelder NVEs anbefaling [26]: Om projeksjoner viser mer enn 20 % økning de neste 100 år, legger man til grunn den fremtidige høyden som tilsvarer 200-års returperiode.

## 5.3 Havnivåstigning

Det beste og praktisk anvendelige grunnlaget for hensyn til havnivåstigning er rapporten som Bjerknessenteret utarbeidet for DSB i 2008, med en revidert utgave utgitt 2009: [Havnivåstigning i norske kystkommuner](#)<sup>27</sup>.



Figur 13 Kraftig vind og høy vannstand i Vågen ved Strandkaien en vinterkveld i Stavanger 2009. Foto: Knut Opeide

Desember 2011 ble [Håndtering av havnivåstigning i kommunal planlegging](#)<sup>28</sup> utarbeidet av DSB og Norconsult, en veileder for kommuner med fl. ved vurdering risiko og sårbarhet ved havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning. Rapporten gir råd vedrørende kartlegging av sårbare områder og håndtering av havnivåstigning i planarbeidet.

### **Valg av dimensjonerende verdi**

Havnivåstigning kan være en utfordring for drift av undersjøiske tunneler ved høyvann. I tillegg kan veger /fyllinger utsatte for bølger få større påkjenning i fremtiden. Referansene nevnt overfor [27, 28] skal brukes kun til estimater. Ved prosjektering av større vegprosjekter som er utsatte for havets påkjenninger, anbefales det å gjennomføre en nærmere vurdering av forhold som tar hensyn til spesielle lokale forhold og som gjøres med utgangspunktet i de mest oppdaterte projeksjoner.

En mulig referanse er også Kystverkets «Molohåndbok». En egen aktivitet i 'Klima og transport' var viet til oppdatering og tilpasninger i molohåndboka slik at den kunne gi føringer for kystveger. Der kom vi dessverre ikke i mål. Kystverket opplyser mars 2013 at Molohåndboka vil bli revidert i løpet av året.

## **5.4 Tilgang til klimadata**

Statens vegvesen har ca 250 værstasjoner langs riks- og fylkesvegnettet. Det arbeides med å forbedre utnyttelse av disse data, bl.a. med vurdering av kriterier for plassering, utvalg av måleparametere og kvalitetskrav til data. Statens vegvesens prosjekt Vegvær har hatt som hensikt å bedre informasjonen om værforholdene langs riks- og fylkesvegene i Norge, for både interne og eksterne brukere, ved å etablere en sentral innsamling, lagring og presentasjon av dynamiske værobservasjoner, samt å utstede prognoser for vegbanetemperatur og vegtilstand. I skrivende stund er Vegvær-systemet i gang med produksjon av versjon nr 3, som vil gjøre tilgjengelig observasjoner fra alle værstasjonene (nåtid og historisk), kamerabilder fra alle værstasjonene, og prognoser for vegbanetemperatur og føreforhold (vått, tørt, glatt/is, snø, snøfokk og «fare») for Europa-, riks- og fylkesveger i totalt 40 driftsområder (av 106). Driftsfasen er ventet å starte i løpet av 2014.

I tillegg legges det ressurser i samordning av data med andre aktører, som Meteorologisk institutt, Jernbaneverket, Bioforsk, NVE og Kystverket. Denne samordningen vil bidra til bedre tetthet i det totale værstasjonsnettet og en bedre romlig oppløsning i modeller som interpolerer data fra stasjonene. Bedre tilgjengelighet på data vil forhåpentligvis gi en mer rasjonell bruk av dem og dermed bidra til økt sikkerhet, fremkommelighet og forutsigbarhet langs våre veger. Samordningen er godt i gang og fortsetter som en naturlig følge av prosjektene Vegvær i Statens vegvesen og arbeidet Statens vegvesen gjør sammen med NVE, Jernbaneverket og met.no på skredvarsling i Norge.

På det nåværende tidspunkt er det dessverre slik at data fra mange av Statens vegvesen sine stasjoner ikke holder tilstrekkelig kvalitet til å kunne lagres i Meteorologisk institutts klimadatabase eKlima. Det vil derfor være nødvendig å kvalitetssikre både plassering av stasjoner, sensorer og dataserier før alle data legges i samme database. Derimot har det vist seg svært nyttig at Jernbaneverket sine stasjoner nå er gjort tilgjengelige gjennom lagring på eKlima. Det vises for øvrig til prosjektrapport VD 21 «Samordning av værdata», se Figur 16.

Kartportalen [www.SeNorge.no](http://www.SeNorge.no) gir daglig oppdatert oversikt over snø, vær, vann og klima for Norge, i form av kart med data for døgn, måneder, år, klimaperioder og klimascenarier. Døgnkart finnes fra 1957 til og med prognosen for morgendagen.

Kartportalen [FøreVar](http://FøreVar) (nå [www.xgeo.no](http://www.xgeo.no)), gir gode muligheter for sammenstilling av værdata (både historiske og prognoser), grunndata og hendelsesdata på vegnettet. Dette kombinert med terskelverdier for uvalgte parametere (slik som nedbør siste døgn, eller nysnø siste tre døgn) gir et veldig nyttig planleggingsverktøy. Portalen gir også mulighet til å se endringer i klimaparametere ut i dette århundre samt lese av prosentvise endringer i forhold til normalperioder. Se kapittel 7.2.3.



## 6 FORSLAG TIL TILTAK FOR KLIMATILPASNING



Figur 14. Omkjøring ved Fåvang, E6, juni 2011. Foto: Torstein Paulsrud

Klimatilpasningstiltak som foreslås av 'Klima og transport' kan deles inn i fire hovedgrupper:

- Klimatilpasset bygging og fornying
- Klimatilpasset drift og vedlikehold
- Klimatilpasset beredskap
- Utvikling av kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning

Hver av disse gruppene inkluderer både tiltak som gjelder endringer i regelverk og tiltak som er knyttet til forvaltning av vegnettet: generelle prioriteringer, strategi, drift, gjennomføring av vedlikehold osv.

Prosjektets innspill til endringer i håndbøker ble for det meste innarbeidet i løpet av prosjektiden og i samarbeid med fagmiljøene ansvarlige for den enkelte håndboken. Alle innspill er samlet i Vedlegg 1.

De andre forslagene er levert fra prosjektet til Statens vegvesen i form av overleveringsmøter og prosjektrapporter.

## 6.1 KLIMATILPASSET PLANLEGGING OG PROSJEKTERING

### Tiltak for å unngå eller begrense eksponering og sårbarhet

Tiltak	Referanser fra K&T
Klimahensyn skal være med i alle planprosesser. I lyset av klimaendringer er det enda viktigere å ha gode analysemetoder som tar hensyn til fremtidige vedlikeholdskostnader i beslutningsgrunnlaget.	
Man skal ta hensyn til klimaendringer så tidlig som mulig i utvikling av et prosjekt. Klimahensyn skal være en del av <b>ROS-analyser</b> for utbyggings- og fornyingsprosjekter.	ROS rapporter: 23,24,25,29
Vegen skal så fremt det er mulig anlegges <b>utenfor områder med høy risiko</b> for skred, flom, drivsnø m.m., eller der denne risikoen er lettest å håndtere.	Innarbeidet i håndbok 017, 018 håndbok drivsnø
<b>Vegens linjeføring</b> og utforming skal ta hensyn til effekten av klima og velges slik at risiko begrenses eller blir lettest å håndtere. 200-års flom skal legges til grunn for beregning av flomsikker høyde. Effekten av havnivåstigning skal medregnes.	Innarbeidet i håndbok 017, 018
Det skal legges stor vekt på <b>god overvannshåndtering i utbyggingsprosjekter</b> og lages en plan for det. Helhetlige dreneringsløsninger skal planlegges over et større areal for økt robusthet mot intense nedbørepisoder.	Innspill til hb 151, ROS-rapp. VD49
<b>Kulverter og grøfter:</b> Økt drencapitet skal sikres ved innføring av klimafaktor i beregningen. Økt returperiode anbefales for dimensjonerende nedbør for grøfter og rør. Det må generelt gjøres en innsats for bedre beregninger og målinger av avrenning.	Delvis innarbeidet i hb 018 ROS-rapp. VD24
<b>Bruer:</b> Hensyn til klimaendringer skal tas ved vurdering av vannføring. 200-års flom skal legges til grunn for beregning av dimensjonerende flomvannstand og flomlast. Erosjonsfare skal vurderes og tilstrekkelig erosjonssikring i forhold til 200-års vannføring etableres. I tillegg anbefales det en ROS-analyse i forhold til 1000-års flom.	Innarbeidet hb 185, 018  ROS-rapp. VD23
<b>Skredsikring</b> skal opprettholdes og styrkes også i fremtidig klima. Klimahensyn skal tas ved prioritering av skredsikringstiltak. Det er behov for mer kompetanse om flom- og sørpeskred.	Forslag til tre nye håndbøker

### Innspill til håndbøker (Vedlegg 1)

Innspill til 017 Veg- og gateutforming  
 Innspill til 018 Vegbygging  
 Innspill til 151 Styring av vegprosjekter  
 Innspill til 185 Bruprosjektering

### Prosjektrapporter

ROS analyser mht værrelaterte hendelser - Prosessveileder	VD 29
ROS-analyser av bruer mht. værrelaterte hendelser	VD 23
ROS-analyser av stikkrenner mht værrelaterte hendelser	VD 24
ROS-analyse av vegoverbygning mht værrelaterte hendelser	VD 25
Drenering, fordrøyning og vanngjennomløp - Grunnlag for veileder	VD 49
Rensing av overvann fra vei i fremtidens klima, 2071–2100	TEK 2573
Ny prioriteringsmodell for rassikringsplanene	VD 4

### Forslag til nye håndbøker (publisert som prosjektrapporter)

Veger og drivsnø	TEK 2610
Veger og snøskred	VD 27
Sikring av veger mot steinskred	VD 32
Flom- og sørpeskred	SVV 73



Helt sentralt tema i klimatilpasning er arealplanlegging. Det vises til en praktisk [oversiktsartikkel på NVEs nettsider \(2012\)](#) der man slå fast at «Arealplanlegging som tar hensyn til flom- og skredfare er det viktigste virkemidlet for å forebygge tap og skader fra disse naturfarene, i dagens og et fremtidig klima.»

Klimahensyn begynner ved vegplanlegging. Den nye håndbok 017 (2013) har tatt med klimatiske forhold blant [forutsetninger for utforming av veger](#). Dette gjelder begrensning av konsekvenser av stor vannføring /flom, skred, erosjon, store snømengder med mer.

Linjens trasé skal velges slik at risiko for flom, lokale oversvømmelser, skred, drivsnø og lignende reduseres eller gjøres lettest å håndtere.

Linjepålegg skal velges i forhold til 200-års flom, med en ekstra sikkerhetsmargin, avhengig av bl.a. konsekvensene av stengning (f.eks. manglende omkjøringsmuligheter) eller kvaliteten på data man legger til grunn for avgjørelsen. Valg av dimensjonerende returperiode og sikkerhetsmargin skal gjøres i samråd med NVE. I horisontal linjeføring skal man vise større forsiktighet ved kryssing av vannveier, plassering og dimensjonering av bruer slik at erosjonsproblemer unngås eller begrenses. 'Klima og transport' anbefaler at det stilles krav til utarbeidelse av plan for overvannshåndtering for utbyggingsprosjekter. Formuleringen i håndbok 151 (2012-utgave) er at det skal «ved behov utarbeides et eget dokument for håndtering av overvann for hele nedslagsfeltet som berøres av vegtiltaket. Dokumentet skal inngå i kvalitetsplanen for prosjektet».

For beregningen av dremskapasitet ved hjelp av den rasjonelle formelen ble det i håndbok 018 (2011) innført en klimafaktor,  $K_f$ , for å ta høyde for økte nedbørmengder og usikkerheten i den sammenheng. Klimafaktoren kan ha en verdi fra 1,0 og oppover, den velges for enkelte prosjektet. For eksempel for tekniske installasjoner som har en forventet teknisk levetid på 100 år kan klimafaktoren være: 1,3 der beregningene er basert på 10 års nedbør, og 1,4 der beregningene er basert på 100 års nedbør.

Dreneringsløsninger i skråninger, overvannshåndtering, fordrøyning og alternative vannveier skal planlegges slik at et større areal sees i sammenheng. Dette gir bedre robusthet mot kraftig nedbør, mot problemer som skapes av massetransport i elver og bekker m.m. Behov for bedre planlegging av dremsløsninger er en viktig konklusjon fra 'Klima og transport', men det gjenstår å konkretisere den. Det er behov for beskrivelse av kriterier for valg av type drenering, grøftestørrelser, fordrøyningsbassenger, terrenggrøfter osv. Se 7.3.5.

Satsing på skredsikring skal opprettholdes og styrkes. Stannettutredningen 2011 har en 30-års visjon om «*ingen punkter på riksvegnettet med høy eller middels risiko for skred*». Høsten 2011 ble regionale skredsikringsplaner revidert. Prioriteringene som er gjort har tatt hensyn til klimaendringer.

I tillegg til dette vil planlegging og prosjektering av vegnettet i forhold til *økte påkjenninger og mer krevende dimensjoneringsgrunnlag* (kap.5) bidra til økt robusthet.

Spesifikke innspill til håndbøkene er vist i Vedlegg 1.



Foto: Knut Opeide

## 6.2 KLIMATILPASSET DRIFT OG VEDLIKEHOLD AV EKSISTERENDE VEGNETT

### Tiltak for å holde takt med klimaendringene

Tiltak	Referanser
<b>Klimahensyn skal integreres i alt planlagt vedlikehold.</b> Styrket vedlikehold og reduksjon av forfall er en sentral del av klimatilpasningsarbeid. Ved prioritering skal man ha som mål å oppnå tilstrekkelig kapasitet innen forventet (resterende) levetid av vegstrekning eller objektet.	Innspill til hb 111 Innspill til driftskontrakter
<b>ROS-analyser av vegnettet mht klima og identifisering av mest utsatte og sårbare objekter /strekninger</b> skal gjennomføres snarest mulig. Etatsledelsen (ELM) har bestemt at ROS-analyse mht værrelaterte hendelser skal være en del av SAMROS-arbeidet. Rapporter fra 'Klima og transport' gir føringer for det.	ROS-rapport 29 /Prosessveileder, andre ROS-rapporter
<b>Utvidede ROS-analyser skal gjøres for spesielt sårbare konstruksjoner</b> , se rapporter om ROS-analyser for bruer, stikkrenner og vegoverbygning.	ROS-rapporter VD 23, 24, 25
<b>Bruer:</b> Det bør i regelverket stilles krav til ROS-analyser for utsatte bruer. Det er behov for sterkere fokus på forhold i vassdrag og erosjonssikring, samt utvidet registrering i BRUTUS. Risikovurderinger av bruer i SAMROS-utredningen må involvere bru- og geotekniske fagmiljøer.	Innspill til hb 136, 147, BRUTUS
<b>Skredsikringsplaner</b> må lages med tanke på effekten av endret klima. Nødvendige omprioriteringer skal gjøres.	Prosj.rapp om ny prioriteringsmodell
<b>Driftskontrakter</b> skal bl.a. sørge for at klimahensyn er tatt med i beskrivelsen av arbeidsoppgavene og forventede værforhold samt at bestemmelser tas på best mulig datagrunnlag. Usikkerhet vil kreve nye formuleringer. Kontraktene skal sikre bedre dokumentasjon av hendelser på vegen. Se 'Klimatilpasset beredskap'.	Innspill til driftskontrakter

### Innspill til håndbøker (Vedlegg 1)

Innspill til 018 Vegbygging  
 Innspill til 151 Styring vegprosjekter  
 Innspill til 111 Standard for drift og vedlikehold  
 Innspill til driftskontrakter  
 Innspill til 136 Inspeksjonshåndbok for bruer  
 Innspill til 147 Forvaltning, drift og vedlikehold av bruer  
 Innspill til BRUTUS

### Prosjektrapporter

ROS analyser mht værrelaterte hendelser - Prosessveileder	VD 29
ROS-analyser av bruer mht. værrelaterte hendelser	VD 23
ROS-analyser av stikkrenner mht værrelaterte hendelser	VD 24
ROS-analyse av vegoverbygning mht værrelaterte hendelser	VD 25
Tilstandsutvikling på vegnettet	VD 26
Vinterdrift i endret klima	SVV 74
Ny prioriteringsmodell for rassikringsplanene	VD 4

Prioritering av vedlikehold og tiltak som fører til reduksjon av forfall er enda viktigere i endret klima. Både NTP 2010-2019 og forslag til NTP 2014-2023 viser styrket satsing på vedlikehold, med klimaendringer nevnt som en av grunnene for det.

Vurdering av effekten av endret klima skal være med i alle regelmessige utredninger. Klimatilpasningstiltak skal helst inkluderes i *planlagt* vedlikehold, unntatt i situasjoner der det ikke er aktuelt å vente. Man skal sikre tilstrekkelig kapasitet for den resterende levetiden til en veg /konstruksjon, tatt i betraktning at også klimapåkjenninger vil endre seg.

Det er behov for å utvikle metodikken for nytte-kostnadsanalysen slik at man i større grad tar hensyn til klimaendringer i beregningen.

### **Det sentrale spørsmålet er: hvor stor del av vegnettet er utsatt for større klimarelaterte påkjenninger enn det er dimensjonert for?**

En gjennomgang av vegnettet mht klimasårbarhet er en betingelse for klimatilpasning.

Vegstrekninger og/eller konstruksjoner som er spesielt utsatte under ugunstige værforhold eller som er spesielt sårbare fordi de er underdimensjonerte eller i dårlig tilstand, må oppdages gjennom risiko- og sårbarhetsanalyser av vegnettet. Statens vegvesen er i gang med en vurdering av sårbarhet, se mer om SAMROS-prosjektet i kap.2.2. Sårbarhetsvurderingen i SAMROS skal inkludere sårbarhet i forhold til endret klima.

‘Klima og transport’ har utarbeidet anbefalinger til risiko- og sårbarhets analyser av vegnettet, der målet er å identifisere utsatte objekter eller strekninger mht værrelaterte hendelser. Se prosjektrapport VD29 i Figur 60. I tillegg har prosjektet laget anbefalinger til risiko- og sårbarhetsanalyser av prioriterte konstruksjoner: bruer, stikkrenner og vegoverbygning. Se «ROS-rapportene» VD23 – VD25 i Figur 61.

ROS-analyser for SAMROS gjennomføres i regionene og dokumenteres i systemet Veg-CIM. Informasjon om sårbarhet (bl.a. sårbarhetsklasser) og behov for tiltak bør også gjøres tilgjengelig via NVDB og BRUTUS.

**Skredrisiko** er hittil vurdert basert på skredhistorikk. Det er gjort et arbeid for å beskrive skredrisiko ut fra faktorer som påvirker sannsynlighet for skred, sannsynlighet for at skredet treffer vegen og faktorer som beskriver konsekvenser. En slik risikomodell er ikke avhengig historikken og kan dermed være bedre egnet til å beskrive risiko i endrede klimaforhold.

**Kontrakter med entreprenører:** skal ta høyde for usikkerhet i klimaforhold, bl.a. i uværskombinasjoner (vinterflom, plutselig temperaturøkning), mer vekst langs vegen, stedvis flere temperaturvekslinger rundt 0, drivsnø m.m. I løpet av en driftskontraktperiode bør man satse på å fullføre manglende dokumentasjon i NVDB, f.eks. om stikkrennenes geometri eller utførte reparasjoner. Erfaringer fra én kontraktperiode skal komme den neste til gode. Det er ønskelig med oppgradering av standard mellom to driftskontrakter etter en prioritering basert på erfaringene fra den foregående driftskontraktperioden.



Etter «pinseflommen» i Gudbrandsdalen i 2011, Foto: Niklas Eriksson

## 6.3 KLIMATILPASSET BEREDSKAP

### Tiltak for bedre håndtering av uønskede hendelser

Tiltak	Referanser
Det anbefales å innføre <b>kriterier for trinnvis beredskap</b> for håndtering av fare for skred, flom og andre naturfarer. Viktige elementer er proaktivitet, bedre bruk av værdata og prognoser og klarere ansvar og deltakelse.	Prosj.rapp. med forslag til ny mal for beredskapsplan ved naturfarer
<b>Webportalen FøreVar (xgeo.no)</b> skal tas i bruk og utvikles videre. Portalen gir mulighet for bedre utnyttelse av dokumentert sammenheng mellom vær-, veg- og grunnlagsdata, historiske hendelser og beregnede terskelverdier for klimaparametere.	Prosj.rapp. om FøreVar webportal
<b>Byggherrens beredskapsplaner</b> må dekke alle typer naturfare. Planene skal sikre at relevant informasjon gjøres tilgjengelig på kart, og en effektiv samling og lagring av informasjon om hendelser på vegnettet. God differensiering mellom skredtyper, f. eks. flomskred og sørpeskred, er ønskelig. Utbedringer i R11-skjemaet samt nytt skjema for skredfarevurdering i Elrapp (R13) foreslås. Sistnevnte bør kunne brukes til både snøskred og jord- og flomskred. Kriterier for trinnvis beredskap bør omtales i beredskapsplanen.	Prosj.rapp. med forslag til ny mal for beredskapsplan ved naturfarer
<b>Driftskontraktene</b> må gjenspeile prinsippene for trinnvis beredskap, der trinnvis beredskap er innført. Det er viktig med preventivt vedlikehold med spesielt fokus på åpne vannveier, skredvarsling og dokumentasjon av hendelser på vegnettet. Kravene til skredfarevurderinger i driftsområdene bør løftes opp fra beredskapsplanen til driftskontraktens spesielle bestemmelser.	Innspill til driftskontrakter
<b>Kursing av entreprenører</b> må styrkes slik at alle typer naturfare er omfattet (selv om fokuset er størst på skred), samt kunnskap om trinnvis beredskap og nye kartportaler.	
<b>Utvikle varslingsmetoder, styrke FoU</b> på det området - se 'Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning'	

### Innspill til håndbøker (Vedlegg 1)

Innspill til driftskontrakter

### Prosjektrapporter

Beredskapsplan for driftskontraktene - Forslag til plan for uvær og naturfarer  
Kartportal FøreVar - Oppsummering ved prosjektets slutt

VD 28

VD 22



Prosjektet anbefaler at etaten innfører prinsipper for trinnvis beredskap for håndtering av fare for skred, flom og andre uværsforhold. Systemet kan gjøre organisasjonen bedre i stand til å handle proaktivt i ugunstige vær-situasjoner. Ved endring i værforhold vil det skje en trinnvis opptrapping av beredskap. For hvert trinn er type tiltak og ansvar for beslutninger definert. Det foreslås tre nivåer utover normal beredskap i kontraktsområdene:

- Gul beredskap: Tiltak: Økt aktsomhet og forberedelser
- Oransje beredskap: Tiltak: Enkelte restriksjoner/stengninger
- Rød beredskap: Tiltak: Omfattende restriksjoner/stengninger

Velfungerende beredskap er avhengig av samarbeid med andre etater.

Webportal FøreVar gir mulighet til å se sammenheng mellom vær-, veg- og grunnlagsdata og hendelser på vegnettet. Innføring av terskelverdier for utvalgte parametere gir oss mulighet til å vurdere risiko i en bestemt vær-situasjon. Se 7.2.3 og prosjektrapport VD 22 «Kartportalen FøreVar - for sammenstilling av vær og hendelser», Figur 23.

«FøreVar» utvikles videre i samarbeid med NVE og JBV som verktøy for skredvarsling. Den har endret navn til [www.xgeo.no](http://www.xgeo.no).

Byggherrens beredskapsplaner skal gjenspeile prinsipper for trinnvis beredskap, 'Klima og transport' har lagt frem et forslag for det i prosjektrapport VD 28 «Beredskapsplan for driftskontraktene», Figur 59. Et revidert R11-skjemaet inneholder flere utbedringer, bl.a. muligheten til å registrere utglidning av veg. Nytt skjema for vurdering av skredfare foreslås inkludert som R13 i Elrapp. Kriterier for trinnvis beredskap og bruk av webportalen FøreVar (xgeo.no) er omfattet av forslaget til ny beredskapsplan.

Etter prosjektets slutt gjøres det mye arbeid på ytterligere forbedring av kartbasert informasjon om spesielle utfordringer eller tidligere hendelser på vegnettet.

Driftskontraktene skal utformes slik at de krever aksjon i forkant av uværsprognoser, med mer aktiv bruk av værddata. Det foreslås at man løfter krav til bedre skredfarevurdering (skjema R13) fra beredskapsplaner og til 'Spesielle bestemmelser' i driftskontrakten. Det foreslås også at det utarbeides bedre oversikt over flomutsatte områder, som kan inngå i kartbasert informasjon omtalt i beredskapsplaner. Innføring av trinnvis beredskap og på sikt krav til bruk av kartportaler m.m. vil kreve videre justering av driftskontraktene.

Kursing av entreprenørene (sammen med byggherrens eget personal) har pågått i flere år. I løpet av 'Klima og transport' har disse kursene fått et større fokus på trinnvis beredskap, bl.a. ved å knytte de forebyggende tiltakene opp mot de aktuelle snøskredfaregradene. I tillegg rettes oppmerksomheten mot andre typer naturfarer.

Utvikling av varslingsmetoder og nødvendig relatert FoU-arbeid er også tiltak som vil bidra til bedre beredskap.



E136 under «snøskreduka» i 2010, Foto: Norfilm

## 6.4 KUNNSKAPSGRUNNLAG FOR KLIMATILPASNING

### Tiltak for å bøte på usikkerheten - nå og på sikt

Tiltak	Referanser
Statens vegvesen, øvrige transportetater og Avinor må aktivt bidra til nasjonal og internasjonal klimarelatert forskning ved å spille inn sine behov og bidra til god koordinering mellom forskningsprosjekter. Det er like viktig i neste omgang å etterspørre tilrettelegging av forskningsresultater for praktisk bruk.	FoU TMT SD
Tverretattlig samarbeid er en betingelse for klimatilpasning. Samarbeid om oppdatering av dimensjoneringsgrunnlag ut fra ny kunnskap er en viktig forutsetning for klimatilpasning.	FoU TMT SD
Spesielt samarbeidet med NVE, JBV og met.no om utvikling av skredvarslingstjenester, herunder samarbeidsverktøyet FøreVar (xgeo), SeNorge og samordning av registreringsløsninger (RegObs og Elrapp) skal opprettholdes og styrkes.	FoU TMT, samarbeid med met.no, NVE og JBV
En økt satsing på oppgradering av overvåking (måling) av klimadata, spesielt korttidsnedbør og vind, vil gi oss et stadig bedre grunnlag for både langsiktig klimatilpasning og kortsiktig uværshåndtering. Satsinger som Vegvær-prosjektet og tverretattlig samordning av klimastasjoner for skredvarsling må opprettholdes og styrkes.	FoU TMT, samarbeid med met.no, NVE og JBV
NVDB trenger litt tilrettelegging for bruk i klimatilpasning. Tradisjonelt brukt til drift og vedlikehold, mangler vegdatabanken litt på funksjonalitet men en god del på innholdet som ville være verdifull for klimatilpasning. For eksempel bør registrering av geometri og tilstand for grøfter og kulverter forbedres.	Prosj.rapp. om tilpasning av NVDB
Store muligheter ligger i bruk av nye ITS løsninger.	FoU TMT
Utvikling av den nasjonale skred databasen www.skrednett.no skal støttes og etterspørres.	FoU TMT
Det skal legges innsats i videreutvikling av metoder for analytisk fremstilling av skredrisiko og beregning av akseptkriterier, se rapporter om skredrisikomodell.	FoU TMT

### Prosjektrapporter

NVDB som grunnlag for klimatilpasning - Vurdering av datamodeller og data	VD 20
Databehov ved trinnvis varsling av snøskredfare	VD 19
Erfaringer fra regional og lokal varsling i Møre og Romsdal mars 2010	VD 56
Samordning av værdata - Bedre utnyttelse av data fra statens værstasjoner?	VD 21
Utvikling og uttesting av skredrisikomodell for vegnettet i Norge	TEK 2586
Videreutvikling av skredrisikomodell	SVV 69
Miljøeffekt av endret klima - Oversikt over mulige problemstillinger	VD 30



## Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning

Klimaforskning må opprettholdes og styrkes. Transportetatene bør støtte denne forskningen, følge opp pågående prosjekter og sørge for deres koordinering. Resultater fra klimaforskning er imidlertid ikke klare for anvendelse f.eks. i forbindelse med vegforvaltning. Klimaforskningens resultater må tilrettelegges for praktisk bruk. De må gjøres tilgjengelig for brukerne i et praktisk brukergrensesnitt og med usikkerheten beskrevet. Der har Statens vegvesen med flere ansvar for å beskrive sine behov. NOU Klimatilpasning anbefaler at det settes av ressurser til dette og støtter under initiativet fra met.no om å lage et klimaservicesenter. En slik tjeneste er p.t. under oppbygging (se 3.1).

Transportsektoren er avhengig av andre sektorer for å oppdatere sitt dimensjoneringsgrunnlag. Samarbeid mellom leverandører at datagrunnlaget og brukerne er en betingelse for klimatilpasning, noe som krever tverretattlig og tverrdepartementalt samarbeid. Det trekkes frem betydningen av samarbeidet med JBV (som har samme utfordringer og behov) og med met.no og NVE (som leverer nedbør og flomdata m.m.). Det pågår felles satsing på skredvarslingstjenester, kartportalutvikling, samordning av registreringsløsninger med mer.

Usikkerhet blir alltid en del av klimatilpasningsarbeid. Bedre kunnskap om dagens klima vil hjelpe på å takle den usikkerheten. Overvåking /måling av de mest relevante klimaparametere (f.eks. korttidsnedbør, avrenning, vind m.m.) vil gjøre oss bedre i stand til å håndtere usikkerheten på sikt. Viktige bidrag til dette kommer for eksempel fra prosjektet Vegvær, koordinering av skreddata i felles database skrednett.no, bedre kartgrunnlag for flom- og skredfare, bedre flomfrekvensanalyser for små vassdrag, fremskrivning av flomverdier osv.

I Statens vegvesens egne vegdatabank, NVDB, er det behov for tilpasninger for at databasen bedre kan brukes i klimatilpasning. For eksempler: manglende dokumentasjon om fysiske egenskaper for grøfter og kulverter, kapasitet, utførte reparasjoner osv. er informasjon av stor betydning i fm klimasårbarhet. Prosjektrapport VD 20 (Figur 18) foreslår endringer i systemet og data.

Det er store muligheter i ITS løsninger, f.eks. automatisk varslings ved økt havnivå og bølgeoverskylling som ble installert ved E10 Hamnøy, Lofoten.

Mer arbeid må gjøres på definisjon og fremstilling av risikoakseptkriterier for skred og flom. I 'Klima og transport' utviklet man et utkast til skredrisikomodell, der man beregner samlet risiko basert på risikoelementer. En videreutvikling av dette arbeidet kan bidra til akseptgrenser for skredrisiko.



E10 v/Hamnøy, Foto: Statens vegvesen, Tomas Rolland

## 7 DELPROSJEKTER

### 7.1 Premisser og implementering

Delprosjekt 1 var et koordinerende delprosjekt. Hensikten var å etablere og holde fast en sammenheng mellom lignende aktiviteter i de mer faglige spissede delprosjekter, slik at man kunne dra mer nytte av deres resultater.

Denne koordineringen ble vurdert viktig for å lette implementering av prosjektets resultater og konklusjoner. Den bidro til at man lettere kunne oppsummere prosjektets foreløpige funn i årlige **implementeringsnotater til styringsgruppen**<sup>29</sup>, også omtalt i kapittel 8.

Aktivitet «**Klimaendringer**» holdt oversikt over arbeid og rapporter som hadde påvirkning på prosjektets bilde av hva vi tilpasser vegnettet til. Her inngår også løpende kontakt med met.no da vi trengte råd eller tilgang til data tilrettelagt for vår bruk. Se kap. 4.

«**Dimensjoneringsgrunnlag for klimatilpasning**» koordinerte innsatsen på å skaffe overblikk over klimaparametere som er en del av vårt vanlige dimensjoneringsgrunnlag og hvordan man skal gå frem ved dimensjonering for et klima i endring. Resultater er innarbeidet i prosjektrapporter, men det vises også til kap.5.

«**Pilotprosjekter**» har vært en del av 'Klima og transport' sitt arbeid med bruer, stikkrenner, fyllinger og vegstrekninger utsatte for klimapåkjenninger. Delprosjekt 1 styrte metodikken for det. Den var som følger:

- lage en prosedyre for hvordan man skal gjennomføre vurderingen av tilstanden av og rundt utvalgte konstruksjoner, for hver konstruksjonstype,
- gjennomføre selve vurderingen,
- oppsummere funn som gjelder: (1) konstruksjonsmessige utfordringer og (2) behov for bedre klimadata og kunnskap om klimaparameternes utvikling.

Forslag til pilotprosjekter ble skaffet fra hele etaten, men det var ikke kapasitet til å håndtere alle. Prosjektet satset på å bruke E136 Ålesund – Dombås som en generell demonstrasjonsstrekning. Strekningen ble valgt på grunn av variert terreng og tidligere utfordringer med drift i krevende værforhold, spesielt skred. Dessuten forelå det en god del data for den strekningen fra prosjektet FoU Indre Romsdal<sup>30</sup>.

Erfaringene fra arbeidet med pilotprosjekter ble dokumentert i deres respektive projektrapporter. De var grunnlag for ROS-rapportene (se 7.7) og for forslag til endringer i regelverk (Vedlegg 1).

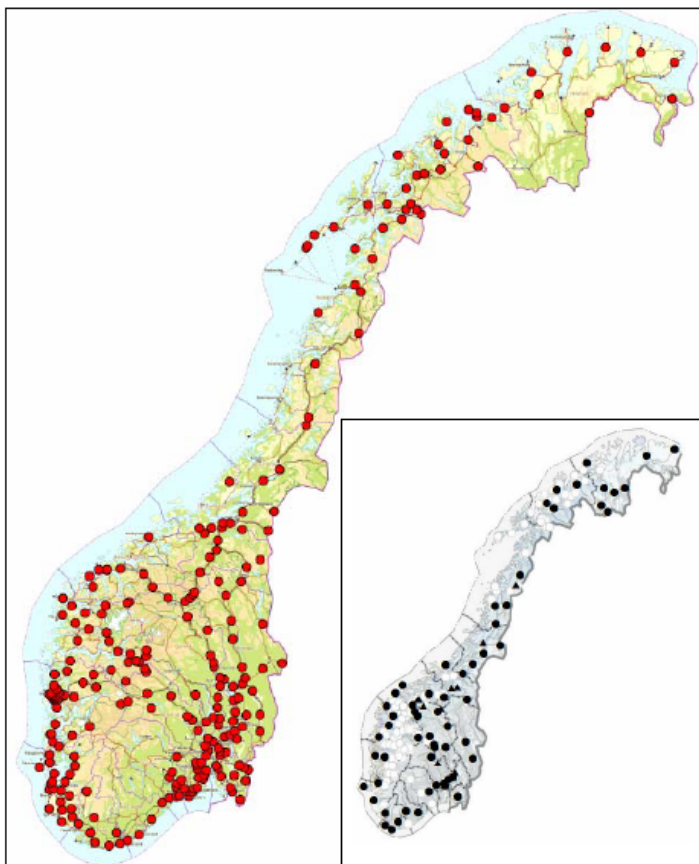
## 7.2 Innsamling, lagring og bruk av data

Tilpasning til et fremtidig klima krever god kunnskap om *dagens* klima, uttrykt med hjelp av klimaparametere som nedbør, temperatur, vind osv. Et godt system for innsamling, lagring, behandling, fremstilling av data er et viktig grunnlag for klimatilpasning. Det er ønskelig med lange tidsserier av målinger med høy frekvens og høy kvalitet på data. Ved å studere sammenheng mellom tidligere registrerte værforhold og hendelser på vegnettet vil man være bedre i stand til å forutse risikosituasjoner.

'Klima og transport' har sett på muligheter til bedre utnyttelse av eksisterende data og bedre koordinering databaser imellom. NVDB ble vurdert i lyset av sin rolle som databank for all vegrelatert informasjon, også for klimatilpasning. I tillegg ble stor innsats lagt i utvikling, testing og evaluering av verktøy for vær- og klimadata tilrettelagt for dynamisk kartpresentasjon sammenstilt mot øvrige geodata som grunnforhold, topografi, drenering og hendelser på vegnettet.

### 7.2.1 Samordning av værdata fra forskjellige aktører

Hensikten med 'Klima og transport' sitt arbeid på dette temaet var å bidra til økt kompetanse i bruk av værdata som er relevante for sikkerhet og fremkommelighet på vegnettet. Man ønsker bedre koordinering og bedre utnyttelse av data med andre aktører, som Meteorologisk institutt, Jernbaneverket, Bioforsk, NVE og Kystverket. Samordningen går ut på vurdering og beslutning vedrørende: kriterier for plassering av målestasjoner, måleparametere, behov for sensorer, datakvalitet og oppdateringshyppighet.



Figur 15. Klimastasjoner egnet for snøskredvarsling og eid av Statens vegvesen (store kart) og met.no og JBV (lille kart), ill: Knut Inge Orset.

Figur 15 illustrerer som eksempel mulighetene som ligger i samordning av klimastasjoner som gir informasjon relevant for skredvarsling. Bildet viser klimastasjoner som eies av Statens vegvesen pr. desember 2010 (røde prikker) og stasjoner som er eid av met.no og Jernbaneverket (svarte prikker) som er egnet for snøskredvarsling (måler nedbør, temperatur, vindretning, vindhastighet og snødybde).

Behov for koordinering av værdata og samordning av data er forøvrig omtalt i kap 5.4. Det vises til prosjektrapport «Samordning av vær- og klimadata», se Figur 16. Mange av anbefalingene fra denne rapporten er gjennomført eller i ferd med å bli gjennomført, blant annet gjennom samarbeid mellom Statens vegvesen, Jernbaneverket, NVE og Meteorologisk institutt i det nasjonale skredvarslingsprosjektet.

 <p>Statens vegvesen Samordning av værdata Hvordan oppnå bedre utnyttelse av data fra statens værstasjoner? VD rapport Vegdirektoratet Nr. 21 Klima og transport Vegdirektoratet Trafikksikkerhet, vedlikehold og sikkerhet www.vegvesen.no/veidat Des 12 2010</p>	<h3><u>Samordning av vær- og klimadata</u></h3> <h4>Hvordan oppnå bedre utnyttelse av data fra statens værstasjoner?</h4> <p><b>- Tore Humstad, Statens vegvesen</b></p> <p>'Klima og transport' har sett på muligheter for bedre utnyttelse av Statens vegvesens ca. 250 værstasjoner langs riks- og fylkesvegnettet. Det er et behov for at data fra disse stasjonene i større grad skal kunne nyttiggjøres både dynamisk og i sanntid, også av andre aktører.</p> <p>I løpet av prosjektperioden har samordningen gradvis kommet i gang ved hjelp av samarbeid med prosjektene Vegvær og Regional skredvarsling. Denne samordningen omfatter deling av data, samarbeid om spesifikasjoner og utplassering av nye stasjoner.</p>
<p>VD-rapport nr 21, 27 sider ISSN: 1892-3844 Desember 2010</p>	

Figur 16. Prosjektrapport som oppsummerer arbeidet på samordning av værdata, med referanse til andre relevante prosjekter

## 7.2.2 Vegdatabanken – en del av klimatilpassningsverktøy

Veg- og grunnlagsdata, informasjon om tidligere hendelser på vegnettet er minst like viktig som datagrunnlag for klimatilpassning. 'Klima og transport' hadde fokus på den nasjonale vegdatabanken (NVDB) og vegdatabankens bruk i forbindelse med klimatilpassning.

NVDB er Statens vegvesens sentrale database for vegnett og tilhørende fagdata. For et sammenhengende nettverk, der alle veger lengre enn 50 m er inkludert, samler NVDB totalt mer enn 400 typer fagdata: fysiske objekter (f.eks. stikkrenner og rekkverk), abstrakte objekter (f.eks. fartsgrenser og trafikkmengder) og hendelser (f.eks. trafikkulykker og skred). NVDB brukes det meste i drift og vedlikehold, men det er ønskelig å kunne bruke den i sammenheng med klimatilpassning.

Derfor har prosjektet lagt arbeid i å vurdere datamodeller og faktisk registrerte data for aktuelle objekttyper og med tanke på vurdering av sårbarhet og nødvendig beredskap. Eksempler på aktuell informasjon er: datagrunnlag for analyser (dremskapasitet, flom- og skredsikring), lagring av informasjon vedr problemstrekninger, sårbarhetsvurderinger, planer for vedlikehold og beredskap, samt direkte mulighet til bruk i applikasjoner slik som FøreVar kartportal (omtalt i neste punkt) eller til sesongtilpasset ruteplanlegging. Fokus har vært på demonstrasjonsstrekningen E136, men funnene er av generell betydning.



Antall objekter	2880
Navn	Antall utfyllt
Type	2864
Materiale	430
Lengde	1
Vedlikeholdsansvarlig	
Bredde, topp	
Bredde, bunn	
Helning/Fall	
Dybde	
Belegning	

Figur 17. Eksempel på mangelfull utfylling av informasjon i NVDB, «Åpen grøft»

Betydningen av stikkrenner og kulverter for et robust vegnett er en rød tråd gjennom hele 'Klima og transport'. NVDB gir mange muligheter til lagring av alle relevante data for stikkrenner og kulverter, men registreringene er mangelfulle. Som regel mangler det opplysninger om geometri, slik som vinkel i forhold til vegen, lengde, helning, type innløp og utløp, dimensjoner (kapasitet) osv. Det er også mangel på opplysninger om skader og utførte reparasjoner.

Situasjonen er tilsvarende for grøfter. Et eksempel er vist i Figur 17 for objekttype «Grøft, Åpen», som defineres som "Forsenkning i terrenget for å lede bort vann". Grøften stedfestes upresist – midt i vegtraséen - og opplysninger om grøftens geometri er svært mangelfulle.

Gjennomgangen av data og datamodeller viser at NVDB har et godt potensial som datagrunnlag for arbeid med sårbarhet og beredskap. Imidlertid bærer både datamodeller og registrerte data preg av at fokus for systemet har vært drift og vedlikehold av vegnett og vegutstyr, og ikke funksjon til de enkelte objektene. Som et resultat av dette er det til dels omfattende mangler i registrering av egenskaper som beskriver objektene sin funksjon, i tillegg til at datamodellene også mangler en del slike egenskaper. Dette fører til at potensialet som

ligger i NVDB ikke kan utnyttes. Det er også påvist en del inkonsekvens i datamodellene, noe som fører til forvirring både for de som registrerer data og for de som skal bruke dem.

I forbindelse med en kartlegging av tilstand på stikkrenner og kulverter sommeren 2009 (kort om rapporten i Figur 27) ble det utviklet et registreringsskjema som bedre ivaretar behovene for en sårbarhetsutredning av stikkrenner. Skjemaet inneholder en rekke egenskaper som ikke er dekket av eksisterende datamodell i NVDB. Dette er egenskaper som er viktige i forbindelse med sårbarhetskartlegging og planlegging av beredskap. På grunnlag av kartleggingsarbeidet ble det foreslått en endring av datamodellen slik at denne vil harmonisere bedre med registreringsskjemaet for tilstandsvurdering av stikkrenner. Forslaget innebærer at «stikkrenne/kulvert» får noen nye egenskaper og at assosierte objekttyper for utvidet tilstandsvurdering bør innføres. Registreringsskjemaet bør også tilpasses noe for å ivareta eksisterende egenskaper og data i NVDB.

Det vises til prosjektrapport «NVDB som grunnlag for klimatilpasning, se Figur 18.

 <p>VD-rapport nr 20, 136 sider ISSN: 1892-3844 September 2010</p>	<h3><u>NVDB som grunnlag for klimatilpasning</u></h3> <h4>Vurdering av datamodeller og data</h4> <p><b>- Knut Jetlund, Statens vegvesen, Region øst</b></p> <p>Rapporten inneholder en gjennomgang av datamodeller og datagrunnlaget i NVDB for de objekttypene som har vært ansett som relevante for analyser og tiltak knyttet til endrede klimaforhold. Gjennomgangen har dannet grunnlaget for en diskusjon om videreutvikling av data i NVDB, både når det gjelder hva som registreres og hvordan det registreres.</p> <p>NVDB har et godt potensiale som datagrunnlag for arbeid med sårbarhet og beredskap. Det er imidlertid behov for forbedring av det eksisterende datagrunnlaget for bruk i ROS-analyser og klimatilpasning. Rapporten inneholder konkrete forslag til endringer som gjør NVDB bedre egnet for bruk i forbindelse med sårbarhet og beredskap.</p>
--	---

Figur 18. Prosjektrapport om hendelsesdata og bakgrunnsinformasjon med NVDB som kilde



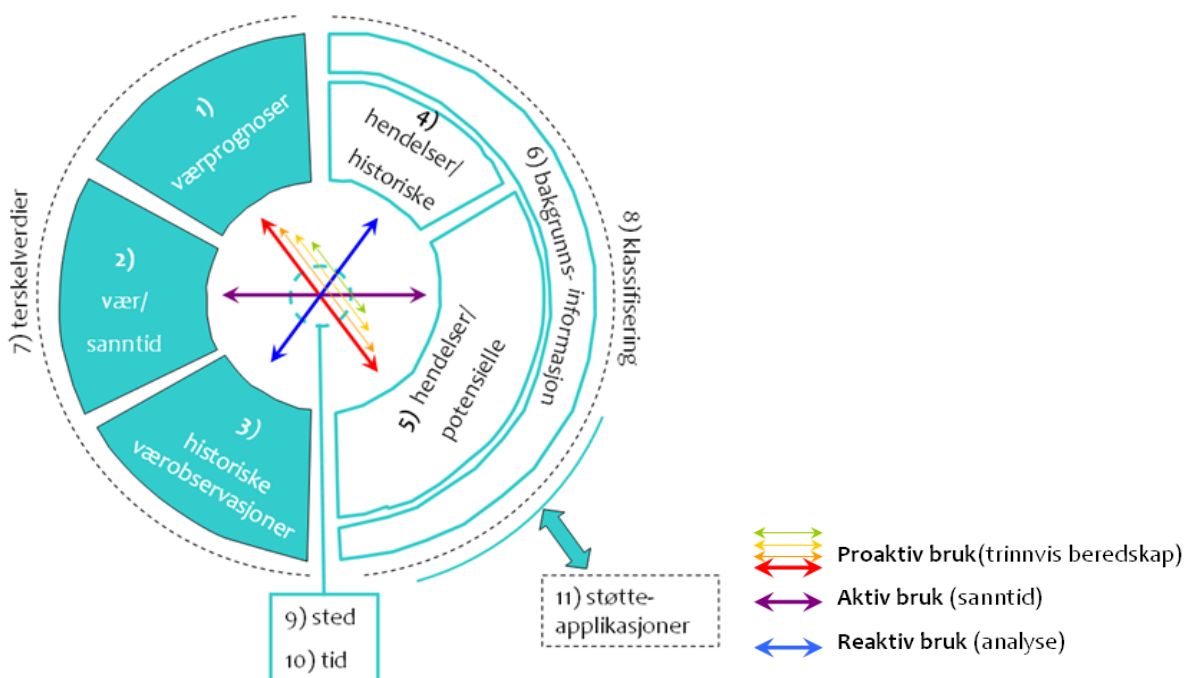
### 7.2.3 Kartportal FøreVar for vær-, veg- og hendelsesdata

Sammenhengen mellom vær og hendelser blir enklere å analysere dersom man kan vise tilrettelagte vær- og hendelsesdata i samme kartbilde. Arbeidet med kartportalen FøreVar har hatt som mål å lage et arbeidsverktøy der vær- og klimadata vises sammen med hendelsesdata og utpekte sårbarhetspunkt. En slik portal kan brukes for å øke aktsomheten - og dermed beredskapen ved vær-situasjoner som kan gi uønskede konsekvenser for infrastruktur, men også til analyse av årsaker til hendelser.

Arbeidet med en kartportal ble startet i Region midt i 2007, etter en stor flom i Trøndelag i januar/februar 2006. Flommen førte til en rekke ødeleggelser på bruer og veger og tap av menneskeliv i forbindelse med en ødelagt bru. I kjølvannet av disse hendelsene ble det satt fokus på trinnvis beredskap. Prinsippet innebærer at beredskapen trappes gradvis /trinnvis opp, som følge av utvikling i vær-situasjonen. Disse prinsippene er et viktig grunnlag for kartportalen FøreVar.

Arbeidet med kartportalen ble videreført i 'Klima og transport' gjennom samarbeid med NVE og Jernbaneverket. Samarbeidet mellom etatene var en fordel med tanke på finansiering, samordning av datakilder, bruk av beredskapsdefinisjoner og gjennomføringsevne. Samarbeidet vurderes som et resultat i seg selv og en styrke for det produktet som ble utviklet.

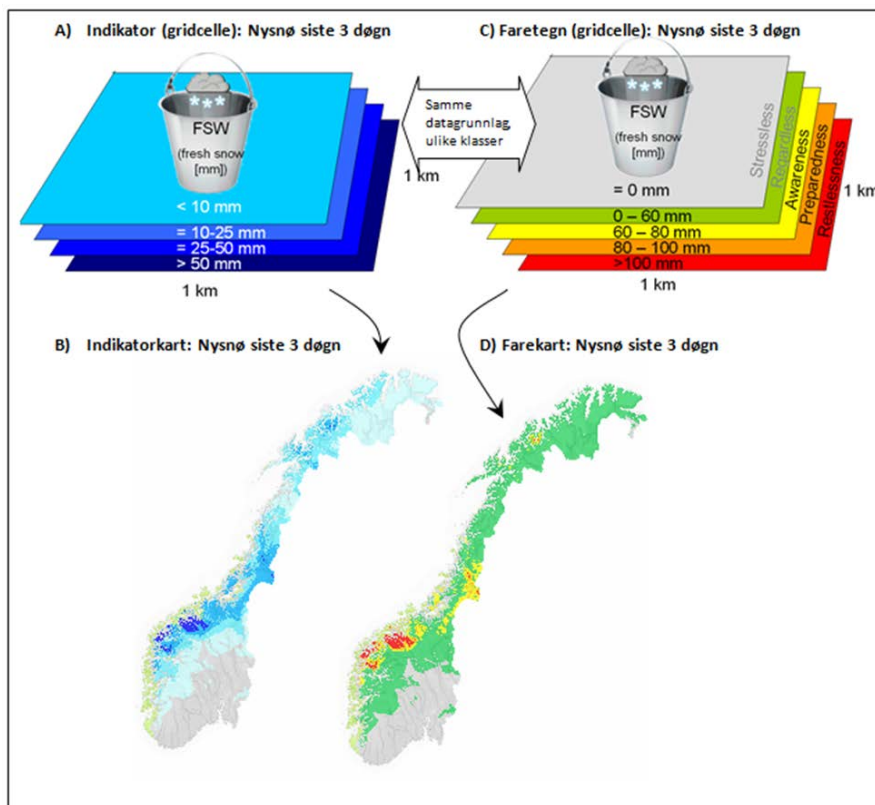
Idéen med bruk av vær-, veg- og hendelsesdata og bruksområder for FøreVar er illustrert i Figur 19. Vær- og klimadata omfatter både historiske måledata, sanntidsdata, værprognoser og scenarier for klimautvikling. Historiske måledata er særlig aktuelt å benytte i analyser av sammenhengen mellom vær/klima og hendelser, mens sanntidsdata og prognoser er viktig grunnlag i beredskap for naturhendelser. Kartportalen er basert på den eksisterende portalen SeNorge.no, som viser daglig oppdaterte kart med informasjon om snø, vann, vær og klima. Dataene baserer seg på observasjoner fra Meteorologisk institutts sine målestasjoner og værparametrene er interpolert til et 1 x 1 km<sup>2</sup> kartgrid. Kartene er dermed ikke knyttet opp kun mot værstasjoner, men det vises en beregnet verdi for været i hver kilometersrute.



Figur 19. Skisse over datatyper og bruksområder i FøreVar

Værkartene vises både med reelle verdier for temperatur, nedbør osv, og med beregnede *terskelverdier*. Terskelverdikartene viser aktuelle værforhold sammenlignet med det «normale» eller et nivå man vet er problematisk. Hvis man legger på nivåer som kobler en viss andel av terskelverdien til en vurdert faregrad og gitt beredskapsnivå, kan man direkte få ut et beredskapskart.

Beregning og justering av terskelverdier er en tidkrevende oppgave. Terskelverdier kan beregnes basert på ulike kriterier. Det første terskelverdikartet ble utarbeidet for nedbør som «regn siste døgn» og «siste tre døgn». I videre utvikling ble det utarbeidet en hel rekke andre «temalag», f.eks. nysnø, snødybde, osv. Figur 20 illustrerer skalering av terskelverdier for parameteren «nysnø siste tre døgn».

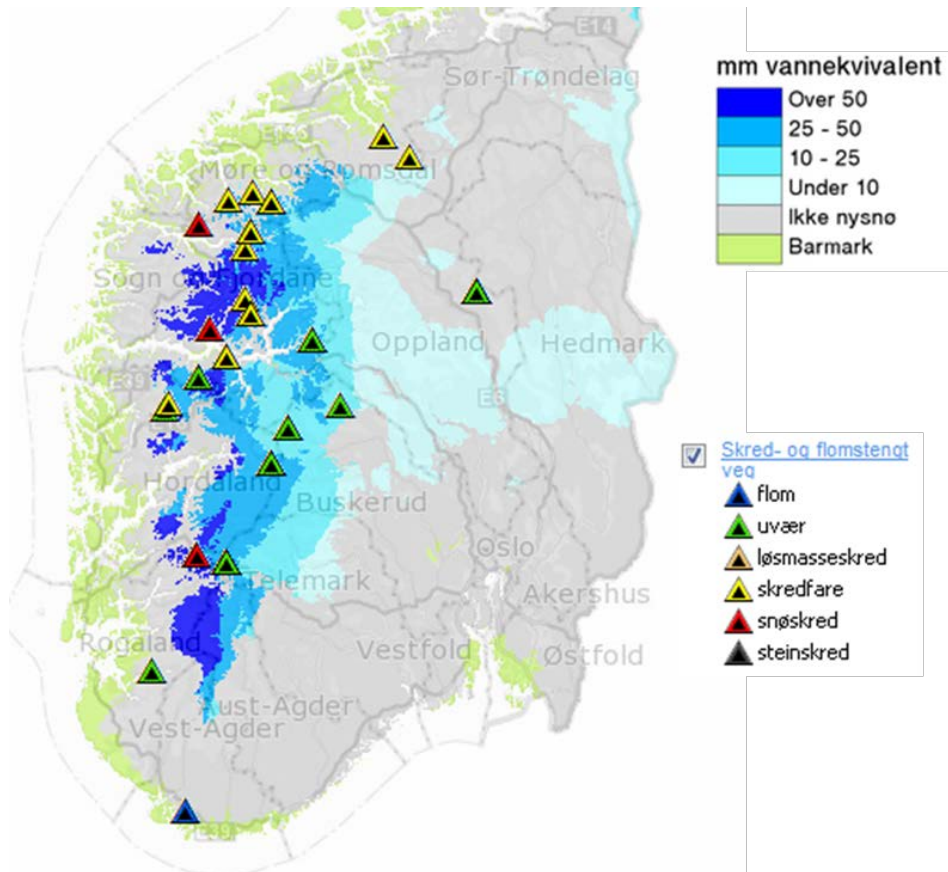


Figur 20. Illustrasjon av terskelverdier og tilhørende gradering i FøreVar (nå xgeo.no)

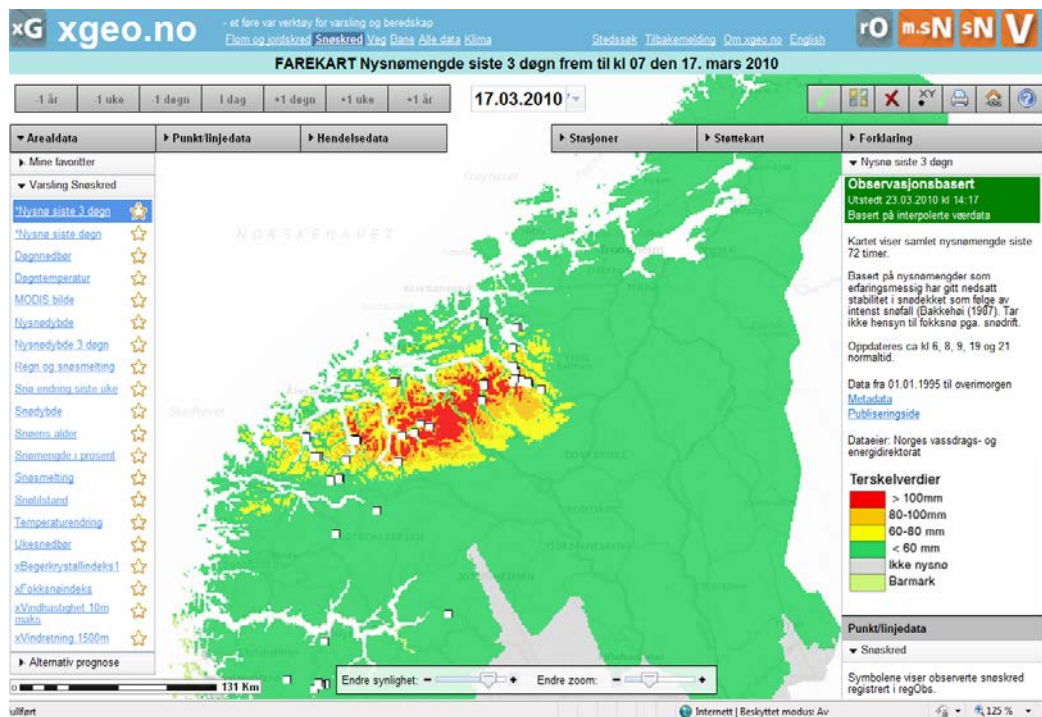
I tillegg til historiske værkart viser kartportalen prognosedata, og det er også mulig å få frem grafer som viser beregnede verdier i det punktet man ønsker både bakover og fremover i tid.

For at portalen skal være et effektivt arbeidsverktøy vises også hendelser fra Nasjonal skredatabase, observasjoner fra NVE sitt regObs-system<sup>1</sup>, og vegtrafikkmeldinger fra Statens vegvesen. Det siste har vist seg å være et verdifullt hjelpemiddel for å få oversikt over skred, flom og uværssituasjoner, da den «offisielle» innmeldingen av skredhendelser i Statens vegvesen og videre til Nasjonal skredatabase tar for lang tid til at den har verdi i nåsituasjonen. Nedenfor er et eksempel på værkart sammen med hendelser samme dag, se Figur 21.

<sup>1</sup> NVEs portal for registrering av observasjoner knyttet til naturfarer, i første omgang snøskred, flom, løsemasseskred og informasjon om isforhold. Data brukes av de nasjonale varslingstjenestene, men er også tilgjengelig for andre som vil gjøre egne vurderinger.



Figur 21. Eksempel på værkart for 23. februar 2012 vist sammen med hendelser på veg samme dag.



Figur 22. Eksempel fra [www.xgeo.no](http://www.xgeo.no) (videreutviklet FøreVar kartportal)

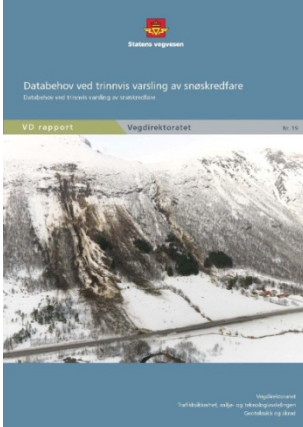

I 2012 ble kartportalens navn endret til [www.xgeo.no](http://www.xgeo.no). Navnet spiller på sammenstillingen av x som i ekspert og geo som skal assosieres med geofare, geofag, geohazard etc. Xgeo-portalen er i dag et arbeidsverktøy for de som jobber med snø- og jordskredfarevarsling innen den nasjonale skredvarslingstjenesten, [www.varsom.no](http://www.varsom.no). Eksempel på kartbilde fra xgeo.no er vist i Figur 22.

Prosjektrapport om arbeidet med utvikling av FøreVar, «Kartportal FøreVar for sammenstilling av vær og hendelser» (VD 28), er vist i Figur 23.

	<p><b><u>Kartportal FøreVar for sammenstilling av vær og hendelser</u></b></p> <p><b>Utvikling, test og evaluering i 'Klima og transport'</b></p> <p><b>- Tore Humstad, Statens vegvesen</b></p> <p>Gjennom 'Klima og transport', har Statens vegvesen sammen med JBV og NVE bidratt til å utvikle, teste og evaluere en kartportal som sammenstiller dynamiske data om vær og hendelser. Portalen som er gitt arbeidstittel FøreVar, baserer seg på griddete værdata som presenterer ulike værparametere i et rutenett med 1 km oppløsning over hele Norge.</p> <p>Det er et mål at portalen skal brukes både til årsaksanalyser og til beredskapsplanlegging. Ved avslutning av 'Klima og transport' er portalen allerede testet i bruk av et nasjonalt skredvarslingsprosjekt. Videreutviklingen vil fortsette gjennom skredvarslingsprosjektet og øvrige kontakflater mellom etater med ansvar for å forebygge naturskader. Portalens navn er endret til <a href="http://www.xgeo.no">www.xgeo.no</a>.</p>
<p>VD-rapport nr 22 ISSN: ISSN: 1892-3844 Desember 2011</p>	

Figur 23. Prosjektrapport om kartportalens FøreVar

Det vises også til flere prosjektrapporter der bruken av FøreVar og nytten av portalen i analyseberedskaps- og varslingssituasjoner er beskrevet. Se prosjektrapporter om bruk av portalen i forbindelse med snøskredvarsling, Figur 24, og ved analyse av steinspranghendelser ved Oppdølsstranda, Figur 42.

 <p>VD-rapport nr 19, 26 sider ISSN: 1892-3844 September 2010</p>	<p><b><u>Databehov ved trinnvis varsling av snøskredfare</u></b></p> <p><b>Erfaringer fra regional og lokal varsling i Møre og Romsdal mars 2010</b></p> <p><b>- Tore Humstad, Statens vegvesen</b></p> <p>Gjennom 'Klima og transport' bidro Statens vegvesen med å legge til rette datagrunnlag og bistå med skredfarevurderinger ved to tilfeller i Møre og Romsdal i mars 2010.</p> <p>Prosjektet bidro med data og evaluering av test av varslingstjenester for både vegforvaltning og friluftsliv. Denne rapporten oppsummerer disse aktivitetene og vurderer erfaringene av aktuelt databehov ved trinnvis snøskredvarsling på regionalt og lokalt nivå.</p>
 <p>VD-rapport nr 56, 36 sider ISSN: 1892-3844 November 2011</p>	<p><b><u>Regional skredvarsling / Romsdalen-Trollheimen 2010-2011</u></b></p> <p><b>- Knut Inge Orset, Solveig Kosberg, Tore Humstad, Statens vegvesen</b></p> <p>Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) samordner fagmiljøer og utvikler metoder med tanke på å opprette en landsdekkende tjeneste for regional snøskredvarsling fra vinteren 2012/2013. Statens vegvesen bidrar med fagkompetanse, værdata og informasjon om skredhendelser til prosjektet og fungerer ellers som en av flere premissleverandører. Statens vegvesen har i 2010/2011 koordinert observatørnettverket og samordnet datafangsten i Romsdalen-Trollheimen, som er ett av fem testområder. Denne rapporten legger frem og evaluerer resultatene fra dette området.</p>

Figur 24. Anvendelse av kartportalen FøreVar i forbindelse med varsling av snøskredfare



### 7.3 Flom- og erosjonssikring

Fremtidig klima vil bringe mer nedbør, flere lokale intense nedbørepisoder, mer avrenning i vintermånedene og, med tid, mindre avrenning i sommermånedene. Flomfaren vil øke høst og vinter og regnflommene vil generelt bli større<sup>31</sup>. Dette betyr at det blir mer vann på vegene, som det blir nødvendig å lede bort eller beskytte seg imot. Det er større risiko for flom, spesielt i mindre vassdrag med kort responstid. Konstruksjoner utsatte for erosjon, spesielt brufundamenter, vil kanskje være utilstrekkelig sikret. Manglende drencapacitet kan føre til skader ved og i vegkroppen. Mer vann på vegen vil også kunne være et trafikksikkerhetsproblem.

Disse problemstillingene har vi sett på i delprosjekt 3.



Figur 25. Káraáshjohka bru med erosjonsskader på brufundament, mai 2010. Foto: Statens vegvesen Region nord

Spørsmålet er hvor mye mer vann, hvor mye sterkere flommer osv. skal man regne med? I begynnelsen av 'Klima og transport' arbeidet vi ut fra at nye dimensjoneringsverdier vil lett kunne skaffes i løpet av prosjektets tid. Dette var ikke tilfelle, se kapittel 5. Vi lærte at fremskrivning av flomstørrelser, data for intens nedbør og behandling av eksisterende data, f.eks. flomfrekvensanalyser for mindre vassdrag, krever tid, ressurser og godt datagrunnlag.

Derfor er tilpasning til mer nedbør for det meste basert på data som gjelder dagens flomstørrelser, med noen pragmatiske justeringer. Vi har prioritert å gjennomføre analyser av tilstanden rundt et utvalg eksisterende bruer og stikkrenner og å beregne bl.a. kapasitet med hensyn til flom etter dagens flomstatistikk. Fremskrivning av dimensjonerende flomstørrelser i forhold til nedskalerte klimascenarier er, i samråd med NVE, ikke prioritert.

For utvikling i havnivå og stormflo er det derimot gjort et forsøk på prognoser og formulering av dimensjonerende nivå [27], se kapittel 5. Stigende havnivå kan være en utfordring i forbindelse med drift av undersjøiske tunneler som ligger litt for lavt i forhold til ventet havnivå. Bølgeerosjon på fyllinger langs kysten er også en aktuell problemstilling. SINTEF har fått i oppdrag å vurdere konsekvensene av modellert havnivåstigning og økning i stormflo på et utvalg fyllinger og undersjøiske tunneler.

### 7.3.1 Drenering

Sikring av tilstrekkelig drenekapasitet, valg av riktig løsning og tilgang til gode data som beskriver forholdene man dimensjonerer for har vært prioriterte arbeidsemner på drenering.

Grøfter og stikkrenner (eller kulverter) kan være de viktigste konstruksjoner på en vegstrekning i områder med mye nedbør, spesielt hvis tilstanden ikke er tilfredsstillende og mer nedbør er i vente. Stikkrennene kan være:

- underdimensjonert i forhold til nødvendig kapasitet, evt. ikke dimensjonert i det hele tatt,
- i dårlig stand på grunn av manglende vedlikehold eller uegnede reparasjoner og utvidelser,
- manglende robusthet i forhold til fremtidige mer intense nedbørepisoder.


I tre enkelte pilotprosjekter har man studert situasjonen rundt utvalgte stikkrennener, beregning av kapasitet, tilstand og funksjonalitet. Dette ble gjort for å bedre prosjekterings- og vedlikeholdstiltak for bedre tilpasning til klimaendringer. Se Figur 26.

 <p>VD-rapport nr 17, 49 sider ISSN: 1892-3844 April 2011</p>	<h3><u>Pilotprosjekter på stikkrenner</u></h3> <h4>Casestudie på Bulken, Sagelva og Neveråa</h4> <p><b>- Jon Erling Einarsen, ViaNova, Lena Tøfte, SINTEF, Øyvind Simonsen og Eyvind Hesselberg, COWI AS, med Kristine Flesjø, Statens vegvesen</b></p> <p>Pilotarbeidene vurderer fremgangsmåte og datagrunnlag for beregning av dreneringskapasitet ved små nedbørsfelt.</p> <p>Pilot Bulken er et eksempel på stikkrenne der konstruksjonsmessige utfordringer er et større problem enn vannmengdene. Mesteparten av utfordringene kan løses med økt driftsinnsats og forandring på innløpskonstruksjonen.</p> <p>Pilot Sagelva sammenligner metoder for beregning av flomfrekvens: regional flomfrekvensanalyse, den rasjonelle formel med IVF-kurver og frekvensanalyser av målt vannføring. Valg av metode og datagrunnlag gir store usikkerheter, en faktor på nesten 2 mellom minste og største beregnet flomverdi mellom metodene.</p> <p>Pilot Neveråa er et eksempel på beregnet kapasitet av stikkrenner med stor usikkerhet i datagrunnlaget, personavhengige vurderinger og antakelser ved datavalg. Piloten viser at de prosjekterendes egne vurderinger og erfaring er avgjørende faktor ved dimensjonering. Den gir store variasjoner i resultater.</p>
---	--

Figur 26. Pilotprosjekter på stikkrenner er presentert i denne samlerapport

Det ble også gjennomført en systematisk kartlegging av tilstand av stikkrenner langs prosjektets prøvestrekning E136, fra Bjorli til Åndalsnes. Kartlagt område ble fulgt opp med en beregning av nødvendig kapasitet for nedbørfeltene langs strekningen og sammenligning med den faktiske.

Arbeidet som ble gjort i 'Klima og transport' gir et tilstrekkelig grunnlag for formulering av fremgangsmåte for gjennomføring av risiko- og sårbarhetsanalyser av stikkrenner med hensyn til klima og klimaendringer. Men dette må følges opp med tilstandskartlegging. Kartlegging er en betingelse for god prioritering. Den vil gi en mulighet for oppdatering av manglende data, et grunnlag for beskrivelse av nødvendig reparasjon, oppfølging og rensk av stikkrenner m.m. En kartlegging vil gi informasjon om etterslep i vedlikehold, effekt av driftsrutinene, vurdering av konstruksjonsmessig tilstand, og grunnlag for riktig ressursbruk i en beredskapssituasjon ved meldt uvær. Særlig ved sårbare klimautsatte strekninger og ved inngåelse av funksjonskontrakter bør en kartlegging prioriteres. En oppsummering av rapportene er vist i Figur 27.

 <p>TEK-rapport nr 2566, 165 s. ISSN: 1504-5005 Januar 2010</p>	<h3><u>Pilotprosjekt på stikkrenner</u></h3> <h4><b>E136 Ålesund - Dombås</b></h4> <p><b>- Kristine Flesjø, Hilde Hestangen, Statens vegvesen, Thanh Ngan Nguyen, NTNU-student</b></p> <p>Rapporten oppsummerer resultatene av gjennomført tilstandskartlegging av stikkrenner langs E136, Bjorli – Åndalsnes med hensyn til dimensjoner, plassering, tilstand og kapasitet. Det har også vært et mål å belyse og dokumentere utfordringer i forbindelse med drenering knyttet til endrede klimaforhold. På den bratteste av to delstrekninger har ca 30 % av stikkrennene omfattet av kartleggingen problemer i forhold til kapasitet og erosjon.</p> <p>Registreringsrutiner fra Jernbaneverket ble brukt i dette arbeidet og videreutviklet. Identifiserte problemer knytter seg til: konstruksjonsvalg og plassering, oversvømmelse, gjentetting, setningsskader og erosjon.</p>
 <p>VD-rapport nr 18, 25 sider ISSN: 1892-3844 April 2011</p>	<h3><u>Kapasitetsberegninger av stikkrenner</u></h3> <h4><b>E136 Ålesund - Dombås</b></h4> <p><b>- Espen Arntzen, Egil Andersen, Multiconsult AS</b></p> <p>Som oppfølging av gjennomført tilstandskartlegging av stikkrenner langs E136, ble det utført beregning av kapasitet for 90 stikkrenner og sammenlignet med anslått vannføring i nedbørfelt langs vegstrekningen. Kapasitetsberegning av stikkrenner gir en indikasjon av nedbørbelastningen som dreneringssystemet langs en vegstrekning er dimensjonert for å tåle ved en regneepisode. For hvert nedbørfelt ble samlet kapasitet av stikkrennene sammenlignet med vannføringen tilsvarende 50- og 200-års gjentaksintervall, samt 200-års gjentaksintervall økt med 25 %. Det er stor variasjon i hvilke vannmengder fra de ulike nedbørfeltene dreneringen i vegen er prosjektert for. På den bratteste delstrekningen har 3 av 10 nedbørfelt tilstrekkelig kapasitet til å ta imot nedbør med 200 års gjentaksintervall. Syv av ti har under halve kapasitet av hva som er nødvendig ved nedbør med 200 års gjentaksintervall.</p>

Figur 27. Gjennomgang av stikkrenner på prøvestrekningen E136




Figur 28. Uohensiktsmessige reparasjoner, slik som påskjøttet stikkrenne til venstre, og manglende driftsrutiner kan øke utfordringer for drenering i et våtere klima. Foto: Kristine Flesjø

Erfaringene fra pilotprosjekter på stikkrenner har gitt grunnlag for prosjektets forslag til vurdering av risiko og sårbarhet av stikkrenner mht klimarelaterte hendelser. Anbefaling til prosedyre er gitt i prosjektrapporten «**ROS-analyser av stikkrenner**», se 7.7. Det er foreslått trinnvis vurdering av sårbarhet, med tilhørende grad av vannberegninger.

Det er også gitt innspill til endringer i **håndbok 018 Vegbygging**, se Vedlegg 1. De fleste forslag ble innarbeidet i løpet av prosjektiden, bl.a. innføring av klimafaktor ved beregning av kapasitet, dimensjonering for en høyere returperiode for nedbør ved bruk av den rasjonelle formelen.



I urbane områder vil økende andel ikke-permeable flater, som kommer av urbaniseringen, bidra til en økning i avrenning og behov for større dremskapasitet. 'Klima og transport' har derfor valgt å se nærmere på situasjonen rundt kulverten under E18 v/Hoffsbekken. Denne skaper ofte problemer ved kraftigere nedbør og det var ønskelig å vurdere kapasiteten i forhold til reelle behov, samt forutse hvordan situasjonen blir ved 200-års flomnivå. Se Figur 29.

 <p>Flomrisiko og konsekvensanalyse Pilotprosjekt E18 ved Hoffsbekken</p> <p>VD-rapport Vegdirektoratet Nr. 55</p> <p>Klima og transport</p> <p>Høgskolen i Oslo Institutt for vann- og avfallsteknikk Sensitivert og trykt Desember 2011</p>	<h3><u>Flomrisiko og konsekvensanalyse - Pilotprosjekt E18 ved Hoffsbekken</u></h3> <p><b>- Linmei Nie, SINTEF Byggforsk</b></p> <p>Hydraulisk kapasitet av kulverten under E18 var undersøkt. Den gamle kulverten er flaskehalsen for hele dreneringssystemet. Kulvertens kapasitet er ikke tilstrekkelig for å få unna vannføring tilsvarende 20 års flom. Siden det ikke finnes andre avløp, vil dette medføre oversvømmelser i området overfor kulvertens innløp. Kapasiteten av tunnelen under Skøyen jernbanestasjon er større enn kulvertens, men mindre enn oppstrøms i Hoffsbekken. Flomrisikoen er større nedstrøms tunnelen enn overfor. Høy vannstand i Oslofjorden /Bestumkilen har betydelig påvirkning på kulverten funksjon og flomrisiko på E18. En beregning av effekten av fremtidige klimascenarier er imidlertid usikker. Den viser en endring fra 20 % lavere til 133 % høyere avrenning enn i dag.</p>
--	---

Figur 29. Et eksempel fra urbant miljø: kulvert under E18 v/Hoffsbekken



### 7.3.2 Erosjonssikring mot strømmende vann

Klimaendringer som bringer økt flomfare høst og vinter og generelt større regnflommer medfører også økt erosjonsbelastning på vegfyllinger og brufundamenter.

Retningslinjer for erosjonssikring er gitt i NVEs «Veileder for erosjonssikringer av stein»<sup>32</sup> som kom ut i 2009, i løpet av arbeidet med 'Klima og transport'. Veilederen øker kravet til dimensjonerende flom for erosjonssikring til 200-års flom, klimaendringer er kun en del av begrunnelsen for dette. NVEs veileder er innarbeidet i den nye utgaven av Statens vegvesens håndbok 274 «Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger»<sup>33</sup>, veileder til håndbok 018 «Vegbygging».

Et utvalg bruer ble studert nærmere. Konstruksjonens /erosjonssikringens kapasitet og robusthet ble vurdert, tidligere hendelser og reparasjoner, pågående massetransport og elvebunnssenkning. Arbeidet har vist betydningen av bedre vannberegninger og vurderingen av forholdene i elvebunnen, også oppstrøms. Man har også sett at alvorlige skader kan oppstå i grunnforhold som i utgangspunktet ansees som gode, ikke bare i typisk erosjonsømfintlige masser slik som sand og silt. Det er all grunn til å sette sterkere fokus på erosjonssikring og valg av robust fundamentering for bruer i strømmende vann.



Figur 30. Middøla bru (08-1489) i Tinn kommune, riksvei 37, ca. 8 km øst for Rjukan, ble bygget i 1990. Fundamentene har blitt undergravd flere ganger, senest i 2008. Se prosjektrapport TEK 2560

'Klima og transport' har formulert forslag til endringer i:

- håndbok 185 Bruprosjektering (de fleste forslagene er innarbeidet i 2010-utgaven),
- håndbok 147 «Forvaltning, drift og vedlikehold av bruer»,
- håndbok 136 «Inspeksjons-håndbok for bruer» og
- bruregisteret BRUTUS.

Se detaljert oversikt i Vedlegg 1.

Håndbok 185, utgaven av 2010, stiller krav om at effekt av klimaendringer skal tas med i vurdering av vannføring og stormflo. Fri høyde over vann skal bestemmes med utgangspunktet i 200-års flom. Videre krever håndbok 185 at omfang og detaljer av erosjonssikring skal vises på fundamenteringstegninger, at erosjonsfare skal vurderes, og tilstrekkelig erosjonssikring skal etableres, samt at det bør vurderes/foretrekkes å fundamenterer på pelar for å redusere eller unngå konsekvensene av erosjon.

Håndbok 136 gir nærmere føringer for planlegging, gjennomføring og rapportering av inspeksjoner. Inspeksjon av landkar og fundament, samt erosjonsvern av disse er grundig beskrevet. Det samme gjelder tilstand som utløser vedlikehold.

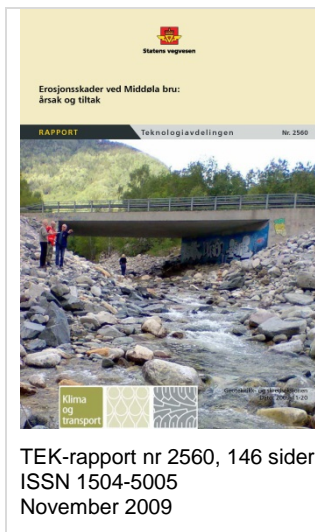
Anbefalingene i prosjektrapporten 'ROS-analyse av bruer mht værrelaterte hendelser' (VD 23) inkluderer anbefaling til utvidet og spesiell analyse som omfatter bl.a. supplerende inspeksjon av brustedet med vurdering av erosjonssikring og massetransport. Dette mangler i dagens utgave av håndbok 136.

I håndbok 147 anbefales det innført krav til gjennomføring av risiko- og sårbarhetsanalyser, forslagsvis etter ROS-rapport for bruer, prosjektrapport VD 23.

'Klima og transport' har også hatt kommunikasjon med fagmiljøet rundt registreringssystemet for bruer og tunneler, BRUTUS. Anbefalingene fra prosjektet går ut på: bedre muligheter for lagring av informasjon om erosjonssikring, geoteknisk informasjon, opplysninger om tidligere hendelser (der flom er en egen kategori) og innføring av «elvebunn» som eget element.

I tillegg viser rapportert omfang av mobilisering fra Bruseksjonens reservebruberedskap sammen med pilotprosjektene i øvre Telemark at antall skadetilfeller er stort nok til at det er grunn til å vurdere et sterkere fokus på valg av robust fundamentering for bruer i strømmende vann. Dette er en viktig oppgave og forslag til videre arbeid.

Erfaringene fra pilotprosjekter på bruer har gitt grunnlag for prosjektets anbefaling for prosedyre for ROS-analyse for bruer, prosjektrapport VD 23. Det er foreslått trinnvis vurdering av sårbarhet, med tilhørende grad av vannberegninger. Resultat fra ROS-analyse gir informasjon for planlegging og prioritering av forebyggende tiltak samt for beredskap og krisehåndtering. ROS-rapport for bruer er omtalt i kap. 7.7.2.



TEK-rapport nr 2560, 146 sider  
ISSN 1504-5005  
November 2009

### Erosjonsskader ved Middøla bru

- Lars Jenssen, NTNU, Erik Holmqvist og Kari Svelle Reistad, NVE

Rapporten samler 3 bidrag knyttet til pilotprosjektet Rv.37 Middøla bru, beliggende i Tinn kommune i Telemark. Brua er bygd i 1990, direktefundamentert på løsmasser. Den har vært utsatt for erosjonsskader og utbedringer ved flere anledninger. Jenssen (NTNU) tar utgangspunkt i erosjonsskadene og gir vurdering av årsak og forslag til tiltak. Holmqvist (NVE) dokumenterer flomberegning for elven Middøla. Reistad (NVE) dokumenterer hydraulisk beregning for elven ved Middøla bru.

Rapportene samlet sett gir en systematisk tilnærming knyttet til dimensjonering av erosjonssikring både i fm planlegging av nye bruer og ved utbedring av erosjonsskader. Rapportene viser også at noen forskjeller i valgte rammebetingelser for flomberegningen fører til forskjeller i nødvendig steinstørrelser for erosjonssikring.



TEK-rapport nr 2609, 21 sider  
ISSN: 1504-5005  
Juni 2010

### RV362 Bitu bru - Pilotprosjekt erosjonssikring

- Øyvind Armand Høydal, NGI

Rapporten beskriver sikringstiltak mot erosjon ved landkarfundamentene for Bitu bru. Den gjennomgår hydrologien i vassdraget og beregner vannhastigheter gjennom bruområdet ved hjelp av HEC-RAS, frem til dimensjonering av steinstørrelse for erosjonssikring med blokkstein i forhold til vannhastighet, vanddyb og strømningsregime.

Ved tilsyn ble det i 2008 oppdaget undergraving av østre landkar. Rapporten skal gi grunnlag for å sikre og slutføre reparasjonsarbeidet, samt at den skal fungere som et pilotprosjekt med erfaringer for tilsvarende arbeider.

Beregningene viser at det spesielt er utløpet under brua som vil være utsatt for store vannhastigheter. Tilpasset løsning består av blokkstein lagt i forband i bruutløpet og langs brukar. Flomkapasiteten til brua opprettholdes og det skal være et definert lavvannsløp midt under brua ved lave vannføringer som sikrer fiskepassasje.



SVV-rapport nr 70, 75 sider  
ISSN: 1893-1162  
Mars 2012

### Erosjonssikring av bruer i Telemark - Stavså, Tanså, Ruså og Vinje

- Arvid Olaus Strømnes, Multiconsult

Rapporten ser på erosjonsskader, flom og vannhastighet ved fire bruer i øvre Telemark, samt anbefaler konkrete tiltak for forbedring av erosjonssikring. Mangelen på data- og kartgrunnlag og dokumentasjon er en gjennomgående utfordring.

Oftest har problemene vært knyttet til erosjonsømfintlige masser som sand og silt. Gjennom pilotprosjektene i 'Klima og transport' har vi imidlertid sett at alvorlige skader også kan oppstå i grunnforhold som i utgangspunktet anses som gode. Antall skadetilfeller er stort nok til at det er grunn til å sette et sterkere fokus på erosjonssikring og valg av robust fundamentering for bruer i strømmende vann.

Figur 31 Prosjektrapporter om erosjonssikring av bruer



### 7.3.3 Bølgeerosjon, havnivå og stormflo

Klimaprojeksjoner beskriver en endring i havnivå, både den langsiktige endringen og økning i stormflo. Den langsiktige havnivåstigningen er større enn den beregnede landheving, noe som innebærer at man ikke lenger kan anta at de to effektene annullerer hverandre. For beskrivelsen av endringer i havnivå og stormflo iht klimaprojeksjoner, se kapittel 4.2.2.

Høyt havnivå kan skape utfordringer for lavtliggende kystveger, der både overskylling og bølgeerosjon kan skje oftere enn tidligere. Dette kan også skape utfordringer for undersjøiske tunneler der tunnelportalen ligger utsatt for overskylling i perioden med høyvann. Det er store kostnader knyttet til stengte tunneler og reparasjon av installasjoner.

‘Klima og transport’ har valgt å se på situasjonen for et utvalg konstruksjoner. SINTEF fikk i oppdrag å utrede deres utsatthet i den nærmeste fremtiden og rundt år 2050 og 2100, som vi har langsiktige prosjeksjoner for.



Figur 32. Stigende havnivå og endring i bølgemønster kan være en utfordring for noen tunnelportaler mht overskylling. Foto: Ålesundtunnelene, Knut Opeide

Det ble laget en samlerapport som består av delrapporter der effekten av mulige endringer i havnivå og stormflo ble vurdert rundt fire konstruksjoner, se Figur 34:

- Operatunnelen i Oslo, Festningsdelen, der forholdene vedr tunnelportalens høyde over havet ved høyvann ble undersøkt, fra vestsiden,
- Giskefyllingen, fv. 658 mellom Valderøy og Giske, mht havnivå og mulig heving av havnivået mot 2050 og 2100, og bølger som kan komme inn mot fyllingen,
- Nordøyvegen, fv. 659: planlagt vegfylling/bru over Lepsøyrevet, Møre og Romsdal, med hensyn til effekten av bølger,
- E10 ved Hamnøya, der overskylling av vegen ved stormflo er et trafiksikkerhetsproblem som fører til hyppig vegstengning.

Konklusjonene vedrørende Operatunnelen Festingsdelen («Festningstunnelen») er et godt eksempel på *stegvis håndtering av klimautfordringen* og gjengis derfor i korte trekk:

- Sikkerhetsnivå / beslutningsgrunnlag er uttrykt ved hjelp av *returperiode* for høyvann. Dagens sikkerhetsnivå tilsvarer ca 150-års returperiode for overskridelse av laveste vange ved vestenden av Festningstunnelen og ca tilsvarende 350-års returperiode for østenden av Festningstunnlene, dvs påkjøringsrampe Festningstunnelen-Bjørvika. (Denne «effektive» returperioden minker med tiden, og vil i 2050 for middels fremskrivning av havnivåstigning tilsvare hhv 250- og 100-års returperiode.)
- Dersom Statens vegvesen finner dagens sikkerhetsnivå tilfredsstillende, bør situasjonen *overvåkes* og eventuelle tiltak bør settes inn når det kan dokumenteres at middelvannstanden øker i Oslo og/eller vind og luft-trykk-observasjoner viser at ekstreme avvik fra middelvann vil øke i hyppighet. Innenfor en periode på 10 – 20 år er det usannsynlig at det vil oppstå en situasjon der sikkerheten i Festningstunnelen (mhp ekstrem vannstand) vil bli verre enn den er i dag.
- Det anbefales at det senest i 2020 gjennomføres en ny tilsvarende analyse for å oppdatere tallgrunnlaget, og eventuelt ta stilling til tiltak som ansees nødvendige på det tidspunktet. I perioden frem til neste oppdatering av analysen anbefales det også at man for hvert år gjennomfører en kontroll av utviklingen i årlig middelvannstand.



Figur 33. Giskefyllinga (fv. 658) har vært tema for casestudie pga bølgeoverskylling og erosjon

Giskeforbindelsen, Figur 1 som er utsatt for både dønninger og vindsjø, har en rekke mangler allerede i forhold til dagens klima (Figur 33). Det at Giskeforbindelsen fungerer til tross for manglene som er påpekt kan, etter SINTEFs konklusjon, skyldes at brukerne har opparbeidet en viss kompetanse i å vurdere de lokale forhold, og at trafikken sannsynligvis er forholdsvis liten.

I forhold til dagens klima er det påpekt behov for både høydeheving (opp til 4 meter) og for heving av blokkstørrelsen for erosjonssikring, som noen steder bør være 5-6 tonn. En økning i vannstanden vil ha en negativ effekt på stabiliteten. For å ivareta sikkerhet i fremtidens klima, anbefales det å gjennomføre en mer detaljert analyse med oppmåling, bedre datagrunnlag, bl.a. bedre bunnkotekart, i tillegg til en brukerundersøkelse for å finne ut hvilke områder på fyllingene som oppfattes som problematiske under hvilke forhold. Et mulig tiltak for å dempe bølgeoppskyllingen ved å legge ut en ny, lav fylling foran foten av den eksisterende.



I tilfelle E10 v/Hamnøy, Lofoten, der bølgeoverskylling skaper problemer for trafikken, ville heving av vegbanen (eller økning av brystvernet) til sikker høyde vært et så stort og uestetisk tiltak at det vurderes som uaktuelt. SINTEF anbefaler derfor som mest effektivt og attraktivt tiltak å redusere de lokale bølgehøydene ved å foreta utfyllinger i sjøen på de mest utsatte punktene. En undervannsmolo av grov sprengstein ville normalt ikke være synlig fra land.

I delrapporten om Lepsøyrevet er det gitt anbefaling for dimensjonering av ny fylling mot vindsjø og dønninger. Anbefalingene gjelder valg av returperioden (100 år), overskyllingsraten (5 %) for bølgene under dimensjonerende storm og levetid frem til 2050. I 2050 bør man, på grunnlag av observert utvikling i middelvannstand i havet, vurdere behovet for heving av høyden med 0,5 m.

 <p>SVV-rapport nr 71, 90 sider ISSN: 1893-1162 Desember 2012</p>	<h3><u>Veger utsatte for stigende havnivå og stormflo</u></h3> <p><b>- Arne Lothe, SINTEF</b></p> <p>Rapporten er en samling av utredninger gjort rundt fire pilotprosjekter: Operatunnelen i Oslo, Nordøyvegen, Giskefyllingen og E10 ved Hamnøya.</p> <p>Effekten av den langsiktige stigning i havnivå og en projisert økning i stormflo viser seg å være betydelig og derfor viktig å ta hensyn til ved planlegging av tiltak. I og med at prognoser for endringer i havnivå er under utvikling, anbefales det å gjøre vurderinger av situasjonen med jevne mellomrom og tilpasse drift og vedlikeholdstiltak deretter.</p>
---	---

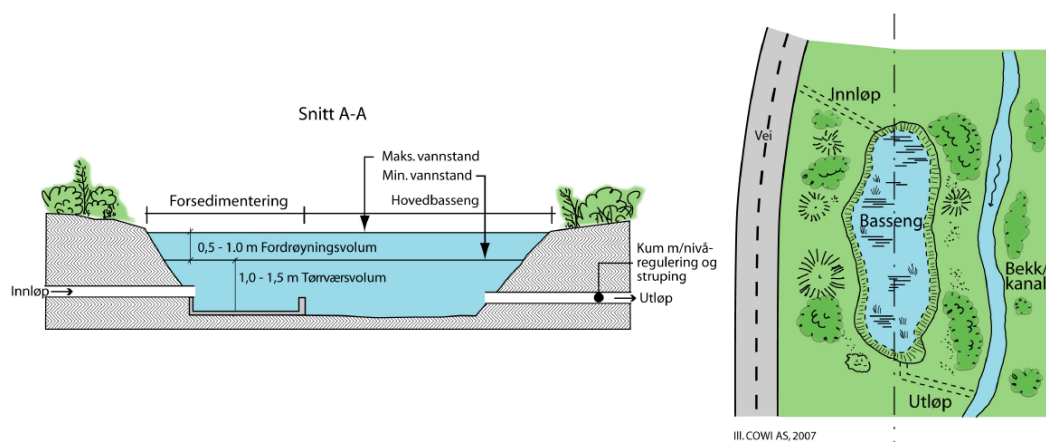
Figur 34. Samlerapport – casestudier av effekten av havnivåstigning og bølger på kystnære vegger og undersjøiske tunneler

### 7.3.4 Miljøeffekt av endret klima

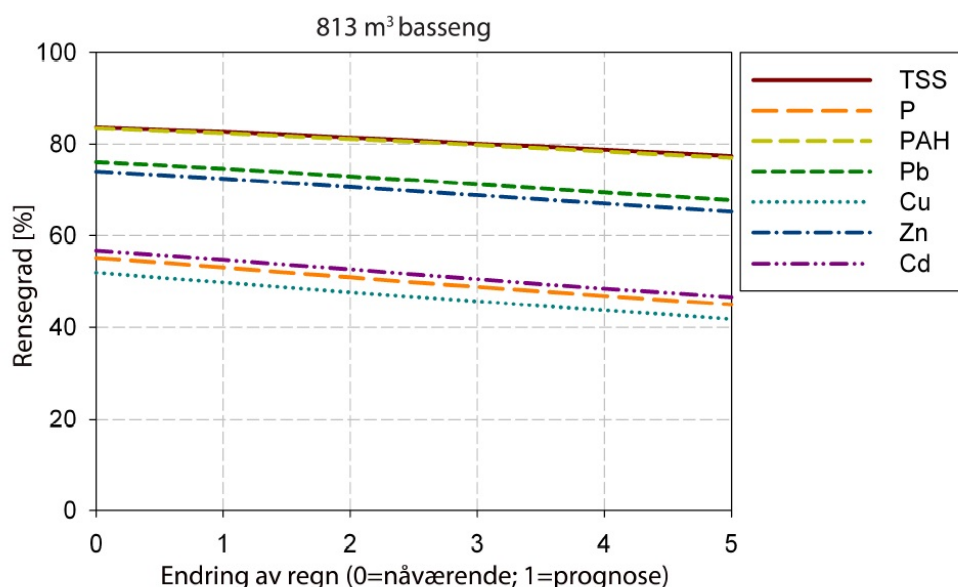
Situasjoner der store vannmengder, forårsaket av intens nedbør eller flom, kommer på avveie på grunn av manglende dremskapasitet, kan være et miljøproblem. Det kan også være plutselig smelting av snø i brøytekanter eller flom over sedimentasjonsbassenger.

Etter en diskusjon om mulige problemstillinger, valgte vi å konsentrere oss om rensedbassenger og deres funksjonalitet i endret klima, der mer nedbør og mer intense nedbørepisoder kan være en utfordring. Vi ønsket å undersøke om dagens prosedyrer for planlegging og dimensjonering av rensedbassenger er tilstrekkelig robuste i et endret klima.

Dette ble undersøkt med grunnlag i sedimentasjonsbassenget Skullerud, og er rapportert i prosjektrapport TEK 2573 «Rensing av overvann fra vei i fremtidens klima, 2071 – 2100». Figur 36 viser hvordan rensegrad endres med økning i nedbør, presentert her med prognose (=1) og så dobbel, trippel osv. nedbørmengde. Man kan se at endringen i rensegraden er veldig liten. Konklusjon er forventede endringer i klima gir ikke grunnlag for å endre dagens dimensjoneringspraksis for våte overvannsbasseng.



Figur 35. Prinsippsskisse av et vått overvannsbasseng. Det nederste vannvolumet utgjør bassengets permanente volum (tørrvæsvolum) og det øverste vannvolumet er bassengets volum for magasinering/fordrøyning. Illustrasjon: COWI



Figur 36. Rensegrad for 7 utvalgte stoffgrupper i overvann fra vei tilført bassenger med volumer som i forhold til bassenget ved Skullerud-krysset, er redusert til henholdsvis 75% og 50%. Tallverdien 0 = nåværende nedbørsforhold; 1 = prognose 2071-2100. Tallverdiene 2-5: prosentvis 2-5 ganger økt nedbør i forhold til endringen fra 0 til 1.

Dette arbeidet ble i siste prosjektår supplert med en gjennomgang av andre problemstillinger som har med miljøeffekt av endret klima å gjøre.



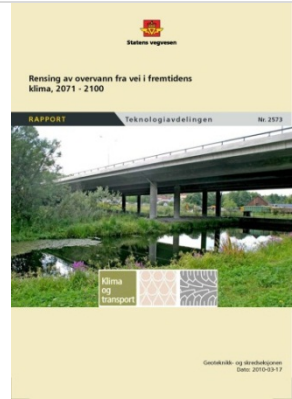

Figur 37. Skullerud rensedbasseng, case studie i 'Klima og transport'. Foto: Sondre Meland

I et våtere klima vil vi trolig se at en større andel av total forurensingsspredning fra veg vil skje via vann, og ikke luft. Større vannmengder, gjerne med noe lavere konsentrasjon av forurensning per volum, vil kunne passere rens tiltakene. Rens tiltakene vil måtte ta høyde for toppbelastninger på grunn av first-flush, selv om økning i hyppighet av nedbør vil kunne gi en dreining mot mindre uttalt first-flush.

Generelt er overvannsbassenger vurdert som gode og robuste løsninger som også ved forutsette klimaendringer vil ha tilstrekkelig kapasitet. Rensing av overvann fra veg med infiltrasjon alene vurderes imidlertid som følsomt for økt avrenningsintensitet og for frost snø og tele. Infiltrasjonsløsninger, for eksempel i vegggrøfter, vurderes av Asplan Viak som gode flomdempende og rensende tiltak som kan vurderes og gode supplement til andre overvannsløsninger.

Enkelte episoder som opptrer sjelden kan ha stor betydning for spredning av forurensning fra veg og vegskulder. For eksempel: overflateerosjon pga kraftig regn på delvis tint mark om vinteren, utvidet erosjon på grunn av oppstuvning i vegkant/grøft. Avrenning og slam fra slike episoder kan gi spredning av både jord og akkumulert vegforurensning. Bruk av vegsalt kan bidra til økt utvasking av vannløselige forbindelser fra vegstøv, vegggrøfter og fra rensanlegg som infiltrasjonstiltak og rensedammer.

Se Figur 38 for kort informasjon om miljørapportene.

	<h3><u>Rensing av overflatevann i fremtidens klima</u></h3> <p><b>- Svein Ole Åstebøl, COWI AS, Thorkild Hvitved-Jacobsen, HV-Consult ApS, og Jes Vollertsen, HV-Consult ApS</b></p> <p>Formålet med pilotprosjektet har vært å vurdere om renseeffekten for vegavrenning i våte overvannsbasseng forventes å bli påvirket av en fremtidig klimautvikling for perioden 2071 - 2100. Løsningen av oppgaven er basert på at foreliggende korttidsregnsere er benyttet til å produsere et antall regnsere ut fra best tilgjengelige opplysninger om fremtidens klima. De nye regnsere utgjør således prognoser for de fremtidige nedbørsforholdene. Regnsere er benyttet som input til en kalibrert og validert modell for simulering av rensing i vått overvannsbasseng. Analysen er basert på foreliggende regnsere fra nedbørstasjon Oslo - Lambertseter og et nærliggende modellbasseng ved E6 Skullerudkrysset i Oslo. Analysen viser at forventet endring i klima kun marginalt vil redusere renseeffekten for veiavrenning i våte overvannsbasseng. Forventede endringer i klima gir ikke grunnlag for å endre dagens dimensjoneringspraksis for våte overvannsbasseng.</p>
<p>TEK-rapport nr 2573, 37 sider ISSN: 1504-5005 Mars 2010</p>	
	<h3><u>Miljøeffekt av endret klima - Oversikt over mulige problemstillinger</u></h3> <p><b>- Ola Nordal, Asplan Viak AS</b></p> <p>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 vegene 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, partikkelforurensning ved erosjon fra sidearealer og frost- og teles innvirkning på infiltrasjon av overvann. Den gir anbefalinger for videre forskning og utredning av ekstreme avrenningsepisoder og first-flush, utvikling av rensiltak mht robusthet for snø og frost, for løsninger for infiltrasjon av overvann langs vegen med mer.</p>
<p>VD-rapport nr 30, 22 sider ISSN: 1892-3844 Mai 2011</p>	

Figur 38. Prosjektrapporter som omhandler miljøeffekt av endret klima: casestudie om klimaendringer effekt på renseeffekten – basseng ved E6 Skullerud, og oversiktsrapport om mulige problemstillinger knyttet til klimaendringer og miljø



### 7.3.5 Veiledningsstoff om håndtering av overvann

I løpet av prosjektarbeidet ble det klart at (1) sikring av god drenering og vanngjennomløp er et av nøkkelementene i klimatilpasning og (2) at Statens vegvesen stiller altfor få krav vedrørende prosjektering og dimensjonering av drenering og vanngjennomløp, som har som konsekvens stor forskjell i resultatene av beregning av nødvendig drenekapasitet.

‘Klima og transport’ satset derfor på å samle problemstillinger som har med vann å gjøre i en oversikt over vannrelaterte emner, hvor de er håndtert i dagens håndboksystem, hva som mangler og hvilken del av prosjektet har noe å bidra med i den sammenheng. Dette ble samlet i en oversiktsrapport, VD 49 «Drenering, fordrøyning og vanngjennomløp», se Figur 39.

 <p>Statens vegvesen Drenering, fordrøyning og vanngjennomløp Veiling og veiledning VD-rapport Vegdirektoratet 10 sider Desember 2011</p>	<h3><u>Drenering, fordrøyning og vanngjennomløp</u></h3> <h4>Grunnlag for veileder</h4> <p><b>- Tor Erik Frydenlund, Geocon, Kristine Flesjø, Statens vegvesen m.fl.</b></p> <p>Det er registrert at Statens vegvesens regelverk for håndtering av overvann er mangelfullt eller spredt plassert i håndboksystemet. Føringer for håndtering av overvannsløsninger og vanngjennomløp mangler (tidligere behandlet i håndbok 100-2) og dette kan føre til store forskjeller i prosjekteringsløsninger.</p> <p>Rapporten lister viktige emner relatert til vann på veg, som burde være behandlet i håndbok- eller veilederform. Hensikten er å vise i sammenheng temaene hvor det er behov for bedre regulering /krav. I tillegg til rene avvanningstiltak, ønsker prosjektet å belyse betydningen av massetransport (sammenheng med vannrelaterte skred) og kombinerte fordrøynings- og rensetiltak.</p>
---	--

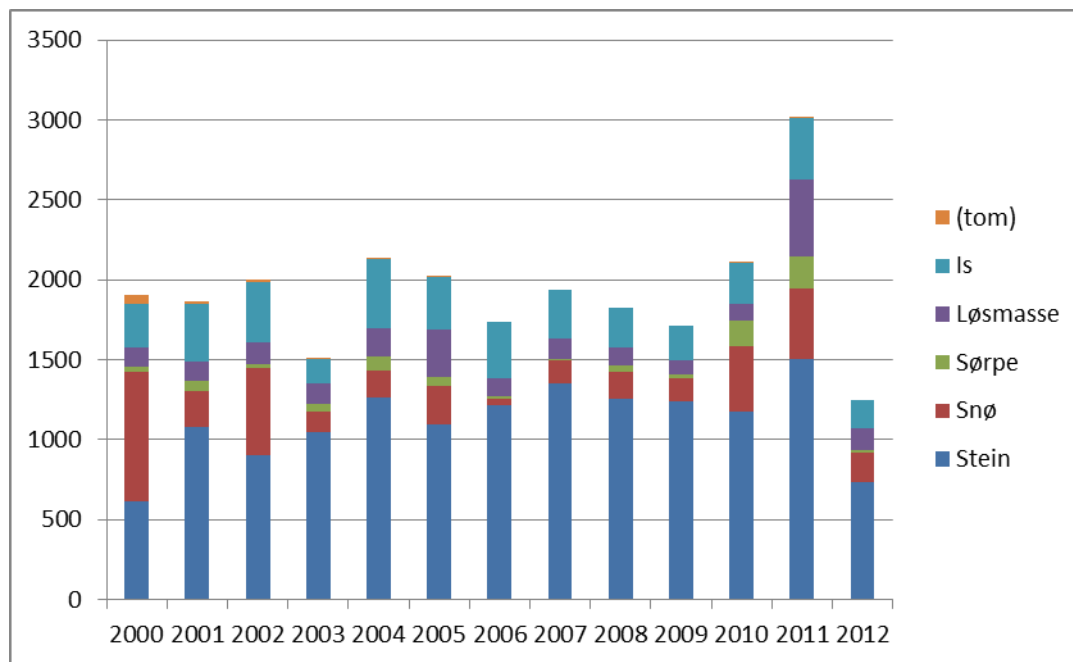
Figur 39. Oversiktsrapport om viktige arbeidsemner innen temaet overvannshåndtering



## 7.4 Skred

Skred er en stor utfordring for trafikksikkerhet og fremkommelighet på vegnettet. De forventede klimaendringene vil trolig øke skredrisikoen. Sammenheng mellom vær og skred er imidlertid vanskelig å beskrive og i hvert fall vanskelig å uttrykke kvantitativt.

Gjennomsnittlig registreres det i underkant av 2000 skred årlig på riks- og fylkesvegnettet<sup>34</sup>. Figur 40 viser antall registrerte skredhendelser fra 2000 til 2011. Man kunne legge merke til økende steinsprang som trend og det er fristende å spekulere om det er en effekt av klimaendringer. Det statistiske grunnlaget er imidlertid for usikkert til en slik konklusjon, mest på grunn av underrapportering. Dette viser samtidig viktigheten av å registrere skred.



Figur 40. Antall registrerte skredhendelser i årene 2000-2012 fordelt på type skred. På grunn av forsinkelser i registrering er tall for 2012 ennå ikke fullstendige. Man ser at 2011 skiller seg ut med et stort antall hendelser. Dette skyldes nok i stor grad spesielle værforhold som førte til et stort antall skred både i starten og slutten av året.

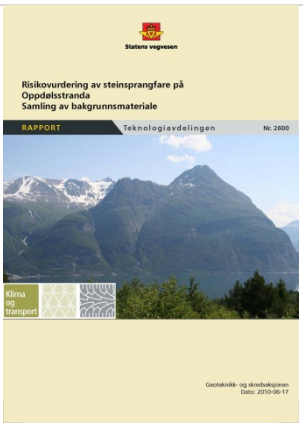
Statens vegvesen har i dag nærmere 30 000 registrerte skredhendelser i Nasjonal vegdatabank. De første er fra 1973, men en systematisk registrering og lagring begynte noe senere. I 'Klima og transport' ønsket man å se på hva som fantes av registreringer og hvordan skredtyper fordeler seg på ulike regioner og perioder. I rapporten «Skred og flom på veg – statistiske betraktninger» (VD 5) er det gjort enkle analyser av registrerte hendelser. Rapporten omfatter også en studie av etatens registrering av flomhendelser som et forsøk på å finne kostnader knyttet til flom på vegnettet. Se Figur 41 for omtale av rapporten.

 <p>Skred og flom på veg Statistiske betraktninger</p> <p>VD rapport Vegdirektoratet Nr. 5</p> <p>Klima og transport</p> <p>Næringsmiddel, trafikk, miljø og sikkerhetsdepartementet Statens vegvesen 1892-3844 189-2011</p>	<h2 style="text-decoration: underline;">Skred og flom på veg - Statistiske betraktninger</h2> <p><b>- Heidi Bjordal og Tonje Eide Helle, Statens vegvesen</b></p> <p>Rapporten gir en beskrivelse av omfanget og type utfordringer på vegnettet som en følge av skred- og flomsituasjoner. I løpet av 'Klima og transport' ble det ført en hendelseslogg basert på medieomtaler av hendelser på veien. Denne ble sammenstilt og behandlet sammen med andre kilder.</p> <p>Første del er en statistisk analyse av hendelser i skred databasen med diskusjon og vurdering av trender. Rapportens andre del er en sammenstilling av medieomtaler og innmeldinger til vegtrafikksentralene om flomhendelser i Region nord, midt og vest.</p> <p>Rapporten viser behov for gode registreringsrutiner og forenkling av dataflyt, spesielt for flomdata.</p>
<p>VD-rapport nr 5, 55 sider ISSN: 1892-3844 Juni 2011</p>	

Figur 41. Prosjektrapport som ser på registrering av skred- og flomhendelser på vegnettet

Det er ofte tilfeldigheter som avgjør om et skred fører til personskader eller ikke. I årene 2000 – 2012 er 13 personer omkommet som følge av skred. Stengt veg på grunn av skred eller skredfare har også en kostnad. Rundt 1/3 av skredhendelsene som registreres fører til stengning av veg, helt eller delvis, og usikkerheten ved å ferdes på skredutsatte vegstrekninger kan oppleves som svært stor. Beregninger viser at skredstengte veger koster 2.000-80.000 kr/time i ekstra reisekostnader<sup>35</sup>.

Ønske om bedre innblikk i sammenhenger mellom vær, klima og konsekvenser av skred var motivasjonen for prosjektrapporten «Risikovurdering av steinsprangfare på Oppdølsstranda». Etter tre større steinskrud på ett år, hvor de to siste gikk i løpet av to uker, ønsket man å vurdere skredrisiko på strekningen og tiltak som var nødvendige å gjennomføre for å kunne holde den åpen for trafikk. I sammenheng med risikoanalysen ble det gjort studier av vær- og klimaforhold, årsaker til steinsprang på strekningen og konsekvenser av at veien var stengt over lengre tid. Det er ikke ofte det gjøres så grundige studier av enkeltstrekninger. Flere bakgrunnsnotater og en artikkel som oppsummerer arbeidet er samlet i denne prosjektrapporten, se Figur 42.

 <p>Risikovurdering av steinsprangfare på Oppdølsstranda Samling av bakgrunnsmateriale</p> <p>RAPPORT Teknologidivisjonen Nr. 2600</p> <p>Klima og transport</p> <p>Geoteknikk og driftsikkerhet Dato: 2010-06-17</p>	<h2 style="text-decoration: underline;">Risikovurdering av steinsprangfare på Oppdølsstranda</h2> <h3 style="text-decoration: underline;">Samling av bakgrunnsmateriale</h3> <p><b>- Heidi Bjordal, Statens vegvesen</b></p> <p>Etter tre større steinsprang på ett år (24.8.2008, 5.6.2009 og 16.6.2009) besluttet vegdirektøren at rv. 70 mellom Sunndalsøra og Oppdøl skulle stenges inntil en overordnet risikovurdering av steinsprangfaren på strekningen forelå. Statens vegvesen utførte analyser av skredforhold og klimatiske forhold mens selve risikovurderingen og vurdering av de geologiske forhold ble utført av Multiconsult i juli 2009.</p> <p>Denne rapporten beskriver kort forholdene på strekningen og vurderingene som ble gjort. Vedlegget i rapporten er en artikkel fra 'Bergmekanikkdagen 2009' som beskriver arbeidene som ble utført, samt tre notater som inneholder bakgrunnsmateriale om steinspranghendelser og klimatiske forhold på strekningen.</p>
<p>TEK-rapport nr 2600, 65 sider ISSN: 1892-3844 Juni 2010</p>	

Figur 42. Prosjektrapport som beskriver risikovurderinger utført på Oppdølsstranda sommeren 2009

### 7.4.1 Skredrisiko i endret klima

'Klima og transport' har sett på alle typer skred og hvilken effekt klimaendringer kan ha på sannsynligheten for at skred utløses. Her inngår: steinsprang og steinskred, jordskred, flomskred, snø- og sørpeskred og kvikkleireskred. For hver av disse skredtyper er det forskjellige klimafaktorer som gir utslag.

De fleste skredene på vegnettet er **steinsprang og steinskred**. Med økende nedbør og stedvis økende hyppighet av fryse-tine-prosesser i sprekker, er det naturlig å forvente en økning i hyppighet av disse.

**Snøskred** og fare for snøskred er en hyppig årsak til vegstengning. Økt nedbør- og stormfrekvens samt økt temperatur vil kunne påvirke hyppighet, volum og rekkevidde av snøskred. Vannmettede snøskred, kalt **sørpeskred**, kan utløses ved kraftige temperaturøkninger, for eksempel om våren, eller ved kraftig regn på snødekt mark vinterstid. Slike forhold vil trolig oppstå oftere i fremtidig klima. Klimaendringer kan også føre til økning i isdannelse og isskred.



Figur 43. «Snøskreduka» i 2010, E136 Romsdalen, hvor langvarig kalde forhold med lite snø tidlig på vinteren førte til dannelsen av svake sjikt i snøen. I mars kom store snømengder og påfølgende stor skredfare og snøskred «overalt» i regionen. Foto: Norfilm

Intense nedbørepisoder, spesielt etter langvarig regn vil øke risikoen for **flomskred**. Det vil bli mer massetransport i bekker og elver, som vil fylle opp drensledninger og stikkrenner/kulverter. I tillegg kan man regne med mer av større skred langs bekker og elver, og større utglidninger i bratt terreng med tynne løsmassedekker.



Klimaendringer med større vannføring i vassdrag øker faren for naturlig utløste **kvikkleireskred**.

Et varmere klima som medfører tining av permafrost i fjellet kan også føre til større fare for **store fjellskred** og skredgenererte bølger (tsunamier) der fjellskredene treffer vann eller fjorder.

Det vil trolig bli økning i alle skredtyper, men spesielt «våte» skred. Derfor er disse skredtypene viet spesiell oppmerksomhet i prosjektet.

Arbeidet i 'Klima og transport' og arbeid med konkrete situasjoner, slik den beskrevet i Figur 42, viste at det var behov for bedre beskrivelser av hvordan skredfare skal håndteres. I første rekke gjelder dette hvordan man skal sikre vegene. Skredsikringstiltak skal gi en sikker og god vegforbindelse for både trafikanter og driftspersonellet. Tiltakene skal være vedlikeholdsvennlige slik at vi best kan unngå kostbare og langvarige vegstengninger.

'Klima og transport' har derfor utarbeidet forslag til en veiledning om sikring av veger mot steinskred og et forslag til veiledning om sikring av veger mot snøskred. Den siste er foreslått å erstatte eksisterende beskrivelser i håndbok 167 Snøvern, se nærmere omtale i Figur 44.

 <p>VD-rapport nr 32, 75 sider ISSN: 1892-3844 Juni 2011</p>	<h3><u>Sikring av veger mot steinskred</u></h3> <h4>Grunnlag for veileder</h4> <p><b>- Heidi Bjordal, Svein Helge Frækaland et al., Statens vegvesen</b></p> <p>Rapporten er et høringsutkast til en veiledning om sikring av veger mot steinsprang og steinskred. Hensikten med veilederen er å gi ansatte i Statens vegvesen og andre et faglig grunnlag for vurdering av steinskredfare og valg av sikringstiltak.</p> <p>Rapporten inneholder en beskrivelse av fremgangsmåte ved skredfarevurderinger, bruk av steinsprangsimuleringer og beskrivelse av aktuelle sikringsmetoder.</p>
 <p>VD-rapport nr 27, 94 sider ISSN: 1892-3844 Mai 2011</p>	<h3><u>Veger og snøskred</u></h3> <h4>Håndbok om sikring mot snøskred - Høringsutgave</h4> <p><b>- Harald Norem, Statens vegvesen</b></p> <p>Rapporten er et høringsutkast til en håndbok om sikring av veger mot snøskred, som "Klima og transport" anbefaler inkludert i Staten vegvesens håndbokserie. Hensikten med håndboka er å gi ansatte i Statens vegvesen et faglig grunnlag for å planlegge og drifte veger som er utsatt for snøskred. I håndboka er det lagt vekt på å dekke de ingeniørmessige sidene ved sikring mot snøskred. Dette gjelder utforming og dimensjonering av sikringstiltak, fastlegging av grenser for skredfare og metoder for varsling.</p>

Figur 44 Forslag til nye håndbøker om sikring mot stein- og snøskred

## 7.4.2 Prioriteringsmodell for skredsikring

Utsatte strekninger på vegnettet med aktuelle sikringstiltak beskrives i regionale skredsikringsplaner. De regionale planene beskriver et behov på nærmere 30 mrd for sikring av de mest utsatte punktene på vegnettet. Prioritering av skredsikringstiltak er i dag i hovedsak basert på erfarte problemer og registrerte hendelser. For å få optimal utnyttelse av tildelte ressurser til skredsikring, må det tas hensyn til forventede klimaendringer.

I skredsikringsplanene rangeres skredpunkt på bakgrunn av en enkel prioriteringsmodell, der skredrisiko er beskrevet ved hjelp av følgende faktorer, som alle er basert på historiske data:

- Skredfaktor (bredde x frekvens): Hvor ofte går det skred på vegen, og hvor mye av vegen treffes
- Stengningsfrekvensfaktor: Hvor ofte vegen stenges på grunn av skred
- Skredfarefaktor: Hvor ofte vegen stenges på grunn av fare for skred
- Trafikkmengdefaktor: årsgjennomsnittlig trafikk på strekningen
- Omkjøringsfaktor: timer omkjøring ved stengning
- Naboskredfaktor: om ventende trafikanter risikerer å treffes av nytt skred

I løpet av 'Klima og transport' ble denne prioriteringsmodellen gjennomgått med hensyn på klimaendringer. Gjennomgangen endte med en konklusjon om at modellen fortsatt er tilfredsstillende under forutsetningen av at man legger opp til en hyppig oppdatering av faktorene som beskriver skredrisiko. Den reviderte prioriteringsmodellen ble lagt til grunn i arbeid med revidering av skredsikringsplaner i 2011. Se prosjektrapport «Ny prioriteringsmodell for rassikringsplaner», Figur 45.

 <p>VD-rapport nr 4, 44 sider ISSN: 1892-3844 Januar 2011</p>	<p><b><u>Ny prioriteringsmodell for rassikringsplanene</u></b></p> <p><b>- Viggo Aronsen et al, Statens vegvesen</b></p> <p>Rapporten beskriver hvordan eksisterende prioriteringsmodell for skredsikringstiltak kan tilpasses et klima i endring. Det foreslås at prioritering av skredsikringstiltak fortsatt baseres på en enkel regnemodell bestående av faktorer som beskriver skredfare, trafikkmengde og ulemper ved stengning, men at faktorene revideres jevnlig i forbindelse med utarbeidelse av Nasjonal transportplan og handlingsprogram.</p>
--	---

Figur 45 Prioriteringsmodellen for skredsikring var gjenstand for gjennomgang og en lettrevisjon



### 7.4.3 Flom- og sørpeskred

Ut fra prognosene for klimaendringer vil «våte» skredtyper, som flom- og sørpeskred, øke mest. Disse skredtypene vet man ikke nok om, det er ikke tradisjon for å ta hensyn til disse ved planlegging av nye veger. På nasjonalbasis har man begrenset kunnskap om hvordan man skal finne frem til potensielle skredområder og hvordan sikringstiltak skal utformes og dimensjoneres.

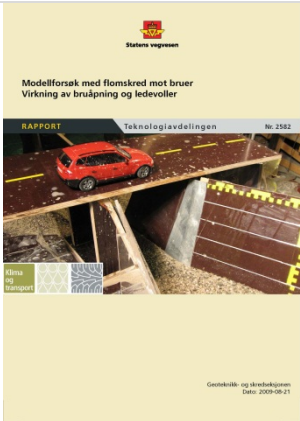

Årsaken til «våte» skred er ofte menneskelig inngrep i utløsningsområdet. Det er viktig å forebygge skader fra slike inngrep. Aktuelle sikringsmetoder mot slike typer skred er drenering, åpne eller lukkede kontrolldammer og/eller bruer i skredløpet og voller, sedimentasjonsanlegg, flytting av vegen og alternative drensveger i utløpsområdet. Alternative drensveger er et tiltak som er nødvendig for å bøte på en av de største utfordringene med hensyn til klimaendringer: økt massetransport langs bekker og elver med påfølgende gjentetting av stikkrenner og kulverter. Eksisterende veger bør vurderes med hensyn til sårbarhet for økt erosjon og massetransport. En rekke av eksisterende dreneringssystemer må bygges om med alternative drensveger og sedimentasjonsanlegg for å redusere sårbarheten ved massetransport. Det må legges vesentlig mer innsats og omsorg i driften av drens-systemene enn det gjøres i dag, og det må legges vekt på å utføre alle inngrep i bratt terreng med større omhu.



Figur 46. Sørpeskred på veg på E6 ved Herranes i Alta kommune 15. mai 2011. En kraftig temperaturstigning førte til flere sørpeskred. Ved Herranes er sørpeskred en kjent problemstilling, og vegen er sikret med fangmagasin og bygget på kraftig fylling. Flere sørpeskred utløses vanligvis, og denne gangen så store snømengder at magasinet ble fylt. God drenering i fylling hindret skader på veg.

Håndtering av risiko og sikring mot flom- og sørpeskred må få mer oppmerksomhet i Statens vegvesen. Prosjektrapportene, vist i Figur 47, er prosjektets bidrag til det.

- For å øke kunnskap om flomskred, ble det gjennomført en rekke modellforsøk med flomskred mot bruer. Disse forsøkene ble gjennomført i laboratoriet på NTNU.
- Kunnskapen om flom- og sørpeskred, fra betingelser for utløsning til sikringsmetoder, er samlet i en prosjektrapport som prosjektet anbefaler som grunnlag for en veileder i Statens vegvesens håndbokserie.

 <p>Modellforsøk med flomskred mot bruer Virkning av bruåpning og ledevoller</p> <p>TEK- rapport nr 2582, 40 sider ISSN: 1504-5005 August 2009</p>	<h3><u>Modellforsøk med flomskred mot bruer</u></h3> <p>- Priska Heller og Lars Jenssen, NTNU, Harald Norem, Statens vegvesen</p> <p>Flomskred følger ofte bekkefar, og bruer er derfor spesielt utsatt. Skred kan blokkere gjennomløp, eller treffe brua direkte. For å se hvordan flomskred passerer bruer er det gjennomført forsøk med en modell i målestokk ca 1:20. Studien undersøkte virkningen av ulik vinkel på ledevollene inn mot gjennomløpet og ulik bredde på gjennomløpet. De generelle observasjonene er at dess mindre vinkelen på ledevollene inn mot brugjennomløpet er, dess mindre blir oppskyllingen mot ledevollene. Senterbølgen under brua blir også mindre. Når bruåpningen reduseres, øker oppskyllingen og senterbølgen. Rapporten beskriver hvordan forsøkene ble gjennomført og hva som ble målt. Forsøksresultatene må bearbeides videre før de kan brukes til utforming av bruer og gjennomløp.</p>
 <p>Flom- og sørpeskred Høringsutgave av veileder</p> <p>SVV-rapport nr 73, 102 sider ISSN: 1893-1162 Februar 2012</p>	<h3><u>Flom- og sørpeskred</u></h3> <p>Høringsutgave av veileder</p> <p>- Harald Norem, Statens vegvesen, Frode Sandersen, NGI</p> <p>Rapporten er et høringsutkast til en håndbok om sikring av veger og jernbaner mot flomskred og sørpeskred, som prosjektet anbefaler publisert i håndbokserien til Statens vegvesen. Disse skredtypene blir utløst i forbindelse med intense nedbørsperioder, og deres frekvens forventes å øke i fremtidens klima.</p> <p>Målsettingen med håndboka er å gi en samlet fremstilling for å øke kunnskapen om disse skredtypene. Det er spesielt lagt vekt på å utvikle terskelverdier for når det er sannsynlig at slike skred kan opptre, beskrive terrengetyper som er eksponert mot slike skred og gi råd for utforming og dimensjonering av sikringstiltak.</p>

Figur 47. Prosjektrapporter om flomskred og sørpeskred

#### 7.4.4 Forslag til ny skredrisikomodell for vegnettet

Det er også gjort et forsøk på å utvikle en modell for beskrivelse av skredrisiko som er uavhengig av tidligere hendelser og registreringer. Modellen gir mulighet for å beskrive skredrisiko på steder der skred ikke har gått før, eller der man har lite registreringer.

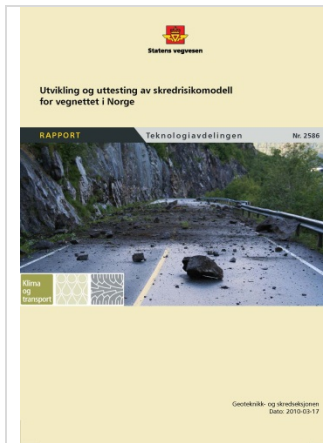
Modellen skiller mellom statiske /varige forhold, slik som geologi og topografi, og variable forhold som vær og klima. For hvert punkt studerer man forhold som kan resultere i skred, vurderer hva som gir størst bidrag til sannsynligheten, og hvordan klimaendringer vil påvirke dette. Sannsynlighet og konsekvens vurderes separat og en samlet risikofaktor regnes ut.

Dette er gunstig fordi skred er ventet å oppstå andre steder enn tidligere kjent. Dessuten ble det vurdert at denne typen beskrivelse av skredrisiko ville gjøre det lettere å sette en grense for hva som kan aksepteres av risiko på vegnettet.



Figur 48. Flomskred ved Røsten i Gudbrandsdalen som stengte E6 under «Pinseflommen» 10.-12. juni 2011. Bildet viser hvordan relativt små skred som løses ut langt oppe i dalsiden får store konsekvenser ved vegen lengre nede. Foto: Niklas Eriksson, Statens vegvesen.

Resultater fra risikomodellen kan gi grunnlag for videre arbeid, slik som å besvare spørsmålene om hvor sikker en åpen vegstrekning skal være, når en skredutsatt veg bør stenges, og hvor stor grad av sikkerhet et sikringstiltak skal gi. Se prosjektrapportene i Figur 49.



TEK-rapport nr 2586, 209 sider  
ISSN 1504-5005  
Mars 2010

## Utvikling og uttesting av skredrisikomodel for vegnettet i Norge

**- Heidi Bjordal, Statens vegvesen, et al.**

Rapporten beskriver utvikling og første uttesting av en ny skredrisikomodel. Risikomodelen beskriver skredsannsynlighet og -konsekvens ved faktorer som beskriver terreng, geologiske forhold, klimatiske forhold, trafikkmengde med flere.

Modellen er testet på to vegstrekninger for å avdekke behov for forbedringer og videre utvikling. Skredrisikomodelen er utviklet av DNV Industry, og deres rapport er i sin helhet vedlagt denne rapporten.



SVV-rapport nr 69, 115 sider  
ISSN: 1893-1162  
Januar 2013

## Videreutvikling av skredrisikomodel

**- Heidi Bjordal, Statens vegvesen, et al.**

Rapporten er en videre uttesting av skredrisikomodel som er utviklet i "Klima og transport". Rapporten beskriver endringer i beregningsmetodikk, og risikomodelleene snø- og steinskred er testet på et større antall strekninger. Rapporten dokumenterer resultater fra uttestingen og kan fungere som en brukerveiledning for senere bruk av risikomodelen.

Figur 49 Prosjektrapporter som omhandler utvikling av skredrisikomodel



### 7.4.5 Kvikkleireskred

Kvikkleireskred ble inkludert i 'Klima og transport' på grunn av viktigheten kunnskapen om slike skred har i Norge. Dette er en skredtype som kan ha katastrofale konsekvenser og undersøkelser kan være vanskelige. Kvikkleireskred vurderes ikke som spesielt klimaavhengige fordi den avgjørende faktoren er belastning, ofte forårsaket av menneskelig aktivitet, som regel anleggsvirksomhet. Klimaendringer kan dog bidra til en stedvis økning i erosjon også i kvikkleireområder, slik at noen skred kan bli utløst uten ekstern påvirkning.

Det er behov for bedre metoder for kartlegging av kvikkleire og sikrere metoder for vurdering av stabilitet. 'Klima og transport' har ikke hatt egen aktivitet på dette temaet, men har valgt å følge opp to andre FoU-prosjekter, med assistanse fra Dr. Kaare Flaate.

«Resistivity in Geohazards (RiG) – testing in quick clay areas» er et arbeid gjennomført av SINTEF v/ Inger-Lise Solberg. Resistivitetmålinger kan brukes til kartlegging av områder med kvikkleire, og vise hvor grunnundersøkelser bør utføres. Et resultat fra dette prosjektet er også en veileder for hvordan resistivitetmålinger skal gjennomføres<sup>36</sup>.

«Characterisation and modelling of failure in soft sensitive clays» er PhD-arbeid av NTNU-student Anders Samstad Gylland<sup>37</sup>. Dette arbeidet har vist at grunnvannstand har liten effekt på kvikkleirens styrke og at erosjon og utfyllinger er de viktigste faktorene for brudd i kvikkleire. Ved å kontrollere disse skal man unngå å starte et progressivt brudd. Bruddmodellen er p.t. for komplisert til å anvendes direkte i prosjekteringsverktøy, men den bidrar til forståelsen av bruddmekanismen, og til å forstå begrensningene i dagens beregningsprogrammer basert på grenselikevektsmetoden. Videre pekes det på at vingeborforøk kan ha et potensiale med hensyn på å undersøke materialegenskapene i kvikkleire når leiren belastes forbi den maksimale bruddstyrken («post-peak behaviour»).



Figur 50. Kvikkleireskred, Byneset, første Nyttårsdag 2012. Foto: Einar Lyche, NVE. Kvikkleireskred er ikke direkte påvirket av at det blir mer nedbør i fremtidig klima. I situasjon der mer avrenning kan føre til mer mekanisk påkjenning og erosjon, er det imidlertid mulig at skred blir utløst uten menneskelig påvirkning.



## 7.5 Tilstandsutvikling på vegnettet


Klima er en viktig faktor for vegens tilstandsutvikling og det var derfor naturlig å forvente at et våtere klima ville bidra til raskere nedbrytning. Arbeidet utført i 'Klima og transport' på dette temaet førte imidlertid til noen overraskende konklusjoner. Resultatene viste at den positive effekten av en reduksjon i frostmengdene og telehiv, med tilhørende reduksjon i sporutviklingen i teleløsningsperiodene er større enn den negative effekten av økt nedbør, vegnettet sett under ett. Lokale variasjoner vil imidlertid kunne forekomme, der vegens oppbygning og drenstilstanden vil være de viktigste faktorene.

Delprosjektet tok for seg:

- en innledende vurdering av klimaendringenes påvirkning på vegbyggingsmaterialer
- effekten av klimaendringer på grusveger. Disse vegene utgjør 21 % av fylkesvegnettet i Norge slik det var før 2010-reformen og kan ventes å være spesielt følsomme for våtere klima.
- effekten av klimaendringer på veger med bituminøst dekke. Man satset på modellering av tilstandsutvikling, uttrykt i form av levetid ved sporutvikling, i forhold til antatte endringer i klimaparametere. Arbeidet bygget på Vegkapitalprosjektet (2005)<sup>38</sup>.

### 7.5.1 Klimaendringer og bygningsmaterialer

Arbeidet med klimaendringer og nedbrytning startet med en utredning av effekten av klimaendringer på vegbyggingsmaterialer, se Figur 51. Rapporten påpeker behovet for riktig valg av vegbyggingsmaterialer i fremtidens klima. Egenskapene til asfalt er mest avhengig av temperatur mens egenskapene til ubundne lag er mest avhengig av vanninnhold. Derfor er valg av riktig asfalttype, oppgradering av bærelag, fjerning av forfall og utbedring av drenering ansett som de viktigste tiltakene for å møte negative virkninger av klimaendringer på vegbyggingsmaterialer.

 <p>Klimapåvirkning av vegbyggingsmaterialer State of the art studie</p> <p>RAPPORT Teknologidivisjonen Nr. 2519</p> <p>Klima og transport</p> <p>Geo- og transportgruppen Gutvik, 2007-12-31</p>	<h3><u>Klimapåvirkning av vegbyggingsmaterialer</u></h3> <p>- Bjørn Ove Lurfald og Inge Hoff, Sintef Byggeforsk</p> <p>Rapporten er en litteraturundersøkelse med fokus på effekter av klimaendringer for vegbyggingsmaterialer. Studien har vist at det pr. i dag ikke synes å være utviklet "komplette og generelle" modeller som er i stand til å beregne levetiden for en vegkonstruksjon. Det er imidlertid utviklet modeller som tar for seg spesifikke nedbrytningsmekanismer som f.eks. piggdekkslitasje. Disse spesifikke modellene vil kunne være svært anvendelige i områder der disse nedbrytningsmekanismene er dominerende. En vegkonstruksjon har relativt kort levetid og det er derfor av stor viktighet at det ved planlegging og dimensjonering av både vedlikeholdsarbeider og nybygging i større grad gjennomføres en vurdering av materialbruken basert på funksjonsegenskaper til materialene.</p>
<p>TEK-rapport nr 2519, 22 sider ISSN: 1504-5005 Desember 2007</p>	

Figur 51. Innledende vurdering av effekten av klimaendringer på vegbyggingsmaterialer

## 7.5.2 Klimapåvirkning på grusvegnettet i Norge

Før 2010 bestod fylkesvegnettet i Norge av 27.040 km veg. 21 % av dette var grusveger. I tillegg utgjør grusvegene en god del av det kommunale vegnettet og hele skogsbilvegnettet, som er større enn det offentlige vegnettet i Norge.



Figur 52. En flott grusveg, verd å ta vare på. Nasjonal turistveg, sideveg til E10 Lofoten.  
Foto: Jarle Wæhler

Et estimat viser at kostnadene til drift og vedlikehold (høvling, grusing, grøfterensk) vil øke med ca 20 % på grunn av endret klima. LCC analyser viser at det vil lønne seg å gjøre en oppgradering (forsterking og drenering) av vegnettet for å møte den fremtidige klimasituasjonen.

Anbefalingene fra 'Klima og transport' er: bruk av grovere masser i bære- /forsterkningslag, innskjerping av krav og oppfølging av grøfterensk, fokus også på fjellgrøfter/nabber som kan lede vann inn i vegkroppen, fjerning av torvkanter, brøyting av grøfter på våren, nedføringsrenner og sandfang ved stikkrenner, samt stabilisering av dekket. Se Figur 53.

<p>Statens vegvesen</p> <p>Status og problemstillinger for grusvegnettet ved endret klima</p> <p>RAPPORT Teknologidivisjonen Nr. 2542</p> <p>Klima og transport</p> <p>Geo- og landskapsplan Dato: 2008/11/01</p>	<h3><u>Status og problemstillinger for grusvegnettet ved endret klima</u></h3> <p><b>- Per Otto Aursand, Statens vegvesen, Ivar Horvli, Via Nova, Joralf Aurstad, Statens vegvesen</b></p> <p>Rapporten gir status for tilstand på grusvegnettet i dag og definerer problemstillinger og konsekvenser ved endret klima. Denne første rapporten er i all hovedsak begrensa til fylkesvegnettet, men resultatene fra arbeidet kan også overføres til det kommunale og private vegnettet.</p> <p>I rapporten er det utført et første estimat over mulig effekt av klimaendringer for grusvegnettet og gitt anbefalinger for tiltak og videre arbeid.</p>
<p>TEK-rapport nr 2542, 39 sider ISSN: 1504-5005 November 2008</p>	

Figur 53. Prosjektrapport med vurdering av grusvegers kår i endret klima

### 7.5.3 Veger med bituminøst dekke

'Klima og transport' har utført en beregning av forventet tilstandsutvikling for vegdekker på norske riks- og fylkesveger (vegnett før 2010). Beregningen var basert på data i NVBD og klimatiske data for perioden 2000-2008 og estimerte data for perioden 2070-2100. Arbeidet startet med en undersøkelse av egnede datamodeller for arbeidet. Beregningsprogrammet Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide (M-E PDG), versjon 1.100 fra FHWA i USA, ble vurdert som best egnet, bl.a. fordi de fleste faktorer som er sentrale i arbeidet med klimaendringer og nedbrytning inngår i beregningsforutsetningene. M-E PDG ble også brukt i Vegkapitalprosjektet [38]. Valg av programmet er beskrevet i prosjektrapport TEK 2520.

Klimadata for beregningen var utviklet med utgangspunktet i målinger gjort i perioden 2000-2008. Nedbørsdataene er gitt en prosentvis økning og temperaturen ble modifisert ved hjelp av en lineær regresjon. For noen klimastasjoner ble det konstatert at målte data for 2000-2008 overskred data fra klimaprojeksjoner beskrevet i Klima i Norge 2100. Dette arbeidet kom i gang før «Klima i Norge 2100» ble publisert og prosjektet fikk hjelp av met.no til utarbeidelse av et kart der vegnettet er delt inn i 17 klimaendringssoner.

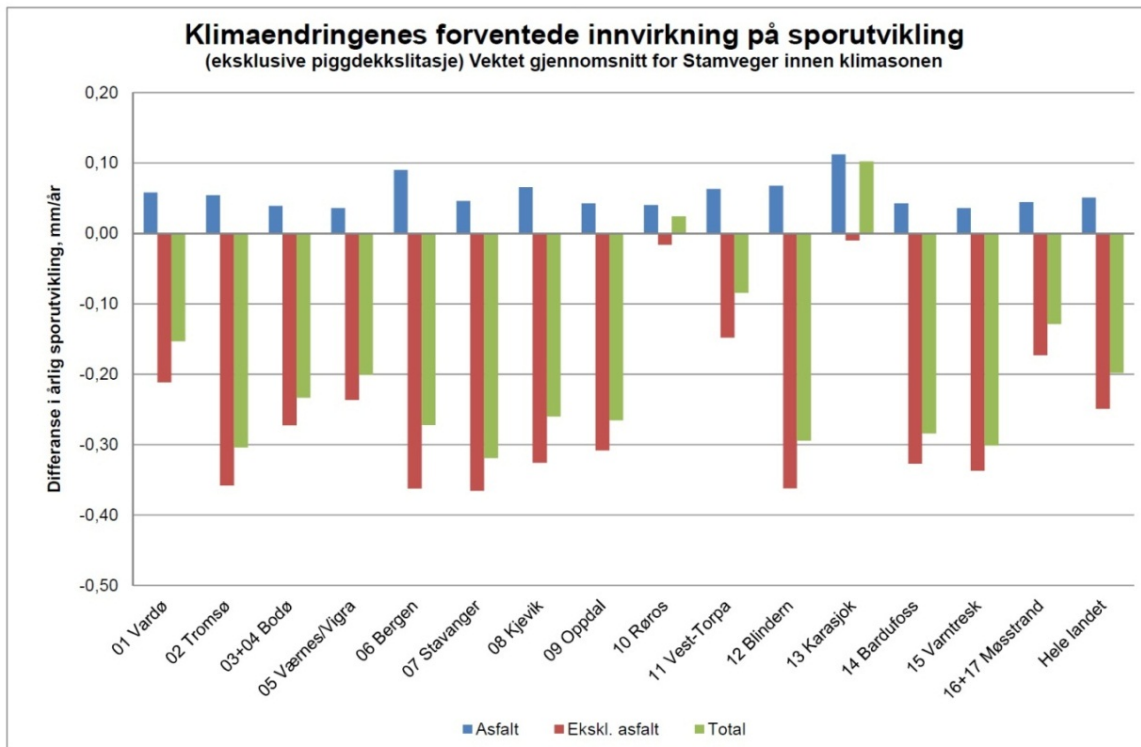
Trafikkdata ble hentet fra NVDB med noen modifikasjoner for tungtrafikkens sammensetning.

Vegnettdata ble hentet fra dekkeregisteret i NVDB og Oppgravingsregisteret. Det er store variasjoner i oppbygning av vegnettet. For hver klimasone ble vegnettet delt opp i typiske overbygninger basert på: 4 ÅDT-grupper, bæreevnegrupper for undergrunn og tilstedeværelse av telefarlige lag i overbygningen. Beregningene er kalibrert ut fra registrert tilstandsutvikling for 10 oppfølgingsstrekninger i Norge. Det meste av tilpasningene bygger på arbeider gjennomført som en del av Vegdirektoratets Vegkapitalprosjekt [38].

Modelleringen ble først gjort på en prøvestrekning i E136 og siden for riks- og fylkesvegnettet. Dette ble rapportert i to prosjektrapporter, se Figur 55.

Resultatene viser betydelige variasjoner, noe som er et uttrykk for kompleksiteten av de forhold man har i en vegoverbygning. Ved å variere én parameter og holde alle andre konstant kan man se på effektene av de enkelte parameterne:

- Økt temperatur gir økt deformasjon i bituminøse materialer, men påvirker ikke deformasjon i grunnen og de granulære lag direkte. Reduserte frostmengder medfører høyere teleløsningsbæreevne.
- Økt nedbør påvirker ikke deformasjon i bituminøse materialer, og den beregnede innvirkning på deformasjon i grunnen og de granulære lag er vesentlig mindre enn antatt
- Variasjoner mellom klimasonene: generelt høyere deformasjoner i asfaltlaget, med unntak i kyststrøkene i Nord-Norge. For grunnen og granulære lag er deformasjonene imidlertid mindre (2070-2100). Forskjeller mellom klimastasjonene er små, men noe avhengig av bæreevnegruppe. Denne tendensen er tydeligst for klimastasjoner i Nord-Norge og i innlandet i Sør-Norge. Minimale forskjeller for kyststrøkene på Vestlandet.
- Mengden tungtrafikk har stor innvirkning på beregnede endringer i sporutviklingen på grunn av deformasjoner i asfaltlagene. Dette skyldes for det meste økningen i dekketemperatur i sommermånedene.
- Variasjoner i grunnforhold gjenspeiles på den generelle reduksjonen i sporutviklingen i endret klima – endringene synes å være størst for bæreevnegruppe 6 (leire/silt, T4). Man merker positiv effekt av mindre frost og telehiv.
- Styrken på overbygningen har nærmest ingen påvirkning på beregnet effekt av klimaendringer på sporutvikling, med unntak av de svakeste overbygningene.
- Telefarlige materialer i overbygningen har en markert innvirkning på forventet sporutvikling, mer enn 0,1 mm/år. Effekten av materialets telefarlighet på klimaendringers påvirkning synes imidlertid å være minimal i forhold til andre faktorer.



Figur 54. Klimaendringenes forventede innvirkning på sporutvikling, i 17 klimaendringssoner. (Klimasonene kan ikke sammenlignes med hverandre i denne figuren, da andre viktige påvirkningsparametere som trafikkmengde, vegens oppbygning, etc. inngår i grunnlaget.)

### Deformasjoner i asfaltlaget

På grunn av forventet økning i lufttemperaturene og **vegdekketemperaturene om sommeren** får man en økning i sporutviklingen på grunn av deformasjoner i asfaltlagene for vegnettet i alle klimastasjoner. Et vektet gjennomsnitt for hele Riks- og fylkesvegnettet viser en økning i årlig sporutviklingen i størrelsesorden 0,05 mm per år. Det meste av endringene i deformasjoner finner sted i de øverste deler av asfaltlagene. Temperaturøkningene er størst om sommeren. Dette innebærer at det er mulig å redusere effekten av klimaendringene ved å bruke hardere bindemidler i asfaltdekkene i det fremtidige dekkevedlikeholdet. Med en gjennomsnittlig dekkelevetid på 12-14 år vil man ha gode muligheter for å ta i bruk dette virkemiddelet for hele vegnettet. I dette inngår også at de veger hvor sporutvikling på grunn av deformasjoner i asfaltlagene er størst, også har mest trafikk og kortest gjennomsnittlig dekkelevetid.

Det er vanskelig å trekke entydige konklusjoner for klimaets innvirkning på sporutviklingen på grunn av **piggdekkslitasje**. Våt asfalt slites mer enn tørr asfalt, gjennomsnittlig forhold er antatt å være i størrelsesorden 2,0. Dette indikerer en økning i sporutvikling på grunn av piggdekkslitasjen. På den annen side vil mildere vintre sannsynligvis føre til mindre piggdekkbruk, færre bruker piggdekk og de brukes i kortere deler av vinteren. Det er antatt at klimaendringene i seg selv er av underordnet betydning for piggdekkslitasjen på det norske vegnettet, sett i forhold til andre faktorer som innvirker på piggdekkslitasjen. Eventuelle endringer i strategien for vinterdriften, samt tiltak for å redusere piggdekkbruken, har sannsynligvis langt større betydning enn de forventede klimaendringer.

## Deformasjoner i granulære lag og grunnen

Sporutvikling på grunn av deformasjoner i **de granulære lag i vegoverbygningen og i grunnen** viser generelt en reduksjon i forventet årlig sporutvikling på grunn av klimaendringene. For hele riks- og fylkesvegnettet er vektet gjennomsnitt en redusert sporutvikling i størrelsesorden 0,20 mm/år. Denne reduksjonen kan forenklet forklares ved at effekten av mindre frostmengde om vinteren er større enn effekten av mer nedbør på beregnet årlig sporutvikling. I tillegg vil en reduksjon i antall dager hvor temperaturen veksler rundt 0 °C gi mindre problemer med lokale teleløsninger gjennom året.

En reduksjon i sporutviklingen på ca 0,20 mm/år tilsvarer en besparelse i årlige kostnader til dekkevedlikeholdet i størrelsesorden 150 – 200 mill kroner per år forutsatt at sporutviklingen er den tilstandsparameter som bestemmer dekkefornyelsen på en dominerende del av vegnettet i Norge (ca. 60 %) og at vedlikeholdsstandarden overholdes.

**Arbeidet på vegger med bituminøst dekke konkluderer med at endringene** i klima vil ikke medføre store *endringer* i tilstandsutviklingen i forhold til i dag. Hovedårsaken til dette er den positive effekten av mindre frost og telehiv er generelt større enn den negative effekt av mer nedbør. For hele riks- og fylkesvegnettet samlet gir klimaendringene:

- en gjennomsnittlig reduksjon i forventet sporutvikling i størrelsesorden 0,2 mm/år
- en økning i dekkelevetiden i størrelsesorden 13 – 16 %.

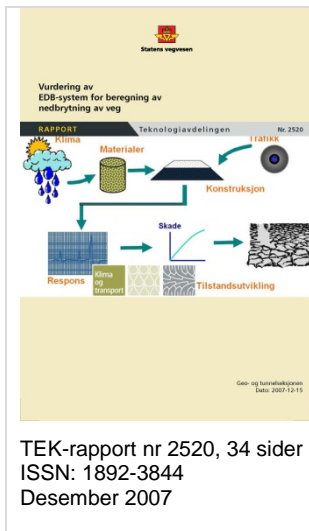
Dette må anses som en betydelig økning i dekkelevetid. Den tilsvarer en besparelse i dekkevedlikeholdskostnadene på 150 – 200 mill. kroner per år.

Det er viktig å ta hensyn til at konklusjonene over er basert på beregninger gjennomført ved hjelp av beregningsprogrammet M-E PDG fra USA. Selv om det er lagt vekt på å få modellene i programmet kalibrert til norske forhold, er det mange usikkerheter knyttet til selve kalibreringen og vurderingene av de materialeegenskaper som er benyttet i analysene.

Effekten av en endring i dybden til grunnvannstanden er behandlet separat og isolert fra de andre påvirkningsfaktorer. Økning i de årlige kostnader til dekkevedlikeholdet på riks- og fylkesvegnettet i Norge beregnet til 30 mill kroner per år ved en økning i gjennomsnittlig grunnvannstanden på 0,10 meter. En dominerende del av sporutviklingen finner sted i løpet av våren. Av den grunn må man anta at endringen i dybde til grunnvannstanden om våren er bestemmende for den årlige sporøkningen. En reduksjon i dybde til grunnvannstanden i størrelsesorden 25 mm kan antas å være representativ for gjennomsnittet på det norske vegnettet. Dette gir da en økning i dekkevedlikeholdskostnadene på ca. 0,8 %, noe som tilsvarer ca. 10 mill kroner per år.

Som for bruer og stikkrenner, har også kunnskapen om klimaendringers påvirkning på veg blitt sammenfattet i prosjektets anbefaling til ROS-analyser for vegoverbygninger med hensyn til klimapåvirkning. Se oversikt over ROS-rapport i Figur 61.



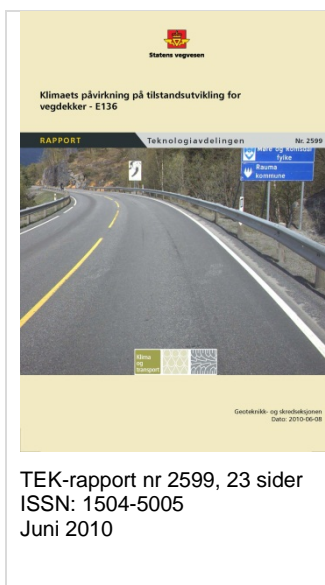


TEK-rapport nr 2520, 34 sider  
ISSN: 1892-3844  
Desember 2007

## Vurdering av EDB-system for beregning av nedbrytning av veg

### - Ragnar Evensen, Via Nova Plan og Trafikk AS

Denne rapporten har som mål å vurdere en del alternative modeller for tilstandsutvikling med hensyn på modellens egnethet til å studere hvordan klimaendringer innvirker på vegkroppens nedbrytning. Dersom det skal være mulig å få gjennomført analyser og presentert resultater i løpet av perioden på fire år, blir det viktig i størst mulig grad å anvende mest mulig komplette og tilgjengelige modeller for estimering av tilstandsutviklingen. Anbefalingen var AASHTO 2002 Design Guide. Noe arbeid må legges i kalibrering av modeller til norske forhold, evt. spesielle tilpasninger. I tillegg ville analysene måtte suppleres med spesielle beregninger at tilstandsutviklingen på grunn av piggdekkslitasje, f.eks. ved hjelp av prognosemodellene fra VTI, evt. justert til norske forhold.

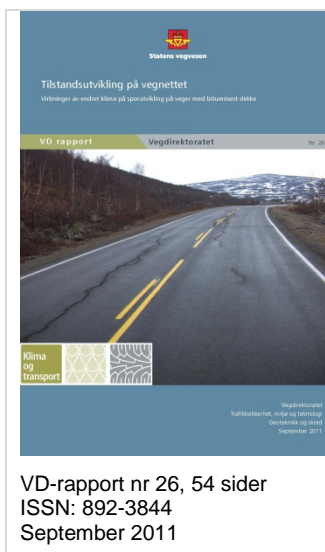


TEK-rapport nr 2599, 23 sider  
ISSN: 1504-5005  
Juni 2010

## Klimaets påvirkning på tilstandsutvikling for vegdekker - E136

### - Ragnar Evensen, Via Nova Plan og trafikk AS

Ved hjelp av beregningsprogrammet M-E PDG har man analysert den sannsynlige innvirkning av klimaendringer fra perioden 2000-2008 til 2070-2100 på tilstandsutviklingen for Ev 136. Analysene er begrenset til utviklingen av spordybde på grunn av deformasjoner i asfaltlagene, i de granulære lagene og i grunnen. I tillegg er piggdekkslitasje vurdert ved hjelp av "Prognosmodell för beläggningsslitage" utviklet av VTI. Sporutviklingen på grunn av deformasjoner i asfaltlagene viser generelt en svak økning på grunn av de forventede temperaturendringer. For sporøkningen som en følge av deformasjoner i grunnen og i de granulære lag er forholdene noe mer uoversiktlige. De forventede klimaendringer inkluderer en reduksjon i frostmengdene og telehiv, med tilhørende reduksjon i sporutviklingen i teleløsningsperiodene. Denne positive effekten er større enn den negative effekten av økt nedbør.



VD-rapport nr 26, 54 sider  
ISSN: 892-3844  
September 2011

## Tilstandsutvikling på vegnettet

### Virksomheter av endret klima på sporutvikling på veger med bituminøst dekke

### - Ragnar Evensen, Via Nova Plan og trafikk AS

Rapporten inneholder beregninger og vurderinger av forventet endring i det norske vegnettets tilstandsutvikling som følge av endret klima. For hele riks- og fylkesvegnettet samlet gir klimaendringene en gjennomsnittlig reduksjon i forventet sporutvikling i størrelsesorden 0,2 mm/år, noe som tilsvarer en økning i dekkelevetiden i størrelsesorden 13 – 16 %. Dette må anses som en betydelig økning i dekkelevetid. Den tilsvarer en besparelse i dekkevedlikeholdskostnadene på 150 – 200 mill. kroner per år. En reduksjon i dybde til grunnvannstanden i størrelsesorden 25 mm, som kan antas å være representativ for gjennomsnittet på det norske vegnettet, vil gi en økning i dekkevedlikeholdskostnadene på ca. 0,8 %, noe som tilsvarer ca. 10 mill. kroner per år.

Figur 55. Prosjektrapporter om tilstandsutvikling av veger med bituminøst dekke

## 7.6 Konsekvenser for vinterdrift

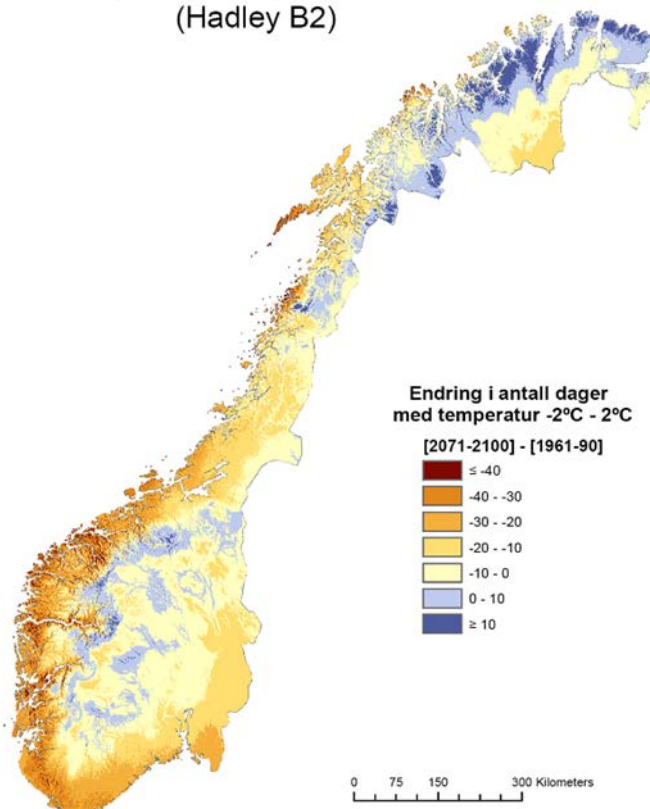
Informasjon om virkningen av klimascenarier i et langt perspektiv (20, 50 eller 100 års) kan kun indikere hvordan behov for og krav til vinterdrift vil endre seg, i tillegg til å gi premisser for videre forskning. For vinterdrift skal tilpasning til endret klima skje først og fremst i form av *økt fleksibilitet* med hensyn til ekstreme vær-situasjoner.

### 7.6.1 Vinterutfordringer i endret klima

Endringer i temperatur, nedbør og vind vil ha konsekvenser for både trafikanter og vegeieren. I enkelte områder kan trafikantene få periodevis lavere standard på veien uansett hvilke funksjonskrav vi stiller og hvordan vi følger dem opp. Det kan være dårligere regularitet, hyppigere vinterstenging og nedsnødde alternative ruter. Endringer i temperatur, nedbør og vind vil også ha konsekvenser for investeringer, kontrakter og kostnader.

Endringer i snø- og vindforhold kan medføre behov for økt brøyteinnsats og lengre perioder med dårlig fremkommelighet eller nedsatt trafiksikkerhet i områder som opplever flere og større snøfall, i tillegg til å endre forutsetninger for snøskred. Forringet dreneringsfunksjon vil skape behov for bedre rensk av kulverter m.m. Noen steder med tidligere stabile vinterforhold kan få mer varierende vær med mye 0-føre. Det vil da oppstå større behov for salting på disse stedene, se Figur 56. Varmere vinterklima vil dermed kunne øke utstrekningen av områder som ikke egner seg for friksjonsbedrende tiltak uten bruk av salt. Dette medfører økt bruk av salt med tilhørende økonomiske og miljømessige kostnader.

Endring i antall dager med nullføre  
(Hadley B2)



Figur 56. Endring i antall dager med nullføre mellom referanseperioden 1961-1990 og 2071-2100, fra prosjektrapport «Vinterdrift i endret klima», Figur 57

I første delen av dette århundre er det sannsynlig at økte nedbørmengder også gjenspeiler seg i økt snømengde, spesielt i høyfjellet. Mot slutten av dette århundre vil temperaturøkning gjøre seg gjeldende og vi vil se en reduksjon i snømengden, også i fjellet. Mer snø medfører generelt hyppigere stenging og kolonnekjøring på høyfjellsveger, i tillegg til økt skredfare. Dette er spesielt viktig i forbindelse med usikkerhet om endringer i forekomst av høye vindstyrker. Mye tider på at vindstyrke vil kunne øke selv om klimamodellene har generelt høyere usikkerhet på dette området enn de har for andre værparametere.

Det spesielle med vinterdrift og klimaendringer (i forhold til de fleste andre oppgaver i 'Klima og transport') er at det er nærforestående værforhold som man forsøker å tilpasse seg til og ikke de langsiktige prognoser for klimaendringer. Dette medfører at tilpasning går i retningen av gradvise endringer i dagens situasjon.

'Klima og transport' har hatt en begrenset aktivitet på dette feltet. Årsaken til dette er manglende kapasitet, dog på grunn av andre prosjektaktiviteter i Statens vegvesen, med delvis sammenfallende mål og interesser. Det er FOU 'Indre Romsdal' [30] og 'Kompetanseutvikling drift og vedlikehold'<sup>39</sup>. Samme fagmiljøet har også gitt innspill til revisjon av håndbok 111 'Standard for drift og vedlikehold' på punkter viktige for vinterdrift<sup>40</sup>.

Oversiktsrapporten «Vinterdrift i endret klima» (se Figur 57) sammenfatter prosjektets erkjennelser og konklusjoner vedrørende effekten av klimaendringer og vinterdrift på tre arbeidsområder.

- Strategi, standardkrav og kontraktsforhold: Tiltak går ut på å redusere eller begrense risiko som kommer av usikkerheten skapt av klima med store variasjoner. Målet er fleksibilitet i kontrakter, for eksempel med flere men mindre entreprenører og driftsstrekninger. Det er gjort en del endringer i den retningen i ny håndbok 111 «Standard for drift og vedlikehold» [40].
- Trafikkberedskap, overvåking og trafikantinformasjon: Store muligheter ligger i innføring og bruk av ny teknologi, bl.a. kartportal FøreVar, dynamisk værdatainformasjon Vegvær (se 5.4 og 7.2), variable trafikkskilt og metoder for kunstig utløsning av snøskred. Og i innføring av «gammel» teknologi: rutiner som støtter under lokalkunnskapen gjennom faktiske observasjoner og registreringer av været.
- Dimensjonering av utstyr, metoder og tiltak for å opprettholde fremkommelighet: Klimaendringer vil trolig ikke skape helt nye utfordringer. De fleste områder vil sannsynligvis bli utsatt for samme type utfordringer men endret over tid, som gjør at innsatsbehovet vil endre seg. Det antas at kunnskapsspredning og tilpasning av den praktiske utførende delen av arbeidet blir ivaretatt gjennom den fortløpende utviklingen innenfor faget.

Konsekvenser av klimaendringer for vinterdrift vil variere ulike steder i landet. Den langsiktige effekten av klimaendringene vil kunne kreve endret organisering av vinterdriften mens utvikling av tekniske metoder og tiltak vil bli lite påvirket av klimaendringene. Tilpasning skal derfor først og fremst skje i form av økt fleksibilitet med hensyn til ekstreme vær-situasjoner.



To viktige forhold er dog ikke omfattet av rapporten. Det er (1) endringer i frekvens av ekstreme vindstyrker eller ekstreme snøfallsmengder og (2) endring i antall dager med lave temperaturer som ikke er egnet for salting, dvs. lavere enn omtrent -6°.

## 7.6.2 Veger og drivsnø

Prosjektrapport «Veger og drivsnø» (se Figur 57) er prosjektets forslag til håndbok i Statens vegvesens håndboksystem. Den inneholder en bred gjennomgang og anbefalinger vedrørende nødvendig datagrunnlag og forundersøkelser, lokalisering og utforming av vegen, utbedring av eksisterende veg og konstruktive tiltak utenfor vegen, samt drift av drivsnøutsatte veger.

Vedrørende utforming av vegen er det gitt anbefalinger om kriterier og utforming av fresfelt samt utforming av fyllinger, skjæringer, kryss, rasteplasser og tunnelportaler og overbygg for å redusere effekten av drivsnø. Tilsvarende tiltak er også beskrevet for eksisterende veg, inklusivt tilpasninger i terrenget og planting /fjerning av skog. De viktigste konstruktive tiltak utenom vegen gjelder snøskjermer og planting av leskog. Anbefalinger til drift gjelder trafikkregulering og oppmerking av vegen og informasjon til trafikanten.

Håndbok 017 Vegutforming<sup>41</sup> vil i sin nye utgave av 2013 stille krav til at klimaforhold tas med i kriteriene for plassering av vegen, deriblant hensyn til drivsnø. Se innspill til håndbok 017 i Vedlegg 1.

	<p><b><u>Vinterdrift i endret klima</u></b></p> <p><b>- Skuli Thordarson, Vegsýn, et al.</b></p> <p>Rapporten inneholder en oversikt over de mest sannsynlige konsekvensene som klimaendringene kan ha for vinterdriften, i tillegg til å gi råd om klimatilpasning og datainnsamling. De viktigste konklusjonene er at tilpasning bør først og fremst være i form av økt fleksibilitet og beredskap til å møte ekstreme vær-situasjoner. Tilpasning av vinterdrift til endret klima antas å kunne utvikles gradvis, i og med at tidsperspektivet for klimaendringene er mye lenger enn kontraktperioder og investeringer i vinterdrift.</p>
<p>SVV-rapport nr 74, 29 sider ISSN: 1893-1162 Desember 2011</p>	<p><b><u>Veger og drivsnø</u></b></p> <p><b>Håndbok om planlegging og drift av veger i drivsnøområder - Høringsutgave</b></p> <p><b>- Harald Norem, Statens vegvesen, Skuli Thordarson, Vegsýn, Espen Thøring, Statens vegvesen</b></p> <p>Rapporten er et høringsutkast til en håndbok med samme tittel, som 'Klima og transport' anbefaler inkludert i Statens vegvesen håndbokserie. Målsettingen med håndboken er å gi ansatte i Statens vegvesen, og andre som er engasjert i planlegging og drift av veger, et faglig grunnlag for å forstå hvordan vegene i drivsnøområdene bør lokaliseres og utformes, samt hvordan de skal driftes for å opprettholde både sikkerhet og fremkommelighet.</p>
	<p>TEK-rapport nr 2610, 81 sider ISSN: 1504-5005 November 2010</p>

Figur 57. Prosjektrapporter som omhandler vinterforhold



## 7.7 Sårbarhet og beredskap

Delprosjekt 7 'Sårbarhet og beredskap' hadde som mål å vurdere Statens vegvesens beredskapssystem og egnethet for håndtering av klimarelaterte utfordringer, forbedre metodikken for gjennomføring av risiko- og sårbarhetsanalyser og koordinere prosjektets innspill til driftskontrakter.



Figur 58. Fra «snøskreduka» i Romsdal, 2010. Foto: Norfilm

### 7.7.1 Beredskapsplaner /trinnvis beredskap

'Klima og transport' bygget på arbeidet gjort i Region midt i forbindelse med flommen i 2006. Flommen medførte store skade og menneskeliv gikk tapt. Et system for trinnvis beredskap, med Jernbaneverkets system som utgangspunkt, ble utredet og tilpasset til bruk på vegnettet.

Etter prinsippene for trinnvis beredskap vil det ved endring i værforhold skje en trinnvis opptrapping av beredskap, med type tiltak og ansvar for beslutninger definerte for hvert trinn. Det foreslås tre nivåer utover normal beredskap i kontraktsområdene:

- Gul beredskap: Tiltak: Økt aktsomhet og forberedelser
- Oransje beredskap: Tiltak: Enkelte restriksjoner/stengninger og forebyggende tiltak
- Rød beredskap: Tiltak: Omfattende restriksj./stengninger og skadebegrensende tiltak

Kartportalen FøreVar (kap 7.2.3) og trinnvis beredskap bygger på samme tilnærming med definisjon av terskelverdier, som bestemmer trinn i farevurderingen i nødvendig beredskap.

Prinsippene for trinnvis beredskap vil påvirke utforming av beredskapsplaner og kontrakter med entreprenørene. Prosjektrapport «Beredskapsplan for driftskontraktene» legger frem et forslag for byggherrens beredskapsplan for håndtering av naturfarer, se Figur 59.

I den siste tiden er det gjort store fremskritt i utvikling av kartbasert informasjon som grunnlag for driftskontrakter. Alle punkter av betydning for god drift og vedlikehold er merket på kartet, med informasjon om tidligere hendelser, utførte tiltak og risiko.

Kursing av entreprenører på driftskontrakter har pågått i flere år. Kursene var opprinnelig utformet for å forbedre beredskap mot snøskred, men har i løpet av 'Klima og transport' blitt utvidet med



mer værinformasjon og muligheter i bruken av kartportalen FøreVar. Geoteknikk- og skredseksjonen i Vegdirektoratet har ansvar for gjennomføring av kursene og utvikling av kompendiet.

Se også prosjektets forslag til tiltak som gjelder beredskap (kap. 6.3) og innspill til driftskontrakter (Vedlegg 1).

 <p>Beredskapsplan for driftskontraktene Forslag til plan for uvær og naturfare</p> <p>VD rapport Vegdirektoratet Nr. 28</p> <p>Klima og transport</p> <p>Vegdirektoratet Trafikksikkerhet, miljø og sikkerhetsprogram veitrafikk og ferdsel November 2011</p>	<h3><u>Beredskapsplan for driftskontraktene – Forslag til plan for uvær og naturfare</u></h3>
<p>VD-rapport nr 28, 16+24 sider ISSN: 1892-3844 November 2011</p>	<p><b>- Solveig Kosberg og Tore Humstad, Statens vegvesen</b></p> <p>Denne rapporten bygger på erfaringer og anbefalinger fra tidligere beredskapsarbeid i etaten og foreslår noen endringer i beredskapssystemet:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Innføring av trinnvis beredskap, der hvert beredskapstrinn ledsages av konkrete forslag til tiltak som kan utføres for å være best mulig forberedt på værforhold som kan true vegnettet.</li><li>- Konkrete endringer i mal for beredskapsplan som fører til at man tar høyde for alle typer naturfare og som gjør planene enklere å lage og bruke.</li></ul> <p>Kontrakt 1503 i Romsdalen er brukt som eksempel.</p>

Figur 59. Ny mal for byggherrens beredskapsplan bygger på prinsippene for trinnvis beredskap

## 7.7.2 Risiko og sårbarhetsanalyser mht ugunstige værforhold

Tidlig i prosjektets forløp ble det avklart at 'Klima og transport' skulle begrense seg til utredning av effekter og tilpasningsbehov og utvikling av beslutningsgrunnlag. Selve gjennomgang av vegnettet med tanke på kartlegging av sårbarhet i forhold til endret klima skulle dekkes av linjeoppgaver.

Høsten 2009 ble det formalisert samarbeid mellom 'Klima og transport' og SAMROS (prosjekt for overordnet risiko- og sårbarhetsanalyse i samferdselssektoren bestilt av Samferdselsdepartementet). I Vegvesenet hadde prosjektet som mål å utrede sårbarhet på vegnettet mot alle hendelser som kan føre til redusert fremkommelighet/stengning av vegen. Det ble tidlig lagd en enkel veiledning fra «Klima og transport» til vurdering av værrelaterte hendelser i SAMROS-sammenheng. Dette ble senere fulgt opp fra 'Klima og transport' med fire veiledere:

- ROS-analyser av vegnettet mht klima – Prosessveileder
- ROS-analyser av bruer mht værrelaterte hendelser
- ROS-analyser av stikkrenner mht. værrelaterte hendelser
- ROS-analyser av vegoverbygning mht værrelaterte hendelser

Prosjektrapport «ROS-analyser av vegnettet mht klima – Prosessveileder» er prosjektets veileder for hvordan hensynet til ugunstige værforhold og endret klima kan inkluderes i risiko- og sårbarhetsutredninger i bl.a. SAMROS-sammenheng. Fokuset er på generelle prinsipper for risikovurderinger for identifisering av utsatte objekter eller strekninger mht værrelaterte hendelser. Se Figur 60.

 <p>Statens vegvesen ROS-analyser med hensyn til værrelaterte hendelser Prosessveileder VD-rapport Vegdirektoratet</p>	<h3><u>ROS-analyser av vegnettet mht klima - Prosessveileder</u></h3> <p><b>- Arne Gussiås, Statens vegvesen</b></p> <p>Rapporten er 'Klima og transport' sin anbefaling for metodikken for gjennomføring av risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS-analyser) på vegnettet med hensyn til værrelaterte hendelser. Den gir en oversikt over ROS-analysens rolle avhengig av fasen den gjennomføres i. Den gir også en oversikt av innholdet i hver av fasene i en trinnvis ROS-analyse: fra første identifisering av sårbare objekter, til spesiell ROS-analyse, som omfatter bredere vurderinger og beregninger. Rapporten er også tenkt som supplement til arbeidet med ROS-analyser av vegnettet i SAMROS-prosjektet i Statens vegvesen.</p>
<p>VD-rapport nr 29, 37 sider ISSN: 1892-3844 November 2011</p>	

Figur 60. Prosjektrapport som linker ROS-analyser i forhold til ugunstig vær med arbeidet i SAMROS-prosjektet, der risiko- og sårbarhetsanalyser av vegnettet gjennomføres i forhold til alt som kan føre til stengning av vegen

Etter en grovmasket vurdering av utsatte vegstrekninger og objekter er gjort, er det nødvendig med en nærmere utredning av utvalgte objekter på vegnettet: deres tilstand, kapasitet, fremtidig belastning osv. Her har 'Klima og transport' prioritert bruer, stikkrenner og vegoverbygning og presentert forslag til ROS-analyser av disse objekter mht ugunstig vær. For hver av disse objekttyper ser vi på risikokilder i dagens og fremtidens klima og informasjonsbehov, både informasjon om byggverkene og om klimapåkjenninger. Prosedyre for ROS-analyser er beskrevet på tre nivå: enkel, utvidet og spesiell analyse. Se ROS-rapporter i Figur 61.

 <p>Statens vegvesen Risiko- og sårbarhetsanalyser av bruer mht værrelaterte hendelser VD-rapport Vegdirektoratet s. 23 Klima og transport Vegdirektoratet Trafikksikkerhet, miljø og klimainnrettning Sensitivitet og planer Mai 2011</p> <p>VD-rapport nr 23, 31 sider ISSN: 1892-3844 Mai 2011</p>	<h3><u>ROS-analyser av bruer mht værrelaterte hendelser</u></h3> <p>- Arne Gussiås, Statens vegvesen</p> <p>Rapporten gir en anbefaling til fremgangsmåte, datagrunnlag og dokumentasjon for risiko- og sårbarhetsanalyser av bruer mht værrelaterte hendelser. Sannsynligheten for sammenbrudd eller konstruksjonssvikt som følge av flom vil generelt avhenge av opptredende hydrologiske /hydrauliske forhold, grunnens og konstruksjonens motstandsevne mot hydrauliske påkjenninger. Enkel ROS-analyse vil kunne gjøres som en kvalitativ vurdering av risiko, basert på eksisterende opplysninger som brutype, statisk system, gjennomløpsareal, geotekniske forhold, fundamenteringsløsninger osv. For utvidet analyse brukes det i tillegg informasjon fra inspeksjoner og hendelser, informasjon om bruene fra bruarkivene, samt data om nedbør eller vannføring - som gir mulighet for en enkel hydraulisk dimensjoneringskontroll og kontroll av erosjonssikring. Spesiell ROS-analyse krever mer detaljerte data – målinger og beregninger.</p>
 <p>Statens vegvesen Risiko- og sårbarhetsanalyser av stikkrenner mht værrelaterte hendelser VD-rapport Vegdirektoratet s. 24 Klima og transport Vegdirektoratet Trafikksikkerhet, miljø og klimainnrettning Sensitivitet og planer Mai 2011</p> <p>VD-rapport nr 24, 22 sider ISSN: 1892-3844 Mai 2011</p>	<h3><u>ROS-analyser av stikkrenner mht værrelaterte hendelser</u></h3> <p>- Skuli Thordarson, Vegsyn, et al.</p> <p>Rapporten gir en anbefaling til fremgangsmåten, datagrunnlag og dokumentasjon for risiko- og sårbarhetsanalyse av stikkrenner (kulverter) mht værrelaterte hendelser. Enkel ROS-analysen er en vurdering av robusthet på grunnlag av eksisterende data: skader, reparasjoner, setninger, erosjon, alder, massetransport, terrenget, kunnskap om manglende driftsrutiner /oppfølging. Den utvidede ROS-analysen innebærer tilstandskontroll ved befaring, kapasitetsberegning av stikkrenne eller kulvert og forenklete dimensjonerende flomberegninger for det aktuelle nedbørfeltet. Den spesielle ROS-analysen gjennomføres når det hersker tvil om kvaliteten på inngangsdata eller at klima og klimaendringer antas å kunne ha stor innvirkning på vannføringen.</p>
 <p>Statens vegvesen Risiko- og sårbarhetsanalyser av vegoverbygning mht værrelaterte hendelser VD-rapport Vegdirektoratet s. 25 Klima og transport Vegdirektoratet Trafikksikkerhet, miljø og klimainnrettning Sensitivitet og planer Mai 2011</p> <p>VD-rapport nr 25, 27 sider ISSN: 1892-3844 Mai 2011</p>	<h3><u>ROS-analyser av vegoverbygning mht værrelaterte hendelser</u></h3> <p>- Ivar Horvli, Statens vegvesen</p> <p>Rapporten gir en systematikk og prosedyre for ROS-analyser for vegoverbygning med hensyn til klimapåvirkning. Effekt av klima for vegoverbygning vil normalt vise seg i form av økonomiske konsekvenser (reduert levetid) og konsekvenser for fremkommelighet (f.eks. ved redusert bæreevne i vårløsningen eller på grunn av for dårlig kapasitet på grøftesystemet). Bare i helt ekstreme tilfeller kan dette gi utslag i redusert trafiksikkerhet, f.eks. ved unormalt rask utvikling av større skader på vegen i form av hull eller andre markerte ujevnheter, eventuelt sammenbrudd av et parti av vegen. I enkelte tilfeller kan konsekvensene være miljømessige (utvasking og forurensning av vassdrag ved unormalt rask nedbryting av lokale deler av vegen).</p>

Figur 61. Prosjektets «ROS-rapporter» oppsummerer kunnskap fra hele prosjektet og anbefaler metodikk for risiko- og sårbarhetsanalyser av bruer, stikkrenner og vegoverbygning.

## 8 INFORMASJON FRA PROSJEKTET

Arbeidsfeltet til 'Klima og transport' griper inn i Statens vegvesens daglige oppgaver på alle fagfelt som skulle dekkes av prosjektet. Derfor var det spesielt viktig å informere om prosjektets foreløpige resultater og konklusjoner underveis.

En kontaktliste ble opprettet med fagpersoner fra Statens vegvesen, forskningsmiljøene, konsulenter, fagpresse m.m. Nyhetsbrev og invitasjoner til informasjonsdager ble sendt til denne kontaktlisten.

Fem informasjonsdager ble arrangert i løpet av prosjektet:

- 29. mars 2007, Oppstartseminar for 'klima og transport';
- 6. mars 2008, "Den ubehagelige usikkerheten", seminar med tema usikkerhet og håndtering av usikkerhet i klimatilpasning;
- 31. Mars – 1. April 2009, "Road Owners Getting to Grips with Climate Change" internasjonalt seminar i samarbeid med nettverket fra ERA-NET Road;
- 13. oktober 2010, Informasjonsmøtet for 'Klima og transport', som en del av Statens vegvesens arrangement "Teknologidagene";
- 10. mai 2011, Sluttseminar for prosjektet.

Program og presentasjoner fra informasjonsdagene kan lastes ned fra [prosjektets nettsider](#).

Prosjektets foreløpig anbefalinger til klimatilpasningstiltak formulert på grunnlag av gjeldende kunnskap ble sammenfattet årlig i interne notater til styringsgruppen, "implementeringsnotater". Hvert notat bygget på sin tidligere utgave. Implementeringsnotatene er også grunnlag for denne rapporten. Notatene er å finne i Statens vegvesens dokumentarkivsystem [29].

På prosjektets internettside [www.vegvesen.no/klimaogtransport](http://www.vegvesen.no/klimaogtransport) er det mulig å laste ned:

- filmer med informasjon om prosjektet
- prosjektrapporter
- dokumenter fra informasjonsdager: programmer, presentasjoner

## 9 PROSJEKTER ETTER 'KLIMA OG TRANSPORT'

Her er noen oppgaver og prosjekter som tilhører tiden etter 'Klima og transport' men som var helt eller delvis motivert av funnene i 'Klima og transport'.

### Beregning av kostnader for gjennomføring av tiltak fra 'Klima og transport'

En naturlig oppfølging av forslagene til klimatilpasningstiltak formulert i 'Klima og transport' er å anslå kostnadene for deres gjennomføring. Selv om det var klart at det ikke var mulig å gi et uttømmende og sikkert svar på dette spørsmålet, ble en utredning av kostnadene gjennomført som eget oppdrag etter avslutning av 'Klima og transport'. Rapporten «Kostnader av klimaendringer - Behov for tilpasning og foreslåtte tiltak»<sup>42</sup>, utarbeidet av Via Nova Plan og trafikk AS og Aas Jakobsen AS kom ut i april 2013, se Figur 62.

Vurderingene i denne rapporten er begrenset til de foreslåtte klimatilpasningstiltak som har klare kostnadskonsekvenser, og som innebærer helt konkrete tiltak.

Tiltakene er inndelt i fire hovedgrupper

- Tiltak på overordnet nivå
- Tiltak relatert til vegstrekninger
- Tiltak rettet mot antatt flomutsatte broer
- Tiltak rettet mot stikkrenner

Innenfor hver av disse hovedgruppene har man vurdert tiltak knyttet til planlegging og bygging av nye vegger og til drift og vedlikehold av eksisterende vegnett.

 <p>Kostnader av klimaendringer Rapport for planlegging og bygging</p> <p>STATENS VEGVESENS RAPPORT NR 213</p>	<h3><u>Kostnader av klimaendringer – Behov for tilpasning og foreslåtte tiltak</u></h3> <p>- R. Evensen, Å. Holen og A. Mahle, ViaNova Plan og trafikk AS og T. Østmoen, Dr.Ing A. Aas-Jakobsen AS</p> <p>Rapporten diskuterer kostnadene ved en del av klimatilpasningstiltak foreslått i Statens vegvesens FoU prosjekt 'Klima og transport'.</p> <p><i>Tiltak på overordnet nivå</i> innebærer at flere og utvidete hensyn må tas for trasévalg, linjepålegg, lokalisering og utforming.</p> <p><i>Tiltak relatert til vegstrekninger</i> kommer av krav til større robusthet, utbedringer av manglende robusthet og utvidede krav til drift og vedlikehold.</p> <p><i>Flomutsatte bruer</i> vil, spesielt med tanke på erosjonssikring, kreve ekstra ressurser for vedlikeholdstiltak, reparasjon og utbedring.</p> <p>Til slutt kostnader for tiltak for sikring av tilstrekkelig kapasitet og vedlikehold av <i>stikkrenner</i> vurdert.</p> <p>Rapporten gir en oversikt over de viktigste kilder til kostnader, men også illustrerer informasjonsbehov for en mer detaljert kostnadsberegning.</p>
<p>SVV-rapport nr 213, 60 sider ISSN 1893-1162 April 2013</p>	

Figur 62. Rapport av april 2013 som beregner kostnader av tiltakene foreslått i 'Klima og transport'

Et estimat av kostnadene knyttet til endret dekkelevetid pga sporutvikling ble gjort som en del av delprosjekt 5, se 7.5.3.



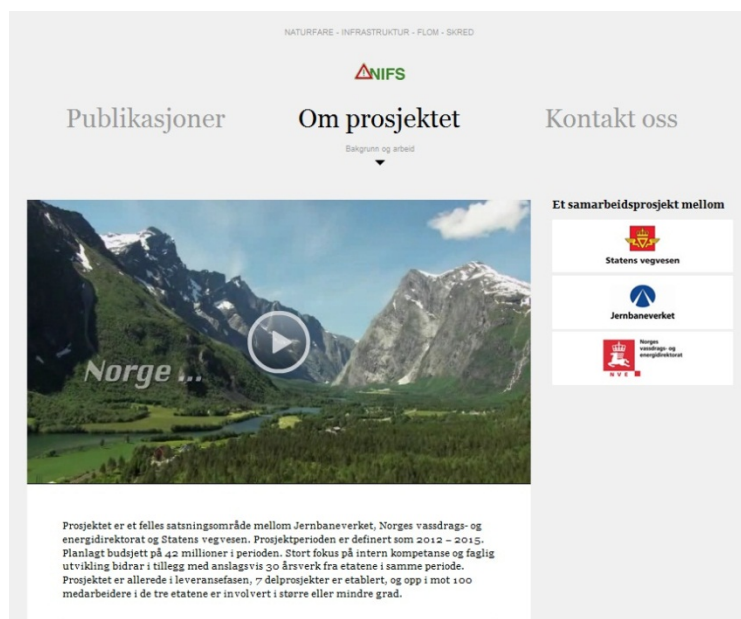
## Skredvarsling, [www.varsom.no](http://www.varsom.no)

Gjennom arbeidet med utvikling av kartportalen FøreVar var samarbeid mellom Statens vegvesen (Region midt) og NVE allerede etablert. I løpet av 'Klima og transport' ble samarbeidet forsterket og har vært grunnlaget for en rask utvikling og utprøving av kartportalen FøreVar, spesielt i sammenheng med skredvarsling. Kartportalen FøreVar har endret navn til [www.xgeo.no](http://www.xgeo.no).

## Naturfare - Infrastruktur, flom og skred (NIFS)

I tillegg til kartportalen nevnt over, ble vi i løpet av 'Klima og transport' mer oppmerksomme på viktigheten av samarbeidet med NVE for å få tilgang til kunnskap og data om avrenning og flom. Jernbaneverket delte dette behovet. Også NTP-arbeidet med utredning av klimatilpasningsbehov bekreftet likheter mellom Statens vegvesen og Jernbaneverket.

Det var klart at samarbeidet mellom Statens vegvesen, Jernbaneverket og NVE var viktig for alle parter og at en mer etablert samarbeidsform kunne bære frem resultater på flere områder enn klimatilpasning. Dette var grunnlag for planlegging av et felles FoU program. Det fireårige FoU programmet 'Naturfare – Infrastruktur, flom og skred' startet i 2012. Mer informasjon om programmet er å finne på [www.naturfare.no](http://www.naturfare.no).



Figur 63. Nettsiden for «Naturfare – Infrastruktur, flom og skred», [www.naturfare.no](http://www.naturfare.no)

## Håndtering av vann i Statens vegvesen

Alle oppgaver som har med vannhåndtering å gjøre har fått større oppmerksomhet og krever en satsing fra Statens vegvesens side.

Kunnskap om 'vann på veg' fikk bare større og større betydning etter hvert som 'Klima og transport' fremskred. Dette omfatter alt fra bedre vegplanlegging i forhold til eksisterende vannveier til håndtering av overbelastningen av dreiskonstruksjoner ved intens nedbør. Det er like viktig å ha god kontroll over miljøpåvirkning som å oppnå velfungerende drenering med tilstrekkelig kapasitet. Behovet for bedre retningslinjer har vist seg og ikke minst, behov for bedre koordinering av eksisterende retningslinjer og krav.

## 10 KONKLUSJONER

‘Klima og transport’ har vært en tidsavgrenset utredning av mulig effekt av klimaendringer på vegnettet og Statens vegvesens ansvarsområder generelt. Det var naturlig å samarbeide med Jernbaneverket da veg og bane deler de fleste utfordringer i forbindelse med klimaendringer. Med dette prosjektet har Statens vegvesen fått et bedre beslutningsgrunnlag for avgjørelser som har med klimatilpasning å gjøre. Klimatilpasningsarbeidet i Statens vegvesen er ikke avsluttet med dette prosjektet.

Prosjektets anbefalinger til klimatilpasningstiltak er formulert i **kapittel 6**, med en kort utgave i rapportens **sammendrag**. De foreslåtte tiltak deles inn i tiltak for nye veger (planlegging og prosjektering), eksisterende vegnett (drift og vedlikehold), beredskap og utvikling av kunnskapsgrunnlaget for klimatilpasning.

Konklusjonene i denne rapporten vil imidlertid bli sammenfattet på tvers av denne inndelingen og etter **tre viktige lærdommer fra prosjektet**:

### 1. Hensyn til klimaendring må tas så tidlig som mulig

Allerede i planleggingsfasen skal man sørge for at vegnettet ikke blir utsatt for unødvendig stor klimapåkjenning. Klimatiske forhold må påvirke vegens utforming og konstruksjon. Man skal ta hensyn til den antatte klimautvikling i løpet av hele konstruksjonens levetid. Det trengs bedre analysemetoder for å inkludere fremtidige vedlikeholdskostnader i beslutningsgrunnlaget.

Ved vegplanlegging er det viktig å nøye vurdere vannforhold. Vegtraséen skal tilpasses eksisterende vannveier, og situasjonen under ugunstige værforhold må tas i betraktning. Med økt fokus på håndtering av overvann vil man kunne unngå store vedlikeholds- og reparasjonskostnader.

Dimensjonering for en høyere flompåkjenning (200-års gjentakintervall) og sikring av tilstrekkelig kapasitet for vanngjennomløp (med klimafaktor) er eksempler på krav som gir mer robusthet. Den tiltenkte levetiden til byggverket må sees i sammenheng med sannsynlige endringer klimapåkjenninger i løpet av den tiden.

Samme prinsipper gjelder for planlegging av drift- og vedlikeholdsprosjekter og beredskap. Man skal legge til grunn de mest oppdaterte verdier for klimaparametere samt ta hensyn til dokumenterte og prognoserte trender. Historiske data er ikke lenger tilstrekkelig.

Driftskontrakter skal bl.a. sørge for at klimahensyn er tatt med i beskrivelsen av arbeidsoppgavene og forventede værforhold samt at bestemmelser tas på best mulig datagrunnlag. Usikkerhet vil kreve nye formuleringer. Bedre bruk av dynamiske data, bedre kartbasert informasjon og kobling mellom værforhold og beredskapstrinn vil styrke beredskap mot naturfarer.

Også ved skredsikring må man ta hensyn til fremtidige klimapåkjenninger, ikke minst ved vurdering av eksisterende sikringer og prioriteringer i eksisterende planer.

### 2. Hensyn til klimaendringer skal integreres i alle arbeidsprosesser

Integrering av klimatilpasning i alle arbeidsprosesser vil gjøre det mulig å holde takt med klimaendringer og dermed gi forutsetninger for en gradvis klimatilpasning.

Identifisering av de meste sårbare konstruksjoner og vegstrekninger er en betingelse for klimatilpasning. ROS-analyser skal gjennomføres og følges opp, og prosjektet foreslår metodikken i sine ROS-rapporter, prosjektrapporter VD23-VD25, se Figur 61. Oppfølging av SAMROS og bruk av Statens vegvesen sitt etatssystem for risikovurderinger og krisehåndtering VegCIM, vurderes som den mest effektive vegen til dette. Slikt skaffer man også et godt grunnlag for utarbeiding av langsiktige planer (NTP).

Klimatilpasningstiltak skal helst gjennomføres som en del av planlagt vedlikehold. Og omvendt: ved likehold og reparasjoner skal man ta høyde for påkjenninger slik de blir ut konstruksjonens levetid. Man skal sørge for *tilstrekkelig* kapasitet for den *resterende* levetiden til en konstruksjon eller veg.

Dette er «klimatilpasset tankegang»:

- Hvor mye *tåler* vegen /konstruksjonen?
- *Når* i fremtiden vil det bli utsatt for mer enn den tåler?
- Når er det *hensiktsmessig* å sette inn tilpasningstiltak?

Man søker en vurdering av den reelle kapasiteten av et objekt på vegnettet, tatt i betraktning objektets tilstand og dagens (og fremtidig) klimapåkjenning. Det kan være hensiktsmessig å fremstille kapasitet ved hjelp av *returperiode*. Man kan for eksempel finne ut at ei stikkrenne har kapasitet for nedbør som etter oppdatert statistikk tilsvarer en returperiode på 120 år. Man kan videre regne ut at denne kapasiteten vil i 2050 tilsvare en returperiode på kun 80 år. Det er da opp til byggherren å vurdere om denne sikkerheten er tilstrekkelig og *når* det er hensiktsmessig å sette inn tiltak. 'Manglende' sikkerhet skal tas ved hjelp av økt beredskap.

Måltrettet vedlikehold og reduksjon av forfall er en viktig del av klimatilpasning. Aktiv bruk av driftskontrakter i denne sammenheng vil på sikt gi et mer robust vegnett. Driftskontraktene må sikre preventivt vedlikehold med spesielt fokus på åpne vannveier, skredvarsling og dokumentasjon av hendelser på vegnettet. I løpet av en driftskontraktperiode bør man også ta sikte på å heve standarden på objektene som, ved ROS-analyser eller erfaringsmessig, fremstår som mest sårbare. Bedre dokumentasjon på hendelser, informasjon om utførte tiltak, mer bruk av kartbasert informasjon, generelt bedre erfaringsoverføring – alt dette er forbedringer som også vil ha påvirkning på klimatilpasning. Kursing av entreprenører på driftskontrakter, som har vært gjennomført i flere år, må inkludere kunnskap om klimaendringer slik at god kompetanse opparbeides over tid.

### 3. Tverrfaglig og tverrsektorielt samarbeid er en betingelse for klimatilpasning

Jernbaneverket og Statens vegvesen har en god del felles utfordringer i forbindelse med klimaendringer. Samarbeidet på NTP har vist at det finnes mange berøringspunkter med Avinor og Kystverket. I sitt klimatilpasningsarbeid er transportetatene imidlertid avhengig av et datagrunnlag og kunnskap som tilhører andre sektorer. Resultater fra klimaforskning blir til liten praktisk nytte uten at de tolkes og tilrettelegges for praktisk bruk. Også dette må gjøres av fagmiljøer utenfor transportsektoren, og meteorologisk og hydrologisk kompetanse står sentralt.

Det etablerte samarbeidet mellom Statens vegvesen, Jernbaneverket og NVE, om både kompetanse og data, viser seg å være nyttige i mange sammenhenger. Et konkret og viktig eksempel er skredvarslingsarbeidet som har ført til den landsdekkende varslingstjenesten [www.varsom.no](http://www.varsom.no). En videre satsing på dette samarbeidet, med styrket FoU, fremstår som et selvfølgelig mål.

Det er mye å hente i samkjøring av forskjellige databaser, spesielt samordning av værdata og videreutvikling av den nasjonale skreddatabasen [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no).

Mye kunnskap finnes i Statens vegvesens egne databaser. Dette gjelder spesielt vegdatabanken, NVDB, som med litt tilrettelegging kunne være et enda bedre verktøy i klimatilpassnings-sammenheng.

Til slutt: alt som styrker vår kunnskap om nåsituasjonen vil hjelpe oss takle usikkerhet i fremtidige forhold. Bedre måling /overvåking av klimaparametere (som korttidsnedbør og vind), bedre flomdata og analyser (spesielt for små vassdrag), bedre dokumentasjon av hendelser på vegnettet, vil gi oss et bedre grunnlag for å takle klimaendringer.

**Klimatilpassning er en langsiktig, nasjonal dugnad.**



Fv 51 Golsfjellet januar 2012, Foto: Kjell Wold

## 11 REFERANSER

---

- <sup>1</sup> NTP rapport 2002: <http://www.ntp.dep.no/2006-2015/klima.html>
- <sup>2</sup> «Virkninger av klimaendringer for transportsektoren», underlagsrapport til NTP 2010-2019, rapport fra tverrfaglig gruppe, sekretær Pål Rosland, Vegdirektoratet, 2007
- <sup>3</sup> «Klimatilpassing», underlagsrapport for NTP 2014 – 2023, rapport fra tverrfaglig gruppe, redaktør Pål Rosland, Vegdirektoratet, 2010
- <sup>4</sup> «Adaptation to Climate Change», CEDR /Thematic Domain Operation, January 2012: [http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user\\_upload/Publications/2013/T16\\_Climate\\_change.pdf](http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user_upload/Publications/2013/T16_Climate_change.pdf)
- <sup>5</sup> «CEDR's Work on Adaptation to Climate Change», paper presented at Via Nordica, 2012, Session 5-2 Road construction et.al *Climate change – Effects and road owner's adaptation* Climate change, <http://vianordica.congress.is>
- <sup>6</sup> FEHRL: [www.foreveropenroad.eu](http://www.foreveropenroad.eu) - Redefining Road Transport for the 21st Century
- <sup>7</sup> Klimameldingen Meld. St. 21(2011–2012) «Norsk klimapolitikk», Miljøverndepartementet 2012
- <sup>8</sup> [www.regjeringen.no/framtidensbyer](http://www.regjeringen.no/framtidensbyer) - et samarbeid mellom staten og de 13 største byene i Norge om å redusere klimagassutslippene – og gjøre byene bedre å bo i.
- <sup>9</sup> NOU 2010:10 «Tilpassing til eit klima i endring - Samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane», Miljøverndepartementet 2010
- <sup>10</sup> Meld.St. 33 (2012-2013) «Klimatilpassing i Norge», Miljøverndepartementet mai 2013
- <sup>11</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- <sup>12</sup> EU White paper 2009 Adapting to climate change: Towards a European framework for action (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:EN:PDF>)
- <sup>13</sup> The European Commission's White Paper from 2009 “A sustainable Future for Transport”. ([http://ec.europa.eu/transport/strategies/2009\\_future\\_of\\_transport\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/strategies/2009_future_of_transport_en.htm))
- <sup>14</sup> PEER Report no 1, 2009. Europe Adapts to Climate Change Comparing National Adaptation Strategies. ([http://www.peer.eu/publications/europe\\_adapts\\_to\\_climate\\_change/](http://www.peer.eu/publications/europe_adapts_to_climate_change/))
- <sup>15</sup> The European Commissions' White Paper from 2011 “Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system” ([http://ec.europa.eu/transport/strategies/2009\\_future\\_of\\_transport\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/strategies/2009_future_of_transport_en.htm))
- <sup>16</sup> European Climate Adaptation Platform, <http://climate-adapt.eea.europa.eu/>
- <sup>17</sup> International Strategy for Disaster Reduction, <http://www.unisdr.org/>
- <sup>18</sup> «Klima i Norge 2100», rapport for NOU 2010:10, Norsk Klimasenter, september 2009. met.no – Bjerknnessenteret – Nansensenteret – Havforskningsinstituttet – NVE
- <sup>19</sup> «Regionale klimascenarier for transportsektoren i Norge – en oppdatering», vedlegg til [2], Jan Erik Haugen og Jens Debernard, Meteorologisk institutt (2007).
- <sup>20</sup> Regional Climate Development Under Global Warming (RegClim), koordinert forskningsprosjekt for utvikling av scenarier for klimautvikling i Norden, omkringliggende havområder og deler av Arktis ved en global oppvarming, Finansiert av Norges forskningsråd, <http://regclim.met.no/>
- <sup>21</sup> Haugen, Jan Erik, Morten Køltzow og Trond Iversen, met.no (2008). Mer ekstrem nedbør og vind i Norge. Artikkel i Klima (nr 2) (Norklima).
- <sup>22</sup> NVE, Fakta 2/2008, Flomsonekartlegging, <http://www.nve.no/PageFiles/1336/Fakta%20-08%20Flomsone.pdf?epslanguage=no>



- 23 «Flaum- og skredfare i arealplanar», NVE Retningslinjer nr. 2/2011
- 24 TEK 10 “Forskrift om tekniske krav til byggverk”, Byggeteknisk forskrift, FOR 2010-03-26 nr 489:
- 25 “Hydrological projections for floods in Norway under a future climate”, NVE Retningslinjer nr. 5/2011, Deborah Lawrence & Hege Hisdal
- 26 «Hvordan ta hensyn til klimaendringer», notat fra [www.nve.no](http://www.nve.no), 19.01.2012, <http://www.nve.no/Documents/Klimaendringer%20og%20arealplanlegging%20notat%2019012012.pdf>
- 27 «Havnivåstigning - Estimerer av framtidig havnivåstigning i norske kystkommuner», DSB for Klimatilpasning Norge, September 2009
- 28 «Håndtering av havnivåstigning i kommunal planlegging», DSB for Klimatilpasning Norge, Desember 2012  
<http://www.regjeringen.no/upload/MD/Kampanje/klimatilpasning/Bilder/DSB/Havnivaaveileder.pdf>
- 29 «Anbefaling til tiltak for klimatilpasning», årlige «implementeringsnotater» fra ‘Klima og transport’, 2007 (dok.nr. 2007/047590-12), 2008 (dok.nr. 2007/047590-79), 2009 (dok.nr. 2007/047590-124) og 2010 (dok.nr. 2010/002585-024).
- 30 FoU Indre Romsdal – ref. Ivar Hol, Statens vegvesen Region midt
- 31 NVE Strategi for klimatilpasning «Klimatilpasning innen NVEs ansvarsområder – Strategi 2010 – 2014», NVE rapport 15/2010
- 32 «Veileder for erosjonssikringer av stein», Lars Jenssen, NTNU, Einar Tesaker, Tesaker vann AS, NVE Retningslinjer 4/2009
- 33 Håndbok 274 «Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger», Statens vegvesen 2012
- 34 Statens vegvesens skredstatistikk, fra <http://www.vegvesen.no/attachment/127914>
- 35 «Samfunnsøkonomisk verdi av rassikring - Noen beregninger knyttet til verdi av å unngå stengte veier», v/S. Bråthen, J. Husdal og J. Rekdal, Møreforskning, 2008 (ISBN 978-82-7830-124-1)
- 36 «Veileder for bruk av resistivitetsmålinger i potensielle kvikkleireområder», Inger-Lise Solberg, NGU rapport 2010.048
- 37 «Material and slope failure in sensitive clays», Anders Samstad Gylland, Doktoravhandling NTNU, 2012
- 38 ‘Vegkapitalprosjektet’, Etatsprosjekt i Statens vegvesen 2002-2005, <http://www.vegkapital.net>
- 39 Kompetanseutvikling drift og vedlikehold, etatsprosjekt 2007 – 2010, <http://www.vegvesen.no/Fag/Fokusomrader/Forskning+og+utvikling/Kompetanseutvikling+drift+og+vedlikehold>
- 40 Håndbok 111 «Standard for drift og vedlikehold», Statens vegvesen 2012.
- 41 Håndbok 017 «Vegutforming», Statens vegvesen 2008, ny utgave ventet 2013
- 42 «Kostnader av klimaendringer. Behov for tilpasning og foreslåtte tiltak» Ragnar Evensen, Åsmund Holen og Anette Mahle, ViaNova Plan og Trafikk AS, Trond Østmoen, Aas Jakobsen AS. Statens vegvesens rapport nr 213, april 2013.





## Vedlegg 1

Innspill til endringer  
i Statens vegvesens håndbøker



## Håndbok 017 Veg- og gateutforming

Vegens linjeføring og utforming skal ta hensyn av effekten av klima (og klimaendringer) og velges slik at risiko blir minst mulig eller lettest å håndtere.

### Forutsetninger for utforming

**Kap A.7** i 2008-utgaven lister planforutsetninger for utforming av hver enkelt delstrekning eller område av vegen.

- ✚ ‘Klima og transport’ anbefaler at “klimatiske forhold” legges til listen.
- ✚ I punkt-for-punkt omtalen foreslås følgende argumentasjon:

*Vegens utforming skal bidra til at effekten av ugunstige klima- og værforhold (inkl. ventede klimaendringer) blir begrenset, så langt det lar seg gjøre. Dette gjelder begrensnings av konsekvenser av stor vannføring /flom, skred, erosjon, store snømengder med mer.*

### Utformingskrav

I kapittelet som omtaler overordnede krav til utforming foreslår vi følgende tillegg:

- ✚ Trasévalg, høyde på vegbanen (linjepålegg) og utforming av skjæringer/skrånninger og drensssystem skal vurderes og gis nødvendig robusthet i forhold til hendelser som følge av vær- og klimaforhold, inkludert sannsynlige klimaendringer.
- ✚ Linjepålegg (bygg høyde) skal bestemmes med utgangspunkt i beregnede vannstander for 200-års flom og i tillegg en sikkerhetsmargin. I tilfeller der konsekvenser av høy flomvannstand er spesielt store (bl.a. manglende omkjøringsmuligheter) kan det være aktuelt å benytte høyere returperiode. Disse valg skal gjøres i samråd med NVE.
- ✚ Vegen skal ikke være en barriere for eksisterende vannveier. Vegen skal beskyttes mot for store mengder overvann ved å planlegge for helhetsløsninger for drenering, fordrøyningsbassenger, terrenggrøfter osv. Se håndbok 018 Vegbygging.
- ✚ Håndbok 285 Veger og drivsnø gir anbefalinger for lokalisering og utforming av veger i drivsnøområder. Dette gjelder både for planlegging av nye veger og utbedring av eksisterende veger.

### Dimensjoneringsklasser – tverrprofil og drenering

I løpet av prosjektet har det vist seg behov for nærmere utredning av behov og muligheter for dreneringsløsninger i midten av veger med 2+ felt. I profiler med lavt tverrfall, flere felts bredde og ved store nedbørmengder er det reell fare for vannplaning og dermed nedsatt trafikk sikkerhet.



## Håndbok 018 Vegbygging

Håndbok 018 «Vegbygging» kom i ny utgave i 2011. Flere av endringene i 2011-utgaven er motivert av klimaendringer og er innspill fra 'Klima og transport'.

Følgende er en oversikt over relevante endringer i 2011-utgaven. Kulepunktene inneholder forslag til kommende revisjoner.

### Dimensjonerende flom

I samsvar med NVEs 'Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein' (nr. 4/2009) er flere krav og føringer i håndbok 018 basert på 200-års returperiode for flom. Det er imidlertid behov for bedre plassering og mer eksplisitt formulering av krav i denne sammenheng.

**I kap. 26 Skråninger mot vann**, 261.1 Forundersøkelser, står det: "Normalt legges 200-års gjentaksintervall til grunn for dimensjonerende flom." Både høyere og lavere gjentaksintervaller kan være aktuelle, avhengig av omkjøringsmuligheter og vegens viktighet.

✚ Forslag til formulering: "Det skal normalt legges 200-års gjentaksintervall til grunn for dimensjonerende flom."

**I kap. 4 Grøfter, kummer og rør**, 403. Funksjonskrav og andre viktige krav, stilles det krav til minimums gjentaksintervall for *nedbør* ved beregning av dimensjonerende avrenning og flomvannstand. Gjentaksintervallet for vegen med omkjøringsmulighet er 100 år.

✚ Forslag: Samsvaret mellom kravet til 100-års nedbør i Fig 403.1 og 200-års flom i kap. 26 bør vurderes nærmere.

**Flomsikker høyde som funksjon av gjentaksintervall for flom** er ikke nedfelt i håndbok 018. Dette kravet er foreslått lagt inn i håndbok 017 "Veg- og gateutforming".

✚ Det foreslås en henvisning til 017-kravet om flomsikker høyde, både i kap. 26 og 4

### Drenering: kapasitetsberegning og dimensjonering

I beregningen av drenekapasitet ved hjelp av den rasjonelle formelen (kap. 405.4) **innføres en klimafaktor,  $K_f$** , for å ta høyde for økte nedbørmengder og usikkerheten i den sammenheng. Klimafaktorens størrelse (1,3 eller 1,4) er en funksjon av valgt returperiode som grøft/stikkrenne dimensjoneres for.

✚ Som under "Dimensjonerende flom": Samsvaret mellom kravet til 100-års nedbør i Fig 403.1 og 200-års flom i kap. 26 bør vurderes nærmere.



Tabeller for **nedbørintensitet (IVF)** som var med i tidligere 018 er tatt ut og erstattet med en anbefaling om at man oppsøker nyeste nedbørdata fra eKlima (kap. 405.4). Fremgangsmåten for bruk av eKlima er beskrevet og et eksempel på beregning av avrenning er lagt til.

- ✚ Gjennom samarbeid med met.no gjør man et forsøk på å få fortløp i oppdatering av datagrunnlaget vedr korttidsnedbør på eKlima. Det er viktig å støtte under prosjekter som gir oss et bedre datagrunnlag.

**Grøftbredde** og sideterreng ellers er regulert gjennom håndbok 231 "Rekkverksnormalen". Det er behov for samkjøring av føringer vedr grønnebredder gitt i håndbok 231 og 018.

- ✚ Det anbefales valg av større grønnebredder ved fare for store avrenningsmengder og økt fare for oppslamming. Dette av hensyn til flom- og erosjonssikring, men også til bæreevne.

### **Drenering: helhetlig planlegging, inklusivt miljøtiltak**

Anbefaling til helhetlig vurdering av vegens forhold til eksisterende vannveier og helhetlig håndtering av overvann fra veg er et av de viktigste innspillene fra 'Klima og transport'.

- ✚ Kap. 402.2 Drensplan må gjennomgås og revideres med tanke på tidlige inngrep for bedre robusthet i forhold til klima. Krav til egen plan for overvannshåndtering er lagt inn i håndbok 151.
- ✚ Fordrøyningsiltak for overvann, slik som terrenggrøfter, bassenger m.m. skal gis egen omtale med kriterier for valg av løsning og anbefalinger:  
kap. 402 Dimensjoneringsgrunnlag, forutsetninger, drenering  
kap. 406 Dreneringsprinsipper

Kap. 403.3 Miljøtiltak gir en beskrivelse av aktuelle rensetiltak for overvann fra veg. I tillegg til dette, er rensetiltak omtalt kun av den *foreløpige* utgaven av håndbok 261. Krav til *når* rensetiltak skal settes in som en funksjon av ÅDT var i samme stund nedfelt i håndbok 017, men vil bli fjernet i 2012-utgaven.

- ✚ I omtalen av rensebasseng skal man i tillegg sette fokus på deres fordrøyningsfunksjon.

### **Sedimenttransport ved vanngjennomløp**

- ✚ Det er behov for bedre føringer og krav til prosjektering av vanngjennomløp med sedimentasjonsbasseng og/eller reserveløp på steder med fare for stor sedimenttransport. Dette gjelder kap. 453 og/eller 403, 406, og 408.

### **Erosjonssikring**

**Naturlig revegetering av skråninger** er beskrevet under Plantefelt /Tekniske spesifikasjoner (Kap 743.4), med henvisning til håndbok 274 "Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger".

**Utforming av skjæringsprofil** (kap. 242) bør gjennomgås (i samspill med håndbok 274) med tanke på krav til slakkere helning pga metning.

**Bølgerosjon (og generelt sikring av kystnære veger)** var i 'Klima og transport' satt i sammenheng med revisjon av Kystverkets "Molohåndbok". Dette kom prosjektet dessverre ikke i mål med.

## **Veiledende stoff om vannhåndtering**

I løpet av prosjektet er det kartlagt mangel på veiledende stoff på tema vann: fordrøyning, drenering og vanngjennomløp. En oppsummering av arbeidsemner, hvordan de foreløpig er omtalt i Statens vegvesens håndbøker og mulige referanser for bedre føringer er samlet i prosjektrapport «[Drenering, fordrøyning og vanngjennomløp](#)» (VD 49).

## **Innspill vedr. etterslep/ tilstandsutvikling på vegnettet**

**Valg av steinmaterialer til vegbygging** skal gjøres ved å inkludere hensyn til økt nedbørmengde.

- ✚ Det foreslås en innskjerping av krav til finstoffinnhold og mengde plastisk finstoff (kap. 52 og Vedlegg 3). Som minimumsløsning foreslås det en generell anbefaling (i tekst) om at det, i strøk der man forventer betydelig nedbørøkning, tas spesielt hensyn til vannømfintlighet ved valg av materialet.

**Veger med grusdekke** har vært tema for delprosjekt 5 “Tilstandsutvikling på vegnettet” i ‘Klima og transport’. Følgende anbefalinger gjelder kap. 523, 610.2, 610.22.

- ✚ Der man kan vente større nedbørmengder og nedbørintensitet:
  - Vurdere bruk av grovere masse (større  $D_{max}$ ) i mekanisk stabiliserte bærelag,
  - Vurdere stabilisering av grusdekke vha lignin, bitumen, salt mm for å hindre at dekket blir vasket bort, eller bløtes for sterkt opp,
  - Ved bestemmelse av krav til LS-verdi (lineært kryp) for materialer til grusdekker ta hensyn til endringer i nedbør.



## Håndbok 151 Styring av vegprosjekter

Håndbok 151 kom i revidert utgave i 2012.

'Klima og transport' sine forslag til endringer i 2008-utgaven (Styring av utbyggings-, drifts- og vedlikeholdsprosjekter) ble diskutert på et «implementeringsmøte» høsten 2011. Dette notatet oppsummerer prosjektets forslag, i tråd med kapitteinndelingen i 2008-versjonen.

Forslagene er i all vesentlighet innarbeidet. Det viktigste er økt fokus på forhold knyttet til vann og plan for vannhåndtering.

### Prosjektstyring og styrende dokumenter

Forhold knyttet til eksisterende vannveier, nedbørsfelt m.m. foreslås inkludert i undersøkelser som gjøres i forkant av et utbyggingsprosjekt på lik linje med grunnundersøkelsene.

**Kap. 1.5 'Kartgrunnlag – terreng og grunnforhold'** utvides med vannforhold.

✚ Emne utvides med "**Kartgrunnlag – terreng, vann- og grunnforhold**"

✚ I kap 1.5.2 'Grunnundersøksler og registreringer', forslag til formulering:

Godt grunnlagslagsmateriale i form av riktig kunnskap om grunnforhold, *om forhold knyttet til eksisterende vannveier* og hva som ligger i grunnen av kabler og ledninger, er av vesentlig betydning for kostnader og utførelse.

### Planlegge prosjekt iht PBL

**Kap. 3.1 Krav til utarbeidelse av oversiktsplaner**

**Kap. 3.1.10 Terreng, vann- og grunnforhold**

✚ Aktuelle geodatakart utvides med: '*Flomkart, skredfarekart*'

✚ Grunnundersøkelser utvides med '*flom- og skredfareutredning*'

✚ I tillegg til krav om utarbeidelse av egne geologiske og geotekniske rapporter, foreslås det følgende:

*Grunnlagsdata om eksisterende vannveger, elver og bekker, i form av kart og tilleggsinformasjon om deres respons i belastede perioder skal fremskaffes for bedre beslutningsgrunnlag. Her inngår også vegprosjektets påvirkning på eksisterende vannveier og vegen i situasjoner med økt avrenning.*

*Det skal utarbeides egen plan for håndtering av overvann for hele det nedslagsfeltet som vegtiltaket berører. Planen skal inngå i kvalitetsplanen for prosjektet.*

**Kap. 3.3 Krav til utarbeidelse av reguleringsplaner**

**Kap. 3.3.10 Terreng, vann- og grunnforhold /Grunnlagsdata**

✚ Aktuelle geodatakart utvides med: '*Flomkart, skredfarekart*'

### 3.4 Styrende dokumenter for reguleringsplanlegging

#### 3.4.3 Kvalitetsplan (KP)

- ✚ Hovedpunktene i malen for kvalitetsplan på dette plannivået skal inneholde “Kartgrunnlag Terreng, vann og grunnforhold.

### Gjennomføring av utbyggingsprosjekter

#### 4.1 Krav til gjennomføring

##### 4.1.8 Kartgrunnlag Terreng-, vann og grunnforhold

- ✚ Legges til:  
*Byggherren skal fremskaffe oppdaterte data om klimatiske forhold som kan ha påvirkning på gjennomføringen av prosjektet, f.eks. fra portalen <http://eKlima.met.no> og [www.senorge.no](http://www.senorge.no).*

##### 4.2.3 Kvalitetsplan (KP)

- ✚ Hovedpunktene i malen for kvalitetsplan på dette plannivået skal inneholde “Kartgrunnlag Terreng, vann og grunnforhold.

### Gjennomføring av vedlikeholdsprosjekter

##### 5.1.8 Kartgrunnlag Terreng-, vann og grunnforhold

- ✚ Legges til:  
*Byggherren skal fremskaffe oppdaterte data om klimatiske forhold som kan ha påvirkning på gjennomføringen av prosjektet, f.eks. fra portalen <http://eKlima.met.no> og [www.senorge.no](http://www.senorge.no).*



## Håndbok 185 Bruprosjektering

En revidert utgave av håndbok 185 «Bruprosjektering» kom ut i 2009. 'Klima og transport' sine innspill til 2009-utgaven, og påfølgende restanser, er å finne i prosjektets «implementeringsnotater» [25].

I 2011 ble det publisert en ny utgave av håndbok 185, i hovedsak en tilpasning av 2009-utgaven mht innføring av Eurokodene. Noen mindre endringer relevante for klimatilpasning ble også gjort i den prosessen.

Følgende er en oppsummering av innspill fra 'Klima og transport', både innarbeidede anbefalinger og forslag til kommende revisjoner.

### Generelt hensyn til klimaendringer

Håndbok 185 stiller krav til at effekten av klimaendringer skal tas i betraktning ved vurdering av vannføringsobservasjoner og eventuelle vannføringsberegninger, for bruer over vassdrag og bruer over fjorder og sund.

Det stilles krav til at oversiktstegningene viser dimensjonerende flomnivå og vannhastighet med korresponderende gjentakintervall for bruer over vann og vassdrag, og dimensjonerende stormflo for bruer over sjø.

### Dimensjonerende laster

I kap. 2.4. Variable laster /2.4.1.5 står følgende:

*“Den karakteristiske verdi av en variabel naturlast på en permanent konstruksjon bestemmes som den last som har en sannsynlighet  $p = 0,98$  for at den ikke overskrides et enkelt år, dvs. ved en returperiode på 50 år. For konstruksjonsfaser kan returperioden reduseres til 10 år. Dersom slik fase med sikkerhet faller innenfor en gunstig periode, kan dette tas hensyn til. Returperiode lik 10 år benyttes også ved kontroll av skadetilstander. Unormal naturlast har returperiode tilsvarende ulykkeslast.”*

'Klima og transport' har ikke behandlet dimensjonerende laster. Her er to forslag til videre arbeid:

- ✚ Det anbefales at man vurderer muligheten til en økning av returperiode for dimensjonerende variabel last for å ha høyde for usikkerheten i statistisk grunnlag for 50 og 10 års returperioder. Som minimumsløsning foreslås det at man legger til en anbefaling om alltid å hente inn det mest oppdaterte statistiske grunnlaget for dimensjonerende last.
- ✚ Spesielt for vind er prognosene for utvikling usikre. Det anbefales at man følger med ny viten og vurderer behov for endringer i vindlaster om det kommer et bedre grunnlag for det.



## Dimensjonerende flom

Krav til fri høyde over vann og vassdrag legger til grunn flomvannstanden tilsvarende 200-års flom. Krav til fri høyde over fjorder og sund er også skjerpet inn pga effekten av økende strømflo.

**I kap. 2.5 Naturlaster /2.5.3.9 Flomlaster** står følgende:

Flomlaster er en ulykkeslast som skal tilfredsstillende pkt. 2.7. Når fri høyde er valgt i henhold til pkt. 1.2.5.6 skal laster fra flom for en returperiode på 200 år bestemmes i hvert enkelt tilfelle.

- ✚ ‘Klima og transport’ anbefaler at man i tillegg stiller krav til en ROS analyse i forhold til 1000 års flom, etter dimensjoneringen for 200-årsflom er gjennomført. Kriteriene må være at ikke hele bruene går tapt /at det ikke er fare for menneskelig ved mulig ekstrem flomsituasjon.

## Erosjonssikring /Robust fundamentering

**5.9.4 Direkte fundamentering /5.9.4.8** står følgende:

*Erosjonsfare skal vurderes, og tilstrekkelig erosjonssikring for flom/strøm med returperiode 200 år skal etableres, se også pkt. 1.2.2.2 (s. ). Dimensjonering av erosjonssikring for skråninger skal utføres i henhold til håndbok 274 ‘Grunnforsterkning, fylling og skråninger’ og for vassdrag i henhold til Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein (NVE, 2009).*

*For fundamenter på løsmasser i og ved vassdrag eller sjø, skal alternativ fundamentering på peler vurderes for å unngå uønskede konsekvenser av erosjon.*

- ✚ ‘Klima og transport’ foreslo opprinnelig et eget kapittel om erosjonssikring. Løsningen med å stille krav til vurdering av erosjonssikring og henviser til håndbok 274 og NVEs veileder er tilfredsstillende, da 2012-utgaven av håndbok 274 inkluderer flere føringer og krav vedrørende erosjonssikring av bruer og dimensjoneringsgrunnlaget, bl.a. en justering av sikring av pilarfundamenter og landkar i samsvar med NVEs veileder. Det er også påpekt behov for justeringer i NVE-veilederen. I tillegg er det behov for veiledende stoff vedrørende vannberegninger, se prosjektrapport “[Drenering, fordrøyning og vanngjennomløp – Grunnlag for veileder](#)” (VD 49).
- ✚ ‘Klima og transport’ anbefaler at det stilles strengere krav til robust fundamentering, bl.a. fundamenteringsdybde, for bruer i strømmende vann. Dette med referanse i rapportert omfang av mobilisering fra bruseksjonens reservebruberedskap og pilotprosjektene i Øvre Telemark (se prosjektrapport "[Erosjonssikring av bruer i Telemark](#)" (SVV 70).

### ✚ **Grunnlag for dimensjonering av skredoverbygg**

Dette emne er behandlet i prosjektets forslag til håndbok om skredsikring. Se Vedlegg 1 i prosjektrapport "[Sikring av veger mot steinskred](#)" (VD 32).



## Håndbok 147 Forvaltning, drift og vedlikehold av bruer

Håndboken gir føringer for forvaltning, drift og vedlikehold av bruer. Det stilles generelt krav til hovedinspeksjon under vann av fundamenter hvert 5 år. Videre kreves det at fundamenter hvor det er fare for erosjon eller undergraving vurderes inspisert hyppigere enn det generelle intervallet.

**'Klima og transport' anbefaler at det i håndbok 147 stilles krav til gjennomføring av ROS-analyser av bruer med utførlig dokumentasjon.**

ROS-analysene kan omfatte alle typer uønskede hendelser, men prosjektet foreslår en metodikk for vurdering av risiko og sårbarhet mht. ugunstig vær, se prosjektrapport ['ROS-analyser av bruer mht værrelaterte hendelser'](#) (rapport VD 23).

Risikoanalysene foreslår gjennomført i 3 trinn, som for inspeksjoner:

- Enkel ROS-analyse: identifisering av spesielt utsatte (geografisk, lokale forhold) eller sårbare (konstruksjonstypen, tilstand, m.m.) bruer og brusteder hvor en vil kunne forvente skader på brua eller tilstøtende veg som gir redusert fremkommelighet ved flomsituasjoner. Denne bør kunne gjennomføres ved hjelp av informasjon fra BRUTUS, oversiktstegninger og enkel vassdragsinformasjon som flomsonekart eller lignende.
- Utvidet ROS-analyse av utsatte brusteder. En innhenter da mer detaljert informasjon om brua og vassdraget, og gjennomfører forenklede kvantitative analyser f.eks. for kontroll av gjennomløpsarealer, grunnens (peler, fylling, erosjonssikring, skråningsbeskyttelse) og brukonstruksjonens (over- og underbygningen) motstandsevne mot flomlast.
- Spesiell ROS-analyse basert på f.eks. målinger i vassdraget, grunnundersøkelser og spesialinspeksjoner av brua.

BRU opplyser at det innføres krav i håndbok 147 om etablering av oversikt over bruer som er sårbare for flom og erosjon slik at disse kan brukes i beredskapssituasjoner. Dette er spesielt viktig med tanke på klimaendringer.

'Klima og transport' anbefaler at man vurderer muligheten og behov for formulering av **mer detaljerte krav til analyser og inspeksjoner**, av hensyn til bl.a. sikkerhet og omdømme.



## Håndbok 136 Inspeksjonshåndbok for bruer

Håndbok 136 gir nærmere føringer for planlegging, gjennomføring og rapportering av inspeksjoner. Inspeksjon av landkar og fundament, samt erosjonsvern av disse er grundig beskrevet. Det samme gjelder tilstand som utløser vedlikehold.

Anbefalingene i prosjektrapporten '[ROS-analyse av bruer mht værrelaterte hendelser](#)' (VD 23) inkluderer anbefaling til utvidet og spesiell analyse som omfatter bl.a. supplerende inspeksjon av brustedet med vurdering av erosjonssikring og massetransport. Dette mangler i dagens utgave av håndbok 136.

'Klima og transport' anbefaler at følgende tilpasninger blir gjort ved neste revisjon:

✚ Iht. håndbok 136 skal følgende elementer i grunnen undersøkes:

- B1 Byggegrøp
- B2 Pelert
- B3 Spunt
- B4 Fylling
- B5 Armert jord
- B6 Erosjonssikring (u/vann)**
- B7 Skråningsbeskyttelse
- B8 Grøntareal
- B9 Annen grunn

Erosjonsutsatte bruer bør i tillegg få et eget delement, **elveløpet**, og det bør utarbeides inspeksjonsrutiner for dette elementet.

- ✚ Det bør kreves inspeksjon av erosjonsvern oppstrøms og nedstrøms bruene. For enkel inspeksjon (årlig) er det kun krav til visuell inspeksjon fra overflaten.
- ✚ Krav til inspeksjon av forhold i vassdrag /massetransport (elveløp).
- ✚ Sikre at hovedinspeksjoner *under vann* bringes i samsvar med kravene i håndboken.
- ✚ Ved **hovedinspeksjoner** av konstruksjoner ved og over vassdrag bør det, i tillegg til kvalitetssikring av informasjon om konstruksjonen, grunnforhold, erosjonssikring, vassdraget, utarbeides krav til kvantitative **registreringer** av for eksempel måling av elvebunn/dybder (også oppstrøms og nedstrøms), høyeste vannstander, systematisk fotografering etc. Det bør vurderes om intervallene gitt i håndboken er dekkende for disse bruene.
- ✚ Det bør også utarbeides egne prosedyrer for enkel inspeksjon av bruer og konstruksjoner **under flom**.
- ✚ Innspill vedrørende muligheter til registrering og lagring av data er gitt til BRUTUS.



## BRUTUS

Innspill fra 'Klima og transport' til revisjon av BRUTUS ble levert 2009-01-29 (dok.nr. [2007/047590-100](#)). Innspillene gjaldt klassifisering for erosjonsutsatte konstruksjoner, innføring av element for elveløp, høydemerke til dimensjonerende flom og lagring og tilgjengelighet av brudata. Høsten 2011 holdt 'Klima og transport' et implementeringsmøte om bruer, der prosjektets innspill til BRUTUS ble oppsummert og diskutert.

Mens sluttrapporten for 'Klima og transport' skrives er BRUTUS 4 under utvikling. Den skal i produksjon august 2013.

Følgende oppsummerer 'Klima og transport' sine innspill, som bidrag til utarbeiding av funksjonsspesifikasjon og teknisk spesifikasjon.

BRUTUS skal inneholde all nødvendig informasjon. Digitalisering av bruarkivet i gang, tegninger og annen dokumentasjon vil bli søkbart.

For klima- og værrelaterte hendelser er følgende spesielt viktig:

- ✚ Det finnes et eget element i BRUTUS for erosjonssikring. Der er det imidlertid ikke mulig å registre den "byggverksinformasjon" og "tilstandsinformasjon" som kreves for sikker drift, risikovurderinger og planlegging av utbedringstiltak tilknyttet dette elementet. Det er f.eks. ikke mulig å registrere skader på alle elementer i grunnen, mens håndbok 147 'Forvaltning, drift og vedlikehold av bruer' gir føringer for lodding av bunnprofil under hovedinspeksjon og beskriver nivellering som en type oppmåling. I 2013 er håndbok 147 under revisjon. Revisjon av håndbok 136 «Inspeksjonshåndbok for bruer» er planlagt etter det.
- ✚ Elveløp – bør innføres som eget element til informasjon om vassdrag bl.a.:
  - Dimensjonerende vannmengde, vannlinje (høyde) og hastighet
  - Informasjon om massetransport i vassdraget (også nyttig for driftsentreprenøren)
- ✚ Klassifisering for erosjonsutsatte konstruksjoner: for eksempel risikoklasser iht ingeniørmessig vurdering eller annet uttrykk for sårbarhet.
- ✚ Det må sikres at nødvendig geoteknisk informasjon finnes og er korrekt. Dette kan være: fundamenteringsløsning, dybde, grunnforhold m.m. Byggverksmodulen i BRUTUS har svært mangelfulle data om fundamentering. I krisesituasjoner er det en forutsetning at dette er på plass.
- ✚ Det trengs bedre registrering av historikk /hendelser, der "flom" skal være egen hendelseskategori.

## Håndbok 111 Standard for drift og vedlikehold

Vedlikehold av vegnettet er en viktig del av klimatilpasning. I den graden vi klarer å tilpasse vegnettet til dagens klima, både fysisk og gjennom effektive arbeidsrutiner, blir vi bedre i stand til å takle kommende klimaendringer.

Håndbok 111 «Standard for drift og vedlikehold av riksveger» kom ut i revidert utgave i 2012 og vil legges til grunn for driftskontrakter som inngås i 2013. 'Klima og transport' har ved flere anledninger hatt kontakt med revisjonsgruppen for håndbok 111. Detaljert innspill til revisjonsarbeidet er å finne i prosjektets «[implementeringsnotater](#)» [25].

I følgende er de viktigste innspill fra 'Klima og transport' til 2012-utgaven av håndbok 111 oppsummert for to hovedtemaer: inspeksjoner og forebyggende vedlikehold.

### Inspeksjoner og ROS-analyser

Vurdering av vegens /konstruksjoners robusthet i forhold til klima er en naturlig del av inspeksjoner. Klimaet vil ikke endre seg i løpet av en driftskontrakt. Kunnskap om sannsynlige konsekvenser av fremtidig klima forsterker imidlertid behovet for vurdering av sårbarhet i forhold til klimaforhold. Dette er særlig viktig i områder der man kan vente kraftig økning i nedbør, Vestlandet og nordover.

**Kap. 1.3 Inspeksjoner** omhandler hensikten, type og innhold i inspeksjoner. For å bedre omfatte konsekvenser av ugunstige værforhold er det ønskelig med følgende supplement:

- ✚ spesiell omtale av drenssystemene, vanngjennomløp
- ✚ spesiell omtale av erosjonssikring og fjellskjæringer
- ✚ krav til jevnlig gjennomføring av stikkprøvekontroll.

### Forebyggende vedlikehold

Tiltak som gjøres i forkant av varslet uvær er spesielt viktig for klimatilpasning.

**I kap. 2.8. Avvannings- og dreneringssystem, Spesielle hendelser** stilles det krav til gjennomføring av «*inspeksjon og opprensning av utsatte deler av avvannings- og dreneringssystem før og under værhendelser som forventes å medføre store vannmengder i systemet.*»

- ✚ Det foreslås at samme kravet stilles til vanngjennomløp i kap. 2.9.





## Driftskontrakter

Behovet for å være i forkant av uønskede hendelser på vegnettet og dermed begrense deres konsekvenser blir enda større i et endret klima. Det viktigste i denne sammenheng er: sikring av åpne vannveier, skredfarevurdering, beredskapsplaner for håndtering av flom og skred og dokumentasjon av hendelser på vegnettet.

‘Klima og transport’ har hatt kommunikasjon med malgruppen for driftskontrakter underveis. Flere innspill fra prosjektet er innarbeidet. Her er en oppsummering av status ved avslutning av ‘Klima og transport’, relatert til håndbok 066 (2010) “Retningslinjer for utarbeidelse av konkurransegrunnlag”.

### Erfaringsoverføring

Det anbefales en sterkere oppfølging av erfaringene fra tidligere kontraktsperioder. Erfaringsoverføringen mellom kontraktene kan gjelde for eksempel behov for bedre oppfølging, inspeksjon eller oppgradering av utvalgte vegstrekninger eller spesielt sårbare objekter på vegnettet.

Stikkrenner har en særskilt plass her. Deres funksjonalitet er av stor betydning for vegens robusthet i en flomsituasjon. Nærmere oppfølging av spesielt utsatte og/eller sårbare stikkrenner vil gi et mye bedre utgangspunkt for drift av vegstrekninger som ikke er tilstrekkelig robuste for dagens klimapåkjenninger. Det anbefales at man i løpet av en driftskontrakt supplerer NVDB med informasjon om spesielt utsatte stikkrenner i NVDB og andre opplysninger av betydning for robusthet i forhold til klimaendringer.

### Trinnvis beredskap / Beredskapsplaner ved skred og flom

**I kap. C3-8.3.2 i håndbok 066** står kravet om at entreprenøren skal utarbeide beredskapsplan ved skred og skredfare og for flomutsatte områder. Byggherrens beredskapsplaner, prosedyrer, sjekklister og instruksjoner i forbindelse med flom, skred og skredfare gjøres tilgjengelig i konkurransegrunnlaget.

✚ Klima og transport sitt innspill for byggherrens beredskapsplan mot naturfarer er nedfelt i prosjektrapport VD 28 “[Beredskapsplaner for naturfarer](#)”.

**I kap. C3-8.3.4 i håndbok 066** er innholdet i beredskapsplanene skissert. Planen skal bl.a. beskrive og presentere *forebyggende tiltak som iverksettes ved varsel om fare for ras og flom inkludert spesiell oppfølging, inspeksjon og rensk av utsatte objekter som for eksempel grøfter, rister, stikkrenner og vannløp for bekker og elver*. I tillegg kommer rutiner for håndtering av uforutsette situasjoner og hendelser (oppgaver, ressurser, kapasitet, tiltak).

**I kapittel C3-27 i håndbok 066 "Ekstraordinære værforhold"** står følgende: *Når en situasjon med ekstraordinære værforhold inntreffer, plikter entreprenøren umiddelbart å varsle byggherren om dette og når denne situasjonen opphører. Inntil kontraktskravene igjen kan oppnås, skal entreprenørens innsats være det maksimale av hva som er mulig med de ressurser som entreprenøren har angitt er tilgjengelige for gjennomføring av kontrakten.*

‘Klima og transport’ anbefaler innføring av trinnvis beredskap for naturfarer og driftkontraktene bør på sikt gjenspeile prinsippene for trinnvis beredskap, der de er innført.

- ✚ Derfor foreslås det å beholde denne formuleringen og legge til følgende: "Veiledende verdier/terskelverdier for ekstraordinære værforhold skal være gitt for den enkelte kontrakt i gjeldende beredskapsplan(er) for skred, flom og andre uværsforhold. Terskelverdiene skal være en støtte til trinnvis iverksettelse av avbøtende tiltak til riktig tid. Terskelverdiene må være gjenstand for kontinuerlig evaluering i kontraktsperioden".

Prosjektets arbeid med terskelverdier er rapportert i prosjektrapporter:

VD 22 [Kartportalen FøreVar - for sammenstilling av vær og hendelser](#)

VD 28 [Beredskapsplaner for naturfarer](#)

## Skredfarevurdering

Vurdering av skredfare på vegnettet bør være eget tema i spesielle kontraktsbestemmelser, og ikke bare i beredskapsplanen.

- ✚ Kap. C3-8.3 Aktiviteter i håndbok 066 bør utvides med et eget punkt om skredfarevurdering.
- ✚ Det foreslås også at skredfarevurderingen rapporteres vha R13 skjemaet laget av “Klima og transport”, se rapport VD 28 “[Beredskapsplaner for naturfarer](#)“.

## Vinterplan

**I kap 8.3.3. Vinterplan, møter og kurs** i håndbok 066 stilles det krav til utforming av vinterplanen og møte- og kursvirksomhet i den forbindelse.

- ✚ Det anbefales at man vier større oppmerksomhet til vinterflom dvs. situasjoner der økt flomfare kommer av store nedbørmengder på frossen grunn (1. oktober – 30. april).

Vinterflom er et viktig element i skredvarslingstjenester og er en del av arbeidet med utvikling av portalen [www.varsom.no](http://www.varsom.no).

## Kursing av entreprenører

**I kap. 8.3.3c Kurs i vinterdrift** stilles det krav til at *entreprenøren skal i samarbeid med byggherren arrangere kurs ... Kurs med tilhørende eksamensoppgaver er utarbeidet av byggherren og er inndelt i 4 fagmoduler: ”Beslutningsstøtte”, ”Brøyting”, ”Friksjonsforbedring” og ”Andre vinteroppgaver”. Dessuten skal opplæringen omfatte en egen del om ”Trafikksikkerhet og vinterdrift” hvor byggherren er ansvarlig for å stille med forelesere.*

- ✚ Det er utarbeidet et forslag til håndbok ‘[Veger og drivsnø](#)’, publisert som prosjektrapport nr. 2610 i ‘Klima og transport’. Håndboken omhandler lokalisering, utforming og drift av veger i drivsnøområder og bl.a. råd for hvordan en best kan gjennomføre driften for å ta vare på framkommelighet og sikkerhet.
- ✚ Se også prosjektrapport SVV 74 ‘[Vinterdrift i endret klima](#)’ for oversikt over de mest sannsynlige konsekvensene som klimaendringene kan ha for vinterdriften i tillegg til å gi råd om klimatilpasning: økt fleksibilitet og beredskap.
- ✚ Kurset bør fortløpende inkludere innføring i nye muligheter for bedre vinterdrift gitt av kartportalene [senorge.no](http://senorge.no) - [xgeo.no](http://xgeo.no) (tidl. FøreVar) og [www.varsom.no](http://www.varsom.no).

**I kap. 8.3.3d Kurs om snøskred og vurdering av snøskredfare** stilles det krav til at entreprenørens representanter fullfører *obligatorisk kurs om snøskred og vurdering av snøskredfare....Byggherren vil utarbeide nødvendig kursmateriell som stilles til disposisjon for entreprenøren.*

- ✚ Disse kursene bør utvides til andre typer naturfarer, spesielt flom. Geoteknikk- og skredseksjonen i Vegdirektoratet koordinerer kursene og bistår ved utarbeidelse av kursmateriell.
- ✚ Kurset bør fortløpende inkludere innføring i nye muligheter for vurdering av skred- og flomfare gitt ved kartportalene [www.xgeo.no](http://www.xgeo.no) (FøreVar) og [www.varsom.no](http://www.varsom.no).

## Rapportering til byggherren

**Del D2-R Skjema for rapportering til byggherren i håndbok 066** gir en oversikt over rapporteringsskjemaer som er innlagt i ELRAPP. Disse er mest relevante for klimatilpasning:

- ✚ R2 er et fritekstskjema som bør berbeides for registrering av mer spesifikk informasjon og for supplement med fotomateriale. Det er ønskelig med bedre dokumentasjon om konsekvenser av flom.
- ✚ R11 skjema er etter forslag fra ‘Klima og transport’ utbedret, bl.a. med muligheten til å registrere utglinding av veg.
- ✚ R13 skjemaet er foreslått fra ‘Klima og transport’ for bruk i fm skredfarevurdering og er innført i noen kontrakter.

Arbeidet med skredvarsling har ført fram til verktøy som gir en god del flere muligheter både for kartfestet grunnlagsinformasjon og for rapportering om hendelser. En integrering og samkjøring av eksisterende muligheter og rutiner er en viktig oppgave internt i Statens vegvesen.

## Informasjon om vegnettet

**I kap D2-S00 Informasjon om vegnettet m.m.** i håndbok 066 er det lagt opp til en rekke dokumenter som gir bedre grunnlag for drift og vedlikehold. I et endret klima vil et godt grunnlag være av større betydning:

- ✚ god oversikt over skred- og flomutsatte strekninger (S25). Skredvarslingsportal [www.varsom.no](http://www.varsom.no) gir mulighet til kartfestet informasjon av den typen.
- ✚ byggherrens beredskapsplan (S17). Klima og transport sitt innspill for byggherrens beredskapsplan mot naturfarer er nedfelt i prosjektrapport VD 28 “[Beredskapsplaner for naturfarer](#)”
- ✚ Vedlegg S17: Bedre lokal beredskap ved å inkludere informasjon om omkjøringsruter ved flom, pga fergekaier ute av drift og/eller stengte bruer. Dette må utarbeides i regionen eller fylkesavdelingen.

## Kilder til informasjon om vær og klima

En av utfordringene med å få til en god driftskontrakt i et klima i endring er å vite hvilke forhold man skal definere som “standardforhold”. Klimascenarier laget for slutten av dette århundre vil ikke kunne gi svar på det. De vil kun gi en pekepinn på hvilken retning endringene går i. Det er viktig å ha tilgang til oppdaterte historiske og nåtidsdata for værparametre, gode prognoser og varsler. De samme datakildene er å anbefale for entreprenørens bruk, jf. håndbok 066 ‘Retningslinjer for utarbeidelse av

konkurransesgrunnlag', der det står at byggherren vil sørge for at entreprenøren "vederlagsfritt får tilgang til meteogrammer og lignende informasjon". I fortsettelsen er det gitt en oversikt over anbefalte kilder til vær /klima data.

#### **eKlima**

[www.eKlima.no](http://www.eKlima.no) gir ekstern tilgang til Meteorologisk institutt (met.no) sitt klimadatabank. Målingene er foretatt av met.no og samarbeidspartnere siden 1957. Noen er eldre enn det.

Fra eKlima kan man hente en serie rapporter ved å variere parameteren man er interessert i (nedbør, temperatur, snødekke, vind...), måleperiode, måleintervallet (døgnverdier, timesverdier, osv.), statistisk behandling (max, min middel..) med mer.

#### **Se Norge**

[www.SeNorge.no](http://www.SeNorge.no) er en kartportal med daglig oppdatert oversikt over snø, vær, vann og klima for Norge, i form av kart med data for døgn, måneder, år, klimaperioder og klimascenarier. Døgnkart finnes fra 1957 til og med prognosen for morgendagen.

#### **xgeo (tidl. FørVar)**

Webportalen [www.xgeo.no](http://www.xgeo.no) (tidl. FørVar) gir gode muligheter for sammenstilling av værdata (både historiske og prognoser), grunndata og hendelsesdata på vegnettet. Dette kombinert med terskelverdier for uvalgte parametre (slik som nedbør siste døgn, eller nysnø siste tre døgn) gir et veldig nyttig planleggingsverktøy. "xgeo" gir også mulighet til å se endringer i klimaparametre ut i dette århundre samt lese av prosentvise endringer i forhold til normalperioder.

#### **Flomkart**

NVE har siden 1998 utarbeidet faresonekart for flom, for utvalgte vassdrag. Kartene viser arealer som oversvømmes ved ulike flomstørrelser (definert ved gjentaksintervall) og gir et godt grunnlag for prioritering av risikoreducerende tiltak og beredskap i områder utsatt for flom, slik at skadene blir redusert.

#### **Varsling av ekstraordinære væreforhold**

Uvær, storm, vind og stormflo varsel av met.no. NVE har ansvar for flomvarsling. Et system for tilsvarende varsling av skredfare er under rask utvikling, se [www.varsom.no](http://www.varsom.no). Skredvarslingstjenester vil omfatte snøskred, jord og flomskred.

#### **Langsiktige klimaendringer**

Klimaprojeksjoner fram til 2050 og 2100 er ikke direkte relevante for driftskontrakter, men kunnskap om endringene på sikt er likevel veldig viktig.

"[Klima i Norge 2100](#)" er pr i dag den mest komplette og oppdaterte oversikten over klimaprojeksjoner i Norge fram til 2100. En interaktiv fremstilling av regionvise endringer i nedbør og temperatur, "Temperatur og nedbørendringer fram til 2050 og 2100" på [www.klimatilpasning.no](http://www.klimatilpasning.no) kan benyttes.

Fremskriving av flomstørrelser er krevende arbeid. Til orientering er det nyttig å se på rapport fra NVE (2011) [Hydrological projections of floods in Norway under a future climate](#) viser beregnede prosentvise endringer i middelverdi årsflom og 200-årsflom i perioden 2071-2100 i forhold til ref.periode 1961-1990. Se også NVE-notatet [Hvordan ta hensyn til klimaendringer i arealplanleggingen](#), datert januar 2012.

Havnivåstigning, prognoser for 2050 og 2100 er presentert i rapporten "[Havnivåstigning i norske kystkommuner](#)", utarbeidet av Bjerknessenter or DSB. I tillegg har DSB /Norconsult utgitt "[Håndtering av havnivåstigning i kommunal planlegging](#)".

# Vedlegg 2



## Prosjektrapporter fra 'Klima og transport'

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 5	Skred og flom på veg Statistiske betraktninger	Heidi Bjordal og Tonje Eide Helle, Statens vegvesen
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 trinnvis 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 plan for uvær og naturfarer	Tore Humstad, Solveig Kosberg, Statens vegvesen
VD 29	Risiko- og sårbarhetsanalyser mht værrelaterte hendelser	Arne Gussiås, Statens vegvesen Region midt
VD 30	Miljøeffekt av endret klima Oversikt over mulige problemstillinger	Ola Nordal, Asplan Viak AS
VD 32	Sikring av veger mot steinskred – Grunnlag for veiledning	Svein Helge Frækaland og Heidi Bjordal, Statens vegvesen, m.fl.
VD 49	Drenering, fordrøyning og vanngjennomløp	Sammenstilt av Tor Erik Frydenlund, Geo Con og Kristine Flesjø, Statens vegvesen
VD 55	Flomrisiko og konsekvensanalyse – Pilotprosjekt E18 ved Hoffsbekken	Linmei Nie, SINTEF Byggforsk
VD 56	Regional skredvarsling Resultater fra testvarsling i Romsdalen – Trollheimen (2010-2011)	Tore Humstad, Solveig Kosberg, Knut Inge Orset, Statens vegvesen
SVV 69	Skredrisikomodell - videreutvikling	Heidi Bjordal, Statens vegvesen
SVV 70	Erosjonssikring av bruer i Telemark - Ruså, Stavså, Tanså og Vinje	Arvid Olaus Straumsnes, Multiconsult AS
SVV 71	Veger utsatte for stigende havnivå og stormflo	Arne Lothe, SINTEF, m.fl.
SVV 73	Flom- og sørpeskred – Forslag til håndbok	Harald Norem, Statens vegvesen
SVV 74	Vinterdrift i endret klima	Skuli Thordarson, Vegsýn, m.fl.



Statens vegvesen  
Vegdirektoratet  
Publikasjonsekspedisjonen  
Postboks 8142 Dep 0033 OSLO  
Tlf: (+47 915) 02030  
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

**Trygt fram sammen**