



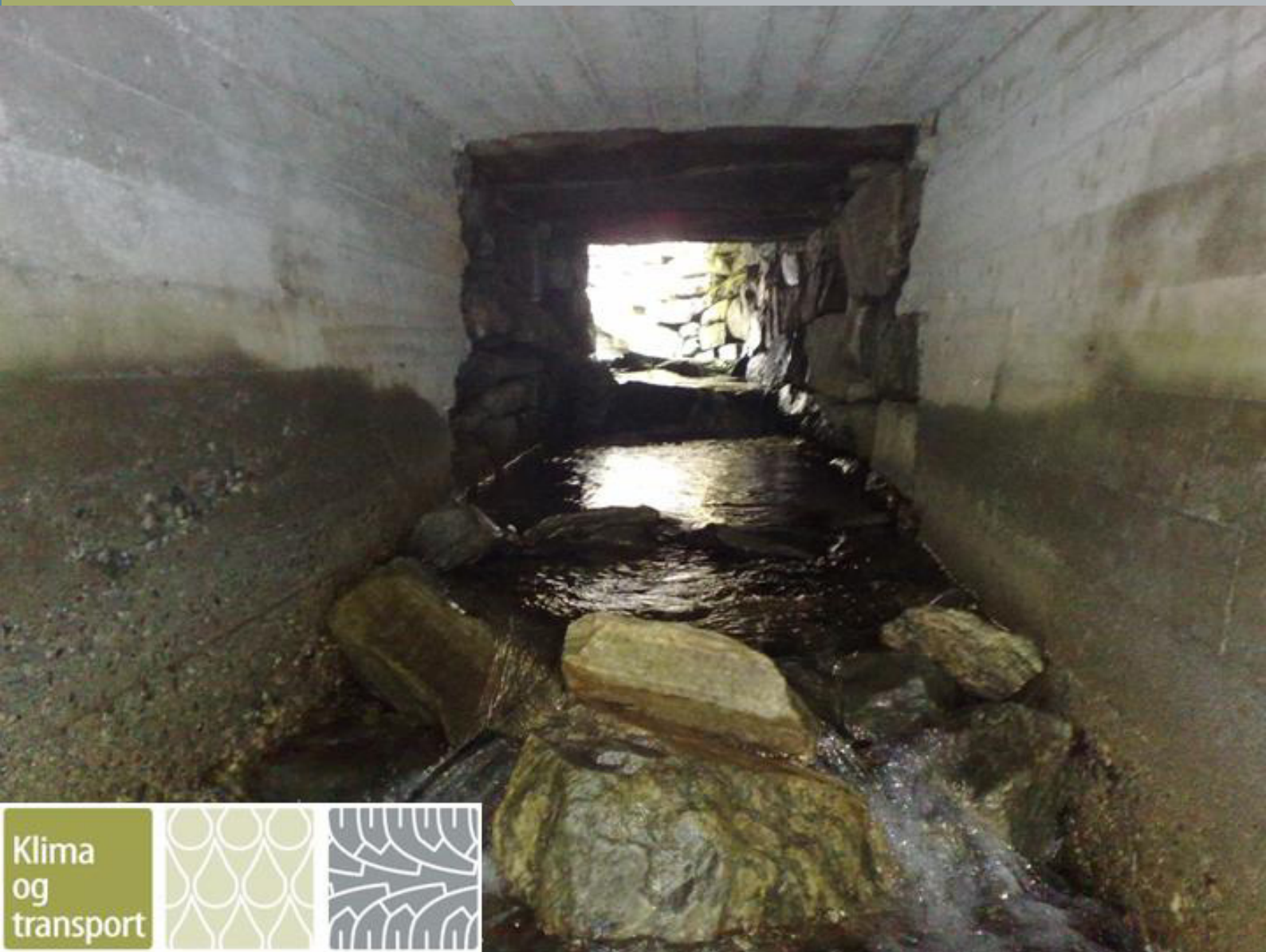
Statens vegvesen

Risiko- og sårbarhetsanalyser av stikkrenner mht værrelaterte hendelser

VD rapport

Vegdirektoratet

Nr. 24



Vegdirektoratet
Trafikksikkerhet, miljø og teknologi
Geoteknikk og skred
Mai 2011

VD rapport

Tittel

Risiko- og sårbarhetsanalyser av stikkrenner mht værrelaterte hendelser

Undertittel

Forfatter

Skuli Thordarson, Vegsýnž m.fl.

Avdeling

Trafikksikkerhet, miljø og teknologi

Seksjon

Geoteknikk og skred

Prosjektnummer

601995

Rapportnummer

Nr. 24

Prosjektleder

Gordana Petkovic

Emneord

Klima og transport, risiko- og sårbarhetsanalyser, drenering, stikkrenner

Sammendrag

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

Rapporten gir en anbefaling til fremgangsmåten, datagrunnlag og dokumentasjon for risiko- og sårbarhetsanalyse av stikkrenner (kulverter) mht værrelaterte hendelser. Risikoanalyse, risikovurdering og risikohåndtering foregår på tre plan: (1) den første utvelgelsen av utsatte områder og stikkrenner på vegnettet, (2) utvidet analyse, som inkluderer inspeksjon og noen vurderinger av vannføring og kapasitet; og (3) spesiell analyse som forutsetter detaljerte beregninger av vannføring og vurdering av effekten av klimaendringer.

Antall sider 22

Dato Mai 2011

VD report

Title

Risk- and susceptibility analyses og culverts with respect to weather related events

Subtitle

Author

Skuli Thordarson et al.

Department

Traffic Safety, Environment and Technology Department

Section

Geotechnical Section

Project number

601995

Report number

No. 24

Project manager

Gordana Petkovic

Key words

Climate and Transport, risk- and susceptibility analyses, drainage, culverts

Summary

This report belongs to a series of reports from the R&D programme "Climate and Transport", carried out by the Norwegian Public Roads Administration 2007-2010. The main objectives of the programme are to investigate the effect of climate change on the road network and recommend remedial actions concerning planning, design, construction and maintenance. This report offers recommendations for the procedure, necessary data and documentation for performing risk- and susceptibility analyses of culverts with respect to weather related events. Risk analysis, evaluation and management UfY described for three levels of assessment: (1) General recognition of vulnerable areas and individual culverts, (2) more elaborate investigation including inspection and estimates of runoff and hydraulic capacity, and (3) special analysis, including detailed calculation of water flow and estimate of the effects of climate change.

Pages 22

Date May 2011

Forord

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

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

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

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

'Klima og transport' består av følgende delprosjekter:

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

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

Denne rapporten er 'Klima og transport' sin anbefaling for metodikken og datagrunnlaget for risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS-analyser) av stikkrenner (kulverter) med hensyn til værrelaterte hendelser. Rapporten bygger på arbeidet og resultatene fra flere delprosjekter i 'Klima og transport', mest delprosjekt 3 Flom- og erosjonssikring (ansvarlig Frode Oset), spesielt pilotprosjekter på stikkrenner (rapport nr. 2566, VD17, VD18), og delprosjekt 7 Sårbarhet og beredskap (ansvarlig Arne Gussiås). Se vedlegg 5 og 6 for mer informasjon om disse delprosjektene.

Rapporten er skrevet av Skuli Thordarson (Vegsýn, Island), med bidrag fra Steinar Myrabø (JBV), Øystein Myhre og Kristine Flesjø, Vegdirektoratet, med flere fra prosjektgruppen. Tilsvarende anbefalinger er laget for bruer (prosjekt rapport VD23) og for vegoverbygning (prosjektrapport VD 25). For oversikt over andre rapporter fra 'Klima og transport', se vedlegg 7.

1	Innledning.....	2
1.1	Bakgrunn	2
1.2	Metode.....	3
1.2.1	Generelt	3
1.2.2	Kompetanse	3
1.2.3	Trinnvis ROS-analyse	4
1.2.4	Grunnlagsdata.....	5
2	ROS-analyse.....	6
2.1	Enkel ROS-analyse	6
2.1.1	Identifisering av sårbare stikkrenner og kulverter.....	7
2.1.2	Analyse og risikoevaluering	7
2.1.3	Rapportering	7
2.2	Utvidet ROS-analyse.....	8
2.2.1	Grunnlagsdata.....	8
2.2.2	Beregning av dimensjonerende vannmengder	9
2.2.3	Risikoanalyse	11
2.2.4	Rapportering	11
2.3	Spesiell ROS-analyse	11
2.3.1	Flomberegningsmetodenes anvendbarhet og usikkerhet.....	11
2.3.2	Hvordan innarbeide effekt av klimaendringer	12
2.3.3	Dokumentasjon og rapportering.....	12
3	Risikohåndtering	12
3.1	Utbedringstiltak	12
3.2	Overvåking	13
	Referanser.....	14
	Registreringsskjema for stikkrenner.....	15
	Veiledning til registreringsskjema for stikkrenner.....	16
	Utsatte stikkrenner – faktorer for sårbarhetsvurdering	21
	Aktuelt datagrunnlag og mulige kilder.....	22

1 Innledning

Hensikten med notatet er å beskrive ROS analyse av stikkrenner og kulverter i vegnettet slik at hensyn til klimaendringer blir ivaretatt. Denne beskrivelsen kan brukes ved vurdering av den enkelte konstruksjonen eller som input til analysen av sårbare punkter på en større del av vegnettet.

1.1 Bakgrunn

ROS analysen har fokus på vær- og klimarelaterte hendelser ved stikkrenner og kulverter som kan føre til redusert fremkommelighet eller stenging, eller har økonomiske konsekvenser som følge av redusert bæreevne.

Krav og anbefalinger til dimensjonering og utforming av stikkrenner og kulverter er blant annet gitt i håndbok 018 Vegbygging [1], 016 Geoteknikk i vegbygging [2] og 274 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger [3]. Figur 1 viser krav til returperioder gitt i Figur 403.1 i håndbok 018 (utg. 2011). Denne figuren er revidert fra tidligere utgaver av håndbok 018 bl.a. for å ta høyde for større vannmengder.

Veg-/dreneringselement	Valg av returperiode for nedbør ¹⁾	
	Veg med omkjøringsmuligheter	Veg uten omkjøringsmuligheter
Rister, sluk, overvannsledning, terrenggrøfter - LANGS VEIEN	50 år	100 år
Kulvert, innløp, utløp, nedføringsrenne - PÅ TVERS AV VEIEN	100 år	200 år
Sikring av nye eller justerte elve- eller bekkeløp ²⁾	100 år	200 år

¹⁾ I områder hvor overvann fra veg skal tilknyttes kommunale/lokale overvannssystemer skal kommunale/lokale dimensjoneringsregler følges.

²⁾ NVE skal kontaktes ved endring av vassdrag.

Figur 1 Returperioder for veganleggets avvannings- og drens-system og sikringstiltak (Hb 018)

Underdimensjonering / manglende kapasitet og skader på stikkrenner kan føre til ulike hendelser:

- Vann i kjørebanelen
- Reduksjon av bæreevnen pga infiltrasjon, utvasking og erosjon av løsmasser i vegen
- Oversvømmelse med påfølgende skader på vegnett og andres eiendom
- Ras og utglidning
- Utvasking og kollaps av hele veibanen
- Problem med telehiv og iskjøving

1.2 Metode

1.2.1 Generelt

Generelle beskrivelser for risikoanalyser finner man bl.a. i NS 5814 Krav til risiko- vurderinger [4], NS-ISO 31000 Risikostyring: prinsipper og retningslinjer [5] og [6].

Som underlag for risikoanalyser er det viktig å definere indikatorene som er viktige for sannsynligheten for de ulike hendelser.

Viktige indikatorer for vurdering av sannsynlighet for hendelser ved stikkrenner er:

- Flomskred/stor sedimenttransport og endret arealbruk/inngrep oppstrøms
- Endret arealbruk/inngrep oppstrøms
- Nedbørfeltets størrelse og egenskaper i forhold til eksisterende kapasitet
- Oppslamming/oppsamling av sedimenter innløp/utløp og i røret
- Skader på stikkrennen eller området rundt (f.eks. erosjon ved inn-/utløp)
- Driftsmessige forhold, som tidligere hendelser og vedlikehold

Konsekvensene av en hendelse kan være store eller små og de kan inntreffe umiddelbart eller over tid. De viktigste konsekvensene er de som påvirker trafikantenes sikkerhet og fremkommelighet eller kan føre til stenging av veg.

Risiko er produktet av sannsynlighet og konsekvens. Sannsynlighet og konsekvens av en hendelse kan fremstilles sammen ved hjelp av en risikomatrix (Figur 2). ROS-analyse for stikkrenner og kulverter beskrevet her vil benytte denne metodikken.

Konsekvens \ Sannsynlighet	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3	Nivå 4	Nivå 5
5	Yellow	Red	Red	Red	Red
4	Green	Yellow	Red	Red	Red
3	Green	Green	Yellow	Red	Red
2	Green	Green	Green	Yellow	Red
1	Green	Green	Green	Green	Yellow

Figur 2 Risikomatrix

Beregning av vannmengde, metodeutvikling for vannmengdeestimering og dimensjonering gjennomføres i samarbeid med fagpersoner innen vann og avløp og hydrologi. Oppdragsgiver må likevel gi hovedpremissene, velge sikkerhetsnivå og eventualiteter det skal dimensjoneres for. I følgende tekst er det gitt noen føringer for valg av metoder og inngangsdata.

1.2.2 Kompetanse

De som deltar i risikovurderingen, skal samlet ha:

- Kunnskap om og erfaring med bruk av risikoanalytiske metoder;
- Kunnskap om samspillet mellom analyseobjektet og vegnettets funksjon
- Fagkunnskap om:
 - Geologi og geoteknikk

- Hydrologi,
- Vegteknologi
- Stikkrenner/drenssystem,
- Erosjon og massetransport,
- Flom- og erosjonssikring og aktuelle farer;

1.2.3 Trinnvis ROS-analyse

Ved gjennomføring av ROS-analyser av stikkrenner og kulverter som underlag for strekningsvise ROS-analyser anbefales det at det gjennomføres en trinnvis analyse (analogt til inspeksjonsprosessene for bruer [7]).

- 1 **Enkel ROS-analyse** for å identifisere områder eller enkelte objekter hvor en vil kunne forvente skader på objektet eller tilstøtende veg som gir redusert fremkommelighet ved flomsituasjoner eller som et resultat av langvarig slitasje eller erosjon. Mulige konsekvenser av hendelser bør også ligge til grunn for identifiseringen.
- 2 **Utvidet ROS-analyse** av utsatte stikkrenner. En innhenter da mer detaljert informasjon om objektet og nedbørfeltet og gjennomfører forenklete kvantitative analyser. Dette inkluderer f.eks. kontroll av gjennomløpsarealer/kapasitet og tilstand ved befaring, samt enkel beregning av vannmengder.
- 3 **Spesiell ROS-analyse** av utsatte stikkrenner. Her gjøres en grundigere analyse av aktuelle nedbørsdata som gjelder for området og/eller en mer grundig inspeksjon av stikkrennens funksjon, samt større vekt på å få med effekten av klimaendringer.

I Figur 3 er det illustrert hvordan ROS-analysen kan gjennomføres på tre nivåer.



Figur 3 Eksempel på nivåer for ROS-analyser

Prosedyren tar utgangspunkt i at den kan bli avsluttet etter hvert av de tre trinnene, etter det som resultatene tillater dette. Dette vil si at et objekt kan bli godkjent på ”grønt” i risikomatriksen allerede ved gjennomført første eller annet trinn av analysen. Analysen og rapportering fra denne skjer ved hjelp av VegCIM systemet som brukes i Statens vegvesen for ROS-analyser av vegnettet.

1.2.4 Grunnlagsdata

En oversikt over aktuelt datagrunnlag og mulige kilder er gitt i Vedlegg 4. De viktigste dataene gjelder grunnlag for identifikasjon av område som skal inngå i undersøkelsen, bl.a. data om aktuell vegstrekning med tilhørende drensssystem og avrenningsområde.

Datagrunnlaget bør defineres og avgrenses ved oppstart. Datagrunnlaget inkluderer:

- Geografiske data
- Tekniske/geotekniske data
- Driftsdata
- Meteorologiske og hydrologiske data

Pr i dag er det mangel på informasjon om stikkrenner i NVDB. Om NVDB inneholdt mer informasjon om stikkrenner kunne den forenklete analysen, eller utvelgelse av stikkrenner som trenger nærmere tilsyn, gjennomføres på kontoret /uten befarings. Bedre dekning med data i NVDB vil kunne oppnås i løpet av en funksjonskontraksperiode hvis alle stikkrenner inspiseres og registreres i NVDB. Det kan derfor hende at nødvendig informasjon er tilgjengelige først i trinn 2 i ROS analysen, dvs. etter gjennomført befarings. I første omgang kan en enkel befarings foretas langs strekningen hvis det ikke finnes data på stikkrenner i NVDB. Det vil kun være aktuelt å befare et utvalg av stikkrenner på vegnettet i forbindelse med ROS analysen.

Under befaringsen kan skjemaet i Vedlegg 1 benyttes. De viktigste informasjonene som bør registreres under befarings av stikkrenner og kulverter er:

- Stikkrenne/kulvert
 - tverrsnittsform (sirkulær/kvadr./rektang.)
 - dimensjon (diameter, lysåpning)
 - lengde
 - helning
 - materialtype
 - innløpsarrangement (kum/ikke kum, vingemurer ell annet)
 - erosjonsbeskyttelse ved innløp/utløp
 - evt. fordrøynings- / sedimentasjons basseng i tilløpsområdet
 - oppslammingstilstand (=> restkapasitet)
 - ev. synlig erosjon (både oppstrøms og nedstrøms, ev. gjennom fyllinga)
 - ev. skader på selve stikkrenna
- Grøfter
 - tverrprofil (bredde, dybde, sidehelning)
 - lengdehelning
 - kledningsmateriale/erosjonsbeskyttelse

- grunnforhold (infiltrasjonsmulighet eller tett), se også ”kledningsmateriale”
- oppslammingstilstand (=> restkapasitet)
- flommerker
- synlig erosjon

Krav til data og metode for beregning av vannføring varierer med nedbørfeltets størrelse og responstid. En anbefaling for dette er gitt i Tabell 1.

Tabell 1 Anbefalt datagrunnlag og metode for beregning av vannføring

Betegnelse på nedbørfelt	Omtrentlig areal	Datagrunnlag / beregningsmetode
Store felt / vassdrag Bruer	Større enn 100 km ²	Store felt / vassdrag er godt dekket med flomfrekvensanalyser, enten i selve vassdraget eller i nærliggende vassdrag (større usikkerhet jo kortere tidsserier)
Mellomstore felt / elver Små – mellomstore bruere	5 / 20 – 100 km ² Responstid avgjør hvor grensen går	Beste løsning, men svært sjeldent: Flomfrekvensanalyse og/eller klimastasjon med korttidsnedbør finnes i feltet. Akseptabelt, men sjeldent: Vannføringsdata finnes for et felt i nærheten med lignende feltegenskaper og/eller klimastasjon med korttidsnedbør finnes i nærheten. Problem, stor usikkerhet: Ikke data på vannføring i rimelig nærhet og heller ikke korttidsnedbør. Best egnede data for vannføring og nedbør benyttes av erfarne fagpersoner.
Små felt / bekker Stikkrenner	Mindre enn 5 / 20 km ²	Rasjonell formel. Egnert for kort responstid. Man må ha korttidsnedbør fra en representativ klimastasjon (som ikke nødvendigvis er den nærmeste)

2 ROS-analyse

2.1 Enkel ROS-analyse

Under den forenklete ROS-analysen er det hensiktsmessig å kunne hente ut mest mulig av data for stikkrenner og kulverter fra NVDB og/eller andre kilder og gjennomføre analysen uten å måtte inspisere objektene på befaring.

2.1.1 Identifisering av sårbare stikkrenner og kulverter

Aktuelle punkter som vil kunne karakterisere stikkrenner og kulverter som kan være utsatt og identifiseres i første trinn av analysen vil være:

- Skader på stikkrenner. Avhengig av materialegenskaper, sediment transport, alder og eventuelle korrosive materialer i vannet.
- Bratt terreng. Dette gir større fare for diverse skader knyttet til stikkrenner.
 - Masseførende bekkeløp, gjentetting av inntak: se etter sandfang eller fordrøyningsbasseng ved innløpet
 - Vann på avveie
 - Setninger på veggen, kan føre til rørutglidning
 - Erosjon i fyllingsfot
- Elv nedstrøms veg. Dette kan ved stor vannføring føre til:
 - Knusing/blokkering av utløpskonstruksjon
 - Tilbakeslag i stikkrenne, oppstuvning
- Påskjøtet stikkrenne i forbindelse med breddeutvidelse av veg.
 - Vann på avveie, lekker i skjøter og overganger
- Erosjonsutsatte skråninger/sideterreng. Gjentetting av stikkrenne (slam, vegetativt materiale etc.)
- Driftsrutiner. Manglende oppfølging
- Anleggsvirksomhet og nyåpning av veg. Erosjonsutsatte områder som fører til gjenslamming av drencsystem.
- Ising. Hindrer vannet i å strømme under/vekk fra vegbanen, fører til oppstuvning.
- Feil eller mangler ved innløps- eller utløpskonstruksjon til stikkrenner. Kan være tilfelle at rørdimensjonen er stor nok men blir ikke fullt utnyttet.
- Alternative vannveier, dvs. hvor går vannet hvis renna blir tett?

2.1.2 Analyse og risikoevaluering

Stikkrenner som har mangler iht. til listen her ovenfor kan tenkes å være utsatte mht. klima og klimaendringer. Disse bør vurderes med hensyn til mulige hendelser og sannsynlige konsekvenser. Ved evalueringen tas det spesielt hensyn til:

- Trafikkmengde på veggen
- Vegens viktighet, bl.a. omkjøringsmuligheter
- Generell usikkerhet om det samlede risikobildet, bla annet mengde og kvalitet på relevante data.

Resultatet av denne evalueringen avgjør om stikkrennen bør behandles iht. trinn to i analysen eller om analysen kan avsluttes allerede på nivå 1 med stikkrenne merket på ”grønt” i risikomatriksen, se Figur 2.

2.1.3 Rapportering

Rapporten skal følge disposisjonen som gis i VegCIM systemet (VegCIM er Statens vegvesens risikoanalyseverktøy). Det gis oppsummering av grunnlagsdata som er innhentet

og brukt under analysen. Kvaliteten på dataene og usikkerhet ved analysen diskuteres. Stikkrenner og kulverter som analysen omfatter listes opp strekningsvis og tildeles fargekode i samsvar med plassering i risikomatriksen. Resultat for enkelte objekter begrunnes.

Etter den enkle ROS-analysen vil stikkrenner og kulverter i hovedsak havne på ”grønt” i risikomatriksen uten merknader, eller på ”rødt” og dermed bli behandlet videre under den utvidede ROS-analysen. I tilfelle manglende data i NVDB er det eventuelt nødvendig med en overflatisk befarung i området. Da er det mulig at noen objekter blir plassert på ”gult” med anmodning om enkle tiltak før godkjenning på ”grønt”.

2.2 Utvidet ROS-analyse

Den utvidede ROS-analysen innebærer tilstandskontroll ved befarung, kapasitetsberegning av stikkrenne eller kulvert og forenklete dimensjonerende flomberegninger for det aktuelle nedbørfeltet.

2.2.1 Grunnlagsdata

Det brukes data som er innhentet under befarungen iht. registreringsskjema i Vedlegg 1 og evt. data fra NVDB om objektet er registrert der fra før, samt data om nedbør eller vannføring som anses å være godt nok for å gjennomføre en enkel kapasitets- og dimensjoneringskontroll. Befarungen har to hovedhensikter. For det første skal det samles inn materiale for å kunne gjennomføre den utvidete ROS-analysen, for det andre skal den sørge for at nødvendig data om stikkrenner og kulverter blir registrert i NVDB for fremtidig bruk.

Inspeksjon på stedet i forbindelse med ROS- analysen bør være mest mulig lik de inspeksjonsrutiner som benyttes iht. Håndbok 111 (registrering/datainnsamling for d/v-formål). Når formålet er å få data til kapasitetsberegning bør det legges spesiell vekt på:

- Objektets detaljerte dimensjoner og geometriske forhold.
- Tilrenningsforhold – grøfter og sideterreng.
- Spor i området etter spesielle forhold eller nylige endringer som kan gi uventet ugunstige avrenningsforhold, evt. fare for erosjon og/eller tilslamming og dermed nedsette drencsystemets funksjonsevne.

Det er vanskelig å få tatt nok bilder både før, etter og under en eventuell hendelse (flom etc.). Har man innmålingsdata/digitale kart kan dette gi mye god informasjon i tillegg til bildene. Ved befarung i forbindelse med (eller etter) flom bør man se etter flommerker og andre tegn, erosjon/massetransport etc. som kan bidra til å fastslå flommens størrelse mest mulig eksakt. Nedbørsdata for aktuelt tidsrom (flomhendelse) bør innhentes.

Allerede etter befarungen kan det tas stilling til om stikkrennen trenger vedlikehold for at den skal fungere som forutsatt. Det kan være nødvendig med rensk eller reparasjon. I tillegg kommer vurdering av tilstrekkelig kapasitet i forhold til dimensjonerende vannmengder.

2.2.2 Beregning av dimensjonerende vannmengder

For å kunne gjøre dimensjonsberegninger og kontrollere om eksisterende dimensjon på stikkrennen er tilstrekkelig, er det nødvendig å fastslå vannmengdene. Vannmengdene kan beregnes med ulike gjentakintervall (for eksempel 5, 10, 25, 50, 100, 200 år) som skal ledes gjennom dreneringssystemet.

Flere metoder kan brukes for beregning av dimensjonerende vannmengde.

I de små nedbørfeltene til stikkrennene vil man sjelden finne langtidsdata over vannføring i eller nær feltet, jfr. Tabell 1. Da vil flomberegning ved hjelp av nedbørsdata og den rasjonelle metoden være aktuell fremgangsmåte. Den er beskrevet i 2.2.2.1

For mellomstore nedbørfelt (kulverter eller korte bruer) har man, i den ideelle situasjon, data for vannføring og lang nok tidsserie for å gjennomføre en flomfrekvensanalyse. Dette er tilfelle for et fåtall felt i Norge, men denne situasjonen vil kunne forbedres med økt satsing på vannmålinger i små felt. Alternativt kan man noen ganger ha tilgjengelig vannføringsdata fra et annet felt med lignende feltegenskaper, som størrelse, responstid og avrenningsforhold m.m.

Overføring av data fra et annet felt innebærer imidlertid at man gjør en rekke antakelser som kan føre til store avvik i resultatene. Derfor er det spesielt viktig at det gjøres av erfarne fagpersoner, og at utfallet av beregninger bør sees i forhold til restkapasiteten på stikkrennen beregnet etter prinsippene omtalt i 2.2.2.3. Som en pekepinn kan en restkapasitet på 50 % eller mer anses å være tilstrekkelig.

Ved tilgang på vannføringsmålinger i feltet eller ved bruk av vannføringsdata fra nærliggende felt gis det flere muligheter for gjennomføring av flomfrekvensanalysen. Da vil fremgangsmåten kunne bli på linje med det som er beskrevet i tilsvarende notat om ROS-analyse av bruer i vegnettet.

2.2.2.1 Flomberegning med den rasjonelle metode

Den forenklete flomberegningen utføres ved hjelp av den rasjonelle metoden. Metoden kan benyttes ved beregning av overvannsmengder og dimensjonering av stikkrenner og ledninger for små, homogene nedbørsfelt med kort responstid. (Areal opp til ca. 20 km², avhengig av responstid, se Tabell 1).

Bruk av den rasjonelle metoden er beskrevet i håndbok 018, kapittel 405.4 Avrenning fra små felt.

Den rasjonelle formel:

$$Q = C * i * A * K_f$$

Q = avrenning (l/s)

C = avrenningskoeffisient

i = nedbørsintensitet (l/s ha)

A = areal (ha)

K_f = klimafaktor

Merk at klimafaktoren (Kf) ikke erstatter andre forutsetninger for å ta hensyn til klimaendringer. Den er kun ment får å veie opp mot usikkerheten av andre antakelser om klimaendringene.

Ofte vil nærmeste nedbørsstasjon med korttidsdata (times oppløsning, evt. mindre) ligge i stor avstand fra det aktuelle nedbørsfeltet. Dette er en kilde til usikkerhet. Det er en forutsetning at man tar hensyn til usikkerheten ved å vurdere utfallet av beregninger i forhold til restkapasiteten på stikkrennen beregnet etter dimensjoneringsprinsippene omtalt i 2.2.2.3. Forhold som påvirker nøyaktigheten vil bl.a. være selve datagrunnlaget og resultat fra følsomhetsanalyse (se 2.2.2.2).

Nedbørsintensitet basert på målinger fra enkelte klimastasjoner hentes fra IVF-kurver. Nedlasting av disse fra portalen *eklima.no* beskrives i håndbok 018. Eventuelt kan det sjekkes med *met.no* om mer oppdaterte data finnes. Stikkrennens kapasitet evalueres med hensyn til beregnede vannmengder for forskjellige returperioder.

Dersom resultatene fra de forenklede beregningene viser at stikkrennen/kulverten har liten restkapasitet i forhold til det beregnede behovet, bør en utføre detaljerte flomberegninger under den spesielle ROS- analysen. En restkapasitet på 50 % eller mer anses å være tilstrekkelig.

2.2.2.2 Følsomhetsanalyser og usikkerhet

Med følsomhetsanalyser menes at man for et gitt beregningsobjekt foretar beregninger med ulike gjentaksintervall (returperioder) og variasjon av øvrige parametere for å se hvordan det påvirker beregningsresultatet. Følsomhetsanalyser kan også omfatte studiet av hvordan ulike klimaendringsscenarioer påvirker beregningene.

Dersom klimaendringer medfører stor usikkerhet i beregningene kan det bety at man må velge et annet gjentaksintervall enn man i utgangspunktet ville valgt.

Avrenningskoeffisienten (C) i den rasjonelle formelen, bestemmes av fordrøyningen innenfor nedbørsfeltet. Den tar med andre ord hensyn til terrengets infiltrasjons- og vannlagringsevne. Om vinteren vil frost trenge ned i grunnen og redusere infiltrasjon. Ved brått mildvær og regn midt på vinteren vil derfor avrenningen bli større enn om sommeren. Å variere infiltrasjonen kan bli en del av følsomhetsanalysen, men mer detaljert behandling av fryse-tine vekslinger vil ellers bli en del av den spesielle ROS-analysen i neste trinn. Her kan det også tenkes å ta hensyn til eventuell snøsmelting på toppen av tilrenning fra nedbør.

2.2.2.3 Kapasitetsberegning

Prosedyre for kapasitetsberegninger for stikkrenner og kulverter gis i håndbok 018 (Kapittel 405.5 Dimensjonering – kulverter og stikkerenner). Ved befaring må nødvendige informasjonen som trenges for å gjennomføre kapasitetsberegning kontrolleres, i tillegg til stikkrennens generelle tilstand.

2.2.3 Risikoanalyse

På samme måte som etter den enkle risikoanalysen bør stikkrennen plasseres i risikomatriksen. Objekter med god restkapasitet og funksjon iht. resultater fra inspeksjon på stedet vil da få en ”grønn” karakter. Eventuelt behov for enkle tekniske tiltak betegnes med ”gult”, mens objekter med liten restkapasitet eller dårlig teknisk tilstand føres videre til den spesielle ROS-analysen. Ved stor usikkerhet med kvaliteten på inngangsdataene og liten restkapasitet på stikkrennen i forhold til de beregnede vannmengdene bør en spesiell ROS-analyse gjennomføres for stikkrenner og kulverter som vil gi større konsekvenser enn normalt ved oversvømmelse eller sammenbrudd.

2.2.4 Rapportering

Rapporten skal følge disposisjonen som gis i VegCIM systemet. Oppsummering av grunnlagsdata og de beregningene som er foretatt rapporteres, sammen med beskrivelse av antakelser, følsomhetsanalyser og resultater fra befaringen. Her bør det også gis eventuelle anbefalinger for rensk eller annet vedlikehold, eller skjerpede inspeksjonsrutiner om dette er aktuelt.

2.3 Spesiell ROS-analyse

Den spesielle ROS-analysen er tenkt på objekter som havner på ”rødt” under den utvidede analysen. Den kan også tenkes for viktige objekter på vegnettet når det under forrige trinn hersker tvil om kvaliteten på inngangsdata eller at klimaendringene antas å kunne ha stor innvirkning på vannføringen. Fremgangsmåten blir i stor grad den samme som i kapittel 2.2, men her blir det lagt større vekt på kvaliteten på dataene, innarbeiding av klimaendringer og følsomhetsanalyse for både kapasitets- og dimensjoneringsberegninger. I tillegg kan det være oppdaget ting som krever en mer omfattende teknisk inspeksjon av en stikkrenne eller kulvert, som da blir gjennomført under den spesielle ROS-analysen.

Hensikten med den spesielle ROS-analysen er å gjennomføre detaljerte kapasitets- og flomberegninger for stikkrenner ut fra et bedre datagrunnlag og identifisere mulige utbedringstiltak samt å vurdere effekten av disse tiltakene. Dette inkluderer å gi anbefalinger for overvåking, regelmessig inspeksjon og vedlikehold eller tekniske utbedringstiltak.

2.3.1 Flomberegningsmetodenes anvendbarhet og usikkerhet

For hver metode skal man finne ut best mulige anvendelse, gyldighetsområde og hvilke usikkerheter den kan medføre ved estimeringen av dimensjonerende flommer. Metodevalg vil være avhengig av datatilgang, feltstørrelse og flomgenererende prosesser som antas å være viktige. I felt med forholdsvis lange tidsserier med vannføringsmålinger vil man bruke dataserier for å gjennomføre en flomfrekvensanalyse. I umålte felt kan man basere seg på observasjoner og kunnskaper fra målte felt som er sammenlignbare når det gjelder størrelse, responstid og feltform, samt har lignende klimaforhold. Det er viktig å samle opplysninger om mest ugunstige situasjon (nedbør, snøsmelting, temperaturforhold) for avrenning, dvs. hvilke forhold eller ”hendelser” som utløser de dimensjonerende flommene.

2.3.2 Hvordan innarbeide effekt av klimaendringer

Et viktig punkt er å få mer kunnskap om klimaendringer og flomrisiko i små felt. Målet må være å komme fram til hvor mye de ulike gjentaksnivåene endres, d.v.s. hvor mye endres en 200-års flom. I forbindelse med den rasjonelle metoden kan man f.eks. beregne IVF-kurver for klimascenarier. Gjennomfører man slik analyse for små felt over hele landet vil man få en god indikasjon på hvordan flomfrekvensen kan endres. Det finnes pr i dag ikke praktiske rutiner for anvendelse av nedskalerte klimaendringsscenarier til dette formålet, og i tillegg skjer det stadig oppdatering og utbedring av det regionale klimamodellene.

En må først få bedre datagrunnlag for de aktuelle områdene og teste ut ulike beregningsmetoder.

- Det er da ønskelig å velge ut noen sårbare områder, sårbare punkter på vegnettet og/eller punkter som er rimelig godt dekket med nedbør- og avrenningsdata.
- Videre kan det være aktuelt å gjennomføre dimensjonering av et utvalg stikkrenner ved hjelp av den rasjonelle formellen (med "gammelt" og oppdatert datagrunnlag) og basert på flomfrekvensanalyser.
- Utføre andre beregningsmetoder som kan være aktuelle, bl.a. NVE's flomberegningsprogram PQFLOM, slik at de kan testes ut og sammenlignes med resultatene fra flomfrekvensanalysene og/eller den rasjonelle formel.

En annen ting er at mulige konsekvenser av klimaendringer kan være større massetransport og tilslamning. Dette bør det tas hensyn til under ROS-analysen. Mulige tiltak ved utsatte stikkrenner kan være i form av et høyereleggende, eller et forskjøvet reserveløp i kombinasjon med en utvidet grøft eller et fordrøyningsbasseng som tar i mot sedimenter og mindre jordskred.

2.3.3 Dokumentasjon og rapportering

Som tidligere bør rapporteringen følge VegCIM-målet. Det gis oppsummering av grunnlagsdata og de beregningene som er foretatt. Antakelser og følsomhetsanalyser drøftes, og resultater fra befaringen gjengis. Kvaliteten på informasjonen om de aktuelle objektene som var tilstede i NVDB før analysen, skal beskrives i tillegg til hvordan registreringer i data basen ble oppdatert under analysen.

Tiltak som blir anbefalt skal beskrives og effekten av disse drøftes. Her bør det også gis eventuelle anbefalinger for rensk eller annet vedlikehold, eller skjerpede inspeksjonsrutiner om dette er aktuelt, for eksempel når stikkrennens plassering i risikomatriksen er usikker.

3 Risikohåndtering

3.1 Utbedringstiltak

Når analysen viser at sannsynlighet for en uønsket hendelse og konsekvensen av denne medfører en uakseptabel risiko bør tiltak iverksettes. Tiltak kan enten dreie seg om å redusere objektets sårbarhet eller å minske de negative konsekvensene av hendelsen.

Utbedringstiltak kan deles opp i fire kategorier ifølge RIMAROCC metoden [Referanse] for risikohåndtering av vegnettet med hensyn til klimaendringer. Disse tiltakstypene er:

- A. (Resistance) Tiltak som øker objektets motstand eller kapasitet mot den forventede belastningen. Dette vil for stikkrenner og bruer være for eksempel å bygge fordrøynings- og sedimentasjonsbasseng og/eller alternative flomveier og ekstra stikkrenner høyere opp i fyllinga, eller forbedre erosjonssikring.
- B. (Consequence reduction) Tiltak som reduserer de negative konsekvensene i tilfelle en uønsket hendelse skjer. Tilrettelegging av omkjøringsmuligheter i forkant av hendelse kan være et eksempel på dette.
- C. (Recovery capacity) Økt kriseberedskap. Tilrettelegge for rask utførelse av midlertidige reparasjoner kan være eksempel på dette.
- D. (Adaptive capacity) Her tar man utgangspunkt i mer langsiktig planlegging for å redusere sårbarheten. Dette kan være planlegging av tiltak i forbindelse med rutinemessig vedlikehold eller gjenbygging, for eksempel det å planlegge utskifting av stikkrenne med større kapasitet i forbindelse med fremtidig restaurering.

Man kan tenke seg strategier som inkluderer et eller flere av disse tiltakene i kombinasjon. Det er en fordel å satse på fleksible løsninger i og med at det er stor usikkerhet forbundet med virkningene av klimaendringer. Det er gunstig når tiltak medfører en gevinst, uavhengig av klimaendringer ("no-regret" løsninger).

Valg av løsninger og anbefalinger skal beskrives og rapporteres (se 2.3.3). Ved tiltak som innebærer tekniske utbedringer bør "restrisikoen" evalueres, dvs. objektet får en ny plass i risikomatrisen.

3.2 Overvåking

Noen ganger kan det være oppdaget forhold som gjør det aktuelt å innskjerpe rutinemessig inspeksjon eller vedlikehold. I slike tilfeller bør det sikres at driftskontraktene gir rom for dette. Uansett om ROS-analysen har ført til iverksettelse av tiltak eller ikke, vil det kunne bli endringer på et senere tidspunkt som påvirker risikobildet. Dette kan for eksempel være nye opplysninger om klimaendringer, rapporterte hendelser eller andre driftsrelaterte forhold. Nye og oppdaterte data, samt forbedrede analysemetoder o.l. vil også kunne føre til andre resultat. ROS analysen bør derfor tas opp igjen og evalueres etter en viss tid.

Referanser

- 1 Vegbygging / Statens vegvesen. - Oslo: Vegdirektoratet. Håndboksekretariatet, 2011. (Vegvesenets håndbokserie; håndbok 018).
- 2 Geoteknikk i vegbygging / Statens vegvesen. - Oslo: Vegdirektoratet. Håndboksekretariatet, 2010. (Vegvesenets håndbokserie; håndbok 016).
- 3 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger: veiledning / Statens vegvesen. - Oslo: Vegdirektoratet, 2008. (Vegvesenets håndbokserie; håndbok 274).
- 4 Krav til risikovurderinger (NS 5814:2008), Standard Norge, 2008 15 s.
- 5 Risikostyring: prinsipper og retningslinjer, Norsk standard NS-ISO 31000:2009, 2010, Standard Norge, 30 s.
- 6 Risikoanalyse: teori og metoder, Rausand og Utne, 2009, Trondheim, Tapir akademisk forlag, 389 s.
- 7 Inspeksjonshåndbok for bruer / Statens vegvesen. - Oslo: Vegdirektoratet. Håndboksekretariatet, 2000. - 352 s.. - (Vegvesenets håndbokserie; håndbok – 136).

Vedlegg 1

Registrerings skjema for stikkrenner

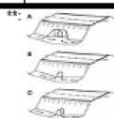
DATA	STIKKRENNE			Veg:	Hp:	m:	Leggear:	
	VENSTRE	MIDT	HØYRE	Fundamenteringstype:	Naturstein	Utgravd grop	Helstøpt	Halvstøpt
	Lengde (i meter):			Fyllingsmasser*:	Blokk/Stein	Grus/Sand	Silt/Leire	
	Endrede tilrenningsforhold:			Arealbruk	Hogst	Grofter	Veg	Annet
Tidligere tiltak:								

OPPSTRØMS	Terrengformasjoner:		Flatmark	Rasvifte	Skjæring:		Annet	
	Stedlige masser *:		Blokk/Stein	Grus/Sand	Fjell	Leismasse		Hav/innsjø/elv
	Skråningsoverflate:		Vegetasjon	Løsmasser	Murt			
	Fyllingshøyde (i meter):							
	Avsatte masser:		Nei	Litt	Mye			
	Fare for flomskred:		Nei	Liten	Stor			
	Synlig erosjon:		Nei	Ja	Bekkeløp			
	Erosjonsbeskyttelse:		Konstruert	Naturlig	Nei			
	Demping: (naturlig og konstruert)		Nei	Ja				
	Fordrøyning: (naturlig og konstruert)		Nei	Ja (volum:)	Fare for oppstuvning			
Vannføring:		Kontinuerlig:		Arsvanasjon	Stående vann	Tørrlagt		
		Liten	Stor					

KULVERT	Antall løp:						
	Type innløp**:		A/B/C	Naturstein:		Betong:	
			Grop (naturlig)	Frontmur	Kum	Frontmur	Kum
				Rist:	Annet		
	Materialtype innløp:		Naturstein	Betong	Stål	Plast	
	Geometri innløp (i mm):		Rektangulært, b x h:	Sirkulært, diameter:	Halvsirkel, diameter:	Annet	
	Materialtype utløp:		Naturstein	Betong	Stål	Plast	
	Geometri utløp (i mm):		Rektangulært, b x h:	Sirkulært, diameter:	Halvsirkel, diameter:	Annet	
	Tilknyttet lukket drenering:		Inn	Ut	Nei		
	Fall:		OK	Dårlig			
Vinkel ift. vegretning: (90° er vinkelrett gulstripen)							
Retnings-/fallendring:							
Behov for vedlikehold:		Ja, reparasjon	Ja, rensk	Nei			

NEDSTRØMS	Terrengformasjoner:		Flatmark	Rasvifte	Fylling:		Annet	
	Stedlige masser *:		Blokk/Stein	Grus/Sand	Stein	Leismasse		Hav/innsjø/elv
	Synlig erosjon:		Nei	Ja	Bekkeløp	Trær/vegetasjon		
	Erosjonsbeskyttelse:		Konstruert	Naturlig	Nei			

*: Blokk (>800mm), Stein (600-800mm)
Grus (80-2mm), Sand (2-0,6mm)
Silt/Leire (<0,06mm)



Firma:		Person:	
Dato:		Tid:	
Grønn/Gul/Rød:			
Gjentetningsstilstand:			
Tegn inn strek for høyde, og angi % oppfyllingsgrad:	Innløp	Midt	Utløp
Masser:	Slam	Slam	Slam
	Stein/grus	Stein/grus	Stein/grus
	Trær/kvister	Trær/kvister	Trær/kvister
Kommentarer:			
Groftedybde (i meter):			

Vedlegg 2

Veiledning til registreringsskjema for stikkrenner

DATA

Veg:

Vegnavn

Hp:

Hovedparsellnummer

m:

Meterverdi i hovedparsell

Leggeår:

År stikkrenna er lagt

VENSTRE, MIDT, HØYRE

Kryss av for venstre-, midt- eller høyrerenne. Venstre- og høyrerenner ligger i grøfta langsmed vegen. Midtrenner går på tvers under vegen.

Fundamenteringstype: Naturstein, Utgravd grop, Helstøpt, Halvstøpt

Fundamenteringstype som stikkrenna ligger på. Vanskelig å se. Må antakelig innhente informasjon.

Lengde (i meter):

Notér omtrentlig lengde på stikkrenna. Innhentet informasjon, eventuelt måles (laser, målebånd, øyemål).

Fyllingsmasser*: Blokk/Stein, Grus/Sand, Silt/Leire

Masser som vegfyllingen består av. Kan muligens observeres, ellers innhent informasjon.

* gir definisjonen på kornstørrelse.

Endrede tilrenningsforhold: Arealbruk, Hogst, Grøfter, Veg, Annet

Endringer i terreng som medfører endrede tilrenningsforhold. Fra eventuelt innhentet informasjon.

Tidligere tiltak:

Endringer som er gjort på stikkrenna tidligere. For eksempel rensk, utskiftning av deler, påbygg og lignende.

OPPSTRØMS

Terrengformasjoner: Flatmark, Rasvifte, Fjellskjæring, Løsmasseskjæring, Annet

Hva slags terreng oppstrøms. Flere alternativer mulig. Skriv for eksempel flatmark 100 meter, så fjellskjæring. Dersom høyre-/venstrerenne, er terrengformasjonen ”grøft”, skriv under Annet.

Stedlige masser *: Blokk/Stein, Grus/Sand, Silt/Leire, Trær/vegetasjon, Hav/innsjø/elv

Masser i terreng oppstrøms. Flere alternativer mulig. * gir definisjonen på kornstørrelse.

Skråningsoverflate: Vegetasjon, Løsmasser, Murt, Annet

Overflata på vegfyllingen over innløpet. Flere alternativer mulig.

Fyllingshøyde (i meter):

Cirka høyde på vegfyllingen. Målt fra bunn av innløpet til vegkanten.

Avsatte masser: Nei, Litt, Mye

Avsatte masser oppstrøms ned mot innløpet. For eksempel stein, grus eller finere stoffer. Mye = så mye at det kan bli et problem for innløpet til stikkrenna.

Fare for flomskred: Nei, Liten, Stor

Er det potensielt fare for flomskred oppstrøms ned til denne stikkrenna? Mange, runde steiner som har rast nedover kan tyde på dette.

Synlig erosjon: Nei, Ja, Bekkeløp

Tegn på erosjon i området rundt stikkrenna oppstrøms. Et naturlig bekkeløp (tørt eller vått) oppstrøms regnes ikke som erosjon.

Erosjonsbeskyttelse: Konstruert, Naturlig, Nei

Om det finnes konstruerte (for eksempel murt, steinsatt) eller naturlige (for eksempel vegetasjon) anordninger oppstrøms/ved innløp som hindrer erosjon av området oppstrøms og rundt innløpet til stikkrenna.

Demping: Nei, Ja

Om det finnes konstruerte eller naturlige anordninger som bremser vannets hastighet ned mot innløpet. For eksempel bremsende steiner oppstrøms eller rett foran innløpet.

Fordrøyning: Nei, Ja (volum:), Fare for oppstuvning

Om det finnes konstruerte eller naturlige anordninger som fordrøyer vannets volum inn i innløpet. For eksempel basseng eller grop rett foran innløpet. Fare for oppstuvning – er det potensielt fare for at stikkrennas innløp kan tette seg, for så at det dannes en stor ”innsjø” foran innløpet? Problemet kan oppstå i flatt terreng.

Vannføring: Liten kontinuerlig, Stor kontinuerlig, Årsvariasjon, Stående vann, Tørrlagt

Vannføring ned mot stikkrenna. Dersom det er vann ned mot stikkrenna utenom nedbørs- og smelteperioder, tyder det på at vannføringen er kontinuerlig året rundt. Stor kontinuerlig = forholdsvis mye vann. Årsvariasjon = tegn på vannføring ned til stikkrenna i perioder, observeres for eksempel som et tørt bekkeløp. Stående vann = ved innløpet, for eksempel på grunn av høyere elvevann på nedstrøms side, eller på grunn av tett stikkrenne.

KULVERT

Antall løp:

Antall løp stikkrenna består av. Sjelden mer enn 3 løp, i de fleste tilfeller kun 1 løp.

Type innløp:** A/B/C, Naturstein frontmur, Naturstein kum, Betong frontmur, Betong kum, Grop (naturlig), Kuppelrist, Flatrist, Annet

** gir skissetegning av innløp type A, B eller C (skriv om aktuelt riktig bokstav i ruta).

Naturstein frontmur = En mur av naturstein rundt innløpet. Innløpet kan for eksempel være en rektangulær/kvadratisk/halvsirkel åpning i muren, eller et betong-/stålrør med oppbygd naturstein rundt.

Naturstein kum = En oppbygd grop av steiner foran innløpet, må ha fire sider samt bunn (slags basseng). Kummen ligger under nedre kant av innløpet. Overflaten er ikke dekt av rist.

Betong frontmur = Samme som naturstein frontmur, men støpt i betong.

Betong kum = Samme som naturstein kum, men støpt i betong.

Grop (naturlig) = Nesten som kum, bare ikke støpt i betong eller steinsatt. Slags hull/basseng av jord-/steinmasser foran innløp. Kan være gravd ut naturlig av vannet, eller med for eksempel gravemaskin.

Kuppelrist = Rist over kum/sandfang med kuppelform. Innløp ligger under rist, nede i kummen.

Flatrist = Flat rist over kum/sandfang. Innløp ligger under rist, nede i kummen.

Ved annen type innløp er det viktig å dokumentere med bilder og eventuelt skissetegning i kommentarfeltet.

Materialtype innløp: Naturstein, Betong, Stål, Plast

Materiale brukt i innløp. Legg merke til at stikkrenna kan være annerledes utformet i utløp enn i innløp. Det kan for eksempel bety at en tredjedel av stikkrenna fra innløpet er utført i naturstein, de siste to tredjedeler av stikkrenna ut mot utløpet er betongrør.

Geometri innløp (i mm): Rektangulært b x h, Sirkulært diameter, Halvsirkel diameter, Annet
Mål i innløpet. Mål på rektangulære innløp føres bredde x høyde. Før tallet/tallene i millimeter, selv om målingen bare er nøyaktig til centimeter.

Materialtype utløp: Naturstein, Betong, Stål, Plast

Materiale brukt i utløp. Legg merke til at stikkrenna kan være annerledes utformet i utløp enn i innløp. Det kan for eksempel bety at en tredjedel av stikkrenna fra innløpet er utført i naturstein, de siste to tredjedeler av stikkrenna ut mot utløpet er betongrør.

Geometri utløp (i mm): Rektangulært b x h, Sirkulært diameter, Halvsirkel diameter, Annet
Mål i utløpet. Mål på rektangulære utløp føres bredde x høyde. Før tallet/tallene i millimeter, selv om målingen er bare nøyaktig til centimeter.

Tilknyttet lukket drenering: Inn, Ut, Nei

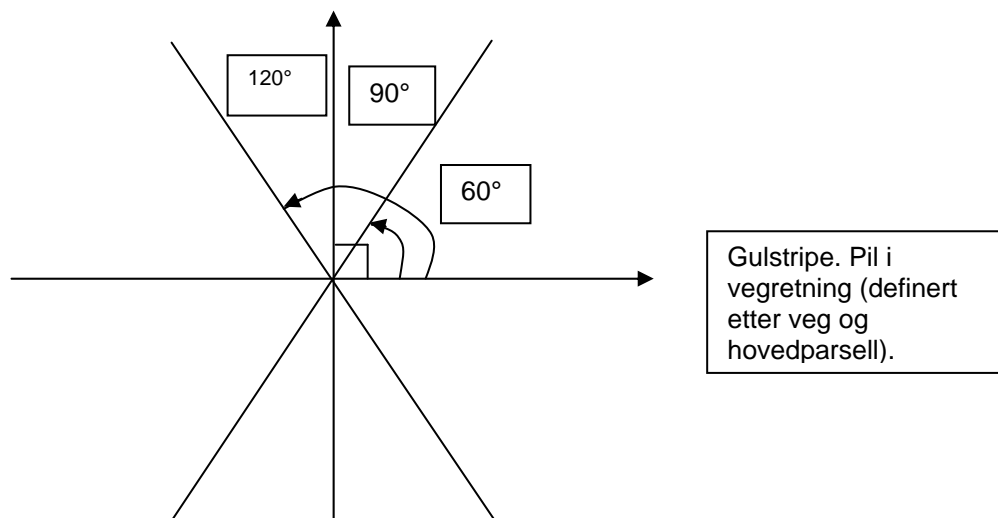
Om stikkrenna er tilknyttet lukket kum i inn- og/eller utløp, eller om det er plassert rør ned mot innløpet. Flere alternativer er mulig (både Inn og Ut).

Fall: OK, Dårlig

Om fallet på stikkrenna er OK slik at vannet renner tilfredsstillende (og i riktig retning). I motsatt tilfelle er det dårlig fall.

Vinkel ift. vegretning:

Definerer 90° som vinkelrett gulstripen. Se tegning.

**Retnings-/fallendring:**

Om det har skjedd endringer i stikkrennas retning eller fall (for eksempel knekk) etter at den har blitt lagt.

Behov for vedlikehold: Ja reparasjon, Ja rensk, Nei

Oppsummerer stikkrennas tilstand. Rød er behov for reparasjon, utskiftning eller omfattende utgraving av stikkrenna. Gul betyr behov for rensk av stikkrenne, enten for trær/kvister, stein/grus eller slam. Grønn er OK tilstand.

NEDSTRØMS

Terrengformasjoner: Flatmark, Rasvifte, Steinfylling, Løsmassefylling, Annet

Hva slags terreng nedstrøms. Flere alternativer mulig. Skriv for eksempel flatmark 20 meter, så annet (elv). Dersom høyre-/venstrestenne, er terrengformasjonen "grøft", skriv under Annet.

Stedlige masser *:

Masser i terreng nedstrøms. Flere alternativer mulig. * gir definisjonen på kornstørrelse.

Synlig erosjon: Nei, Ja, Bekkeløp

Tegn på erosjon i området rundt stikkrenna nedstrøms. Et naturlig bekkeløp (tørt eller vått) nedstrøms regnes ikke som erosjon.

Erosjonsbeskyttelse: Konstruert, Naturlig, Nei

Om det finnes konstruerte (for eksempel murt, steinsatt) eller naturlige (for eksempel vegetasjon) anordninger nedstrøms/ved utløp (for eksempel energidreperbasseng) som hindrer erosjon av området nedstrøms stikkrenna.

VENSTRE MARG**Firma:**

Statens vegvesen (SVV)

Person:

Initialene til personen som har ført registreringene.

Dato:

Dato registreringene er ført.

Tid:

Tidspunkt registreringene er ført.

Grønn/Gul/Rød:

Farg ruten til høyre for denne teksten grønn, gul, eller rød, avhengig av tilstand registrert under KULVERT, behov for vedlikehold. For at man skal kunne se det tydelig for hver stikkrenne om den er i orden eller ikke.

Gjentettingstilstand: Innløp, Midt, Utløp

Tegn inn strek for høyde av det som tetter igjen innløp, midt i renna og utløp (alle tre). Skriv i tillegg prosent oppfyllingsgrad (anslå cirka) i alle tre ruter. Bruk sirklene om det er et rør, rektanglene om stikkrenna er i rektangulær/kvadratisk form. Kryss av for hva slags masser som tetter for hver av de tre stedene (innløp, midt, utløp). Hvis gjentettingstilstanden er null, skriv 0 % i aktuelle sirkler/rektangler.

Kommentarer:

Felt for å skrive kommentarer og andre tilføyninger.

Vedlegg 3

Utsatte stikkrenner – faktorer for sårbarhetsvurdering

Faktor/objekt	Konsekvens	Tiltak
Registrerte skader på stikkrenner.	Stålrør ruster (hull, kollaps)	Inspeksjon, Utskiftning
Finkornige løsmasser	Finkorning materiale(eksempel siltig sand) gir større utfordring for drenering av vannet hvis det er forekommer en kollaps eller hull enn grovt materiale (eksempel puk).)	Inspeksjon, Utskiftning
Bratt terreng	<ul style="list-style-type: none"> • Masseførende bekkeløp • Vann på avveie • Setninger på vegen (rørutglidninger) • Erosjon i fyllingsfot 	Inspeksjon, rensk, reserveløp, erosjonssikring, utskiftning
Elv nedstrøms veg	<ul style="list-style-type: none"> • Om vannstand ved stor vannføring når opp til utløpskonstruksjonen kan man få knusing/blokkering av utløpskonstruksjon ved masseførende elv. • Tilbakeslag i stikkrenne, oppstuvning 	inspeksjon
Påskjøtet stikkrenne i forbindelse med breddeutvidelse av veg	Vann på avveie - lekkasje i skjøter/overganger	Gjennomgående stikkrennekonstruksjon
Erosjonsutsatte skråninger/sideterreng	Gjentetting av stikkrenne (slam, vegetativt materiale, etc)	Sikring, eventuelt jevnlig inspeksjon og drifting
Driftsrutiner som ikke er tilfredsstillende	Oppstuvning, gjentetting, vann på avveie, dreneringssystem som ikke fungerer etter hensikten	Bedre driftsrutiner, oppfølging og erfaringsoverføring
Anleggsvirksomhet og nyåpning av veg	Erosjonsutsatte områder som fører til gjenslamming av drensssystem, skjer ofte før vegetasjonsetableringen.	Erosjonskontroll anleggsfase
Ising	Hindrer vannet i å strømme under/vekk fra vegbanen, fører til oppstuvning	Drift, utskifting av stikkrenne til en med iskontroll.
Ingen alternative vannveier	Oversvømmelse	Reserveløp

Vedlegg 4

Aktuelt datagrunnlag og mulige kilder

Type data		Kilde
Geografiske data	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikasjon av område som skal inngå i undersøkelse • - vegstrekning m/tilhørende drencsystem og avrenningsområde • - for eksempel identifikasjon av alle stikkrenner og grøfter mv. som skal kontrollberegnes 	Data defineres og avgrenses før omfanget av andre data fastlegges
	<ul style="list-style-type: none"> • Kartgrunnlag, flyfotos, satellittbilder o.a. som viser topografiske forhold, vassdrag og sjøer, skog/vegetasjon, jordbruksareal, bebyggelse, etc (grunnlag for å fastsette data med ønskelig nøyaktighet til bruk ved avrenningsberegninger) 	NVDB og/eller vanlig brukt prosjekteringsgrunnlag
	<ul style="list-style-type: none"> • Grunnforhold (grunnundersøkelser for veglinja) 	NVDB
Tekniske data	<ul style="list-style-type: none"> • Data om antall/plassering av stikkrenner, kummer mv. • Innmålingsdata/digitale kart. 	NVDB, andre kilder/arkiv
	<ul style="list-style-type: none"> • Data om dimensjon/utforming av eksisterende enkeltobjekter som skal kontrollregnes, for eksempel: • <u>Stikkrenner/kulverter</u>: Detaljerte data om dimensjoner og utforming, så som rørdiameter, helning, lengde, innløps- og utløpsutforming, oppslammingstilstand, sandfang-/kumtype, erosjonsbeskyttelse ved inn- og utløp. • <u>Grøfter (sidegrøfter, terrenggrøfter mv.)</u>: Grøfteprofil (dvs. bredde, dybde, sidehelling mot veg og mot terreng), lengdehelling, kledningsmateriale/erosjonsbeskyttelse, oppslammingstilstand. • Eksisterende fordrøyningsløsninger: 	Det sjekkes i det enkelte prosjekt om det finnes data i NVDB
	<ul style="list-style-type: none"> • Bilder (fotos) som enkeltobjektene kan identifiseres og vurderes ut fra. Bilder sier utrolig mye. I tillegg til det som fins i arkiver bør det tas rikelig med bilder ved befaring/inspeksjon. 	NVDB (Vidkon) og diverse prosjekterrelaterte arkiv.
Driftsdata	<ul style="list-style-type: none"> • Drifts- og vedlikeholdsdata, rapporter etc. Bl.a.: • - eldre arkiv, data fra før 2003 (delingen av SVV) • - nyere arkiv • (data om inspeksjon, tilstandsrapportering, hendelseshistorikk så som flomhendelser, utførte tiltak som rensk, reparasjoner og utbedringer, oppgradering og skifting av rør, etc.) 	Eldre arkiv, samt nyere arkiv i forb. med funksjonskontrakter
	<ul style="list-style-type: none"> • Kartlegging av hendelser/endringer i nær- eller fjerntliggende deler av tilrenningsområdet (nedbørfeltet) som over tid (flere tiår) kan ha endret avrenningsforholdene (skoghogst, dyrking, feltutbygging, veger, VA-systemer, etc.) 	Kommunale arkiver og etater
Meteorologiske og hydrologiske data	<ul style="list-style-type: none"> • Nedbørsmålinger, temperaturdata etc. 	DNMI (eklima.no)
	<ul style="list-style-type: none"> • Vannføringsmålinger 	NVE m.fl. sjekkes mht. om det fins data.

Vedlegg 5



Delprosjekt 3 Sikring mot flom og erosjon

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

Delprosjektet er organisert i følgende aktiviteter:

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

Drenering ser på følgende tema:

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

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

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

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

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

Delprosjektleder: Frode Oset, Vegdirektoratet.

Fagsekretær for delprosjektet: Kristine Flesjø, Vegdirektoratet

Vedlegg 6



Delprosjekt 7 **Sårbarhet og beredskap**

Alt som ikke kan forbygges må takles med funksjonell beredskap, tilpasset klimaforhold. Delprosjektet omfatter rutine, krav og kontraktsmal for varsling, beredskapssystem inkludert kriterier for tiltak (stenging eller annet) for både flom og skred ut fra beredskapstrinn.

Delprosjektet er organisert i følgende aktiviteter:

- 7-1 Beredskapssystem
- 7-2 Risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS)
- 7-3 Beredskapskurs for entreprenører

Beredskapssystem og dets funksjonalitet er viktig for klimatilpasning. Prosjektet skal kartlegge og vurdere Statens vegvesens beredskap under hendelser som skyldes ugunstige væreforhold, samt utarbeide forslag til endrede beredskapsrutiner under endrede klimaforhold og ugunstig vær. Fokuset er på trinnvis beredskap. Inkludere faglig grunnlag i forhold til ulike typer hendelser samt utprøve bruken av webportalen "Føre var" (delprosjekt 2). Trinnvis beredskap

ROS-analyser av vegnettet mht alvorlige hendelser som kan føre til stengning av vegen, utføres av Statens vegvesen som oppfølging av SAMROS prosjektet. Arbeidet utføres i regionene /distriktene. 'Klima og transport' bidrar med en veiledning til hvordan dette arbeidet skal inkludere hensyn til mulig effekt av klimaendringer.

Beredskapskurs for entreprenører gjennomføres i Statens vegvesens regi ved oppstarten av hver kontraktsperiode. 'Klima og transport' tar sikte på å utvide kurset til flere typer skred og til beredskap mot flom. Kursene var opprinnelig utformet med tanke på snøskred. Arbeidet utføres av Jan Otto Larsen og arbeidsgruppen. Tankegangen for trinnvis beredskap følges og muligheter som webportalen "Føre var" kan gi på sikt presenteres.

Delprosjektleder: Arne Gussiås, Statens vegvesen, Region midt

Vedlegg 7



Prosjektrapporter fra 'Klima og transport' - pr mai 2011

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

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



Statens vegvesen

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

ISSN: 1892-3844