



# ROS-analyser av stikkrenner i Nord-Rogaland

Erfaringsrapport med evaluering av metodikken beskrevet i VD  
24 og VD 29

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 471



**Tittel**

ROS-analyser av stikkrenner langs vegnettet i Nord-Rogaland

**Undertittel**

Erfaringsrapport med evaluering av metodikken beskrevet i VD 24 og VD 29

**Forfatter**

John Sverre Rønnevik  
Tonje Karin Rio

**Avdeling**

Vegavdeling Rogaland

**Seksjon**

Vegseksjon Haugesund

**Prosjektnummer**

307940

**Rapportnummer**

Nr. 471

**Prosjektleder**

John Sverre Rønnevik

**Godkjent av**

Eivind Stangeland

**Emneord**

Risiko- og sårbarhetsanalyse, ROS-analyse, overvann, stikkrenne, kulvert

**Sammendrag**

Rapporten beskriver utprøving av metodikk for vurdering av risiko- og sårbarhet av stikkrenner og kulverter som beskrevet i rapportene VD24 (risiko- og sårbarhetsanalyser av stikkrenner mht. værrelaterte hendelser) og VD29 (ROS-analyser med hensyn til værrelaterte hendelser - Prosessveileder). Metodikken ble anvendt på stikkrenner for utvalgte deler av vegnettet i Nord-Rogaland. Metodikken blir vurdert som egnet, men foreslår en oppdatering av VD24 i samsvar med resultatene fra prosjektet.

**Title**

Risk and vulnerability analysis of culverts in Nord-Rogaland

**Subtitle**

Experience report with evaluation of methods described in VD24 and VD29

**Author**

John Sverre Rønnevik  
Tonje Karin Rio

**Department**

Roads Department Rogaland

**Section**

Roads Haugesund

**Project number**

307940

**Report number**

No. 471

**Project manager**

John Sverre Rønnevik

**Approved by**

Eivind Stangeland

**Key words**

Risk and vulnerability analysis, surface runoff, culvert

**Summary**

The report describes how methods for risk and vulnerability assessments described in VD24 and VD29 were applied to parts of the road network in Nord-Rogaland. The report finds the methods sufficient, but also provides some recommendations for updating VD24 based on experiences from the project.

## Forord

I 2018 utarbeidet Gordana Petkovic ved Klima- og miljøseksjonen i Vegdirektoratet et forslag til en masteroppgave. Oppgaven var rettet mot utprøving og oppdatering av metodikken for ROS-analyser av stikkrenner og kulverter, i den hensikt å oppdatere to tidligere rapporter fra Statens vegvesen:

- VD24 – [Risiko- og sårbarhetsanalyser av stikkrenner mht. værrelaterte hendelser](#), og
- VD29 – [ROS-analyser med hensyn til værrelaterte hendelser – Prosessveileder](#).

Det var ingen studenter som valgte denne masteroppgaven for vårsemesteret, og dermed så oppgaven ut til å bli liggende. Dette var uheldig, da Statens vegvesen generelt sett har dårlig oversikt over sårbarheten på stikkrenner og kulverter på vegnettet. Dette motvirker etatens oppgave om å sikre et robust vegnett.

På forsommeren 2019 foreslo jeg at vi kunne teste ut metodikken på deler av vegnettet i Rogaland ved hjelp av å sommerstudenter. Prosjektet ble gjennomført sommeren 2019, og denne rapporten er resultatet av prosjektet.

Prosjektet ble ledet av John Sverre Rønnevik. Feltarbeid og rapportering ble i hovedsak utført av Kimmi Tran, sommerstudent fra NTNU, og Tonje Karin Rio, som ble uteksaminert fra HVL sommeren 2019. Prosjektet hadde ikke vært mulig å fullføre uten deres innsats.

John Sverre Rønnevik

Haugesund, 9. September 2019.

## Innhold

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Forord .....                        | 1  |
| Introduksjon.....                   | 3  |
| Metode .....                        | 4  |
| Kartstudie .....                    | 4  |
| Befaring .....                      | 4  |
| Beregning .....                     | 5  |
| Dimensjonerende avrenning.....      | 5  |
| Kapasitet i stikkrenne/kulvert..... | 7  |
| Registrering av data i NVDB .....   | 7  |
| Resultat.....                       | 9  |
| Diskusjon.....                      | 12 |
| ROS-analyse .....                   | 12 |
| Evaluering av metodikken.....       | 12 |
| Kartstudier og GIS.....             | 13 |
| Datagrunnlag.....                   | 13 |
| Kompetanse.....                     | 14 |
| Frekvens .....                      | 14 |
| Konklusjon.....                     | 15 |
| Referanseliste .....                | 16 |

## Introduksjon

Ifølge klimaprofilen for Rogaland fra Norsk Klimaservicesenter (2017) kan Rogaland forvente klimaendringer og tilhørende klimautfordringer. Det forventes et varmere, villere og våtere klima i fremtiden. Episoder med kraftig nedbør i form av økt intensitet og hyppighet er en høyst sannsynlig konsekvens av endringer i den globale vannsyklusen (IPCC, 2014). Det forventes også flere og større regnflommer, samt økt fare for jord-, flom- og sørpeskred som følge av økte nedbørmengder. Stormflonivået vil også forventes å øke som en konsekvens av havnivåstigningen. Utover dette vil sannsynligheten for økt tørke, isgang, snøskred og kvikkleireskred også være reelle utfordringer i nær fremtid.

Som en del av Statens vegvesens ansvar for driftskontrakter, vil klimaendringene være en direkte utfordring for overvannshåndtering som vegnettet og infrastrukturen vil bli utsatt for.

Funksjonen til stikkrenner og kulverter er å lede overvann bort fra vegbanen, dette for å sikre vegens funksjon og sikkerheten rundt fremkommeligheten for trafikanter (Statens vegvesen, 2018). Vegnettet i Norge består av flere hundre tusen stikkrenner og kulverter som det per i dag ikke blir brukt nok tid og ressurser på. Dette medfører en svekkelse i funksjon og standard både på veg og stikkrenne/kulvert på grunn av manglende drift og vedlikehold på disse vegobjektene. Det har ikke vært en prioritering å bruke nok ressurser på stikkrenner/kulverter siden disse ble bygd, slik at det følger et etterslep i denne jobben i dag. På sikt vil etterslepet og den totale kostnaden rundt ny utforming/erstatning øke hvis det ikke settes i gang tiltak. Det mangler en oppdatert og beskrivende metode som tar høyde for klimaendringene, og med tiltak som lar seg utføre i praksis på et helhetlig vis.

I denne rapporten er det forsøkt å formulere flere tiltak som kan løse stikkrenne/kulvertproblematikken knyttet til overvann og klimaendringene, og tar utgangspunkt i VD rapport nr. 24 «Risiko og sårbarhetsanalyser av stikkrenner mht værrelaterte hendelser» og VD rapport nr. 29 – «ROS-analyser med hensyn til værrelaterte hendelser» (Vegdirektoratet, 2011). Dette er et lokalt prosjekt utført ved vegseksjonen i Haugesund for enkelte områder i Nord Rogaland. Den kvantitative metoden som er blitt gjort består av en tidlig fase med kartstudie, en gjennomføringsfase med befaring og beregning, og en avsluttende fase i form av denne rapporten. På bakgrunn av dette er det blitt satt opp to mål for dette prosjektet:

1. Å utføre risiko og sårbarhetsanalyser av stikkrenner langs veinettet i Nord Rogaland
2. Å evaluere metodikken for ROS-analyser av stikkrenner beskrevet i VD 24 og VD 29

## Metode

Sommeren 2019 ble det utført risiko- og sårbarhetsanalyser av et utvalg stikkrenner i kontraktsområdene Haugesund, Haugalandet og Indre Ryfylke i Nord Rogaland. Området som ble undersøkt består av to riksveger og tre fylkesveger med varierende årsdøgntrafikk. I tillegg til det praktiske arbeidet med å utføre ROS-analyser av stikkrenner langs disse vegene var et annet fokus å teste ut og eventuelt forbedre den generelle metodikken for ROS-analyser av stikkrenner beskrevet i VD 24 og VD 29. Nevnte rapporter beskriver en tredelt metodikk for å identifisere sårbare punkt langs vegnettet:

1. Enkel ROS-analyse
2. Utvidet ROS-analyse
3. Spesiell ROS-analyse

## Kartstudie

Denne tredelingen ble fulgt konsekvent med enkle modifiseringer gjennom hele prosjektet. Først ble det gjennomført en kartstudie for å identifisere punkter eller strekninger langs vegen som teoretisk sett kunne være flomutsatt. Til dette ble et kart utformet i ArcGIS Online med hydrologiske data fra NVE, samt egne [data](#) på stikkrenne/kulvert (Statens vegvesen, 2019). Temakartene (1) nedbørfelt REGINE, (2) elvenett ELVIS og (3) flomaktsomhet ble importert som en WMS-tjeneste fra NVE sin [kartkatalog](#) (NVE, 2019). Ved å identifisere stikkrenner lokalisert innenfor disse flomutsatte områdene ble trinn 1 av den tredelte ROS-analysen gjennomført.

## Befaring

Flomutsatte stikkrenner ble videre undersøkt ved befaring, noe som samsvarer med trinn 2 av ROS-analysen. Ved befaring ble de flomutsatte stikkrennene undersøkt med tanke på gjentettingstilstand, skadeomfang og eventuell underdimensjonering. Stikkrenner med behov for enkle tekniske tiltak som rensk ble markert som gult i analysen, mens stikkrenner med store skader eller behov for større kapasitet ble markert som rødt og ført videre til trinn 3 av analysen. Ved feil eller mangler ble det også oppdatert til riktige data på stikkrenne/kulvert i NVDB.

## Beregning

Trinn 3 av ROS-analysen består av å sammenligne det aktuelle punktets dimensjonerende vannføring og kapasiteten i stikkrenne/kulvert som er i dag, og eventuelt en ny evaluering med forslag til nye dimensjoner som skal være tilstrekkelig for det aktuelle punktet for 200-års flommer.

Beregningsarbeidet som er blitt gjort tar utgangspunkt i beregningsmetodene beskrevet i Håndbok N200 – «Vegbygging» og rapport nr. 681 – «Lærebok: Drenering og håndtering av overvann» (Statens vegvesen, 2018). Årsaken til at begge er benyttet, er at rapport nr. 681 gir utfyllende beskrivelser av metodikk. Siden læreboken gir mer utfyllende informasjon, er det henvist til denne for de forskjellige beregningene. Utover dette er det blitt brukt [beregningsprogram](#) for stikkrenner levert av Pipelife Norge AS. Det er gjort sammenligninger med de utregnede verdiene og de genererte, og verdiene er tilsvarende hverandre. For kulverter er kapasiteten kun blitt beregnet for hånd, da det ikke har vært tilgang til beregningsprogram for kulverter.

### Dimensjonerende avrenning

Den rasjonelle formelen er benyttet for mindre nedbørfelt ( $\leq 5 \text{ km}^2$ ) og fremgangsmåten følger kapittel 3.3.2 i rapport nr. 681 for å finne dimensjonerende avrenning for det interessante punktet,

$$Q = c * i * A * K_f * c_T$$

der

- Q – dimensjonerende avrenning
- c – avrenningskoeffisient
- i – nedbørintensitet
- A – areal av nedbørfelt
- $K_f$  – klimafaktor
- $c_T$  – avrenningskoeffisient i forhold til gjentaksintervall

Avrenningskoeffisienten, c, finnes i tabell 3.4 i rapport nr. 681. Valg av c-faktor er utslagsgivende, og det anbefales derfor å beregne denne med vektning på prosentandel av terrengtype. Det vil si at c-faktoren regnes ut slik at det benyttes midlere avrenningskoeffisient,

$$c = \frac{c_1 * A_1 + \dots + c_n * A_n}{A}$$

der

- $c_1, \dots, c_n$  er avrenningskoeffisienten for de ulike terrengetypene
- $A_1, \dots, A_n$  er areal av de ulike terrengetypene i nedbørfeltet

Terrengetyper kan velges ut ifra feltparametrene i NEVINA eller fra NVEs [løsmassekart](#).

For 200-års gjentaksintervall skal det legges til 30%, det vil si at faktor  $c_T$  skal være 1,3. Klimafaktor er satt til 1,4.

Feltparametre, som areal av nedbørfelt, feltlengde, høydeforskjell, sjøprosent og terrengetyper, fås fra NVEs karttjeneste [NEVINA](#). NEVINA dekker ikke analyse av punkter som befinner seg utenfor hovedelver. For å finne feltparametre uten NEVINA vises det til det digitale verktøyet ArcGIS Pro som kan kjøre flomveganalyser. Slike analyser ble utført ved enkelte punkt der man ikke hadde data på nedbørfelt og avrenning fra NVEs karttjeneste NEVINA, samt der man var i tvil om aktuell stikkrenne var plassert på riktig plass i terrenget. Slik kan man enklere avgrense nedbørfelt og lokalisere avrenningslinjer. For å kunne gjøre denne analysen ble det lastet ned en høyoppløselig høydemodell (DTM1) fra [Høydedata](#). Deretter ble en ferdiglaget modell «[Urban flom](#)», utarbeidet av Fredrikstad kommune og Geodata AS (2014), kjørt ved hjelp av tilleggsverktøyet «Spatial Analyst Tools» i ArcGIS Pro.

Alternativt kan en manuelt beregne på areal av nedbørfeltet for det aktuelle punktet, i tillegg til feltlengde og høydeforskjell. Dette kan eksempelvis gjøres i [Norgeskart](#) med verktøy «Tegne og måle».

Nedbørintensiteten finnes i IVF-kurver som har en sammenheng med konsentrasjonstiden.

Konsentrasjonstiden,  $t_c$ , avhenger av type felt det aktuelle punktet ligger i,

$$t_c = 0.6 * L * H^{-0.5} + 3000 * A_{se} \quad \text{for naturlige felt}$$

$$t_c = 0.02 * L^{1.15} * H^{-0.39} \quad \text{for utbygde felt}$$

der

- L – feltlengde
- H – høydeforskjell i felt
- $A_{se}$  – andel innsjø i feltet, forholdstall. Utslagsgivende for utregnet konsentrasjonstid.

$$A_{se} = \frac{A_1 + \dots + A_n}{A}$$

der



- $A_1 + \dots + A_n$  er summen av vann/innsjø i nedbørfeltet, og kan finnes hos NVEs [innsjødatabase](#)
- A er areal av nedbørfeltet

$A_{se}$  kan beregnes ved denne formelen eller velges ut ifra feltparametrene i NEVINA.

IVF-kurver lastes ned hos anbefalte [EKLIMA](#) som tar utgangspunkt i målestasjoner basert på minst 10 sesonger, se fremgangsmetode beskrevet i kapittel 405.4 i Håndbok 018. Det er også mulig å laste ned IVF-kurver fra [Norsk Klimaservicesenter](#), men legg merke til at kurver tilhørende punkter som ikke inngår i de etablerte målestasjonene kan være usikre. Det anbefales å laste ned IVF-kurver med y-akse-enhet l/(s\*ha) for færre omgjøringsberegninger.

### Kapasitet i stikkrenne/kulvert

Beregning av kapasitet i stikkrenne/kulvert kan gjøres både for hånd og med beregningsprogram. I flere punkt er det blitt gjort begge deler for kvalitetssikring, hvor det er kommet frem til at begge resultater er tilsvarende hverandre. Det er noe mer tidkrevende å beregne for hånd, slik at det etter hvert kun er blitt gjort beregning med program.

Beregningsmetoden gjort for hånd følger rapport nr. 681, se kapittel 5.3.3 Kapasitetsberegning ved innløpskontroll, med metoden «dimensjonsløs kapasitetsdiagram».

### Registrering av data i NVDB

Objekttypen «Stikkrenne/kulvert» har per i dag ikke egenskapstyper hvor resultatene fra risikovurderingen kan registreres. Dette ble løst ved å registrere hovedfunn, altså objektets sårbarhet og årsak, i egenskapstypen «Tilleggsinformasjon» for hvert objekt. I tillegg ble øvrige egenskapstyper, eksempelvis dimensjon og materiale, endret for objekter hvor dette var relevant.

Det anbefales å opprette dedikerte egenskapstyper for resultatet fra sårbarhetsvurderingen. Dette vil gjøre det mulig å sortere og filtrere informasjonen ved hjelp av NVDB eller Vegkart. Følgende egenskapstyper anbefales:

- *Sårbarhet*. Egenskapen beskriver resultatet av sårbarhetsvurderingen. Forhåndsdefinert liste med verdiene «grønn», «gul» og «rød».
- *Vurderingstrinn*. Egenskapen beskriver hvilket trinn som ligger til grunn for vurderingen av sårbarhet. Forhåndsdefinert liste med verdiene «trinn 1», «trinn 2» og «trinn 3».
- *Anbefalt tiltak*. Egenskapen beskriver de tiltakene en vurderer som aktuelle for å redusere sårbarheten som fritekst.
- *Dato for vurdering*. Egenskapen beskriver når vurderingen sist ble utført som datofelt.



Denne endringen må implementeres i NVDB av NVDB og Geodata i Vegdirektoratet før informasjon kan registreres. Før dette er på plass, kan resultatet fra vurderingen lagres under egenskapstypen *tillegsinformasjon* for objektet «Stikkrenne/kulvert» i NVDB. Øvrige funn fra befaring, eksempelvis spesielle problem som vegetasjonstetting og feilaktig eller mangelfull informasjon, eksempelvis feilregistrert dimensjon eller materialtype, bør oppdateres som en del av analysearbeidet.

Utover dette anbefales det å bruke barnobjektet «Dokumentasjon» for fotografier og skisser hvor dette er relevant for risikovurderingen.












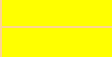






## Resultat

Resultatene viser at det finnes et antall utsatte punkter og strekninger langs undersøkte fylkes- og riksveger. Tabell 1 viser vegreferanse for det aktuelle punktet/strekningen, nåværende dimensjoner, status og forslag til tiltak. For mer utfyllende informasjon samt beregninger se vedlegg for hver enkelt stikkrenne. Tabell 2 viser prosentandel av de potensielt sårbare stikkrennene/kulvertene som faktisk er sårbare (røde punkt), samt variasjonen i årsdøgntrafikk (ÅDT) for hvert vegnummer.

*Tabell 1 - Oversikt over ROS-punkt i kontraktssområdene Haugesund, Haugalandet og Indre Ryfylke identifisert ved befaring og tilknyttede hydrologiske analyser sommeren 2019. Se vedlagte excel-ark for mer utfyllende informasjon.*

|   |   |
|---|---|
|  | = Reparasjon/behov for større kapasitet |
|  | = Rensk                                 |

### Fv520

| Vegreferanse          | Kulvert B x H (mm) | Stikkrenne D (mm) | Status  | Tiltak   |
|-----------------------|--------------------|-------------------|---|----------|
| 1100 Fv520 hp1 m2428  |                    | 1 x 1000          |    | 1 x 1200 |
| 1100 Fv520 hp1 m3825  |                    | 1 x 600           |    | Rensk    |
| 1100 Fv520 hp1 m4972  |                    | 1 x 1000          |    | 1 x 1400 |
| 1100 Fv520 hp1 m6483  |                    | 1 x 600           |    | Rensk    |
| 1100 Fv520 hp1 m15455 |                    | 1 x 800           |    | 1 x 1200 |
| 1100 Fv520 hp1 m16670 |                    | 1 x 800           |    | 1 x 1000 |
| 1100 Fv520 hp2 m14239 |                    | 1 x 400           |    | Rensk    |
| 1100 Fv520 hp2 m14309 |                    | 1 x 400           |    | Rensk    |
| 1100 Fv520 hp2 m15028 |                    | 1 x 300?          |    | Rensk    |
| 1100 Fv520 hp2 m15478 |                    | 1 x 300           |    | Rensk    |
| 1100 Fv520 hp2 m15519 |                    | 1 x 300           |    | Rensk    |
| 1100 Fv520 hp2 m16124 |                    | 1 x 400           |    | Rensk    |
| 1100 Fv520 hp2 m16506 |                    | 1 x 200           |    | Rensk    |
| 1100 Fv520 hp2 m16556 |                    | 1 x 300           |   | 1 x 600  |
| 1100 Fv520 hp2 m18006 |                    | 1 x 300           |    | Rensk    |
| 1100 Fv520 hp2 m21930 |                    | 1 x 800           |    | 2 x 1000 |
| 1100 Fv520 hp2 m24028 |                    | 1 x 800           |    | 1 x 1200 |

|                       |  |         |  |       |
|-----------------------|--|---------|--|-------|
| 1100 Fv520 hp2 m24514 |  | 1 x 400 |  | Rensk |
| 1100 Fv520 hp2 m24568 |  | 1 x 400 |  | Rensk |

### Fv515

| Vegreferanse                   | Kulvert B x H (mm) | Stikkrenne D (mm) | Status | Tiltak                 |
|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------|------------------------|
| 1100 Fv515 hp1 m444            |                    | 1 x 300           |        | Hev utløp              |
| 1100 Fv515 hp1 m3466           |                    | 1 x 400           |        | 1 x 500 +<br>hev utløp |
| 1100 Fv515 hp1 m3516           |                    | 1 x 400           |        | Hev utløp              |
| 1100 Fv515 hp1 m4377           | 1000 x 1000        |                   |        | 1 x 2000               |
| 1100 Fv515 hp 1 m4218-<br>4270 |                    | 1 x 1000          |        | 1 x 2000               |
| 1100 Fv515 hp2 m14363          |                    | 3 x 1200          |        | 2 x 1800               |

### Fv4776

| Vegreferanse                   | Kulvert B x H (mm) | Stikkrenne D (mm) | Status | Tiltak                    |
|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------|---------------------------|
| 1100 Fv4776 hp1 m1829          |                    | 1 x 400           |        | Rensk                     |
| 1100 Fv4776 hp1 m2005          |                    | 1 x 400?          |        | Hev utløp                 |
| 1100 Fv4776 hp1 m2805          |                    | 1 x 400           |        | Rensk                     |
| 1100 Fv4776 hp1 m3805-<br>3902 |                    |                   |        | Rensk +<br>grøfting       |
| 1100 Fv4776 hp1 m5136          |                    | 1 x 800           |        | 1 x 1500                  |
| 1100 Fv4776 hp1 m7116          |                    | 2 x 1000          |        | 1 x 1800<br>+ 1 x<br>1600 |
| 1100 Fv4776 hp2 m929           | 500 x 500          |                   |        | Grøfting                  |
| 1100 Fv4776 hp2 m1178          |                    | 1 x 1000          |        | 1 x 1700                  |
| 1100 Fv4776 hp2 m6144          | 400x400            |                   |        | 1 x 1300                  |

### Ev134

| Vegreferanse         | Kulvert B x H (mm) | Stikkrenne D (mm) | Status | Tiltak   |
|----------------------|--------------------|-------------------|--------|----------|
| 1100 Ev134 hp1 m1016 |                    | 1 x 800           |        | 1 x 1500 |

|                            |             |           |  |          |
|----------------------------|-------------|-----------|--|----------|
| 1100 Ev134 hp1 m1950       |             | 1 x 300   |  | 1 x 600  |
| 1100 Ev134 hp1 m9252-11826 |             |           |  | Hev veg  |
| 1100 Ev134 hp2 m3797       |             | 1 x 1700  |  | 1 x 2000 |
| 1100 Ev134 hp5 m4223       | 1500 x 1000 |           |  | 1 x 1600 |
| 1100 Ev134 hp5 m4802       |             | 1 x 3000  |  | Rensk    |
| 1100 Ev134 hp5 m6681       |             | Kumsystem |  | Sjekk    |

### Ev39

| Vegreferanse         | Kulvert B x H (mm) | Stikkrenne D (mm) | Status | Tiltak   |
|----------------------|--------------------|-------------------|--------|----------|
| 1100 Ev39 hp16 m1789 |                    | 1 x 1200          |        | 1 x 1700 |
| 1100 Ev39 hp17 m4968 | 1000 x 2000        |                   |        | 1 x 1300 |

### Rv13

| Vegreferanse         | Kulvert B x H (mm) | Stikkrenne D (mm)   | Status | Tiltak                             |
|----------------------|--------------------|---------------------|--------|------------------------------------|
| 1100 Rv13 hp18 m2865 |                    | 1 x 2000 + 1 x 1000 |        | 2 x 2000 eller 3500x2000 (kulvert) |

Tabell 2 – Prosentandel av sårbare punkt som er klassifisert som rødt i trinn 3 av ROS-analysen. Prosentandelen er beregnet fra potensielt sårbare punkt i trinn 1.

| Vegnummer | Potensielt sårbare punkt (trinn 1) | Faktisk sårbare punkt (trinn 3) | Prosentandel (%) | ÅDT (min-maks) |
|-----------|------------------------------------|---------------------------------|------------------|----------------|
| Fv520     | 49                                 | 8                               | 16,3             | 200-3000       |
| Fv515     | 22                                 | 3                               | 13,6             | 800-2500       |
| Fv4776    | 12                                 | 4                               | 33,3             | 300-750        |
| Ev134     | 46                                 | 4                               | 8,7              | 2150-21000     |
| Ev39      | 12                                 | 3                               | 25               | 4000-11000     |

## Diskusjon

### ROS-analyse

Gjennom dette prosjektet kommer det frem at flere stikkrenner er underdimensjonert i forhold til anbefalt dimensjonerende returperiode (Tabell 1). Denne er satt til 200 år ved flomsituasjon for tversgående stikkrenner lokalisert langs veger med ÅDT > 500 (Statens vegvesen, 2018). Underdimensjonering samt dårlig teknisk tilstand ser man at spesielt gjelder eldre steinsatte veiter, men også nyere plast- og betongkonstruksjoner. En grunn til dette kan være at ved utskifting blir det ofte satt inn en tilsvarende dimensjon eventuelt «et hakk større». Det anbefales derfor å øke fokuset på planlegging for fremtiden, ved å utføre detaljerte beregninger med klimapåslag for utsatte stikkrenner. Slik kan en i større grad ta hensyn til usikkerheter ved metodikken samt nedskalerte klimaprojeksjoner.

Det finnes en variasjon i prosentandelen av sårbare punkt langs de ulike vegstrekningene (Tabell 2). For Fv4776 ser man en betydelig høyere andel av utsatte stikkrenner/kulverter, men samtidig er trafikkmengden langs denne vegen vesentlig mindre enn de andre. Ev39 har forholdsvis stor prosentandel med røde punkter, og samtidig en nokså høy ÅDT. En slik sammenligning kan være nyttig da en skal vurdere hvilke punkter og strekninger som skal prioriteres.

Ved hjelp av ulike faktorer bør det settes opp en prioriteringsliste over hvilke punkter og strekninger som skal behandles etter tur og orden. Dette er viktig fordi objekter klassifisert som rødt i trinn 3 kan ha varierende betydning for fremkommelighet og sikkerhet. Utenom ÅDT og prosentandel av sårbare punkt, bør omkjøringsmuligheter tas med i betraktningen når det gjelder en prioriteringsliste. I tillegg kommer det eventuelle skadeomfanget på trafikant/veg og kostnader avhengig av størrelsesorden på eventuelle tiltak. Det anbefales å gjøre en vurdering på hvor lønnsomt det vil være med utskifting til stikkrenne/kulvert i forhold til drift- og vedlikeholdsplaner på sikt. F.eks. vil kulverter ha en mindre virkningsgrad når det kommer til selvreising enn stikkrenner. Lokale forhold må også tas hensyn til når det velges utforming.

### Evaluering av metodikken

I tillegg til det praktiske arbeidet med å utføre ROS-analyser av stikkrenner langs et utvalg av veger i Nord-Rogaland var et annet fokus å evaluere metodikken for ROS-analyser av stikkrenner beskrevet i VD 24 og VD 29. Gjennom konsekvent bruk av denne metodikken ble et erfaringsgrunnlag bygget opp. Den tredelte og trinnvise metodikken fungerer godt i praksis, men følgende anbefalinger bør vurderes:

- Implementering av en detaljert kartstudie (ArcGIS) i trinn 1
- Større fokus på kontinuerlig oppdatering av data i NVDB for å redusere behovet for befarings i trinn 2
- Behov for en nasjonal flomdatabase
- Den helhetlige ROS-analysen (spesielt trinn 3) bør bli utført av fagpersoner med en viss kompetanse innen hydrologi og hydromekanikk
- Opprettelse av et eget fagmiljø innen overvannshåndtering

### Kartstudier og GIS

Det vil være fordelaktig å inkludere en detaljert kartstudie i trinn 1 av ROS-analysen. På denne måten kan man velge ut de mest kritiske punktene for videre befarings, og dermed redusere omfanget av stikkrenner som skal undersøkes i trinn 2. En anbefaling vil være å utarbeide et kart i ArcGIS som viser (1) plassering av stikkrenner, (2) aktsomhetsområde for flom og (3) mulige flomveger. I dette prosjektet ble kartet og flomveganalysen utarbeidet kun for et begrenset område, men en mer effektiv løsning kan være å utarbeide et nasjonalt flomvegkart som kan brukes til lignende formål over hele landet. Eventuelt kan et komplett online kart med nevnte hydrologiske datasett og objekter være en enda bedre løsning for overvannshåndtering på et regionalt og lokalt nivå.

### Datagrunnlag

Oppdaterte data i NVDB er en forutsetning for en vellykket kartstudie. Flere stikkrenner og kulverter som er registrert i databasen viser seg å inneholde avvik når det kommer til metring, dimensjon og materialtype på objekt. Noen stikkrenner og kulverter er ikke funnet selv om de står registrert i databasen. En del av arbeidet har følgelig vært å rette opp i disse avvikene gjennom befarings, hvor det er blitt registrert korrekte data ved hjelp av mobilappen Vegviseren. Egne observasjoner fra prosjektet bekrefter at det per i dag er flere mangler og feil når det gjelder data på stikkrenne/kulvert, noe som kan forbedres med et fokus på kontinuerlig oppdatering av data i NVDB. En anbefaling kan være at byggherre/entreprenør oppdaterer data på stikkrenne/kulvert ved utskifting, og at et krav om inspeksjon og registrering innlemmes i driftskontrakten (Vegdirektoratet, 2011).

En nasjonal flomdatabase med oversikt over historiske flomhendelser hadde vært et nyttig verktøy i slike analyser. Uten en slik database er man avhengig av god lokalkunnskap og ressurser for å tilgang på slik informasjon. Et forslag til utformingen av en slik database er blitt utarbeidet av en tidligere masterstudent ved Høgskulen på Vestlandet (Heffernan, 2019). Det

vil være tidsbesparende for arbeidet med ROS-analyser av stikkrenner om denne flomdatabasen ble realisert.

### Kompetanse

Trinn 1 og 2 av ROS-analysen kan i stor grad utføres av fagpersoner uten en fordypning i hydrologi og hydromekanikk, men det er fordelaktig med en viss forståelse og kunnskap om vann- og jordforhold. Når det gjelder trinn 3 vil det være nødvendig med et solid grunnlag innenfor hydrologi og hydromekanikk, da beregningene av avrenning og kapasitet fort kan bli kompliserte. Dette gjelder spesielt når nedbørfeltet ikke er egnet for å bruke den rasjonelle metoden for eksempel ved et feltareal på  $> 5 \text{ km}^2$ , et effektivt sjøareal på  $> 0,5 \%$  eller et område med mye avrenning fra snø. I slike tilfeller blir det anbefalt å bruke andre metoder for beregning av dimensjonerende vannmengde (PQRUT, HBV). Problemet med dette er at dersom en ikke har tilstrekkelig kompetanse og/eller erfaring med hydrologiske beregninger og modellering, vil en ikke kunne kvalitetssikre dataene. Dette gjelder for så vidt også de forenklete beregningene ved bruk av den rasjonelle metoden. For å redusere usikkerheten tilknyttet disse analysene kan det være lurt å utarbeide mer konkrete og brukervennlige veiledninger og programvare.

Uten en konkret og brukervennlig fremgangsmåte kan det være nødvendig å engasjere et konsulentfirma for de mest kompliserte beregningene i trinn 3 av analysen. Dette gjør det mulig å dekke store områder innenfor et relativt kort tidsrom, uten at det legger beslag på etatens egne ressurser. Eventuelt kan det være en idé at dette utføres av et eget fagmiljø innen overvannshåndtering i Statens vegvesen. Da kan trinn 1 og 2 samt enkle beregninger bli utført lokalt mens mer kompliserte beregninger i trinn 3 kan bli overlatt til denne avdelingen. Dette vil være kostnadsbesparende i forhold til bruk av eksterne konsulenter eller studenter på korttidsengasjement, men vil legge beslag på allerede dedikerte ressurser, og trolig ta lenger tid. Et tredje alternativ er å engasjere studenter innen relevante fagfelt til å utføre dette arbeidet som en deltidsjobb, så fremt det finnes en komplett metodikk for hydrologiske beregninger og modellering utover den rasjonelle metoden. Dette forutsetter at kompetent personell gjøres tilgjengelig for å gi studentene opplæring og veiledning i metodikk og verktøy.

### Frekvens

Denne typen ROS-analyser er ferskvare og må gjennomføres regelmessig om det skal ha en hensikt utover å skape et øyeblikksbilde av situasjonen.

Det anbefales at trinn 1 av analysen utføres årlig. Dette skyldes at endringer oppstrøms, ekstremværhendelser og/eller en økning i timesnedbør kan ha store påvirkninger på den enkelte stikkrenne. Basert på utfallet av denne utløses behov for trinn 2 eller trinn 3 som følge



av metodikken. Første gang dette gjennomføres for vegnettet i et gitt område, vil prosessen være omfattende og tidkrevende, men denne arbeidsmengden vil reduseres etter at en basislinje er etablert.

## Konklusjon

Efaringene fra prosjektet tilsier at metodikken som beskrives i rapportene VD24 og VD29 er stort sett er egnet for formålet. Vi anbefaler imidlertid at rapportene oppdateres slik at de samsvarer med fremgangsmåten og beregningsmetodene som er beskrevet i denne rapporten. Her vil vi spesielt vektlegge bruken av karttjenester for å presentere registrerte data, samt bruken av analyser i ArcGIS. Det er også nødvendig å legge til egenskaper for objektet stikkrenner/kulverter i NVDB som beskrevet i rapporten. Til slutt vil vi presisere at metodikken er avhengig av gode grunnlagsdata, noe vurderingen i seg selv bidrar til. Således vil regelmessige oppdateringer bidra til stadig økt kunnskap og styrket grunnlag for prioritering av tiltak for å redusere risikoen fra værrelaterte hendelser på vegnettet.

## Referanseliste

- Heffernan, K. K. (2019). *Anbefalinger for flomregistrering i Statens vegvesen* (Mastergradsavhandling). Høgskulen på Vestlandet, Sogndal.
- IPCC (2014). *Fifth Assessment Report*.
- Norsk klimaservicesenter (2017). Klimaprofil Rogaland.
- Statens vegvesen (2018). *Lærebok: Drenering og håndtering av overvann* (SVV rapport nr. 681).
- Statens vegvesen (2018). *Vegbygging* (Håndbok N200).
- Vegdirektoratet (2011). *Risiko- og sårbarhetsanalyser av stikkrenner mht værrelaterte hendelser* (VD rapport nr. 24).
- Vegdirektoratet (2011). *ROS-analyser med hensyn til værrelaterte hendelser* (VD rapport nr. 29).



Statens vegvesen  
Region vest  
Vegavdeling Rogaland  
Postboks 43 6861 LEIKANGER  
Tlf: (+47) 22073000  
firmapost-vest@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

**Trygt fram sammen**