

Morgondagens klimarisiko og kost-nyttevurderingar for veg

- testing av to verktøy for Statens vegvesen

Torbjørn Selseng, Øyvind Nystad Handberg, Ellen Balke Hveem, Annegrete Bruvoll og Carlo Aall



Foto: Linda Olin Reite/NRK



MENON ECONOMICS



Statens vegvesen

VESTLANDSFORSKING

www.vestforsk.no



NORSK SENTER
FOR BEREKRAFTIG
KLIMATILPASSING

Vestlandsforskningsrapport

<p>Tittel Morgondagens klimarisiko og kost-nyttevurdering på veg – testing av to verktøy for Statens Vegvesen</p>	<p>Rapportnummer 12/2019 Dato 20.12.2019 Gradering Open</p>
<p>Prosjekttittel RoadAdapt</p>	<p>Tal sider 75 Prosjektnr 6531</p>
<p>Forskar(ar) Torbjørn Selseng, Øyvind Nystad Handberg, Ellen Balke Hveem, Annegrete Bruvoll og Carlo Aall</p>	<p>Prosjektansvarleg Carlo Aall</p>
<p>Oppdragsgivar Statens vegvesen</p>	<p>Emneord ROS Klimatilpassing Klimarisiko NKA Kost-nytte Samfunnsøkonomisk analyse</p>

Samandrag

Dette prosjektet testar to verktøy for Statens vegvesen. Det eine QuickScan, er eit verktøy for effektiv regional vurdering av klimarelatert risiko for vegetatar, og det andre, Detector, er eit kostnad-nytteverktøy med en egen klimarisiko-modul. Rapporten presenterer resultatata frå ein pilottest av desse verktøya, i tillegg til ein ekstra nytte-kostnadsanalyse, og evaluerer dei i lys av nasjonale og internasjonale føringar og standardar og potensiell nytte for Statens vegvesen.

ISBN: 978-82-428-0408-2

Forord

Denne rapporten er utarbeida av Vestlandsforskning og Menon Economics for Statens vegvesen og oppsummerer prosjektet «Risikoanalyser på veg med hensyn til naturfare, og kost-nyttevurderinger av tiltak.»

Gordana Petkovic har leia prosjektet for Statens vegvesen, saman med Lene Lundgren Kristensen og John Sverre Rønnevik.

Prosjektleiar har vore Carlo Aall, og det empiriske arbeidet samt skrivinga av rapporten er gjort av Torbjørn Selseng (Vestlandsforskning), Øyvind Nystad Handberg (Menon), Ellen Balke Hveem (Menon), Annegrete Bruvoll (Menon), John Sverre Rønnevik (Statens vegvesen, seinare Asplan Viak) og Lene Lundgren Kristensen (Statens vegvesen).

Særskilt takk til analysegruppa frå Statens vegvesenet beståande av Julie Bjørlien, Tor Oscar Walskaar, Gunn K. Skjærbekk, Tommy Steinnes, Haakon Toverud, Øystein Hagesæther og Ove Hausvik for innsatsen under arbeidsverkstaden i Oslo 14.-15. oktober. Også takk til Liselotte Seljom (BI og Klima2050) for nyttige diskusjonar.

Spørsmål og førespurnader om rapporten kan rettast til:

Torbjørn Selseng (tse@vestforsk.no)

Øyvind Nystad Handberg (oyvind@menon.no)

Gordana Petkovic (gordana.petkovic@vegvesen.no)

Sogndal, desember 2019

Carlo Aall

(Prosjektleiar)

Innhald

Forord.....	3
Innhald.....	4
Samandrag.....	5
Summary.....	7
1 Innleiing.....	9
1.1 Bakgrunn.....	9
1.2 Klimatilpassing – kva og kvifor.....	9
1.3 Klimatilpassing på veg.....	10
1.4 Verktøya som er testa i studien.....	12
1.5 Leseguide.....	13
2 Rettleiing for bruk av QuickScan i Statens vegvesen.....	14
Steg 1 Førebu arbeidsverkstaden.....	14
Steg 2 – Arbeidsverkstad, dag 1.....	17
Steg 3 – Førebu arbeidsverkstad, dag 2.....	20
Steg 4 – Arbeidsverkstad, dag 2.....	20
Steg 5 Lokalisering, tiltak og kostnader.....	24
Steg 6 – Lag kart og oppsummer resultat.....	26
3 Resultat frå QuickScan-analysen av prøvestrekningen av E39 (arbeidsverkstad Oslo 14.-15. oktober).....	28
3.1 Risikovurdering.....	28
3.2 Tiltak og kostnader.....	37
4 Nytte-kostnadsanalyse (NKA).....	41
4.1 NKA og klimatilpasning i veisektoren.....	41
4.2 Quickscan og kobling til NKA.....	42
4.3 Nytte-kostnads-analyser av case-tiltakene.....	43
5 Evaluering.....	51
5.1 I kva grad er det behov for QuickScan i Statens vegvesen og Riksvegutredningen?.....	51
5.2 Kor godt fungerer QuickScan som klimarisikoanalyseverktøy?.....	54
5.3 I kva grad oppfyller QuickScan statlege føringar for klimatilpassing?.....	59
5.4 Hvordan kan risikovurderinger benyttes som delgrunnlag for NKA av klimatilpassingstiltak?.....	60
5.5 Hovudkonklusjonar.....	64
6 Referansar.....	65
Vedlegg 1: Beskrivelse og vurdering av Detector.....	68

Samandrag

Denne studien har undersøkt korleis ein kan integrera påverknaden frå klimaendringar på transportinfrastruktur i vurderingar av risiko og prioriteringar av tiltak ved hjelp av to verktøy utvikla og finansierte av CEDR (Conference of European Directors of Roads). Dei to verktøya er QuickScan, som er laga eksplisitt for effektiv regional vurdering av klimarelatert risiko for vegetatar, og Detector, som er eit kostnad-nytteverktøy med en egen klimarisiko-modul. Eit av måla for prosjektet var å nytta utdata frå QuickScan som inndata til nytte-kostnadsanalysa i Detector, men det vart vurdert som meir hensiktsmessig å gjennomføra egne nytte-kostnadsanalysar utanfor Detector.

Klimaendringane legg press på alle delar av samfunnet. Ikkje berre skal me redusera utsleppa våre monaleg i tida framover, me må samstundes tilpassa oss til konsekvensane av dei klimaendringane som allereie er her, og som vert forsterka dei neste tiåra uavhengig om me lukkast med å redusera utsleppa. Ein auka naturfarerisiko er eit av dei tydelegaste eksempla på effekten av klimaendringar opplever me allereie i dag. Kraftigare og hyppigare nedbør-, flaum-, skred- og tørke-hendingar set synlege spor i omgivnadane rundt oss, og framskrivingar viser at desse hendingane vert både verre og fleire i framtida. Transportsystema i Noreg er naturleg nok ikkje noko unntak frå regelen om at klimaendringane kjem til å føra til stor skade og store kostnader: meir og kraftigare nedbør aukar faren for flaum og fleire typar skred medan havnivåauke truar kystnær infrastruktur¹, for å nemna noko av det sær samsatte trusselbilete på norske vegar i framtida.

Dei framtidige konsekvensane av klimaendringane stiller store krav til at forvaltinga klarar å vurdere, prioritere og handle i rett rekkjefølge og i rett retning. Allereie i 2007 starta Statens vegvesen arbeidet med klimatilpassing, og sette seg mål om at omsyn til klimaendringane skal integrerast i all planlegging, vedlikehald, utgreiingar, utbygging og analysar av transportsystemet². Sidan då har mykje blitt gjort internt i organisasjonen for å oppdatere prosedyrar og standardar. Likevel vert det peika på, mellom anna i Nasjonal transportplan, at vegnettet er sårbart, og at det framleis gjenstår mykje for å redusera sårbarheita for klimaendringar³.

Klimatilpassing vert i mange tilfelle ei avveging mellom å førebyggja, for å auke robustheita, eller å ta kostnadene når hendingane skjer. Slike avvegingar krev verktøy for å samanlikne nytte og kostnader over tid, under usikkerheit og med endra klimarisiko. Slike verktøy kallar ein nytte-kostnadsanalyse (NKA). NOU 2010:10⁴ påpeikar at behovet for å betra planleggingsprosessar ved hjelp av NKA er stort.

Med dette som bakgrunn, har Statens vegvesen ønskt å testa klimarisikoverktøyet QuickScan, og kopla det saman med nytte-kostnadsanalysar for å sjå kva nytte det kan ha i organisasjonen, med primært fokus på prosessane knytt til Riksvegutredningen.

Prosjektet har testa QuickScan på ei analysestrekning frå Agder til Sogn og Fjordane. Ved hjelp av små endringar på verktøyet for å tilpassa det til norske forhold, og til dei andre delmåla i prosjektet, viser resultatata at det er eit verktøy som produserer konkret output som er relevant for, og som tilfører noko til, eksisterande prosedyrar i Vegvesenet. Det sikrar ein regional konsistens i analyseresultata, og ein eksplisitt vurdering av framtdrisiko som synleggjer korleis konsekvensane av klimaendringane kan påverka infrastrukturen i framtida. Me fann òg at resultatata let seg godt overføra til kartsystema som nyttast i Vegvesenet. Me kjem samstundes med tilrådingar til korleis verktøyet kan standardiserast ytterlegare for å sikra ein enno meir konsekvent prosess.

Eit av delmåla i prosjektet har vore å gjennomføra nytta-kostnadsanalysar med resultatata frå QuickScan som delgrunnlag. Vår forenkla nytte-kostnadsanalyse (NKA) viser at risikovurderingar relativt enkelt kan inkluderast i eksisterande NKA-rammeverk, i form av indikatorar på endra sannsyn for hending. Resultata viser at fleire av tiltaka som er analyserte potensielt er samfunnsøkonomisk lønnsame i analyseperioden, men at dette ikkje vert avdekka

¹ Norsk Klimagesenter, «Klimaprofil Hordaland».

² Statens vegvesen, «Klima og transport. Sluttrapport for FoU prosjektet. Statens vegvesens rapporter nr. 210».

³ Samferdselsdepartementet, «Nasjonal transportplan 2018-2029. Meld. St. 33 (2016-2017)».

⁴ «NOU 2010:10. Tilpassing til eit klima i endring : samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane».

dersom ein legg dagens risikobilde til grunn. Det betyr at analysar som ikkje tek innover seg klimaendringar kan føra til framtidige samfunnsøkonomiske tap.

Til slutt i denne rapporten gjer me ei rekke evalueringar av QuickScan og nytte-kostnadsanalysen. Me svarar på fire sentrale spørsmål som evaluerer prosessane på ulike skalaer og med ulike utgangspunkt.

Det første spørsmålet me forsøker å svara på er «I kva grad er det behov for QuickScan i Statens vegvesen og Riksvegutredningen?» Her tek me utgangspunkt i Riksvegutredningen 2015 og vurderer kor godt den ivaretek omsynet til klimatilpassing. Me ser òg på eksisterande prosedyrar og verktøy i vegvesenet og vurderer kor egna dei er til å utgjera inputen i Riksvegutredningen. Me finn både at det er behov for, og at QuickScan truleg kjem til, å styrka prosessane i Vegvesenet ved å bitta saman dei eksisterande prosedyrane, tilføra eksplisitte vurderingar og prioriteringar av framtidig klimarisiko, og gjera det konsekvent og nyttig som input i Riksvegutredningen.

Det andre spørsmålet me forsøker å svara på er «Kor godt fungerer QuickScan som klimarisikoanalyseverktøy?» Her tek me utgangspunkt i klimarisiko-konseptet slik det er skildra i FN's klimapanel sin femte hovudrapport, og undersøker korleis metodikken i QuickScan ivaretek dei ulike elementa som kan påverka risiko i framtida i eit endra klima. Me finn at metodikken manglar relevante eigenskapar, spesielt knytt til vurderingar av samfunnsending og usikkerheit, for å vera eit verkeleg godt klimarisikoverktøy. Me konkluderer likevel med at det vert noko kunstig å samanlikna QuickScan med eit ideelt verktøy då sjølve premisset for verktøyet sin eksistens er at prosessen skal vera rask og effektiv.

Det tredje spørsmålet me forsøker å svara på er «I kva grad oppfyller QuickScan statlege føringar for klimatilpassing?» Med utgangspunkt i offentlege dokument om klimatilpassing der det er eit uttalt mål om tverrsektorielt samarbeid, diskuterer me potensielle fallgruver ved sektorbaserte klimarisikoanalysar, slik som QuickScan, og klimatilpassingstiltak, der eit mogeleg utfall er at sektorar kan enda opp med å sparka beina under kvarandre. Likevel legg dei nasjonale føringane opp til at sektorane skal stå ansvarleg først og fremst for si eiga klimatilpassing, og i lys av det er QuickScan eit nyttig verktøy for å oppnå målet.

Det fjerde spørsmålet og siste spørsmålet me forsøker å svara på er «korleis kan risikovurderingar nyttast som delgrunnlag for NKA av klimatilpassingstiltak?» Dei forenkla nytte-kostnadsanalysane gjennomført illustrerar at det ikkje nødvendigvis er komplisert å integrera indikatorar for endra risiko i analysane. Samtidig er det potensial for å vidareutvikla bruken av risikovurderingar som delgrunnlag for NKA. Ei klar vidareutvikling er å betre behandla dei indirekte kostnadane av konsekvensane av endra risiko, og korleis tiltak påverkar desse. Klimaendringane fører til at andre truslar blir meir relevante enn dei er i dag, slik at det aukar behovet for presise anslag på andre indirekte kostnader. Dette gjeld særleg overfylling av stikkrenner og påfølgjande flaum over veg. I tillegg kan andre tiltak bli relevante, òg naturbaserte løysningar, som kan skape tilleggsnytte som er mindre relevant å vurdere for meir tekniske tiltak. Dette er i liten grad vurdert i denne rapporten. Ei anna mogeleg vidareutvikling er å knyta vurderingane tettare til eksisterande analyseverktøy i Statens vegvesen, eksempelvis som ein egen klimatilpassingsmodul til EFFEKT. Dette vil hjelpa å integrera analysane i planlegging. Uansett veg framover, er det behov for å betre inkludere klimarisiko i nytte-kostnadsanalysar av tiltak i vegsektoren. Å ikkje ta innover seg klimaendringar i planlegging av infrastruktur tiår fram i tid, førar til suboptimale løysingar med konsekvensar for infrastruktureigar, trafikkantar og andre.

Summary

This study examines the possibility of integrating the impact of climate change on transport infrastructure in risk assessments and measure prioritization with the help of two assessment tools developed and financed by CEDR (Conference of European Directors of Roads). The tools in question are QuickScan, which has been developed explicitly for effective regional assessments of climate related risk for road authorities, and Detector, a cost-benefit analysis tool with an additional climate risk module. One of the goals for this project was to use output from QuickScan as input for cost-benefit analyses in Detector, but instead it proved to be more beneficial to develop own cost-benefit analysis outside Detector.

Climate change puts pressure on all parts of society. Not only do we have to reduce emissions going forward, we must also adapt to the consequences of climate change already materializing in nature and society and are expected to be amplified the coming decades independently of our success in reducing emissions. An increased natural hazard risk is one of the obvious examples of the effect of climate change already visible today. More severe and frequent precipitation-, flooding-, slide-, avalanche- and drought events are evident in our surroundings, and projections show that these types of events are expected to increase in both severity and frequency⁵. The transport systems in Norway are naturally no exception to this rule.

Adaptation to the future consequences of climate change relies, in large part, on the authority's ability to assess, prioritize and act in the right order and direction. Statens vegvesen started their work on adaptation already in 2007 and defined their own goals for adaptation. The project that continued for several years suggested that climate change should be an integral part of all planning, maintenance, assessments and construction of the transport system⁶. Since then, much work has been done internally in the organization to update procedures and standards. Still, it is pointed out, e.g. by the National transport plan, that the road network is vulnerable and that much remains in terms of reducing vulnerability to climate change⁷.

Climate change adaptation is in many cases a balance between prevention and repair. Cost-benefit analysis is therefore an important tool to determine the economic impact over time. NOU 2010:10⁸ specifically points out that the need for better planning processes with cost-benefit analysis is large.

With this backdrop, Statens vegvesen has initiated this project to test the climate risk assessment tool QuickScan, and to tie it together with cost-benefit analysis to evaluate the possible impact these tools could have on the organization, with a primary focus on Riksvegutredningen.

The project has tested QuickScan on a road section stretching from Agder to Sogn og Fjordane. With only small adjustments to the tool to make it compatible in a Norwegian context and to fit the other aims of this project, the results show that QuickScan is a tool that produces concrete output which is relevant for, and contributes to, existing procedures in Statens vegvesen. It maintains a regional consistency in the analysis results, and an explicit assessment of future risks that highlights how consequences of climate change can impact infrastructure in the future. We also found that the results are easily transferred to the map systems in use in Statens vegvesen.

One of the aims of this project has been to use output from QuickScan as input in cost-benefit analysis. Our cost-benefit analysis shows that risk assessments relatively easily can be included in existing cost-benefit frameworks in the form of indicators for changing probability of events. The results show that several of the measures that are analysed are potentially socioeconomically profitable within the time frame of the analysis, and that this is not uncovered if the present risk situation is used as input. This means that cost-benefit analysis that does not take climate change into account might lead to socioeconomic losses.

⁵ Norsk Klimagesenter, «Klimaprofil Hordaland».

⁶ Statens vegvesen, «Klima og transport. Sluttrapport for FoU prosjektet. Statens vegvesens rapporter nr. 210».

⁷ Samferdselsdepartementet, «Nasjonal transportplan 2018-2029. Meld. St. 33 (2016-2017)».

⁸ «NOU 2010:10. Tilpassing til eit klima i endring : samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane».

In the last chapter of the report we evaluate QuickScan and the cost-benefit analysis. We answer four key questions that aims at evaluating the processes at different scales and with different perspectives.

The first question we try to answer is “to what degree is there a need QuickScan in Statens vegvesen and Riksvegutredningen?” Firstly, we assess Riksvegutredningen 2015 and examines how well it implements climate change adaptation. Secondly, we look at existing procedures and tools in Statens vegvesen and evaluates how fitting they are as input into the Riksvegutredningen process. We find that there is a need for, and that QuickScan probably will, strengthen the processes in Statens vegvesen by tying together existing procedures, supplying explicit assessments and prioritizations of future climate risk, and maintaining a constancy fitting Riksvegutredningen.

The second question we try to answer is «how well do QuickScan perform as a climate risk assessment tool?» Here we lean on the risk concept described in the IPCC's 5th assessment report and examines how the methodology in QuickScan maintains the different elements that can impact future climate risk. We find that the methodology lacks certain relevant abilities, especially in communicating and evaluating societal change and uncertainty. Still, we conclude that a comparison with an ideal framework as somewhat artificial considering that the premise to QuickScan's existence is that the process is supposed to be quick and effective.

The third question we try to answer is “to what degree does QuickScan fulfill the national guidelines for climate change adaptation?” With basis in official guidance documents on adaptation we discuss potential pitfalls of a vertical sector approach to climate risk assessment, such as QuickScan, and adaptation measures, where one potential outcome is that a measure that makes sense in one sector might end up increasing the vulnerability of other sectors. Still, the national guidelines emphasize, in addition to horizontal cross-sectional cooperation, that each sector should first and foremost be responsible for its own adaptation efforts and QuickScan is a useful tool to achieve this goal.

The fourth and final question we try to answer is “how can risk assessments be used as input in cost-benefit analysis of climate change adaptation measures?” The simplified cost-benefit analyses undertaken illustrates that it is rather uncomplicated to integrate indicators for future change in risk in the analyses. Still, there is potential for a further development of the use of risk assessments as a bases for cost-benefit analyses. One clear improvement would be to treat the indirect costs connected to the consequences of changed risk and how these are affected by potential measures. An additional potential improvement could be to connect the assessment closer to existing analyses tools in Statens vegvesen, e.g. as a separate adaptation module to the cost-benefit tool EFFECT. This will facilitate the integration of the analyses output into planning. Regardless, there is a need to improve the integration of climate risk into cost-benefit analyses of measures in the road sector. If climate change is not thoroughly integrated into infrastructure planning procedures the coming decades, it will lead to suboptimal solutions with consequences for road owners as well as the users.

1 Innleiing

1.1 Bakgrunn

Bakgrunnen for dette prosjektet er eit ønske frå Statens vegvesen om å implementera eit verktøy for rask vurdering av klimarelatert risiko kalla QuickScan. Verktøyet vart utvikla med midlar frå Conference of European Directors of Roads (CEDR) som Statens vegvesen er ein del av. Vegvesenet ønskte å evaluera i kva grad verktøyet kan brukast til å supplera dagens riksvegutredning.

Statens vegvesen ønskte òg å prøva ut Detector, eit verktøy for nytte-kostnadsanalysar, som i likheit med QuickScan er utvikla i samband med CEDR. På overordna plan er formålet med denne øvinga å undersøka korleis klimarisiko kan nyttast som input i nytte-kostnadsutrekningar.

Ei strekning av E39 frå Agder til Sogn og Fjordane er vald som analyseeining, og QuickScan-metodikken er testa i lag med ei samansett gruppe med ulike fagbakgrunn i Vegvesenet og ekspertkompetanse frå det geografiske analyseområdet, leia av Vestlandsforskning. Outputen frå klimarisikoanalysen er vidare brukt som input i nytte-kostnadsanalysar, leia av Menon. Resultata frå desse øvingane er evaluerte med utgangspunkt i potensiell nytte for Riksvegutredningen, med utgangspunkt i internasjonale rammeverk for risikoanalyse, og med utgangspunkt i statlege retningslinjer for klimatilpassing.

1.2 Klimatilpassing – kva og kvifor

Klimaendringane legg press på alle delar av samfunnet. Ikkje berre skal me redusera utsleppa våre monaleg i tida framover, me må samstundes tilpassa oss til konsekvensane av dei klimaendringane som allereie er her, og som vert forsterka dei neste tiåra uavhengig om me lukkast med å redusera utslepp. Det siste hundreåret har det blitt varmare og nedbørsmengdene har auka med om lag 20 prosent i Noreg. Det er venta at temperatur og nedbør kjem til å halda fram med å auka framover. Framskrivingar med utgangspunkt i dagens utsleppsbaner viser at gjennomsnittstemperaturen kan auka 4 til 6 grader, og den totale årsnedbøren med 5 til 25 prosent⁹ mot slutten av hundreåret samanlikna med perioden 1971-2000. I tillegg er det venta havnivåauke, eit meir ustabil klima og ein kraftig auke i dei mest ekstreme vêrforholda. Korttidsnedbøren er venta å auka med 30-50 prosent¹⁰ samstundes som høgare temperaturar og auka fordamping aukar faren for tørke om sommaren¹¹.

Ein auka naturfarerisiko er eit av dei tydelegaste eksempla på effekten av klimaendringar me opplever allereie i dag. Kraftigare og hyppigare nedbør-, flaum-, skred- og tørke-hendingar set synlege spor i omgivingane rundt oss. Fleire og kraftigare naturfarer er likevel berre ein del av det totale konsekvensbiletet. Rapporten «Oppdatering av kunnskap om konsekvensar av klimaendringar i Norge»¹² deler konsekvensane av klimaendringar inn i tre typar: auka naturskaderisiko, gradvise konsekvensar, som havnivåauke og fuktskadar over tid, og grenseoverskridande konsekvensar: konsekvensar av klimaendringane i andre land som påverkar oss t.d. gjennom handel, migrasjon og investeringar.

Konsekvensane av klimaendringane stiller store krav til at forvaltninga klarar å vurdere, prioritere og handle i rett rekkjefølge og i rett retning. Samstundes skal utsleppa ned, og andre behov og mål nåast, både her og andre stader i verda, noko som understrekar viktigeita av ei heilskapleg berekraftig tilnærming til klimatilpassing.

Klimatilpassing vert gjerne definert som alle tiltak som vert gjort for å tilpasse naturmiljø eller samfunn til opplevde eller forventede klimaendringar, for å unngå negative verknader av eit endra klima eller utnytte fordelar eit endra klima

⁹ Klimaservicesenter.no

¹⁰ Dyrddal og Førland, «Klimapåslag for korttidsnedbør. Anbefalte verdier for Norge».

¹¹ Norsk Klimaservicesenter, «Klimaprofil Hordaland».

¹² Aall mfl., «Oppdatering av kunnskap om konsekvensar av klimaendringar i Norge».

gjev (vår oversetjing). Definisjonen er henta frå FNs klimapanel¹³, og både NOU 2010:10 om klimatilpassing¹⁴ og stortingsmeldinga frå 2013 om same tema¹⁵ nyttar tilsvarande definisjonar. Vidare skil FNs klimapanel mellom tre variantar av klimatilpassing (vår oversetjing):

- **Proaktiv:** Tilpassing skjer før påverknad av klimaendringar er observert
- **Spontan:** Tilpassing som ikkje er ein medviten respons på klimatisk stimuli, men som er utløyst av endringar i naturmiljøet, eller marknads- og velferdsendringar i samfunnet.
- **Planlagd:** Tilpassing som er eit resultat av medvitne politiske avgjersler basert på ei anerkjening av at forhold har eller er i ferd med å endra seg, og at handling må til for å tilbakeføre, vedlikehalde eller oppnå ønska forhold.

I tillegg kan desse tre punkta supplerast med ein fjerde type tilpassing: det som vert kalla «transformativ» tilpassing^{16;17}. Transformativ tilpassing står som regel som ein motsetnad til inkrementell, eller skrittvis, tilpassing. I staden for å tilpassa samfunnet for å oppretthalda status quo, siktar transformativ tilpassing til ei meir omfattande system-vid omstilling av samfunnet, ikkje berre i infrastruktur, arealbruk og fysiske forhold, men i tenkjemåte og kultur¹⁸. Ei vid berekraft-tilnærming ligg til grunn for omgrepet, noko som betyr at sosial utjamning og likskap ofte er sentrale element.

Klimaendringar vert ofte omtala som eit komplekst, eller «wicked», problem¹⁹: me har dårleg tid, det rammar ulikt frå stad til stad, frå sektor til sektor, og frå samfunnslag til samfunnslag, dei som har skapt problemet er dei same som prøver å løysa det, det sentrale autoritative organet er svakt eller ikkje-eksisterande og det er djup usikkerheit knytt til både konsekvensar og løysingar. For å handtera slike problem, trengs det metodar som bind saman teori, praksis og politikk på nye måtar. I staden for ei sektorvis toppstyrt avgjerdingsprosess, som tradisjonelt har kjenneteikna deler av offentleg forvaltning, er prosessar prega av samarbeid og samproduksjon, og ei systemvid og tverrsektoriell tenkjemåte best eigna for å finna løysingar på sokalla komplekse problem²⁰.

I Noreg er samarbeid, samordning og ei systemvid tilnærming sentrale element i dei statlege retningslinjene for klimatilpassing. Dei første rammene for staten sitt arbeid med klimatilpassing vart lagt i 2008 i utgreiinga «Klimatilpassing i Norge. Regjeringens arbeid med tilpassing til klimaendringene»²¹ og allereie der vert samordning på tvers av sektorar vektlagt. Den første ordentlege nasjonale utredninga av klimaendringane sine konsekvensar for Noreg, NOU 2010:10²², vektlegg «ei heilskapleg tilnærming til klimatilpassing», medan stortingsmeldinga frå 2013 om klimatilpassing²³ tek oppatt tråden frå 2008 om tverrsektoriell samordning, og vektlegg samstundes at alle sektorar må ta ansvar for eiga klimatilpassing.

1.3 Klimatilpassing på veg

Transportsystema i Noreg er naturleg nok ikkje noko unntak frå regelen om at klimaendringane kjem til å føra til stor skade og store kostnader: meir og kraftigare nedbør aukar faren for flaum og fleire typar skred medan

¹³ IPCC, *Summary for policymakers*.

¹⁴ «NOU 2010:10. Tilpassing til eit klima i endring : samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane».

¹⁵ Miljøverndepartementet, «Klimatilpassing i Norge. Meld. St. 33 (2012-2013)».

¹⁶ Knieling, *Climate adaptation governance in cities and regions: Theoretical fundamentals and practical evidence*.

¹⁷ Folke mfl., «Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability».

¹⁸ Orderud og Naustdalslid, «Kunnskap og klimatilpassing i offentlig forvaltning».

¹⁹ Levin mfl., «Overcoming the tragedy of super wicked problems: Constraining our future selves to ameliorate global climate change».

²⁰ Head og Alford, «Wicked Problems: Implications for Public Policy and Management».

²¹ Regjeringen, «Klimatilpassing i Norge. Regjeringens arbeid med tilpassing til klimaendringene».

²² «NOU 2010:10. Tilpassing til eit klima i endring : samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane».

²³ Miljøverndepartementet, «Klimatilpassing i Norge. Meld. St. 33 (2012-2013)».

havnivåauke truar kystnær infrastruktur²⁴, for å nemna noko av det sær samsatte trusselbilete på norske vegar i framtida. Norske myndigheiter har hatt ei klar bestilling når det kjem til vegforvaltinga i om lag eit tiår allereie. I NOU 2010:10 står det at dei tilrår å «integre klimaomsyn i alle planprosessar, utgreiingar og analysar av transportsystemet», «utføre kartlegging og merking av sårbarheit for spesielt utsette konstruksjonar eller strekningar i forhold til ulike typar hendingar» og «halde ved lag ei styrkt satsing på skredsikring av vegar og jernbaner som òg inkluderer klimaomsyn i skredrisikovurdering og arbeidet med utvikling av den nasjonale skreddatabasen»²⁵. I stortingsmeldinga frå 2013 står det at samferdselsmyndigheitene skal leggja stor vekt på «å ivareta hensynet til klimaet og de forventede klimaendringene i sin planlegging», mellom anna med å revidera standardar knytt til vedlikehold og nybygging av transportinfrastruktur, basert på ny kunnskap om eit endra klima²⁶. Det er, med andre ord, tydelege styringssignalar på at omsyn til klimaendringane skal integrerast i planlegging, vedlikehald, utgreiingar, utbygging og analysar av transportsystemet.

Klimatilpassingsarbeidet i Statens vegvesen starta allereie i 2007, før det statlege initiativet var på plass, med prosjektet «Klima og transport». Sluttrapporten²⁷ frå prosjektet kom i 2013 og konkluderte mellom anna med at «klimahensyn skal være med i alle planprosesser, i ROS-analyser for utbyggings- og fornyingsprosjekter» og at «klimahensyn skal integreres i alt planlagt vedlikehold». Som del av prosjektet vart sentrale vegnormalar og rettleiarar revidert slik at omsynet til klimaendringar vart ivareteke, eit arbeid som er vidareført i ettertid. I kjølvatnet av prosjektet vart samarbeidsprosjektet NIFS (Naturfare, infrastruktur, flaum og skred) gjennomført, som etter prosjektslutt vart til Naturfareforum.²⁸

Hovudkonklusjonane frå Klima og transport-prosjektet vart vidareførte i Handlingsprogram 2010-2013 (2019), der det vart slått fast at «fokus på klimaendringar må ivaretas allerede i planleggingsfasen av nye prosjekter, og det skal inngå i enhver risiko- og sårbarhetsanalyse»²⁹. Statens vegvesens «Strategi for samfunnsikkerhet»³⁰, som òg inkluderer klimatilpassing, vart publisert i 2017, og har som mål at klimaendringar skal vera ivareteke i planlegging og bygging av infrastruktur, forvaltning av vegnettet og i utviklinga av kunnskapsgrunnlaget. Det vert òg oppmoda til eit tettare samarbeid med nasjonale aktørar, og kommunane og fylkeskommunane i samband med problemstillingar knytt til naturfare. Desse måla er ivareteke i Handlingsprogrammet 2018-2023 (2029), der klimatilpassing er nemnt som eit særskilt prioritert område.³¹

Sjølv om mykje har blitt gjort for å tilpassa både infrastruktur og prosedyrar internt i Statens vegvesen og andre transportforvaltarar, påpeikar Nasjonal transportplan 2018-2029³² at mykje framleis gjenstår: «Deler av veg- og jernbanenettet fremstår i dag ikke robust nok til å takle utfordringer knyttet til store vannmengder. Flom- og skredhendelser medfører ofte brudd i vegbanen og redusert dekkelevetid, og i alvorlige tilfeller helt eller delvis ødeleggelse av både vegen og jernbanesporet.» Nasjonal transportplan legg opp til ei vidareføring og styrking av arbeidet med å redusera sårbarheita mot klimaendringar og påpeikar at dei forventade klimaendringane skal leggast til grunn for all planlegging, utbygging, drift og vedlikehald av infrastrukturen i planperioden.

Klimatilpassing vert i mange tilfelle ei avveging mellom å førebygga, for å auke robustheita, eller å ta kostnadene når hendingane skjer. Slike avvegingar krev verktøy for å samanlikne nytte og kostnadar over tid, under usikkerheit

²⁴ Norsk Klimagesenter, «Klimaprofil Hordaland».

²⁵ «NOU 2010:10. Tilpassing til eit klima i endring : samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane».

²⁶ Miljøverndepartementet, «Klimatilpassing i Norge. Meld. St. 33 (2012-2013)».

²⁷ Statens vegvesen, «Klima og transport. Sluttrapport for FoU prosjektet. Statens vegvesens rapporter nr. 210».

²⁸ <https://naturfareforum.com/> [13.12.19].

²⁹ Statens vegvesen, «Handlingsprogram 2010-2013 (2019). Oppfølging av St. meld. nr. 16 (2008-2009) Nasjonal Transportplan 2010-2019».

³⁰ Statens vegvesens «Strategi for samfunnsikkerhet» vart publisert i 2017 som eit internt dokument. Informasjonen er gitt av oppdragsgivar.

³¹ Statens vegvesen, «Handlingsprogram 2018-2023 (2029). Oppfølging av Meld. St. 33 (2016-2017) Nasjonal transportplan 2018-2029.»

³² Samferdselsdepartementet, «Nasjonal transportplan 2018-2029. Meld. St. 33 (2016-2017)».

og med endra klimarisiko. Slike verktøy kallar ein nytte-kostnadsanalyse (NKA). NOU 2010:10³³ påpeikar at behovet for å betra planleggingsprosessar ved hjelp av NKA-ar er stort.

Vegsektoren nyttar verktøyet EFFEKT³⁴ for å vurdera nytte og kostnader på ulike tidspunkt. EFFEKT er eit verktøy for samfunnsøkonomiske vurderingar av tiltak knytt til veginfrastruktur, konsekvensar for trafikantar og andre. Verktøyet består av fleire spesialiserte modular, for eksempel Trafikkantnytemodulen og Skredmodulen.

Dei eksisterande NKA-verktøya i Statens vegvesen adresserer ikkje klimaendringane og potensielle konsekvensar for infrastruktur, trafikantar og andre. Det er difor behov for nye verktøy, eller nye element i eksisterande verktøy, som kvantifiserer endring i risiko og inkluderer det i nytte-kostnadsanalysane. Dette er særskilt relevant for å vurdere klimatilpassingstiltak som ofte direkte rettar seg mot å redusera risikoen.

1.4 Verktøya som er testa i studien

Utgangspunktet for denne studien er å testa og evaluera to verktøy. Det eine, QuickScan, er eit verktøy for klimarisikoanalyse av naturfarer på veg. Det andre, Detector, er eit verktøy for nytte-kostnadsanalyse og risikovurdering.

QuickScan – strekningsvis klimarisikoanalyse på veg.

I sitt eige styringsdokument, Handlingsprogrammet 2018-2023³⁵, skriv Statens vegvesen at dei vil «systematisk kartlegge risikoer og sårbarheter langs vegnettet og videreutvikle det metodiske grunnlaget, herunder bruk av ulike kilder for kartdata». Statens vegvesen har i dag fleire verktøy for å analysera risiko, og fleire av desse er stadig under utvikling. Skredpunkt, VegROS og Naturfarekart er nokon av verktøya vegvesenet har for å vurdera risiko ved planlegging og utbetring av infrastruktur. Det desse verktøya likevel har til felles, er eit relativt lokalt fokus, og at dei tek omsyn til klimaendringar og framtidrisiko berre i vekslande grad. QuickScan, eitt av dei to verktøya som er testa ut i denne studien, er i staden designa for å produsera regionale strekningsvise (>100 km) og konsekvente vurderingar av klimarisiko i framtida.

QuickScan vart utvikla i 2015 som del av ROADAPT-prosjektet, med midlar frå Conference of European Directors of Roads (CEDR)³⁶. Målet for prosjektet var å utvikla eit verktøy for vegetatar som kunne brukast til å laga ei skreddarsydd og konsekvent klimarisikoanalyse på ein rask og effektiv måte. QuickScan produserer ei vurdering og prioritering av dei største vêrrelaterte risikoane i dagens og framtidas klima på lengre vegstrekningar, og lagar ein tiltaksplan for å handtera desse risikoane. Verktøyet legg opp til å produsera eit første estimat av risiko, og påpeikar at djupare oppfølging er nødvendig for å få ei detaljert vurdering av risiko på kvar hendingsstad.

Motivasjonen for å testa ut QuickScan hjå vegvesenet er i hovudsak knytt til dei eigenskapane ved verktøyet som skil det frå eksisterande verktøy og prosedyrar: eit regionalt analysefokus og ei eksplisitt analyse av klimarisiko i framtida. Eit av hovudspørsmåla me skal svara på i denne studien, er difor i kor stor grad QuickScan kan utfylle, og tilføre noko til, dei eksisterande prosedyrane og verktøya hjå Statens vegvesen. I bestillinga til dette prosjektet og i Handlingsprogrammet 2018-2023 vert det lagt særskilt vekt på at vegvesenet skal «sikre at samfunnssikkerhet og klimatilpassing ivaretas i Riksvegutredningen». Me har difor Riksvegutredningen som hovudfokus for evalueringa av korleis outputen frå QuickScan kan brukast. Me vil òg evaluera kor godt QuickScan inkluderer dei forskjellige variablane som påverkar framtidrisiko med utgangspunkt i FNs klimapanel sitt rammeverk for risikoanalyse, og kor godt QuickScan oppfyller statlege retningslinjer for klimatilpassing.

³³ «NOU 2010:10. Tilpassing til eit klima i endring : samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane».

³⁴ Statens vegvesen, «Dokumentasjon av beregningsmodular i EFFEKT 6.6. Statens vegvesens rapporter nr 358».

³⁵ Statens vegvesen, «Handlingsprogram 2018-2023 (2029). Oppfølging av Meld. St. 33 (2016-2017) Nasjonal transportplan 2018-2029.»

³⁶ Bles, Woning, og Ennesser, «ROADAPT Roads for today, adapted for tomorrow Guideline: Part B Performing a Quick scan on risk due to climate change».

Detector – nytte-kostnadsanalyse med klimarisiko

«Decision support Tools for Embedding Climate change Thinking on Roads» (Detector) er utvikla for «Conference of European Directors of Roads» (CEDR). Verktøyet kombinerer kvantifisering av risiko i vegsektoren med eit enkelt nytte-kostnadsverktøy. Me har testa og vurdert Detector, som presentert i vedlegg 1. Innanfor rammene for dette prosjektet og målet om å testa ut Quickscan som inndata til nytte-kostnadsanalysar, konkluderte me med at verktøyet er lite formålstenleg. Etter avtale med oppdragsgivaren, etablerer me difor eit eige opplegg for analysane og gjennomfører desse i det eksisterande rammeverket for nytte-kostnadsanalysar i Statens vegvesen.

1.5 Leseguide

Resten av rapporten er delt opp i fire deler:

Kapittel 2 er ei rettleiing for bruk av QuickScan i Statens vegvesen, basert på erfaringar frå ein arbeidsverkstad i Oslo 14.-15. oktober 2019 der me analyserte E39 på strekninga Agder-Sogn og Fjordane. Rettleiinga tilpassar QuickScan-metodikken til norske forhold og effektiviserer prosessane vesentleg ved å standardisere dei og kople dei til eit dynamisk rekneark som gjer det meste av den kvantitative jobben automatisk.

Kapittel 3 gir eit oversyn over resultatata frå QuickScan arbeidsverkstad Oslo, presentert som tabellar og kart.

Kapittel 4 presenterer nytte-kostnadsanalysane av tiltaka identifisert i QuickScan-arbeidet, i tillegg til ei skildring av metodar og datagrunnlag.

Kapittel 5 er ei evaluering av QuickScan. I dette kapittelet stiller me fire hovudspørsmål:

1. I kva grad er det behov for Quickscan i Statens vegvesen og i Riksvegutredningen?
2. Kor godt fungerer QuickScan som klimarisikoanalyseverktøy?
3. Kor godt tilfredsstillar QuickScan dei statlige retningslinjene for klimatilpassing?
4. Hvordan benytte risikovurderinger som delgrunnlag for NKA av klimatilpasningstiltak

Ei evaluering av Detector er tilgjengeleg i vedlegg 1.

2 Rettleiing for bruk av QuickScan i Statens vegvesen

Denne rettleiinga er laga med utgangspunkt i at QuickScan skal brukast i Statens vegvesen til å gjera regelmessige regionale vurderingar av framtdrisiko. Den er basert på erfaringar frå arbeidsverkstaden i Oslo 14.-15. oktober 2019 der me analyserte E39 på strekninga Agder-Sogn og Fjordane. Rettleiinga tilpassar QuickScan-metodikken til norske forhold og effektiviserer prosessane vesentleg ved å standardisera dei og kopla dei til eit dynamisk rekneark som gjer det meste av den kvantitative jobben automatisk.

Rettleiinga tek utgangspunkt i at arbeidsverkstaden skal gjennomførast over to samanhengande dagar. QuickScan legg i utgangspunktet opp til tre separate arbeidsverkstader med ein arbeidsbolk mellom kvar. Difor krev det at den som leiar arbeidsverkstaden er godt førebudd og i stand til å ta vurderingar fortløpande. Rettleiinga byggjer på det offisielle rettleiingsdokumentet frå QuickScan-prosjektet ³⁷, men har nokre vesentlege endringar. Blant desse er:

- Arbeidsverkstaden går over to samanhengande dagar i staden for tre separate dagar.
- Heile prosessen er kopla til, og vert gjennomført i, eitt ferdig koda dynamisk excel-dokument («Quickscan rekneark for arbeidsverkstad.xlsx»).
- Det blir brukt fem sannsynskategoriar i staden for fire fordi det gir eit noko meir nøyaktig bilete av trusselsituasjonen, sjå steg 4.2.
- Operasjonalisering av konsekvens og sannsyn er lagt inn som eigne steg i prosessen.
- Prosessen inneheld ei kostnadsestimering for tiltak som eit ekstra steg på slutten. Dette er for at risikovurderinga, tiltaksplanen og prioriteringane enklare skal kunna koplast saman med ei nytte/kostnads-analyse.
- Dei aller fleste stega kjem med ei tilråding til korleis dei bør utførast basert på refleksjon frå arbeidsverkstaden i Oslo 14.-15. oktober 2019.

Steg 1 Førebu arbeidsverkstaden

Steg 1.1 Etabler kontekst

I det første steget må ein etablere kva som skal analyserast. QuickScan er konstruert for risikovurdering av lengre strekningar, frå 50 til 1000 km.³⁸ Det viktigaste suksessfaktoren for QuickScan er at deltakarane er kyndige generalistar, og kjenner strekninga og organsasjonen godt. Difor er dei geografiske ansvarsområda som organisasjonen er delt inn, med tilsvarende fagmiljø og fagfolk, naturlege utgangspunkt.

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: På arbeidsverkstaden i Oslo var analyseininga ei vegstrekning frå fylkesgrensa Agder/Rogaland til fylkesgrensa Hordaland/Sogn og Fjordane, ei strekning på ca 400 km. Me hadde fem deltakarar som var fagpersonar på drift og vegteknologi frå Rogaland og Hordaland, som til saman dekkar fem driftskontraktar. I tillegg deltok to fagpersonar på klimatilpassing, to på beredskap og ein geolog. Nokon av deltakarane oppfylte fleire roller.

Tilråding:

- Ein av deltakarane bør ha GIS-kompetanse og vera dedikert til kartplotting på dag 2 av arbeidsverkstaden (sjå steg 6).
- Det bør gjerast ei vurdering av kva som er den mest hensiktsmessige måten å dela inn riksvegnettet i handterlege analyseområde. Fylkesvis inndeling vil til dømes gjera det enklare å samla den naudsynte analysegruppa. Dersom analyseområdet vert for stort, vil detaljnivået, og truleg kvaliteten, på outputen frå arbeidsverkstaden blir mindre.

³⁷ Bles, Woning, og Ennesser.

³⁸ Bles, Woning, og Ennesser.

Steg 1.2 Identifiser relevante truslar

Dette steget går ut på å identifisera dei truslane som er relevante for strekninga. Informasjon om kva klimaparameter som er årsak til trusselen, kva faktorar som påverkar sårbarheita, og kva faktorar som påverkar konsekvensen av ei potensiell hending, er nyttig informasjon for å forstå trusselen og for å skåra konsekvens og sannsyn i dagens og framtidens klima.

Kopling til reknearket: Arket «Truslar» inneheld ei nokso utfyllande liste over mogelege truslar, basert på malen tol QuickScan. Dersom det er ønskjeleg å leggja til eller fjerna noko frå lista må alle reknearket oppdaterast og kanskje kodast på nytt for å unngå følgjefeil i utrekninga. Det er difor laga til eit kommentarfelt ein kan nytta dersom innhaldet i ein trussel treng ei utgreiing eller endring. Det er ikkje naudsynt å sletta truslar dersom dei ikkje er relevante for strekkingen, i staden kan ein «skjula» dei ved å høgreklikke på radnummeret og velja «skjul».

Den stadbundne og klimarelaterte informasjonen knytt til truslane må ein i staden gjerne endra dersom det er hensiktsmessig.

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: Ei rekke truslar er lagt til og endra frå malen til QuickScan for å vera relevante for norske forhold.

Tilråding: Bruk, i so stor utstrekking som mogeleg, den opprinnelege trussellista. Truslane i QuickScan samsvarar i stor grad med trussellistene til VegROS³⁹ og Rapport 530⁴⁰. Ikkje slett truslar, men «skjul» dei dersom dei ikkje er relevante.

Steg 1.3 Bestem viktighet

I dette steget skal ein gjera ei vurdering av korleis vegstrekninga kan differensierast basert på viktigheita til vegen. Kriterium som årstdøgntrafikk, samfunnsøkonomisk verdi og omkøyringsmogelegheiter er gode indikatorar for å avgjera viktighet. Der ei kategorisering eksisterer (trafikkberedskapsklasse) er det tilrådd å bruka desse.

Kopling til reknearket: I alle arka bortsett frå «Truslar» er truslane delt på vegar av høg og middels viktighet. Dersom nokon truslar ikkje er relevant for vegar enten med høg eller middels viktighet, kan dei «skjulast» i reknearket. Dei bør ikkje slettast. Dersom det er ønskjeleg med eit tredje nivå for viktighet, må reknearket endrast, og kodast på nytt.

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: Me såg ingen grunn til å endra på det grunnlaget SVV har innarbeid for å bestemma viktighet gjennom trafikkberedskapsklassar. Trafikkberedskapsklasse inneheld alle dei relevante faktorane som QuickScan etterlyser for å bestemme viktighet: trafikkmengd, redundans og samfunnsøkonomisk betyding, i tillegg til ei rekke andre relevante faktorar⁴¹.

Hovudargumentet for å bruka innarbeidd metodikk, slik som trafikkberedskapsklasse, i staden for å definera viktighet i workshop-prosessen, er at resultatet frå QuickScan vert meir relevant og enklare å overføra til eksisterande rammeverk. Eit av suksesskriteria for nye verktøy i ein etablert organisasjon, er at outputen let seg overføra til eksisterande tilstøytande prosessar. Dersom metodikken, omgrepa og definisjonane i eit nytt verktøy skil seg fullstendig ut, vil det truleg vera meir krevjande å få dei i bruk.

To seksjonar på strekninga er klassifisert som TBK 1, nemleg inn og ut av Bergen og inn og ut av Stavanger. Resten av strekninga er klassifisert som TBK 2 og 3. TBK 3-seksjonen i Nord-Hordaland vert, om kort tid, endra til TBK 2, so difor vurderte me TBK 3 og TBK 2 som same trafikkberedskapsklasse. Me enda dermed opp med to klassifiseringar for viktighet: middels viktighet (TBK 2 og 3) og høg viktighet (TBK 1).

³⁹ Statens vegvesen, «Retningslinje for periodisk VegROS».

⁴⁰ Kristensen og Frekhaug, «Risiko- og sårbarhetsanalyse av naturfare. Anbefalinger for innhold og gjennomføring av analysen i vegplanlegging. Statens vegvesens rapporter nr 530.»

⁴¹ Statens vegvesen, «Trafikkberedskap. Håndtering av uforutsette hendelser på veg. Håndbok R611».

Fordelen med å ha to klassifiseringar for viktighet, og ikkje fleire, er at det vert tid til å skåra dei separat. Alternativet er å etablera ein vektingskoeffisient som uttrykkjer kor mykje større risikoen er på vegar med høg viktighet, og kor mykje mindre den er på vegar med låg viktighet, og multiplisere risikoen med den etter å ha vurdert vegar med middels viktighet. Problemet med den framgangsmåten, er at truslane får automatisk større risiko på ein veg med høg viktighet samanlikna med ein veg med middels viktighet. Slik er det nødvendigvis ikkje. I staden er ofte både konsekvensen dersom noko skjer og sannsynet for at det skjer, lågare på vegar med høg viktighet. Det følgjer naturleg av at TBK 1 har strengare krav til beredskap og tryggleik enn TBK 2, og at dei vegane difor er planlagde, bygde og drifta med tanke på å oppretthalde ein lågare risiko. Faktisk var det slik at dei fleste truslane me til slutt vurderte som gul (middels risiko), oransje (høg risiko) eller raud (veldig høg risiko), hørde til på dei middels viktige vegane.

Tilråding: Det er svært nyttig å dela inn vegstrekingane etter viktighet. Det er likevel ikkje tilrådd å inkludera fleire enn to nivå der det er mogeleg. TBK 1 bør reknast som høg viktighet, medan TBK 2 og 3 bør reknast som middels viktighet.

Steg 1.4 Førebu arbeidsverkstaden

Dette steget handlar om å få på plass det praktiske og samle inn relevant data som trengs for å gjennomføra arbeidsverkstaden. Rett folk er soleis det aller viktigaste. For at QuickScan skal fungere er det særskilt viktig at deltakarane er generalistar som kjenner si strekning og organisasjonen godt. Legg gjerne vekt på dette i invitasjonen.

Av relevante data som må samlast inn på førehand, er gode kart og samanfatting av dei viktigaste klimaframskrivingane essensielt. Det kan vera ein fordel å ha dette klart før ein sender ut invitasjonar, slik at deltakarane kan få det tilsendt i forkant av arbeidsverkstaden. Det er òg viktig å setja seg inn i og ta stilling til relevante kjelder og tidsperspektiv for klimainformasjonen som skal nyttast (sjå steg 4.4).

Ha gjerne fleire kart med ulike kartlag dersom det er mogeleg.

Kopling til reknearket: Ingen.

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: Me laga eit hefte og med trussellista, konsekvensane, konsekvensvektinga, sannsynskategoriane og klimaframskrivingane, som me skreiv ut og delte ut til deltakarane. Dette kan med fordel sendast til deltakarane på førehand slik at dei kan førebu seg.

Det er råd å gjennomføra workshop 1, 2 og 3 over to dagar, men det krev ei grundig førebuing i forkant og ei tydeleg tidsstyring undervegs. Det er fort å enda opp med dårleg tid mot slutten på dag to, og resultatet kan verta prega av raske og lettvinde løysingar på kompliserte vurderingar.

Tilrådingar:

- Legg opp til to fulle dagar med workshop. Det trengs helst 8x2 timar.
- Lag eit dokument med trussellista, konsekvensane, konsekvensvektinga, sannsynskategoriane, klimaframskrivingane og relevante kart, og send det til deltakarane på førehand. Skriv det òg ut og ha det klart til deltakarane når dei kjem. Skreddarsydde detaljerte klimaframskrivingar på lokalt nivå er ikkje naudsynt (sjå steg 4.4)
- Førebu godt. Saml inn relevant data i forkant og ha kjennskap til tilstøytande metodikk i SVV (trafikkberedskapsklasse, VegROS, riksvegutredningen, skredpunkt).
- Ha fleire typar fysiske kart, eitt vanleg typografisk i A0 som viste heile strekinga, og ulike kart i A3 med relevante kartlag, som trafikkberedskapsklasse og vegROS.

Steg 2 – Arbeidsverkstad, dag 1

Steg 2.1 Innføring i QuickScan

Innvi deltakarane i verktøyet og prosessen. Forklar kva QuickScan er, kva rolle det er meint å utfylle i organisasjonen og kva som skil det frå andre tilstøytande prosessar (VegROS, Riskvegutredningen, Skredpunkt). Gå gjennom prosessen.

Bli samde om kontekst og vurderingsgrunnlag, gå gjennom trussellista og legg til eventuelle endringar og/eller «skjul» dei som er irrelevante, og bli samde om graderinga av viktigheita til vegen.

Kopling til reknearket: Bruk gjerne reknearket til å skildra prosessen. Vis korleis utrekningane skjer og korleis dei ulike vurderingane påverkar kalkulasjonane.

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: QuickScan legg opp til at mange vurderingar blir tekne undervegs i prosessen: korleis viktigheit skal definerast, i kva grad strekninga skal delast inn i seksjonar, korleis risiko skal bestemmast osv. Ganske mange av desse vert vurderingar av nøyaktigheit vege opp mot tidsbruk. Ei høg nøyaktigheit vil truleg auka truverdet og relevansen til resultatet, men ikkje om ein ikkje kjem i mål med workshopen. Sjølv om mykje informasjon kan hentast inn i etterkant dersom ein går tom for tid, vil det vera vanskelegare å sikra seg mot at deltakarane evaluerer på ulike grunnlag når ein ikkje lenger har dei samla i same rom, og litt tid har gått sidan workshopen vart gjennomført.

Tilråding: Bruk tid på å setja deltakarane godt inn i prosessen i byrjinga slik at misforståingar og andre tidstjuvar ikkje tek stor plass undervegs i dei ulike stega.

Steg 2.2 Operasjonalisering av konsekvensar

Målet med dette steget er å avgjere kva kriterium som skal liggje til grunn for skåringa av konsekvensane. Outputen frå dette steget er ein oppdatert tabell over konsekvensar med ei operasjonalisering av alvorlegheitsgrad (1-4). Seks typar konsekvensar er føreslått: Framkommelegheit, Tryggleik, Transportnettverk, Direkte kostnader, Omdømme og Kringliggande naturmiljø.

Kopling til reknearket: Arket «Konsekvensar» inneheld eit forslag til operasjonalisering av konsekvensane.

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: Her vart det gjort justeringar under workshopen, spesielt i «Tryggleik»- og «Direkte kostnader»-kategoriane. I utgangspunktet gjekk skalaen til Tryggleik frå «lette materielle skadar» (1) til «fleire dødsfall og mange personskadar» (4). Den vart endra til «personskadar» (1) til «fleire enn 10 drepne eller hardt skadde» (4). Alle verdiane i Direkte kostnader vart multiplisert med 10. Grunnen som vart oppgitt for å endra desse terskelverdiane, var at dei betre reflekterer konsekvensbiletet i SVV. Samstundes var alle samde i at dei seks typane konsekvensar var relevante.

Det er ikkje noko enkel øving å setta desse terskelverdiane, og resultatet vil uansett vera langt frå eksakt vitenskap. Ideelt sett skulle alle konsekvensane hatt eit fast, likt intervall mellom verdiane, ein maksverdi (4) som var relativt sett like høg for alle konsekvensane, og ein minimumsverdi (1) som var relativt sett like låg for alle konsekvensane. I staden er det veldig fort at ein ender opp med å justera opp eller ned terskelverdiane i ein konsekvenskategori, som deltakarane gjerne har mykje kunnskap eller meiningar om, og let dei andre stå. Dersom ein set taket til den eine konsekvensen relativt sett høgare enn dei andre konsekvensane, vil konsekvensen systematisk bli vurdert lågare, noko som vil forplante seg utover i prosessen og påverke den endelege risikovurderinga.

Tilråding: Dersom verktøyet skal nyttast på nasjonalt nivå, og vera i stand til å hjelpa SVV med å skapa eit truverdig bilete av framtidig klimarisiko på riksvegnettet som er mest mogeleg konsekvent på tvers av regionar, kan det vera ein fordel at tersklar og operasjonaliseringar er fastsette på førehand. Difor bør det gjerast ei vurdering av om konsekvensane, definisjonane av konsekvensane, terskelverdiane, vektinga av konsekvensar, og sannsynskategoriane skal liggja fast. Dette bør vurderast overordna med heile landet som utgangspunkt, og sjåast i samanheng med nasjonale føringar (NTP) og det faktiske konsekvensbiletet på norske vegar.

Steg 2.3 Vekting av konsekvensar

Kvar deltakar skal fordela 21 poeng på dei seks ulike konsekvensane, basert på kor viktig dei vurderer at konsekvensane er relativt til kvarandre. Dette gjer ein for at dei viktigaste konsekvensane skal telja mest i utrekninga av risiko. Konsekvensar for framkommelegheit og tryggleik er typisk dei viktigaste kriterier for ein vegforvaltar⁴², medan Direkte kostnader og Omdømme typisk er av lågare betydning. Vektinga gir mogelegheit for å synleggjere dette.

Kopling til reknearket: Arket «Konsekvensvekting» nyttast til denne øvinga. Fyll inn kvar deltakar si poengfordeling i tabellen. Deltakar 1 sine poeng blir lagt inn i vektingskolonne 1 (kolonne B), deltakar 2 sine poeng blir lagt inn i vektingskolonne 2 (kolonne C) osv. Kontroller at rad 9 («Totalt») har summen «21» for kvar deltakar. Kolonne N-P reknar ut summen, snittet, den normaliserte skåren (snittet for kvar konsekvenstype delt på snittet for alle konsekvenstypene) og standardavviket for kvar konsekvenstype. Standardavviket kan ein bruke til å kontrollere om spreinga er særskilt høg, noko som kan tyde på at det er ulike oppfatningar blant deltakarane av korleis konsekvensane skal vektast.

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: Vektinga av konsekvensar var ein av dei delane av prosessen som skapte mest diskusjon. Nokre av deltakarane meinte det var unødvendig at dei skulle avgjera kor viktige dei ulike konsekvensane skulle vera. Dette finst det, tross alt, nasjonale føringar på, meinte dei. Somme av deltakarane meinte det kom til å svekka truverdet til verktøyet dersom vektinga var basert på skjønsmessige vurderingar frå eit fåtal personar utan ekspertkompetanse, på 30 minuttar i ein workshop.

Dei mest kritiske funksjonane til Statens vegvesen gjeld i hovudsak framkommelegheit og trafikktryggleik⁴³. Difor vart deltakarane samde om at framkommelegheit skulle vegast høgast, og at tryggleik skulle vegast nest høgast, slik at det samsvarar, i alle fall noko lunde, med målkrava til SVV.

Vektinga av konsekvensar viste seg å verta relativt homogen. Standardavviket, som kan sjåast i Tabell 1, enda på rundt 1/3 av gjennomsnittet på dei konsekvensane med høgast varians, noko som kan reknast som akseptabelt for ein slik prosess.

Tabell 1 Resultatet frå konsekvensvektinga frå arbeidsverkstad Oslo.

Konsekvens	Vekting								Totalt	Snitt	Normalisert skår	Standardavvik
	1	2	3	4	5	6	7	8				
Framkommelegheit	6	6	6	6	10	8	8	7	57	7.125	0.34	1.36
Tryggleik	4	5	4	4	3	7	4	7	38	4.75	0.23	1.39
Transportnettverk	5	4	4	5	3	3	3	2	29	3.625	0.17	0.99
Direkte kostnader	2	2	3	2	1	1	2	1	14	1.75	0.08	0.66
Omdømme	1	1	2	1	1	1	2	1	10	1.25	0.06	0.43
Naturmiljø	3	3	2	3	3	1	2	3	20	2.5	0.12	0.4
Totalt	21	21	21	21	21	21	21	21	168	21	1	

Tilråding: Dersom standardavviket er særskilt høgt for vektinga av nokon av konsekvenstypene, bør det grunngis og diskutert. Elles same tilråding som steg 2.2.

⁴² Bles, Woning, og Ennesser, «ROADAPT Roads for today, adapted for tomorrow Guideline: Part B Performing a Quick scan on risk due to climate change».

⁴³ DSB, «Samfunnets kritiske funksjoner. Hvilken funksjonsevne må samfunnet opprettholde til enhver tid?»

Steg 2.4 Konsekvensskåring

Dette steget går ut på å skåre konsekvensane til kvar trussel for vegar med både høg og middels viktigheit. For kvar konsekvenstype skal deltakarane kome opp med ein skår mellom ein og fire, som reflekterer kva konsekvens ein slik trussel potensielt kan få. Ein felles skår for konsekvens blir rekna ut for kvar trussel.

Kopling til reknearket: Arket «Konsekvensskåring» blir nytta under dette steget. Deltakarane blir samde om ein skår (1-4) for kvar konsekvens som må fyllast inn i kvar celle i kolonne E-J. I kolonne K-M blir summen, gjennomsnittet og den vekta konsekvensen kalkulert. Den vekta konsekvensen er summen av kvar konsekvensskår multiplisert med vektingskoeffisienten, den normaliserte skåren frå arket «Konsekvensvekting». Den vekta konsekvensen i kolonne M vil få ein verdi mellom 1 og 4 som reflekterer kor alvorlege konsekvensar kvar trussel kan få.

Kolonne M er fargekoda slik at verdiar over 3 blir markert som raude, verdiar mellom 2 og 3 vert markert gule, og verdiar under 2 vert markert grønne. Desse fargane og tersklane har inga praktisk betydning for prosessen, anna enn at dei gjer det enklare å samanlikna resultatata fortløpande og i etterkant.

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: Me tok utgangspunkt i «verste scenario innanfor vegen si levetid» då me skåra konsekvens. Sjølv om dette truleg ikkje blir tolka identisk av alle deltakarar, er det vanskeleg å finna eit alternativt grunnlag for å skåre truslane. Dette gjorde me separat for vegar med middels viktigheit og vegar med høg viktigheit. I nokre tilfelle vil konsekvensen av ein trussel vera mykje større på eit avgrensa område enn på resten av strekninga. Konsekvensane vert likevel skåra uavhengig av kor truslane kan inntreffe. Dette er ei forenkling i dette steget som vert balansert seinare i prosessen ved å skilja mellom delstrekningar.

Noko av det som kan gjera prosessen med å skåre konsekvens (og sannsyn) komplisert, er at mange av hendingane typisk skjer samtidig. Som følgje av at me tok utgangspunkt i eit verste scenario under skåringa, dukka naturleg nok ekstremvêret Synne opp i tankane til mange av deltakarane. Synne førte i desember 2015 til flaum, skred, erosjonar og utglidingar, innstilte ferjer og stengte vegar i store delar av Rogaland, Agder og Hordaland, i korte trekk: store delar av trussellista skjedde på ein gang. Mange stilte seg difor spørsmålet «dersom den eine og den andre og den tredje trusselen skjer samtidig, kva er då konsekvensen totalt sett?» Ein slik måte å tenkje på kan fungere for enkelte truslar, men for risikovurderinga samla sett er det ein fordel at alle truslane vert vurdert på mest mogeleg likt grunnlag. Difor er det betre å konsekvent skåre truslane som isolerte hendingar.

Tilrådingar:

- Gjer deltakarane merksame på at truslane bør skårast som isolerte hendingar, og ikkje som følgjekonsekvensar av andre truslar, eller som forsterkande konsekvensar til andre truslar.
- Det er viktig å påpeika at konsekvensane skal skårast uavhengig av kor stort sannsyn det er for at det skjer.
- Truslane skal skårast utan å ta omsyn til om noko sikringstiltak er på plass.
- Det er ikkje naudsynt at alle er med på å skåra alle konsekvensane. I staden kan det vera ein fordel dersom nokon har særskilt høg kompetanse på ein enkelt konsekvenstype eller trussel, at vedkommande får ansvaret for å skåra konsekvensen. Truleg vil fleire ha lik eller supplerande kompetanse, og då kan ei konsensusavgjersle vera føretrekt.

Steg 2.5 Evaluering av konsekvensskåringa

I dette steget ser de over resultatata og evaluerer kor godt dei vekta konsekvensane reflekterer røynda.

Kopling til reknearket: Sjå over arka «Konsekvensskåring», «Konsekvensvekting» og «Konsekvensar»

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: Ingen.

Tilråding: Dette steget er først og fremst meint som ei påminning om at det kan vera hensiktsmessig å stoppe opp innimellom og gjere opp status og sørge for at alle er samde om resultatata og framdrifta.

Steg 3 – Førebu arbeidsverkstad, dag 2

Det kan vera nyttig å reinske opp og strukturere resultatata slik at dei er klare for dag 2. Sørg òg for at alt av data og ressursar er klare.

Steg 4 – Arbeidsverkstad, dag 2

Steg 4.1 Gjennomgang

Start dagen med ei kort gjennomgang av gårdagens resultat, og gi ei innføring i prosessen de skal gjennom. Bli samde om mål og metode.

Kopling til reknearket: Ingen.

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: Ingen.

Tilråding: Dag 2 kan fort bli hektisk, so det er viktig å koma godt i gang og halda tidsskjemaet so godt som råd.

Steg 4.2 Operasjonalisering sannsyn

Dette steget går ut på å bli samde om tersklane som skal ligga til grunn for å skåra sannsyn. Kva er høgt sannsyn og kva er lågt sannsyn? Det viktigaste her er at alle deltakarane har same oppfatning av kva dei ulike nivåa av sannsyn inneber når skåringa skal gjennomførast.

Kopling til reknearket: Ingen.

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: Ei sentral endring me gjorde i forkant av workshopen, var å utvida talet på sannsynskategoriar frå fire til fem. QuickScan tilrår å bruka fire kategoriar, men me opplevde at hendingsfrekvensen for maksimumskategorien (4) var for låg, og at den dårleg reflekterte hendingsfrekvensen for mange hendingar på strekninga. Me fekk heller ikkje til å fordele sannsynet mellom fire kategoriar på ein utan at det vart for store intervall mellom kategoriane for å kunne vurdere endringa i sannsyn som følgje av klimaendringar på ein realistisk måte. For kostnad/nytte-analysen som skal utførast i etterkant av arbeidsverkstaden, er det òg ein fordel med ein ekstra kategori. Me la difor til ein ekstra kategori (5) med hendingsfrekvensen «fleire gonger i året».

Ein ekstra sannsynskategori betyr potensielt at sannsyn utgjer ein større del av risikoverdien enn konsekvens, fordi den strekker seg til 5, medan konsekvenskategoriane berre strekker seg til 4 (sjølv om dette òg vert påverka av korleis ein operasjonaliserer kategoriane). Difor er det viktig å sjå risikokalkulasjonen (konsekvens x sannsyn) frå tabellen i samanheng med risikomatrissa når ein skal vurdere endeleg risiko (sjå steg 4.6)

Tilråding: Same som i steg 2.2. Utover det, tilrår me å bruka fem sannsynskategoriar i staden for fire. Sannsynskategoriar:

1. Svært sjeldan - Sjeldnare enn ein gong kvart 50 år
2. Sjeldan – Ein gong kvart 10 til 50 år
3. Nokon gonger – Ein gong kvart 3 til 10 år
4. Ofte – Ein gong kvart 1 til 3 år
5. Svært ofte – Fleire gonger i året

Steg 4.3 Inndeling i vegseksjonar

Finn ein logisk og praktisk måte å dele strekninga inn i seksjonar, slik at sannsyn kan skårast, og risiko kan evaluerast separat på dei ulike seksjonane.

Kopling til reknearket: Reknearket gir moglegheit for å dele strekninga inn i fire seksjonar, og gjere fire separate vurderingar av risiko. Dersom fleire seksjonar trengs, kan ein duplisere Risikoanalyse- og Risikomatrise-arket, men då må tabellen i Risikomatrise-arket kodast om slik at det er kopla til det nye Risikoanalyse-arket.

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: Me bestemte oss for å dela strekninga inn i seksjonar for å auke nøyaktigheita då me kom til sannsynsskåringa. Me oppdaga at trusselbiletet såg ganske annleis ut på dei ulike seksjonane og ville formidle det. Me delte strekninga inn i tre seksjonar: Agder-Harestad, Harestad-Bergen og Bergen-Gulen. Ved å dela det inn på den måten, fekk me tre seksjonar som alle hadde delar med høg viktighet (TBK 1) og middels viktighet (TBK 2).

Risikovurderinga av truslar knytt til ein særskilt type infrastruktur, som bruer og tunnelar, eller eit særskilt landskap, som skred eller stormflod, vil vera påverka av i kva grad og korleis ein deler inn strekninga. Sjølv om konsekvensen av desse kan vera lik over heile strekninga *dersom* hendinga skjer, er det neppe sikkert at sannsynet er like stort på heile strekninga for *at* hendinga skjer. Seksjonane kan ha vidt forskjellige truslar om dei har forskjellig landskap eller infrastruktur. Dersom ein ikkje deler inn strekninga i seksjonar, vil truslane med høgast risiko vera dei same over heile strekninga, sjølv om desse truslane kanskje berre er gjeldande for eit avgrensa område. Ein misser dermed moglegheit til å nyansere trusselbiletet langs strekkingen, og nøyaktigheita vert lågare. Inndeling av strekninga i seksjonar er difor noko ein bør gjera, og avveginga i so måte vert mellom kor nøyaktig og nyansert ein ønsker at risikovurderinga skal vera, og kor god tid ein har.

Tilråding: Del inn strekninga i seksjonar før sannsyn skal skårast. Ta gjerne utgangspunkt i ansvarsområda til deltakarane for å finne ei logisk og praktisk inndeling, men prøv likevel å halda talet på seksjonar nede. Det kan bli knapt med tid dersom ein har meir enn tre seksjonar.

Steg 4.4 Skåring sannsyn

Dette steget går ut på å skåre sannsynet til kvar trussel for vegar med både høg og middels viktighet på dei ulike vegseksjonane. For trussel skal deltakarane kome opp med ein skår som reflekterer kva sannsynet er for at dei ulike truslane inntreff. Sannsynet skal skårast i dagens klima først, og sidan for framtidens klima. For å skåra sannsynet i framtidens klima, må det fastsetjast kva tidshorisont som skal nyttast.

Sannsynsskåringa i dagens klima kan baserast i stor grad på observasjonar, til dømes kor mange gonger det går steinskred i året i gjennomsnitt langs ein vegseksjon. Sannsynet skal skårast for alle vegseksjonane og gradene av viktighet, altså skal alle vegar med *høg* viktighet på vegseksjon 1 vurderast samla, og alle vegar med *middels* viktighet på seksjon 1 vurderast samla. Sameleis skal alle vegar med høg viktighet på vegseksjon 2 vurderast samla, og alle vegar med middels viktighet på vegseksjon 2 vurderast samla, og so bortetter.

Kopling til reknearket: Arka Risikoanalyse strekning1-4 nyttast i dette steget. Risikoanalyse-arka hentar den vekta konsekvensen (kolonne E) frå «Konsekvensskåring»-arket. Kolonnane F og H skal fyllast ut. I kolonne G og I vert risiko kalkulert (konsekvens x sannsyn). Kolonne G og I er fargekoda med fargane grøn, gul og raudt, der grøn er <7, gul 7-12, og raud >12, sjå òg steg 4.6.

Medan sannsyn blir fylt inn i arka «Risikoanalyse strekning 1-4», vert arka «Risikomatriza strekning 1-4» oppdatert automatisk. Risikomatrize-arket er koda slik at kvar trussel blir plotta på dei to grafane basert på konsekvens (y-aksen) og sannsyn (x-aksen). Nummeret som står over kvart punkt i grafen er trusselnummeret, som er det same i alle arka. I grafane er det teikna inn tre diagonale linjer med fargane raud, oransje og gul, som symboliserer grad av risiko. Risikomatriza vektlegg konsekvens høgare enn sannsyn, og er med på å nyansere risikobiletet.

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: Skåring av framtidig sannsyn basert på klimaframskrivingar vart gjort med utgangspunkt i regionale klimaprofilar frå Norsk Klimaservicesenter ⁴⁴, klimapåslag for korttidsnedbør ⁴⁵, framskrivingar for havnivå⁴⁶, og generell kunnskap om klimaendringane frå arbeidsverkstad-deltakarane og -leiinga. Me brukte vegen si attverande levetid, anslått til om lag 50 år, som tidshorisont for vurdering av auka sannsyn som følgje av klimaendringane, med andre ord: me prøvde å talfeste påverknaden frå klimaendringa på

⁴⁴ Norsk Klimaservicesenter, «Klimaprofil Hordaland».

⁴⁵ Dyrredal og Førland, «Klimapåslag for korttidsnedbør. anbefalte verdier for Norge».

⁴⁶ DSB, «Havnivåstigning og stormflo – samfunnsikkerhet i kommunal planlegging».

hendingfrekvensen for kvar enkelt trussel fram mot slutten av århundret. Klimaprofilane frå Norsk Klimaservicesenter brukar det høgaste utseppsscenarioet (RCP 8.5) i klimaframskrivingane, i tråd med gjeldande politiske føringar.⁴⁷

Øvinga med å vurdere framtidig sannsyn er ikkje enkel: for det første er det usikkerheit knytt til endringane i klimaet i framtida, både fordi utseppsbana i framtida er uråd å spå, men òg fordi modellane varierer innanfor same utseppsbane. For det andre legg QuickScan opp til ei strekningsvis vurdering av endring i hendingssannsyn, noko som uansett fører til avgrensa nøyaktigheit fordi den må baserast på gjennomsnittsverdiar og grove estimat. For det tredje er ikkje samfunnsendringar inkludert i vurderinga av framtidig sannsyn. Samfunnsendringar, som til dømes auka utbygging rundt vegane, hogst eller jordbruksplanering, kan ha avgjerande påverknad på sårbarheita og dermed sannsynet for hendingar i framtida. For det fjerde er det særskilt vanskeleg å estimere endringa i sannsyn på truslar som først får høgare sannsyn (t.d. meir snø fordi det blir meir nedbør) og sidan lågare sannsyn (t.d. mindre snø fordi det blir varmare).

Trass i at det ikkje er noko enkel øving, er det ei viktig øving. Med utgangspunkt i framskrivingar om auka korttidsnedbør på 30-50 prosent,⁴⁸ til dømes, kan ein med ganske stor sikkerheit sei at sannsynet for nedbørsrelaterte truslar kjem til å auka vesentleg. Sameleis er det med stormflod: ei auke i havnivå på 60-80 cm⁴⁹ kjem til å føra til at truslar knytt til stormflod vert meir sannsynleg dersom skadereduserande tiltak ikkje vert gjort. I all hovudsak vart truslane justerte opp éin eller to kategoriar frå dagens sannsyn til framtidssannsyn under skåringa. Unntaket var vind, snø og is, der klimaframskrivingane er meir usikre⁵⁰. Vindrelaterte truslar fekk likt sannsyn i framtida, medan truslar knytt til snø og is fekk som regel lågare sannsynsskår i framtida, spesielt på dei vegseksjonane som ligg i låglandet.

Tilrådingar:

- QuickScan er ei strekningsvis vurdering av risiko, so detaljerte nedskalerte klimaframskrivingar fell utanfor horisonten til verktøyet, og utanfor tidsramma til workshopen. Generell kunnskap om strekninga sin geografi, kombinert med regionale klimaprofilar, havnivåframskriving og framskriving av korttidsnedbør er nok til å evaluera om sannsynet kjem til å gå opp eller ned, som tross alt er det viktigaste.
- Naturfareplanar og oversyn over skredpunkt og VegROS-analysar på strekninga er nyttige ressursar for å skåre sannsyn i dagens klima.
- Sjølv om framtidsklima er det som i hovudsak blir nytta vidare i analysen, er viktig å skåra begge deler ettersom skåren i dagens klima er det som dannar grunnlaget for ei vurdering av skåren i framtidens klima.

Steg 4.5 Evaluering av sannsynsskåringa

I dette steget ser de over resultatata og evaluerer kor godt sannsynsvurderingane, den kalkulererte risikoverdien og risikomatrissa reflekterer røynda.

Kopling til reknearket: Sjå over arka «Risikoanalyse strekning1-4» og «Risikomatrise strekning 1-4».

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: Ingen.

Tilråding: Dette steget er først og fremst meint som ei påminning om at det kan vera hensiktsmessig å stoppe opp innimellom og gjere opp status og sørge for at alle er samde om resultatata og framdrifta.

⁴⁷ Miljøverndepartementet, «Klimatilpasning i Norge. Meld. St. 33 (2012-2013)».

⁴⁸ Dyrørdal og Førland, «Klimapåslag for korttidsnedbør. Anbefalte verdier for Norge».

⁴⁹ DSB, «Havnivåstigning og stormflo – samfunnssikkerhet i kommunal planlegging».

⁵⁰ Norsk Klimaservicesenter, «Klimaprofil Hordaland».

Steg 4.6 Evaluering og prioritering av framtdrisiko

Ein av dei aller viktigaste outputane frå QuickScan er den endelege evalueringa og prioriteringa av framtdrisiko. Dette steget kombinerer all informasjon som er jobba fram so langt til ei siste evaluering. Heilt konkret går det ut på bestemme kva som er dei mest alvorlege risikoane på kvar vegseksjon basert på resultatet frå risikokalkulasjonen og risikomatrissa.

Kopling til reknearket: Til dette steget nyttast arka «Risikoanalyse strekning 1-4» og «Risikomatrise strekning 1-4» for å gjera ei endeleg kvalitativ vurdering av risiko. I arket «Risikoanalyse strekning 1-4» vil alle verdiane for framtdrisiko som er vurderte ha fargane grøn, gul og raud. Alle truslane med grønt risikonivå kan då «skjulast», slik at berre dei mest alvorlege truslane står att. Reknearket legg opp til at kolonne J i arket «Risikoanalyse strekning 1-4» blir fargelagt manuelt basert på kor dei ulike truslane plasserer seg i grafen «Risikomatrise framtidig klima» i arket «Risikomatrise strekning 1-4»: Dei truslane som er over den raude linja, får fargen raud, dei som er over den oransje linja får fargen oransje, og dei som er over den gule linja får fargen gul. Dersom nokon av truslane i risikomatrissa er vurderte over oransje, men er «skjult» frå risikoanalyse-arket, kan dei hentast fram att. Etter at den manuelle farginga er gjort, nyttar ein kolonne K i risikoanalyse-arket til å gjera ei endeleg kvalitativ vurdering av risiko basert på risikovurderinga frå risikokalkulasjonen (konsekvens x sannsyn) og risikomatrissa, og set ein endeleg farge på risikoen, enten gul, oransje eller raud.

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: Som grunnlag for risikoevalueringa brukte me både risikokalkulasjonen (konsekvens x sannsyn) i kolonne I i arket «Risikoanalyse strekning 1-4» og arket «Risikomatrise strekning 1-4». Sidan risikokalkulasjonen potensielt vektlegg sannsyn meir enn konsekvens (sjå steg 4.2), er det nyttig å balansera den med risikomatrissa, som vektlegg konsekvens meir enn sannsyn.

Me brukte fargekodar for å hjelpa oss å plukka ut dei mest aktuelle truslane. For risikokalkulasjonen brukte me grønt, gult og raudt farenivå til å fargekode risikoverdiane, med høvesvis tersklane <7, 7-12, og >12, sjå Tabell 2.

Tabell 2 Fargekoding av risikokalkulasjonen i kolonne I i arket "Risikoanalyse strekning 1-4"

Fargeforklaring	
>12	Veldig høg risiko
	Høg risiko (berre brukt i risikomatrissa og endeleg vurdering)
7-12	Middels risiko
<7	Akseptabel risiko
0-0	Ikkje vurdert

Alle risikoverdiane i risikokalkulasjonen lågare enn sju vart rekna som akseptable risikoar, og fekk fargen grøn, medan dei gule og raude vart med vidare til den endelege risikoevalueringa. I utgangspunktet var terskelen for gult farenivå sett til 8-12, men det vart endra då me opplevde at fleire relevante truslar vart utelatne, spesielt «flaum grunna ekstremnedbør eller grunnvasstiging kombinert med snøsmelting» og «overfylling av hydrauliske system

som kryssar veg». Frå risikomatriza tok me med alle truslane over den oransje streken, uavhengig av kva verdi dei hadde i risikokalkulasjonen.

Den endelege risikoevalueringa vart ei vurdering basert på risikokalkulasjonen, risikomatriza og deltakarane sine profesjonelle vurderingar av risikobiletet langs vegen. Me brukte fargane gul, oransje og raud til å symbolisere grad av risiko. Sjølv om det vart gjort unntak frå regelen basert på skjønsmessige vurderingar, kan den endelege risikovurderinga i vårt tilfelle oppsummerast i Tabell 3. Det er verd å påpeika at tabellen ikkje inneheld alle tenkelege kombinasjonar, og dermed ikkje er heilt utfyllande.

Tabell 3 Grunnlag for endeleg risiko-vurdering

Framtids-risiko	Risikomatrise framtidsklima	Endeleg risiko-vurdering	Kommentar
			grøn + oransje = gul
			gul + gul = gul
<8.5			gul <8.5 + oransje = gul
>8.5			gul >8.5 + oransje = oransje
			gul + raud = oransje
			raud + oransje = oransje
			raud + raud = raud

Tilråding: Same som steg 2.2.

Steg 5 Lokalisering, tiltak og kostnader

Utgangspunktet for steg 5 er den endelege lista over dei mest alvorlege risikoane frå steg 4.6.

Steg 5.1 Lokalisering av truslar

Dette steget går ut på å lokalisera dei ulike truslane. Gå gjennom lista og marker på kartet kor truslane er potensielt problematiske. Her er det i utgangspunktet den erfaringsbaserte kunnskapen som skal nyttast. I dei tilfella der trusselen er knytt til ein spesifikk type infrastruktur, eller andre smale føresetnader, kan dette vera lettare å gjera som ei skrivebordsøving seinare.

Kopling til reknearket: Arka «Risikoanalyse strekning 1-4» blir nytta i dette steget. Kolonne L-Q skal fyllast inn. I den første kolonnen, «Kor er risikoen?», fyller ein inn kor ein forventar at risikoen er gjeldande. I neste kolonne, «Del av infrastrukturen som er trua», fyller ein inn om det er heile vegkroppen, dekket, bruer osv. I dei neste to kolonnane fyller ein inn levetida og akseptabel forkorting. «Vedlikehaldsstrategiar som er på plass» skal fyllast inn med dei tiltaka som finst som er med på å redusera risiko. Den siste kolonnen, «Metrering», er meint som eit konkret hjelpemiddel for steg 6, slik at trusselen enklare kan plottast på eit kart. Det må truleg fyllast inn i etterkant av arbeidsverkstaden.

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: I mange tilfelle vil forsøk på å identifisera og lokalisera truslar allereie vera gjort i andre prosessar. Vegvesenet si skredpunkt-analyse dekkjer til dømes dei aller fleste skredrelaterte

risikoar, medan VegROS-analysar gjer mykje av det same for eit breiare spekter av truslar. For t.d. skredrelaterte truslar, er det difor nok å henvise til skredpunkt i dette steget. Då vert lokaliseringa ei oppgåve først i steg 6. Lokaliseringssteget er meint for å fanga opp det deltakarane har av kunnskap som eventuelt går utover det som vert fanga opp av eksisterande tilstøytande prosessar. Fleire av truslane i QuickScan kan representera nye problemstillingar, og vurderingane av framtidsrisiko kan gi uventa resultat som ikkje vert fanga opp i andre prosessar. For desse risikoane er det viktig at ein nyttar kompetansen hjå deltakarane og gjer eit forsøk på lokalisering.

Då me gjorde øvinga i Oslo, enda me opp med å skriva «heile delstrekningen» på fleire truslar. Dette er truslar som kan oppstå nesten kor som helst, og som krev ei grundig analyse, som går utover QuickScan si ramme, for å stadfeste nærare. Eit døme er «overfylling av hydrauliske system som kryssar veg», der årsaka gjerne er underdimensjonerte stikkrenner, eller «flaum grunna ekstremnedbør eller grunnvasstiging, kombinert med snøsmelting». For skredrelaterte truslar henviste me til skredpunkt-analysar og aktsemdskart.

Tilråding: Ingen.

Steg 5.2 Vurder og prioriter strategiar og tiltak

I dette steget skal ein gjera ei vurdering av aktuelle tiltaksstrategiar som kan redusera risikoen for truslane på strekninga. Med utgangspunkt i ein tiltaksplan gir deltakarane tilråding til ein eller fleire overordna strategiar for kvar trussel. Ein gjer òg ei prioritering frå 1 til 3 (høgast til lågast) av kva tiltaksstrategiar som hastar mest. Dette kan gjerast på bakgrunn av den endelege risikovurderinga og fargekodinga, eller andre kriterium.

Kopling til reknearket: Arka «Risikoanalyse strekning 1-4» blir nytta i dette steget. Kolonne R-T skal fyllast inn. I den første kolonnen, «Strategiar», fyller ein inn den eller dei valde strategiane, medan prioriteringa (1-3) fyllast inn i kolonnen attmed. Kolonnen «Kommentar til prioritering» fyllast inn etter behov. Den er laga for at ein skal kunna skriva kva prioriteringa er basert på.

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: I utgangspunktet hadde me tenkt å bruka tiltakslista som blir brukt i VegROS-metodikken⁵¹ for at tiltaka skulle vera enkelt å oversetja til eksisterande prosedyrar i SVV. Men me opplevde firepunkts-tiltakslista i VegROS-metodikken som litt for lite nyansert, so difor landa me på å bruka tiltakslista frå QuickScan i staden. På alle tiltaka tilrådde me fleire strategiar, og strategi 1 vart tilrådd på alle.

Me ga fleire tiltak prioriteringa 1 fordi tiltaka vart vurderte som like prekære.

Tilråding: Bruk tiltaksplanen til QuickScan:

1. **Nærare utredning.** Usikkerheiten er for stor. Kunnskapsgrunnlaget må betrast og lokale data og målingar trengs.
2. **Hald fram som før.** Business as usual. Risikoen kan handterast gjennom eksisterande prosedyrar, eventuelt gjennom informasjon og regulering.
3. **Tiltak som reduserer risiko eller sårbarheit.** Her er fleire alternativ:
 - a) **Oppdatere prosedyrar.** Inkludere påverknad av klimaendringar.
 - b) **Utvikle beredskapsplan.** Laga plan for korleis handtere hending. Reaktiv strategi.
 - c) **Styrke preventivt vedlikehald.** Førebygge skade på infrastrukturen. Proaktiv strategi.
 - d) **Endre eller styrke infrastrukturen.** Proaktiv strategi.

Steg 5.3 Estimer kostnader

I dette steget nyttar ein den unike kunnskapen til deltakarane til å henta ut ei rask kostnadsevaluering av særskilte tiltak og potensielle hendingar. Deltakarane blir samde om eitt spesifikt tiltak (skredsikring, erosjonssikring, utbetring

⁵¹ Statens vegvesen, «Retningslinje for periodisk VegROS».

av stikkrenner) for kvar prioriterte trussel, gir eit anslag av vedlikehalds- og reparasjonskostnader før og etter eit potensielt tiltak, og vurderer den potensielle reduksjonen i sannsyn eit tiltak vil gi. Denne informasjonen skal sidan nyttast til å gjera ei kostnad-nytteanalyse av dei ulike tiltaka gitt den framtidige risikoen for trusselen.

Kopling til reknearket: Arka «Risikoanalyse strekning 1-4» blir nytta i dette steget. Kolonne U-AB skal fyllast inn. I den første kolonnen «Valt strategi» skriv ein inn den strategien frå tiltaksplanen som ein ønskjer å nytta, og spesifiserer nærare kva konkret tiltak det er snakk om i «Skildringa av tiltak». Driftskostnader knytt til den infrastrukturen det er snakk om skriv ein inn i kolonne V. I kolonne X fyller ein inn reparasjonskostnader som oppstår dersom trusselen inntreffer. I kolonne Y gjer ein ei vurdering av investeringskostnaden for tiltaket det er snakk om. Kolonne Z og AA vil typisk ha same verdiar som høvesvis kolonne V og X. Kolonne AB, «Kor mykje blir framtidig sannsyn redusert?», fyller ein inn kor mykje ein forventar at «Framtidig risiko» i kolonne H vert redusert ved eit tiltak.

Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo: Denne øvinga vart implementert som eit forsøk før arbeidsverkstaden i Oslo. Fleire endringar på kostnadsestimeringsprosessen har vorte gjort i etterkant, og det meste av informasjon har òg blitt henta inn etter arbeidsverkstaden. Den viktigaste oppdaginga var at effekten av eit tiltak ikkje var reduserte vedlikehalds- eller reparasjonskostnader, men i staden ein reduksjon i sannsyn. Difor er den siste kolonnen i reknearket særskilt viktig.

Tilråding: Ingen.

Steg 6 – Lag kart og oppsummer resultat

Dette steget går i all hovudsak ut på å samanstillast resultatata på ein måte som gjer dei nyttige og relevante for andre tilstøytane prosessar. Det viktigaste i so måte er å gjera informasjonen tilgjengeleg som kartlag i GIS-basert programvare.

Kopling til reknearket: Data frå reknearket er utgangspunktet for det som skal plottast på kartet.

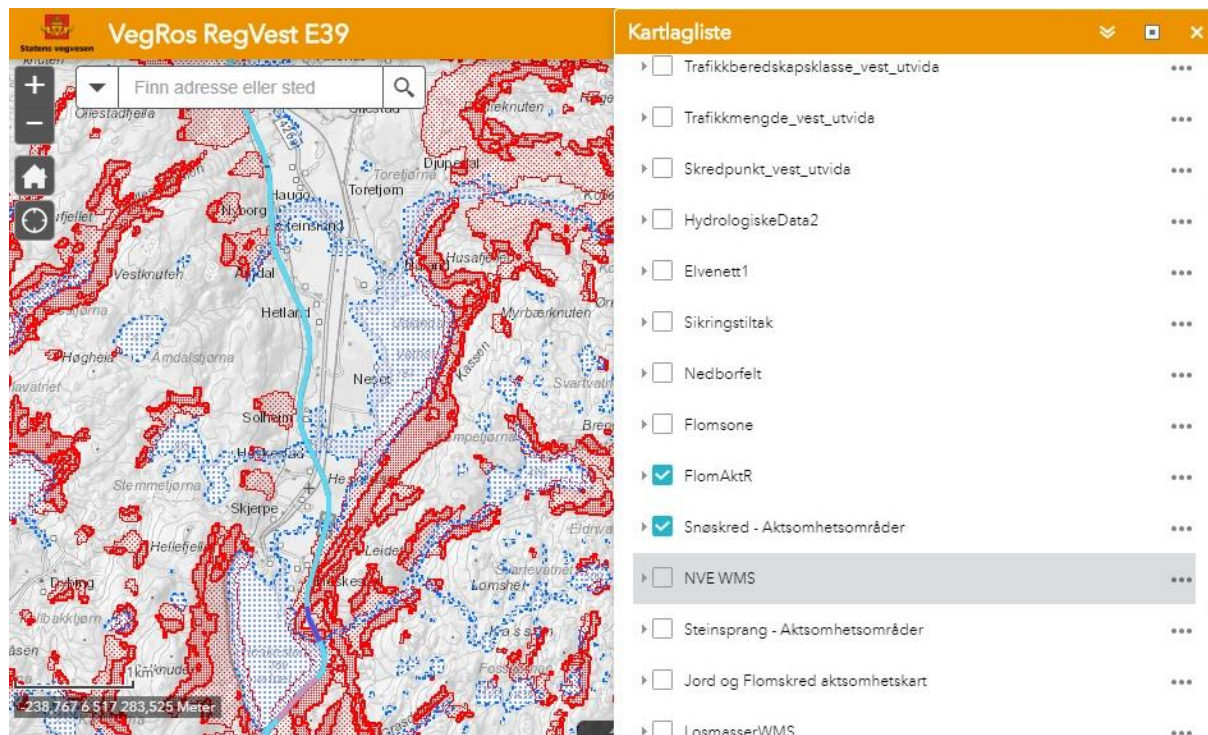
Refleksjon basert på arbeidsverkstad Oslo:

Prosess – førebuing

Identifisere kartdata for relevante truslar. Her brukte me data frå forskjellige kjelder:

- Statens vegvesen (NVDB)
 - VegROS-punkt og -strekninger
 - Trafikkmengde
 - Trafikkberedskapsklasse
 - Stengningslenker
 - Omkjøringsrute
 - Skredpunkt
- NVE
 - Hydrologiske data
 - Elvenett
 - Sikringstiltak
 - Nedbørsfelt
 - Flomsone
 - Flomaktsomhetsområde
 - Snøskred – aktsomhetsområder
 - Avrenning
 - Steinsprang – aktsomhetsområder
 - Jord- og flomskred aktsomhetskart
- NGU
 - Løsmassekart
- Kartverket
 - Fjellskygge

Desse ble samordna i ArcGIS Pro og overført til ArcGIS online. Her er det mogleg å få et betre analysegrunnlag om ein hentar inn analysedata frå eksisterande planer, eksempelvis naturfareplanar, men det kan vere vanskeleg å finne.



Figur 1 Eksempel på samordna kartdata i ArcGIS Online.

Prosess – etterarbeid

Her teiknar ein inn dei forskjellige strekningane kategorisert på enten trussel eller deltrussel. Dette er enklast å gjera i ArcGIS Pro, men mogleg i online-utgåva dersom ein har førebudd det (truleg krev dette enklare maskinvare). Når ein er ferdig, kan dette overførast til online-utgåva.

Forslag:

Topo gråtone

Eigen farge på analysert vegstrekning, gjerne med ei viss vekt (breidde), slik at den klart skil seg ut.

Kvar deltrussel vert plotta inn med offset frå veglinja, med eigen farge for kvar trusselkategori. Desse bør ha eigenskapar som gjer at ein kan leggja inn annan informasjon òg, eksempelvis prioritering og risiko (dette gjer at ein kan sortera etter desse eigenskapane).

I tillegg har ein alle data frå førebuinga tilgjengeleg i same prosjekt i ArcGIS. Det er truleg best å lage produktet i ArcGIS Pro. Her kan ein lage egne kart for bruk i rapport med legende, orientering mv. For bruk i presentasjonar er det best å overføre til ArcGIS online.

I alle høve må dette etter kvart over til NVDB. Der har me identifisert at objektet «dataanalyse» kan brukast. Det objektet må tilpassast, slik at det har alle eigenskapar som dekkjer alle parameter frå analysen. Her kan sjølv rapporten òg leggest ved objektet, slik at brukar får opp sjølv rapporten frå analysearbeidet.

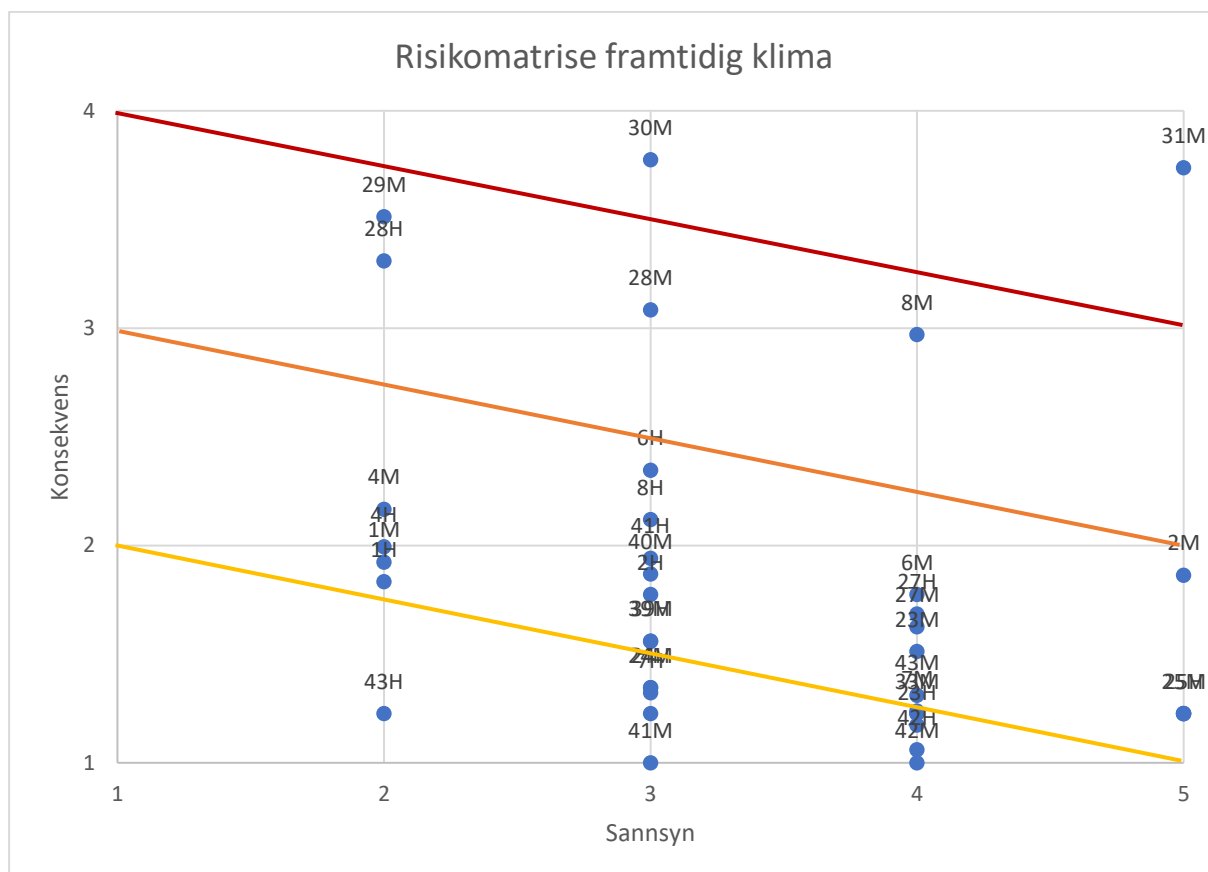
Tilråding: Det er sterkt tilrådd å ha ein dedikert deltakar med ansvaret for å tilpasse informasjonen til GIS under arbeidsverkstadene. Sjølv om det kan vera andre i analysegruppa som har denne kompetansen, trengs det ein person som kan fokusere fullt ut på dette under arbeidsverkstaden. Det vil vera ein fordel dersom same person gjer førebuinga i GIS og plottar det i etterkant. Aktuelle tabellar som kan supplera karta er viste i neste kapittel.

3 Resultat frå QuickScan-analysen av prøvestrekninga av E39 (arbeidsverkstad Oslo 14.-15. oktober)

I dette kapittelet vil me presentera dei viktigaste resultatata frå arbeidsverkstad Oslo i form av tabellar og kart. All data frå arbeidsverkstaden i Oslo er tilgjengelege i det vedlagte reknearket «resultat frå Oslo.xlsx», medan alle karta som er presenterte her, er tilgjengelege i interaktive kart gjennom NVDB.

3.1 Risikovurdering

Som nemnt tidlegare, delte me strekninga inn i tre delstrekninga: Agder-Harestad, Harestad-Bergen og Bergen-Gulen. I tabell 5, 6 og 7 (under) er resultatata presentert separat for kvar delstrekning. Tabellane viser trusselen som er vurdert, om den gjeld vegar med middels (trafikkberedskapsklasse 2 og 3) og/eller høg viktigheit (trafikkberedskapsklasse 1) og den relative konsekvensskåren *dersom* hendinga skjer og sannsynet *for* at hendinga skjer på kvar delstrekning. «Dagens risiko» og «Framtidsrisiko»- kolonnane viser risikokalkulasjonen for høvesvis konsekvens gonger «dagens sannsyn» og konsekvens gonger «framtidig sannsyn». «Risikomatrise framtidsklima» viser korleis trusselen vart rangert i risikomatrisa, ein alternativ framstilling av risiko som vektlegg konsekvens meir enn sannsyn. Risikomatrisa frå delstrekninga Agder-Harestad er synt i Figur 2, der kvar trusselnummer vert plotta basert på verdiane for konsekvens og sannsyn. Alle truslane over den raude streken, vert vurderte som raude, alle over den oransje vert vurderte som oransje, og alle over den gule vert vurderte som gule i tabellane under. Til dømes er trussel nummer 30M, «Jordskred, flaumskred» på middels viktig veg over den raude linja og får fargen raud i «Risikomatrise framtidig klima»-kolonnen.



Figur 2 Risikomatrise frå Agder-Harestad

«Endeleg vurdering framtidsrisiko» er resultatet av den kvalitative vurderinga av risiko basert på resultatata frå risikokalkulasjonen og risikomatrisa, og er den endelege vurderinga av framtidig risiko. Fargane som er nytta i risikovurderinga er forklart i Tabell 4.

Tabell 4 Forklaring av fargekoding av risikonivå

Fargeforklaring	
	Veldig høg risiko
	Høg risiko
	Middels risiko
	Akseptabel risiko

Den siste kolonnen i tabell 5, 6 og 7 syner korleis truslane er prioritert av deltakarane under arbeidsverkstaden. Her er ei handfull truslar gitt prioritet 1-3, basert på deltakarane sine intuitive vurderingar av nytte ved tiltak, særskilt stort etterslep på rutinar eller vedlikehald, eller høg risiko. Fleire truslar har fått lik prioritet i kvar tabell.

Totalt vart 22 deltruslar vurderte som aktuelle for strekninga Agder-Sogn og Fjordane under arbeidsverkstaden i Oslo. Av dei 22 vart 14 vurderte som akseptable baserte på dei tersklane som vart fastsett (sjå kapittel 2, steg 4.6), medan åtte truslar vart med vidare på den endelege framtidsrisiko-vurderinga. Fem av desse åtte truslane var felles for alle tre delstrekningane, nemleg «flaum grunna ekstremnedbør, grunnvassflaum og/eller snøsmelting», «overfylling av hydrauliske system som kryssar veg», «utgliding av veg», «jordskred, flaumskred» og «steinsprang/steinskred».

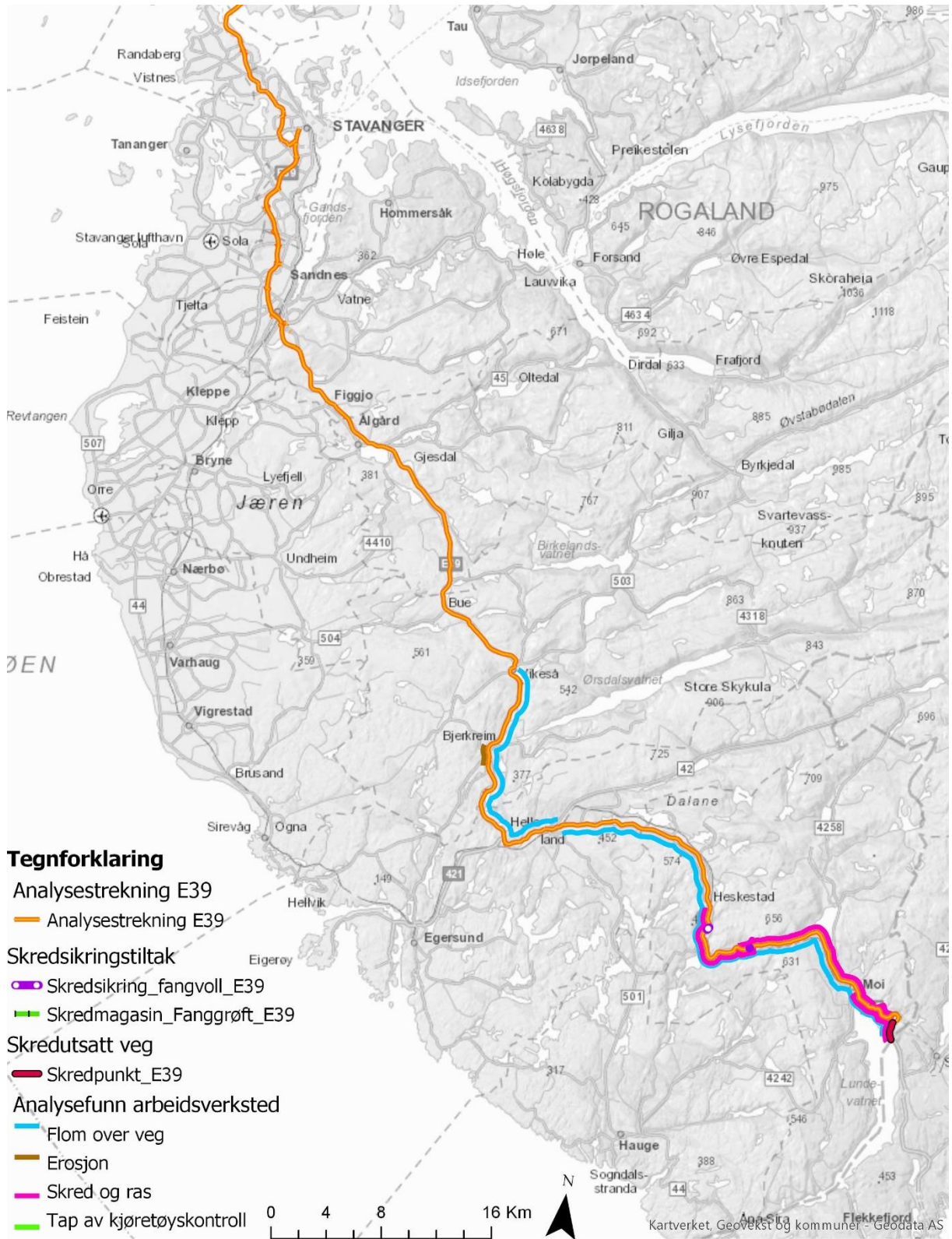
Agder-Harestad

Tabell 5 Resultat frå risikovurderinga på delstrekninga Agder-Harestad

Trusselskildring			Vekta konsekvens	Dagens sannsyn	Dagens risiko	Framtidig sannsyn	Framtidsrisiko	Risiko-matrise framtidsklima	Endeleg vurdering framtidsrisiko	Prioritet (1-3)
Trussel	Deltrussel	Viktighet								
Flaum over veg (ingen trafikk moegeleg)	Flaum grunna ekstremnedbør, grunnvassflaum, og/eller snøsmelting	Middels	1.9	4	7.5	5	9.3			2
Erosjon av vegskulder og fundament	Overfylling av hydrauliske system som kryssar veg	Høg	2.3	2	4.7	3	7.0			3
		Middels	1.8	3	5.3	4	7.1			3
	Undergraving av bru	Middels	3.0	3	8.9	4	11.9			1
Skred	Utglijding av veg	Høg	3.3	1	3.3	2	6.6			
		Middels	3.1	2	6.2	3	9.3			
	Snøskred, sørpeskred	Middels	3.5	2	7.0	2	7.0			
	Jordskred, flaumskred	Middels	3.8	2	7.5	3	11.3			
	Steinsprang, steinskred	Middels	3.7	5	18.7	5	18.7			2

I den endelege risikovurderinga på Agder-Harestad, synt i Tabell 5, vart sju deltruslar vurderte. To av desse deltruslane gjaldt både vegar med høg- og middels viktighet, «Overfylling av hydrauliske system som kryssar veg» og «Utglijding av veg». Bortsett frå desse to, var alle risikoane knytt til vegar med middels viktighet. «Steinskred, steinsprang» vart vurdert som den aller største risikoen i framtida. «Undergraving av bru» og «Jordskred, flaumskred» vart vurdert som dei nest største risikoane på delstrekninga i framtida. «Undergraving av bru» vart prioritert av deltakarane som den mest akutte trusselen, basert på ei intuitiv vurdering av nytte ved tiltak, og fordi eksisterande prosedyrar, særskilt knytt til bruinspeksjonar, kan og bør forbeistrast. Både «Steinsprang, steinskred» og «Flaum grunna ekstremnedbør, grunnvassflaum og/eller snøsmelting» fekk prioritet 2, den førstnemnde på grunn av den store risikoen, og den sistnemnde på grunn av den høge stengingsfrekvensen ved Tippetshølen som bør utbeistrast. «Overfylling av hydrauliske system som kryssar veg» fekk prioritet 3 ettersom stikkrennene på strekninga generelt er i dårleg stand. Dei andre truslane vart ikkje prioriterte.

Figur 3 viser korleis truslane fordeler seg på delstrekninga. Karta er først og fremst laga for NVDB, og utskrifta i Figur 3 har ikkje deltrussel spesifisert, ei heller kva risiko som er knytt til kva deltrussel. Dette er informasjon som er tilgjengeleg i GIS-versjonen av karta.



Figur 3 Kart over risikoane på delstrekning Agder-Harestad.

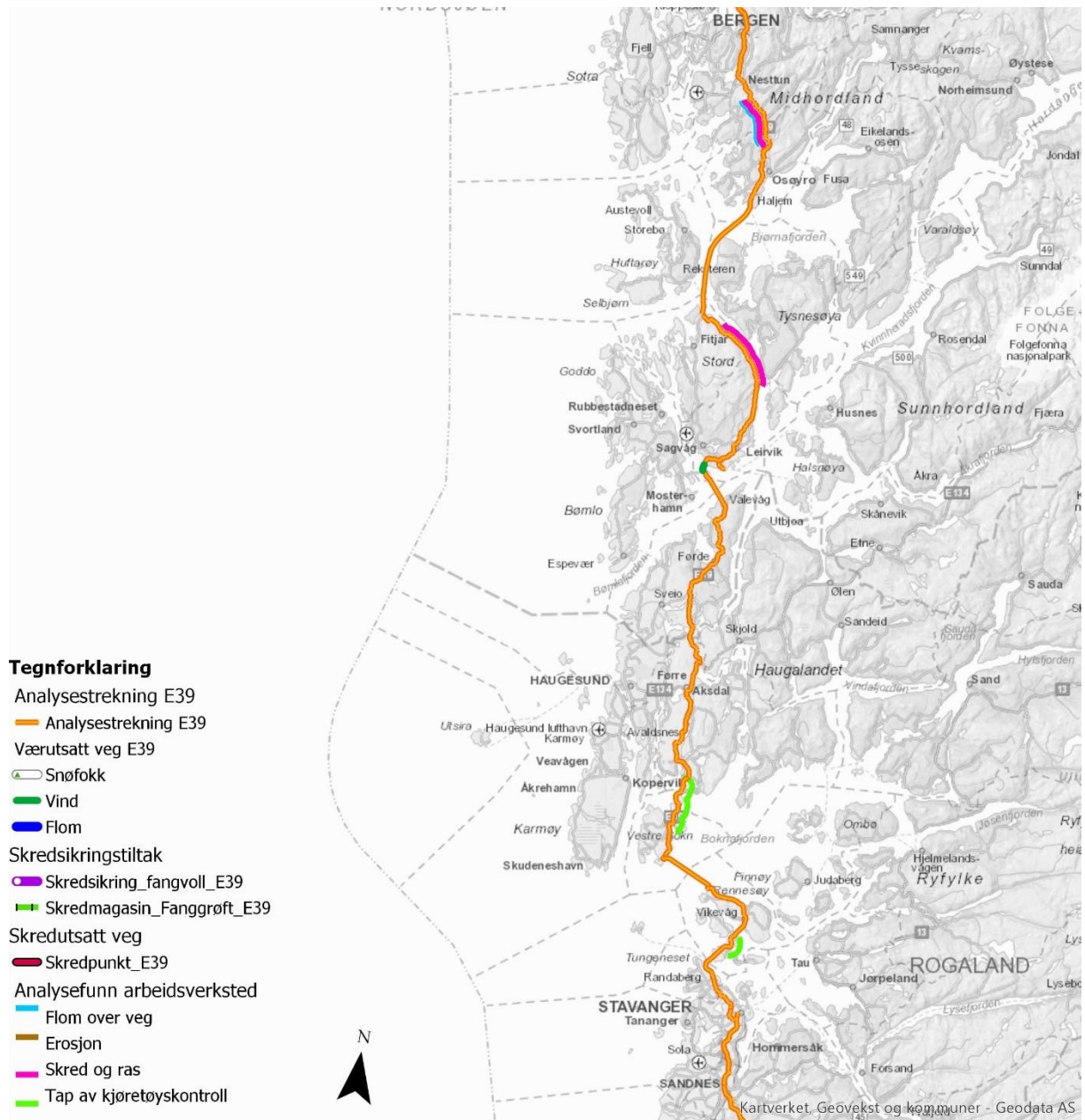
Harestad-Bergen

Tabell 6 Resultat frå risikovurderinga på delstrekninga Harestad-Bergen.

Trusselskildring			Vekta konsekvens	Dagens sannsyn	Dagens risiko	Framtidig sannsyn	Framtidsrisiko	Risiko-matrise framtidsklima	Endeleg vurdering framtidrisiko	Prioritet (1-3)
Trussel	Deltrussel	Viktigheit								
Flaum over veg (ingen trafikk mogleg)	Flaum grunna ekstremnedbør, grunnvassflaum, og/eller snøsmelting	Høg	1.8	5	8.9	5	8.9			
		Middels	1.9	2	3.7	4	7.5			3
Erosjon av vegskulder og fundament	Overfylling av hydrauliske system som kryssar veg	Høg	2.3	3	7.0	4	9.4			1
		Middels	1.8	3	5.3	4	7.1			2
Tap av køyretøy-kontroll	Redusert kontroll over køyretøy (vind)	Middels	1.5	5	7.6	5	7.6			3
Skred	Utglijing av veg	Høg	3.3	2	6.6	3	9.9			
		Middels	3.1	2	6.2	3	9.3			
	Jordskred, flaumskred	Middels	3.8	2	7.5	3	11.3			3
	Steinsprang, steinskred	Høg	3.8	3	11.3	4	15.1			1
		Middels	3.7	3	11.2	4	15.0			1

I den endelege risikovurderinga av delstrekninga Harestad-Bergen, synt i Tabell 6, vart seks deltruslar vurderte. Fire av desse hadde høg risiko både for veg med høg- og middels viktigheit, medan «Redusert kontroll over køyretøy (vind)» og «Jordskred, flaumskred» berre hadde høg risiko på vegar med middels viktigheit. «Steinsprang, steinskred» vart vurdert som den største risikoen i framtida, medan «Overfylling av hydrauliske system som kryssar veg» på vegar med høg viktigheit, «Utglijing av veg» og «Jordskred, flaumskred» vart vurderte som dei nest største risikoane. To truslar fekk prioritet 1: «Steinsprang, steinskred» på vegar med både høg – og middels viktigheit, og «Overfylling av hydrauliske system som kryssar veg» på vegar med høg viktigheit. Grunnen for å gi den førstnemnde trusselen høgast prioritet er den høge risikoen, medan grunnen for den sistnemnde trusselen er at er veldig mange stikkrenner på strekninga som er i dårleg stand og som treng utbetring. Prioritet 2 vart gitt til «Overfylling av hydrauliske system som kryssar veg» på vegar med middels viktigheit, for å reflektera at vegane med høg viktigheit bør gis prioritet. Prioritet 3 vart gitt til «Jordskred, flaumskred» på grunn av den høge risikoen, «Redusert kontroll over køyretøy (vind)» på grunn av at fleire vindutsette bruer hadde vore tent med vindmålar og varslingsystem og «Flaum grunna ekstremnedbør, grunnvassflaum og/eller snøsmelting» trass i at ny E39 er planlagt i problemområdet. «Utglijing av veg» vart ikkje prioritert då det vart påpeika at utbetring av stikkrenner, som var planlagt tiltak mot «Overfylling av hydrauliske system som kryssar veg» ville redusera risikoen her òg.

Figur 4 viser korleis truslane fordeler seg på delstrekninga.



Figur 4 Kart over risikoane på delstrekning Harestad-Bergen.

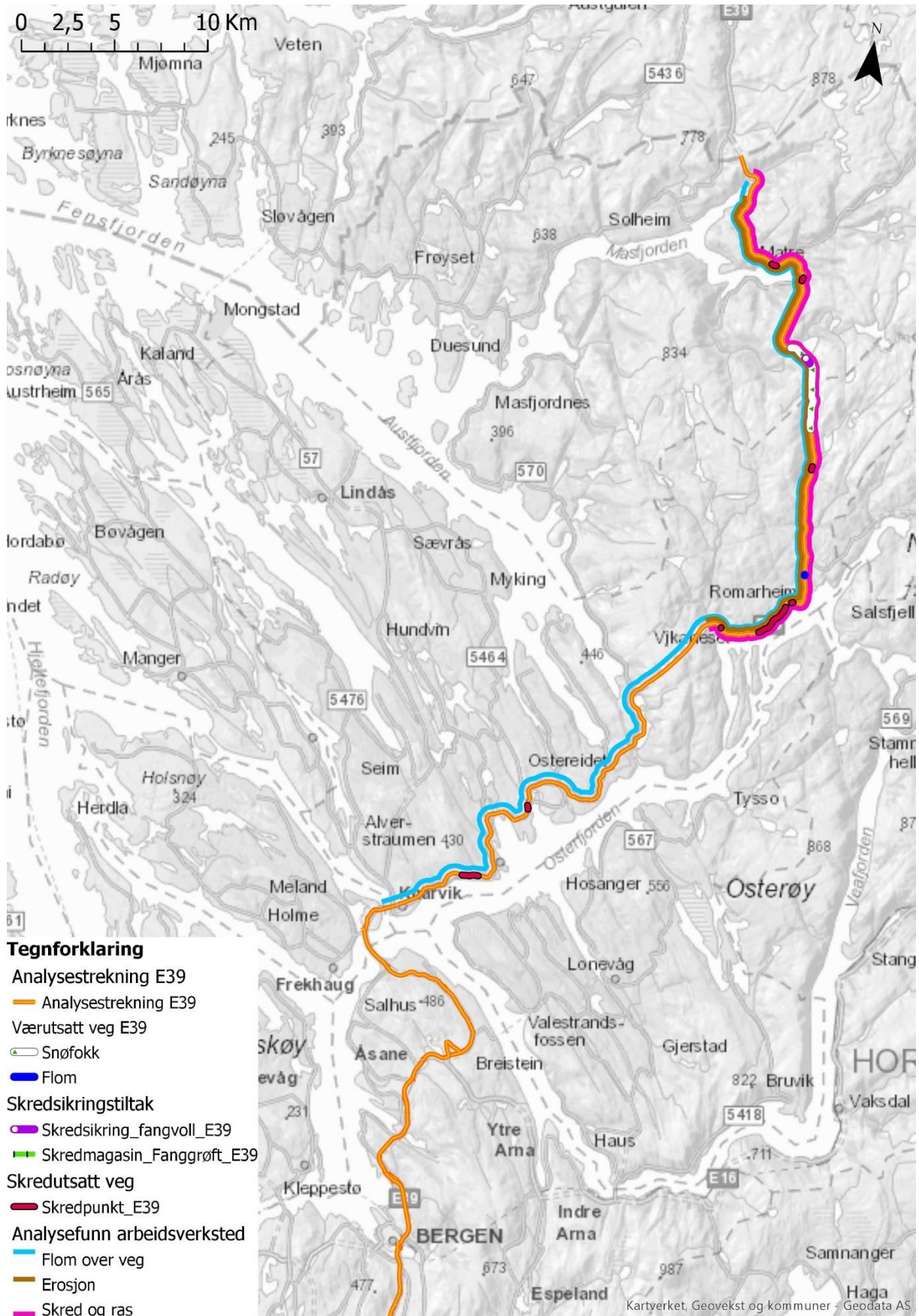
Bergen-Gulen

Tabell 7 Resultat frå risikovurderinga på delstrekninga Bergen-Gulen.

Trusselskildring			Vekta konsekvens	Dagens sannsyn	Dagens risiko	Framtidig sannsyn	Framtidsrisiko	Risiko-matrise framtidsklima	Endeleg vurdering framtidsrisiko	Prioritet (1-3)
Trussel	Deltrussel	Viktighet								
Flaum over veg (ingen trafikk mogleg)	Flaum grunna ekstremnedbør, grunnvassflaum, og/eller snøsmelting	Høg	1.8	3	5.3	4	7.1			
		Middels	1.9	3	5.6	5	9.3			
Erosjon av vegskulder og fundament	Overfylling av hydrauliske system som kryssar veg	Høg	2.3	4	9.4	5	11.7			1
		Middels	1.8	3	5.3	4	7.1			2
	Undergraving av bru	Middels	3.0	2	5.9	3	8.9			1
Skred	Utgliding av veg	Høg	3.3	1	3.3	2	6.6			
		Middels	3.1	3	9.3	4	12.3			
	Snøskred, sørpeskred	Middels	3.5	4	14.0	4	14.0			
	Jordskred, flaumskred	Høg	3.8	2	7.5	3	11.3			
		Middels	3.8	4	15.1	5	18.9			1
	Steinsprang, steinskred	Høg	3.8	3	11.3	4	15.1			1
Middels		3.7	5	18.7	5	18.7			1	

Tabell 7 viser resultatata frå risikovurderinga av delstrekninga Bergen-Gulen. Sju deltruslar vart vurderte på strekninga, og mesteparten av dei vart vurdert med faregrad raud eller oransj. Berre «Flaum grunna ekstremnedbør, grunnvassflaum og/eller snøsmelting» på vegar med høg og middels viktighet, «Overfylling av hydrauliske system som kryssar veg» på middels viktige vegar, og «Utgliding av veg» på vegar med høg viktighet, vart vurderte med faregrad gul. På denne delstrekninga er det, i likskap med dei to andre delstrekningane. Flest risikoar på vegar med middels viktighet. Heile fire deltruslar fekk prioritet 1 på Bergen-Gulen: «Steinsprang, steinskred» på vegar med middels og høg viktighet på grunn av den store risikoen, særskilt på dobbelskjæring langs E39 på Hylkje, der geologirapport angir høg fare, «Jordskred, flaumskred» på vegar med middels viktighet på grunn av høg risiko, «Undergraving av bru» på vegar med middels viktighet på grunn av at erosjonssikringstiltak trengs, og «Overfylling av hydrauliske system som kryssar veg» på vegar med høg viktighet på grunn av dårleg stand på stikkrenner. «Overfylling av hydrauliske system som kryssar veg» på vegar med middels viktighet vart gitt prioritet 2.

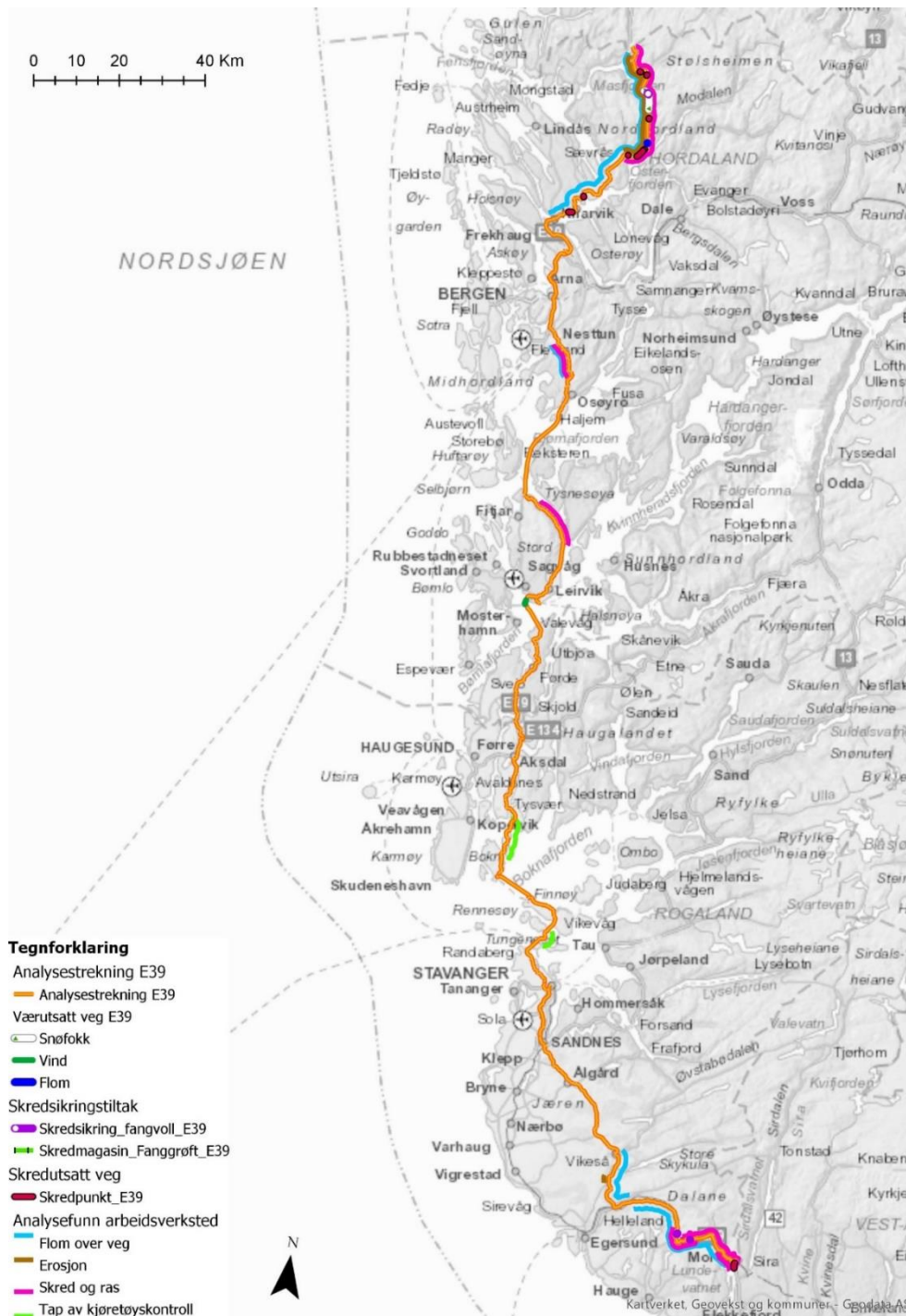
Figur 5 viser korleis truslane fordeler seg på delstrekninga.



Figur 5 Kart over risikoane på delstrekning Bergen-Gulen.

Samanliknar ein risikovurderinga frå dei tre delstrekningane kan ein sjå at det er skilnad i risikobiletet. Tabellen med mest raudfarge, altså flest alvorlege risikoar, er delstrekninga Bergen-Gulen, medan Agder-Harestad berre ein har trussel med endeleg risikovurdering som raud. Det kjem òg tydeleg fram frå tabellane at vegar med middels viktighet, altså trafikkberedskapsklasse 2 og 3, er dei vegane der risikoen er størst.

Figur 6 viser korleis truslane fordeler seg for heile den analyserte strekninga på arbeidsverkstad Oslo



Figur 6 Kart over risikoane på heile strekninga som er analysert.

3.2 Tiltak og kostnader

Dei neste tabellane viser tiltaksplan og kostnadsestimat knytt til dei prioriterte truslane på kvar delstrekning. Tiltaksplanen, og kostnadene knytt til den, er ein interessant output i seg sjølv, ettersom den seier noko om korleis fagfolka som kjenner delstrekningane best, ville prioritert tiltak. Kostnadane og tiltaka er òg den viktigaste inputen i kostnad-nytteanalysane i neste kapittel, der dei vert diskutert i endå nærare detalj.

Tabellane under viser berre dei risikoane som er prioriterte. Tabellane viser, i tillegg til «Trussel», «Deltrussel», «Viktigheit», «Endeleg framtidrisikovurdering» og «Prioritet (1-3)», «Valt strategi», som refererer til tiltakslista frå QuickScan:

1. **Nærare utredning.** Usikkerheita er for stor. Kunnskapsgrunnlaget må betrast og lokale data og målingar trengs.
2. **Hald fram som før.** «Business as usual». Risikoen kan handterast gjennom eksisterande prosedyrar, eventuelt gjennom informasjon og regulering.
3. **Tiltak som reduserer risiko eller sårbarheit.** Her er fleire alternativ:
 - a) **Oppdatere prosedyrar.** Inkludere påverknad av klimaendringar.
 - b) **Utvikle beredskapsplan.** Laga plan for korleis handtere hending. Reaktiv strategi.
 - c) **Styrke preventivt vedlikehald.** Førebygge skade på infrastrukturen. Proaktiv strategi.
 - d) **Endre eller styrke infrastrukturen.** Proaktiv strategi.

I tabellane under høyrer alle føreslegne tiltak til i kategorien 3d. Kolonnen «Skildring av tiltak» gir ei kort skildringa av kva tiltak går ut på, og i enkelte tilfelle, kor tiltaket skal gjerast. Kolonnen «Driftskostnader» viser det same i alle tabellar, ettersom driftskontraktane har same sats. «Eingongs reparasjonskostnad ved hending utan tiltak» og «Eingongs reparasjonskostnad ved hending etter tiltak» viser stort sett det same ettersom den hypotetiske kostnaden vil vera lik dersom hendinga skjer igjen. Den aller viktigaste effekten av tiltaket er soleis kor mykje framtidig sannsyn vert redusert, som er synt i den siste kolonnen. Sannsynsverdien samsvarar med desse hendingsfrekvensane:

1. Svært sjeldan - Sjeldnare enn ein gong kvart 50 år
2. Sjeldan – Ein gong kvart 10 til 50 år
3. Nokon gonger – Ein gong kvart 3 til 10 år
4. Ofte – Ein gong kvart 1 til 3 år
5. Svært ofte – Fleire gonger i året

Agder-Harestad

Tabell 8 Resultat frå tiltaksvurdering og kostnadsestimat frå delstrekninga Agder-Harestad

Trusselskildring			Endeleg vurdering framtidrisiko	Tiltaksplan	Kostnadsestimat						
Trussel	Deltrussel	Viktighet			Prioritet (1-3)	Valt strategi	Skildring av tiltak	Driftskostnader	Eingongs reparasjonskostnad ved hending utan tiltak	Eingongs investeringskostnad for tiltak	Eingongs reparasjonskostnad ved hending etter tiltak
Flaum over veg (ingen trafikk mogeleg)	Flaum grunna ekstremnedbør, grunnvassflaum, og/eller snøsmelting	Middels		2	3d	Heve veg ved Tipparhølen. 500 meter	0.5 kr/år/m	0kr (men store samfunns-kost ved stenging)	20 000 kr/m	0 (men store samfunns-kost ved stenging)	Frå 5 til 2
Erosjon av vegskulder og fundament	Overfylling av hydrauliske system som kryssar veg	Høg		3	3d	Utbetre stikkrenner	0.5 kr/år/m	5 000 kr/m for stikkrenne reparasjon og opprydding	15 000 kr/m for nye stikkrenner	5 000 kr/m for stikkrenne reparasjon og opprydding	?
		Middels		3	3d	Utbetre stikkrenner	0.5 kr/år/m	5 000 kr/m for stikkrenne reparasjon og opprydding	15 000 kr/m for nye stikkrenner	5 000 kr/m for stikkrenne reparasjon og opprydding	?
	Undergraving av bru	Middels		1	3d	1: Erosjonssikring, 6 bruer 2: Overvassløp, Gjedlacleiv bru	0.5 kr/år/m	Om brua ryk: 30 000 kr/m2 Om brua står: 15 000 kr/m2	1: 5 000 kr/m2 2: 25 000 kr/m	Om brua ryk: 30 000 kr/m2 Om brua står: 15 000 kr/m2	?
Skred	Steinsprang, steinskred	Middels		2	3d	Skredsikring	0.5 kr/år/m	Rydding, evt oppbygging veg + sikring = 20 000 /m – 60 000/m per hending	20-25 mill for heile strekninge n, fordelt på 6 plassar.	Rydding, evt oppbygging veg + sikring = 20 000 /m – 60 000/m per hending	Frå 5 til 1

På delstrekninga Agder-Harestad, synt i Tabell 8, føreslo deltakarane fem ulike tiltak: «Heve veg ved Tipparhølen. 500 meter», «Utbetring stikkrenner», «Erosjonssikring, 6 bruer», «Overvassløp, Gjedlacleiv bru» og «Skredsikring». Reparasjonskostnadane ved hending før og etter tiltak er stort sett det same, men «skredsikring» vil til dømes truleg føra til mindre skade dersom hendinga skjer, og «Heve veg ved Tipparhølen. 500 meter» vil truleg føra til lågare samfunnsøkonomiske kostnader dersom vegen flaumar etter at tiltaket er gjort. «Eingong investeringskostnad for tiltak» er stort sett gitt per løpemeter eller m². Unntaket er «Skredsikring», der det totale sikringsbehovet på delstrekninga er oppgitt. Det første og siste tiltaket fører høvesvis til ein reduksjon i sannsyn frå 5 til 2 og frå 5 til 1, medan dei andre tiltaka ikkje har fått kvantifisert reduksjonen i sannsyn.

Harestad-Bergen

Tabell 9 Resultat frå tiltaksvurdering og kostnadsestimat frå delstrekninga Harestad-Bergen

Trusselskildring			Endeleg vurdering framtidrisiko	Tiltaksplan	Kostnadsestimat						
Trussel	Deltrussel	Viktighet		Prioritet (1-3)	Valt strategi	Skildring av tiltak	Driftskostnad	Eingongs reparasjonskostnad ved hending utan tiltak	Eingongs investeringskostnad for tiltak	Eingongs reparasjonskostnad ved hending etter tiltak	Kor mykje blir framtidig sannsyn redusert?
Flaum over veg (ingen trafikk moegeleg)	Flaum grunna ekstremnedbør, grunnvassflaum, og/eller snøsmelting	Middels		3		Ny veg planlagt					
Erosjon av vegskulder og fundament	Overfylling av hydrauliske system som kryssar veg	Høg		1	3d	Utbetere stikkrenner	0.5 kr/år/m	5 000 kr/m for stikkrenne reparasjon og opprydding	15 000 kr/m for nye stikkrenner	5 000 kr/m for stikkrenne reparasjon og opprydding	?
		Middels		2	3d	Utbetere stikkrenner	0.5 kr/år/m	5 000 kr/m for stikkrenne reparasjon og opprydding	15 000 kr/m for nye stikkrenner	5 000 kr/m for stikkrenne reparasjon og opprydding	?
Krevjande køyreforhold	Redusert kontroll over køyretøy (vind)	Middels		3	3d	Installere vindmålar på bruer	0.5 kr/år/m	Berre samfunnsøkonomisk, brua blir stengt	50.000 kr per målestasjon avhengig av antall sensorer (kamera, temperatur, vind mv.)	Gir mulighet til å varsle om stenging i forkant; dette kan redusere samfunnsøkonomisk kostnad.	?
Skred	Steinsprang, steinskred	Høg		1		sikring planlagt					
		Middels		1		sikring planlagt					

På delstrekninga Harestad-Bergen, synt i Tabell 9, føreslo deltakarane to ulike tiltak: «Utbetere stikkrenner» og «Installere vindmålar på bruer». Dei andre prioriterte risikoane frå delstrekninga har allereie planlagde tiltak knytt til seg. Reparasjonskostnad ved hending før og etter tiltak er lik på denne delstrekninga, men «Installere vindmålar på bruer» gir moegelegheit til å varsle om stenging i forkant, noko som kan redusere dei samfunnsøkonomiske kostnadane. Reduksjonen i sannsyn er ikkje kvantifisert ved desse tiltaka.

Bergen-Gulen

Tabell 10 Resultat frå tiltaksvurdering og kostnadsestimat frå delstrekninga Bergen-Gulen

Trusselskildring			Endeleg vurdering framtidrisiko	Tiltaksplan		Kostnadsestimat					
Trussel	Deltrussel	Viktighet		Prioritet (1-3)	Valt strategi	Skildring av tiltak	Driftskostnad	Eingongs reparasjonskostnad ved hending utan tiltak	Eingongs investeringskostnad for tiltak	Eingongs reparasjonskostnad ved hending etter tiltak	Kor mykje blir framtidig sannsyn redusert?
Erosjon av vegskulder og fundament	Overfylling av hydrauliske system som kryssar veg	Høg	1	3d	Utbetre stikkrenner	0.5 kr/år/m	5 000 kr/m for stikkrenne reparasjon og opprydding	15 000 kr/m for nye stikkrenner	5 000 kr/m for stikkrenne reparasjon og opprydding	Frå 5 til 4	
		Middels	2	3d	Utbetre stikkrenner	0.5 kr/år/m	5 000 kr/m for stikkrenne reparasjon og opprydding	15 000 kr/m for nye stikkrenner	5 000 kr/m for stikkrenne reparasjon og opprydding	Frå 5 til 4	
	Undergraving av bru	Middels	1	3d	Erosjonssikring	0.5 kr/år/m	Om brua ryk: 30 000 kr/m ² Om brua står: 15 000 kr/m ²	5 000 kr/m ²	Om brua ryk: 30 000 kr/m ² Om brua står: 15 000 kr/m ²	Frå 3 til 1	
Skred	Jordskred, flaumskred	Middels	1	3d	Skredsikring, skredvoll, rensking	0.5 kr/år/m	Rydding, evt oppbygging veg + sikring = 20 000 /m – 60 000/m per hending	15 millionar for heile strekninga	Rydding, evt oppbygging veg + sikring = 20 000 /m – 60 000/m per hending	Frå 5 til 3	
	Steinsprang, steinskred	Høg	1	3d	Skredsikring	0.5 kr/år/m	10 000kr/m for rydding og rensk /fjerning av masser i skredløp	25 millionar for heile strekninga	10 000kr/m for rydding og rensk/ fjerning av masser i skredløp	Frå 4 til 1	
		Middels	1	3d	Skredsikring	0.5 kr/år/m	10 000kr/m for rydding og rensk/ fjerning av masser i skredløp	25 millionar for heile strekninga	10 000kr/m for rydding og rensk/ fjerning av masser i skredløp	Frå 5 til 1	

På delstrekninga Bergen-Gulen, synt i Tabell 10, føreslo deltakarane fire ulike tiltak: «Utbetre stikkrenner», «Erosjonssikring», «Skredsikring, skredvoll, rensking» og «Skredsikring». Reparasjonskostnad ved hending før og etter tiltak er lik på denne delstrekninga. For skredsikringstiltaka er investeringskostnad oppgitt for alle definerte skredpunkt på delstrekninga. Dei tiltaka som har størst effekt på framtidig sannsyn, er «Skredsikring» for «Steinsprang, steinskred», der sannsynet vert redusert frå fem til ein på vegar med middels viktighet og frå fire til ein på vegar med høg viktighet. «Utbetre stikkrenner» er det tiltaket som tilsynelatande vil ha lågast effekt på framtidig sannsyn for trusselen «Overfylling av hydrauliske system som kryssar veg», der sannsynet berre vert redusert frå fem til fire både på vegane med høg- og middels viktighet.

Kostnadane og tiltaka vert diskutert nærare i neste kapittel.

4 Nytte-kostnadsanalyse (NKA)

Dette kapitlet skisserer hvordan nytte-kostnadsanalyse (NKA) kan benyttes som verktøy for å vurdere og prioritere klimatilpasningstiltak i veisektoren. Delkapittel 4.1 definerer og beskriver NKA i denne konteksten. Delkapittel 4.2 beskriver hvordan vi benytter resultatene av QuickScan-arbeidet som del-grunnlag for analysene, før delkapittel 4.3 presenterer analysene og resultatene for tiltakene i dette prosjektet.

4.1 NKA og klimatilpasning i veisektoren

En nytte kostnadsanalyse (NKA) er en metode for å veie prissatte nyttevirksomheter og kostnader opp mot hverandre. Metoden kan beskrives som å:

- Identifisere alle nytte- og kostnadsvirkninger av et prosjekt i hele dets levetid fra samfunnets synsvinkel.
- Veie nytte og kostnadsvirkningene sammen ved hjelp av vurdering og verdsetting av virkningene i kroner så langt det er mulig og hensiktsmessig.
- Beskrive virkningene som ikke lar seg verdsette i kroner, og inkluderer disse i vurderingen av prosjektets samfunnsøkonomiske lønnsomhet.
- Beskrive og vurdere eller beregne usikkerhet og gjør rede for fordelingsvirkninger.

En NKA skal i prinsippet inkludere alle verdier og kostnader for samfunnet som skapes eller påløper i prosjektets levetid. Analysen inkluderer altså virkninger for hele samfunnet, og ikke virkninger kun for én bedrift, én gruppe personer eller ett budsjett. I praksis vil imidlertid ikke alle virkninger være prissatt. Finansdepartementet⁵² og DFØ⁵³ definerer metoden nærmere og beskriver gjennomføringstrinnene i større detalj.

I veisektoren er de to viktigste aktørgruppene infrastruktureiere og trafikanter. Ved iverksettelse av et tiltak eller ved en hendelse som påvirker infrastrukturen vil infrastruktureiere ofte møte de direkte kostnadene i form av tiltakskostnader, gjenoppbyggingskostnader eller endrede driftskostnader. I vårt tilfelle er infrastruktureieren Statens vegvesen. Ved en hendelse som påvirker infrastrukturen vil trafikantene oppleve (indirekte) kostnader, eksempelvis gjennom økt tidsbruk som følge av omkjøring eller skade på kjøretøy eller person. Videre kan trafikantene oppleve indirekte kostnader for eksempel i form av frykt for skred og usikkerhet knyttet til stengte veier.

Tiltak og infrastrukturpåvirkning kan også ha andre kostnader eller nyttevirksomheter enn de som er (fullt) internalisert av trafikantene eller infrastruktureierne. Eksempelvis kan tiltak for å sikre en vei, medføre endret arealbruk, som kan ha landskapsvirkninger for de som bor eller ferdes i området. En nytte-kostnadsanalyse av tiltak i veisektoren må i størst mulig grad inkludere alle virkninger, og drøfte de som ikke er mulige eller hensiktsmessige å prissette.

Klimaendringene er en ytterligere kompliserende faktor for NKA i veisektoren, og særlig de direkte og indirekte konsekvensene endringene har på infrastrukturen. Som redegjort for i kapittel 0, er det allment kjent at klimaet er i endring. Vi må forvente og dermed planlegge for blant annet hyppigere og mer intens nedbør, flere og større flommer, endret snømønster og større risiko for skred^{54;55}. Klimaendringene medfører både økt sannsynlighet for en hendelse (eksempelvis skred) og økt omfang eller intensitet av hendelsen. Med økte endringer i infrastrukturpåkjenningen som følge av klimaendringer, forventes også økte behov for å justere tiltak, drift og vedlikehold.

Klimatilpasning innebærer å øke forståelsen av dagens og framtidens klima, hvordan endringene vil påvirke samfunnet og tilpasse oss disse endringene.⁵⁶ Klimatilpasningsinnsatsen kan rettes mot ulike ledd i resultatkjeden, fra driverne til utviklingen til de uønskede virkningene, som illustrert i Figur 7. Klimatilpasning kan innebære omstilling for å adressere de underliggende driverne, eksempelvis ved å redusere mobiliteten, det kan være rettet

⁵² Finansdepartementet, «Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv. Rundskriv R-109/14».

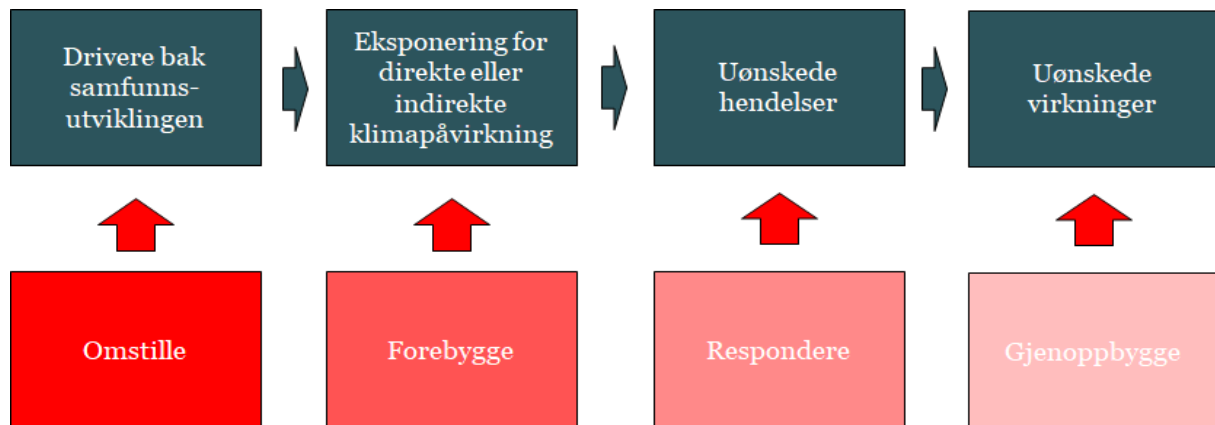
⁵³ Direktoratet for økonomistyring, «Veileder i samfunnsøkonomiske analyser».

⁵⁴ Miljøverndepartementet, «Klimatilpasning i Norge. Meld. St. 33 (2012-2013)».

⁵⁵ «'NOU 2018:17. Klimarisiko og norsk økonomi'».

⁵⁶ <https://www.klimatilpasning.no/hva-er-klimatilpasning/> [06.06.19].

mot å forebygge eksponeringen for klimapåvirkninger, eksempelvis ved å ta hensyn til klimaendringer ved planlegging av infrastruktur, det kan være rettet mot å respondere på uønskede hendelser, eksempelvis gjennom økt skredberedskap, eller det kan være rettet mot å begrense negative virkninger i etterkant, eksempelvis ved å investere i økt gjenoppbyggingskapasitet ved flom.



Figur 7 Klimatilpasningsinnsats (i grader rødt) kan rettes mot ulike ledd i resultatkjeden (i grønt). Kilde: Vestlandsforskning

Gitt verktøyene som undersøkes i dette prosjektet fokuserer vi på å legge til rette for avveininger mellom forebygging ved økt robusthet mot klimapåvirkningen og gjenoppbygging i etterkant av hendelsene. Det innebærer å avveie (dagens) tiltakskostnader for å redusere framtidig skade mot kostnadene ved å ta skaden når den skjer. Resultatene av nytte-kostnadsanalyser kan brukes som grunnlag for disse avveiningene.

Veisektoren benytter allerede verktøy for nytte-kostnadsanalyser, som brukes for en rekke ulike tiltak knyttet til veginfrastruktur med konsekvenser for trafikanter og andre, og hvor virkningene inntreffer på ulike tidspunkt. Hovedverktøyet for disse analysene i Statens vegvesen er EFFEKT⁵⁷, hvor beregningsprinsipper og metodikk bygger på Håndbok V712 for konsekvensanalyser⁵⁸ og andre nasjonale føringer^{59,60}. Verktøyet er bygget opp av flere moduler med spesialiserte egenskaper, for eksempel trafikantnyttmodulen og skredmodulen.

Analysene gjennomført i dette kapitlet skisserer hvordan en kan integrere risiko-økningen som følger av klimaendringene i nytte-kostnadsanalyser av tiltak. I det følgende beskriver vi hvordan vi benytter informasjon om (endret) risiko og tiltak fra QuickScan til å gjennomføre nytte-kostnadsanalyser av de definerte tiltakene. I tillegg til QuickScan-informasjonen legger analysene til grunn standardantagelser for samfunnsøkonomiske analyser i Norge og er konsistent med EFFEKT.

4.2 Quickscan og kobling til NKA

Formålet med å benytte Quickscan som grunnlag for nytte-kostnadsanalysene er å gi informasjon om hvordan klima vil endre nytte- eller kostnadsbildet i fremtiden. Prinsipielt kan denne påvirkningen uttrykkes gjennom to kanaler: i) klimaendringene kan øke intensiteten i hendelsene og dermed de direkte og indirekte kostnadene som påføres infrastruktureier og samfunnet og ii) klimaendringene kan påvirke sannsynligheten for hendelsene inntreffer og dermed de *forventede* kostnadene som følger ved en hendelse. Klimaendringene kan også føre til kostnader (eller nytte) gjennom andre påvirkningsfaktorer, eksempelvis gjennom økt slitasje fra vær og vind og dermed økte vedlikeholdskostnader, og det kan øke usikkerheten ved anslåtte nytte- og kostnadsvirkninger.

I dette begrensede prosjektet vurderes kun endrede kostnader som påløper gjennom kanal ii). Det betyr at sannsynlighetskategoriene til deltruslene blir førende for resultatene. Endringen i sannsynlighet for at direkte og

⁵⁷ Statens vegvesen, «Dokumentasjon av beregningsmoduler i EFFEKT 6.6. Statens vegvesens rapporter nr 358».

⁵⁸ Statens vegvesen, «Konsekvensanalyser. Veiledning. Håndbok V712.»

⁵⁹ Finansdepartementet, «Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv. Rundskriv R-109/14».

⁶⁰ Direktoratet for økonomistyring, «Veileder i samfunnsøkonomiske analyser».

indirekte kostnader påløper (uten tiltak) utgjør «klimaendringene» i analysene våre, og forskjellen mellom denne framtidige sannsynligheten med og uten tiltak bestemmer nytten av tiltakene.

Sannsynlighetskategoriene beskrives med et spenn i frekvens for at hendelse inntreffer. Vi omgjør dette spennet til et nedre frekvensanslag og et øvre frekvensanslag – som er anslag på hvor ofte hendelsen vil inntreffe per år i analyseperioden. Resultatet av dette vises i Tabell 11. Det mest krevende i denne øvelsen er å anslå ekstrepunktene. Det nedre frekvensanslaget for «sjeldnere enn en gang hvert 50. år» er satt til null ganger i året. Det øvre frekvensanslaget kan i prinsippet være uendelig, men er her satt til ti ganger i året. Vi anser dette som et rimelig anslag, selv om det vil være betydelig variasjon på mulig antall hendelser over et år avhengig av trussel. Statens vegvesen⁶¹, basert på blant annet TEK17, skisserer at frekvensen er opptil 0,5 ganger i året for skred, 0,05 ganger i året for flom, og flere ganger i måneden for stenging av værutsatt vei. 10 er altså langt over de øvre anslagene for flom og skred *per i dag*, men lavere enn øvre anslag for stenging av værutsatt vei.

En økning i det øvre frekvensanslaget vil kunne ha stor påvirkning på analyser av tiltak som reduserer sannsynligheten for hendelse fra kategori fem til en annen kategori. Som resultatene vil vise, vil også spennet i frekvensanslag, særlig for kategori fem, være betydelig. Frekvensene er like på tvers av trusler, slik at frekvensanslaget for eksempelvis at skred inntreffer og at undergraving av bru inntreffer er likt dersom det er plassert i samme sannsynlighetskategori.

Tabell 11 Omgjøring av sannsynlighetskategoriene i Quickscan til årlige frekvenser

Nivå	Kategori	Frekvens	Nedre frekvens-anslag (per år)	Øvre frekvens-anslag (per år)
1	Svært sjeldan	Sjeldnare enn ein gong kvart 50 år	0,00	0,02
2	Sjeldan	Ein gong kvart 10 til 50 år	0,02	0,10
3	Nokon gonger	Ein gong kvart 3 til 10 år	0,10	0,33
4	Ofte	Ein gong kvart 1 til 3 år	0,33	1,00
5	Svært ofte	Fleire gonger i året	1,01	10,00

Quickscan-arbeidet har også vært viktig for å anslå de direkte kostnadene for tiltakene og for reparasjon-/gjenoppbyggingskostnader ved hendelser. Dette er viktig informasjon i nytte-kostnadsanalyser generelt og ikke unikt for analyser relatert til risiko eller klimaendringer. Det er heller ikke en del av Quickscan-metodikken. Siden arbeidsverkstedsdeltakerne fra Statens vegvesen allerede var samlet i arbeidet, var det en god mulighet med lave merkostnader å sammenstille dette samtidig (se steg 5.3, delkapittel 0).

4.3 Nytte-kostnads-analyser av case-tiltakene

Vi gjennomfører nytte-kostnadsanalyser av de åtte tiltakene i Quickscan-arbeidet som er kategorisert med prioritet 1 og som ikke allerede er planlagt iverksatt.⁶² Disse tiltakene, deltrusselene tiltakene er rettet mot, og strekningen tiltakene er lokalisert på oppsummeres i Tabell 12.

Tabell 12 Liste over tiltak, deltrusselen tiltaket er rettet mot og strekningen tiltaket er lokalisert på

Tiltaksnr.	Strekning	Deltrussel	Tiltak
1	Bergen-Gulen	Overfylling av hydrauliske system som krysser veg	Nye stikkrenner
2	Bergen-Gulen	Undergraving av bru	Erosjonssikring
3	Bergen-Gulen	Jordskred, flomskred	Skredsikring
4	Bergen-Gulen	Steinsprang, steinskred	Skredsikring
5	Bergen-Gulen	Steinsprang, steinskred	Skredsikring
6	Harestad-Bergen	Overfylling av hydrauliske system som krysser veg	Nye stikkrenner
7	Agder-Harestad	Undergraving av bru	Overvannsløp

⁶¹ Kristensen og Frækhaug, «Risiko- og sårbarhetsanalyse av naturfare. Anbefalinger for innhold og gjennomføring av analysen i vegplanlegging. Statens vegvesens rapporter nr 530.»

⁶² Det er allerede planlagt skredsikringstiltak på strekningen Harestad-Bergen, slik at denne ikke vurderes (se delkapittel 3.2).

Et sentralt element i analyser av klimatilpasningstiltak er avveining mellom kostnader over tid: klimatilpasning vil generelt medføre tiltakskostnader i nær framtid, med redusert framtidig risiko (og dermed sparte kostnader). Resultatene av nytte-kostnadsanalysene er nåverdiberegninger av samfunnsøkonomiske kostnader med og uten tiltak. Nåverdiene er sammenlignbare, slik at differensen mellom disse vil vise den samfunnsøkonomiske lønnsomheten ved å iverksette tiltaket over den definerte analyseperioden.

Det følgende beskriver først datagrunnlaget for analysene, deretter selve beregningene, før vi presenterer og diskuterer resultatene.

Datagrunnlag

Grunnlaget for nytte-kostnadsanalysene er:

1. Generelle grunnforutsetninger for de samfunnsøkonomiske analysene.
2. Direkte kostnader for Statens vegvesen: tiltak-, reparasjon- og vedlikeholdskostnader.
3. Indirekte kostnader, særlig i form av endret trafikkantnytte.
4. Omfang av tiltaket og berørt infrastruktur.

De generelle **grunnforutsetningene** definerer analyseperioden, kalkulasjonsrenten og realprisjusteringen. Analyseperioden antas her lik levetiden til tiltaket eller investeringen. Levetiden vil i realiteten ofte være ulik analyseperioden, avhengig av infrastrukturen eller tiltaket som analyseres. Vi har lagt til grunn samme levetid som analyseperiode på 40 år, mens det per i dag i NTP-prosessen benyttes 75 år som hovedregel i veisektoren, med en analyseperiode på 40 år og 35 års beregning av restverdi.

For analyseperioder opptil 40 år benyttes 4 prosent kalkulasjonsrente for samfunnsøkonomiske analyser⁶³. For lengre analyseperioder benyttes lavere kalkulasjonsrente (3 prosent mellom 40-75 år) og for bedriftsøkonomiske analyser benyttes ofte høyere kalkulasjonsrente. Generelt vil en lavere kalkulasjonsrente gjøre framtidige besparelser mer attraktive kontra en høyere rente. I våre analyser benyttes altså en kalkulasjonsrente på 4 prosent.

Hovedregelen i samfunnsøkonomiske analyser er at alle priser holdes konstant over tid i analyseperioden. Det betyr altså at nytte og kostnader ikke justeres med konsumprisindeksen, da en antar at denne økningen er lik for alle virkninger.⁶⁴ Unntaket er verdsettingen av tid (arbeidstid og fritid) og verdien av liv og helse. Disse realprisjusteres etter framskrivningen av vekst i BNP per innbygger i henhold til siste perspektivmelding. I siste perspektivmelding⁶⁵ anslås en årlig vekst på 0,8 prosent hvert år fram mot 2060. Grunnforutsetningene for analysene oppsummeres i Tabell 13. Disse satsene er konsistente med tilnærmingen i EFFEKT.

Tabell 13 Grunnforutsetninger i nytte-kostnadsanalysene

Variabel	Parameter	Kilde
Kalkulasjonsrente	4%	Rundskriv R-109 (Finansdepartementet 2014)
Realprisjustering	0,80%	Perspektivmeldingen 2017 (Meld. St. 29 2016–2017)
Analyseperiode	40 år	Rundskriv R-109 (Finansdepartementet 2014)

Vi har lagt til grunn en skattefinansieringskostnad på 20 prosent på reparasjon- og gjenoppbyggingskostnader og tiltakskostnader⁶⁶. Dette er også konsistent med EFFEKT.

De **direkte kostnadene** for Statens vegvesen er:

1. Tiltakskostnader, i form av investering og/eller nye løpende kostnader.
2. Reparasjonskostnader i etterkant av hendelse.

⁶³ Finansdepartementet, «Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv. Rundskriv R-109/14».

⁶⁴ Finansdepartementet.

⁶⁵ Finansdepartementet, «Perspektivmeldingen 2017. Meld. St. 29 (2016-2017)».

⁶⁶ Finansdepartementet, «Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv. Rundskriv R-109/14».

3. Kostnader for å vedlikeholde (eller drifte) infrastrukturen.

Kilden til disse kostnadsanslagene er resultatene av Quickscan-arbeidet og særlig resultatene fra arbeidsverkstedet hvor deltakerne fra Statens vegvesen anslå direkte kostnader (se steg 5.3 i delkapittel 0), enten som enhetskostnader eller som et anslag på hele kostnaden.

De anslåtte tiltakskostnadene presenteres i Tabell 14. For stikkrenner, undergraving av bru og bygging av overvannsløp (på bru) anslås kostnadene per meter eller per kvadratmeter. For skredsikring anslås tiltakskostnadene for hele strekningen. For sikring mot steinsprang og steinskred spesifiseres det at kostnaden gjelder seks skredpunkter. For jordskred og flomskred er omfanget ukjent.

Tabell 14 Tiltakskostnader benyttet i nytte-kostnadsanalysene

Tiltak	2019-kr	Benevning
Nye stikkrenner	15 000	kr/m
Erosjonssikring	5 000	kr/m ²
Sikring for jordskred og flomskred	15 000 000	Hele strekningen, Bergen-Gulen
Sikring for steinsprang og steinskred	25 000 000	Hele strekningen, Bergen-Gulen (seks skredpunkt)
Overvannsløp	25 000	kr/m

Videre anslår arbeidsverkstedsdeltakerne reparasjonskostnader i etterkant av hendelser for å gjenopprette infrastrukturen til samme (eller bedre) tilstand som før hendelsen. Disse kostnadene er særlig usikre for det avhenger av i hvor stor grad infrastrukturen ødelegges. Eksempelvis vil kostnadene av å reparere en bru etter en flomhendelse være langt høyere dersom brua brister enn hvis den holder seg. Enkelte av kostnadene oppgis derfor enkelte i form av ett lavt og ett høyt anslag. Anslåtte reparasjonskostnader benyttet i nytte-kostnadsanalysene presenteres i Tabell 15.

Tabell 15 Reparasjonskostnader benyttet i nytte-kostnadsanalysene

Deltrussel	Lav direkte kostnad (2019-kr)	Høy direkte kostnad (2019-kr)	Benevning
Overfylling av hydrauliske system som krysser vei	5 000	5 000	kr/m
Undergraving av bru	15 000	30 000	kr/m ²
Jordskred, flomskred	10 000	10 000	kr/m
Steinsprang, steinskred	20 000	60 000	kr/m

Vedlikeholdskostnader anslås av arbeidsverkstedsdeltakerne å være uavhengige av klimapåvirkningen og av om det iverksettes tiltak eller ikke. Grunnen er at utgiftene til vedlikehold spesifiseres flere år fram i tid i kontrakten mellom eier og drifter av infrastrukturen. Infrastruktureier vil dermed ikke påvirkes av at de reelle vedlikeholdskostnadene endres, fordi driftsansvarlig vil bære den fulle risikoen for eventuelle økninger i vedlikeholdskostnadene.

I en bedriftsøkonomisk analyse for infrastruktureier er det en rimelig antagelse å holde seg til utgiftsnivået spesifisert i en kontrakt. I en samfunnsøkonomisk analyse kan dette bli feil. Dersom de faktiske kostnadene til vedlikehold øker, vil de samfunnsøkonomiske kostnadene til vedlikehold også øke, fordi de økte kostnadene for driftsansvarlig inkluderes. Avhengig av informasjonen og kontrakten til infrastruktureier og driftsansvarlig, kan en imidlertid argumentere for at et slikt kostnadspåslag allerede er inkludert. Driftsansvarlig vil ha insentiv for å inkludere klimapåslag i prisen, og infrastruktureier kan være villig til å avsette ekstra midler til underleverandøren dersom prisframskrivningen oppleves som rimelig. Alternativet er en mer fleksibel kontrakt, hvor ikke hele risikoen er plassert hos underleverandøren. I våre nytte-kostnadsanalyser gjør vi forenklingen å anta at vedlikeholdskostnadene er konstant i scenariene og dermed uavhengig av tiltak og klimaendringer. Å forbedre denne forenklingen er tema for et annet pågående prosjekt i regi av Statens vegvesen (i samarbeid med Klima 2050).

De **indirekte kostnadene** bæres i hovedsak av trafikantene på den berørte strekningen, men inkluderer også andre som påvirkes av endret trafikk, tiltak eller hendelser, slik som bosatte ved strekningene eller omkjøringsveiene. I analysene har vi inkludert endrede tidskostnader for reisende som prissatt virkning.

Trafiknyttemodulen gir satser for tidsbruk per reisende med ulike transportmidler og med ulike reisehensikter⁶⁷. Disse satsene, målt i kroner per persontime og justert til 2019-kroner, presenteres i Tabell 16.

Tabell 16 Tidskostnad (kr/persontime) fra trafikantnyttemodulen til EFFEKT, justert til 2019-kr

Reiser med lengde over 200 km				
Reisehensikt	Lett bil	Tog	Buss	Hurtigbåt
Tjeneste	502	502	502	502
Til/fra arbeid	243	221	105	181
Fritid	189	107	109	181
Reiser med lengde 70-200 km				
Reisehensikt	Lett bil	Tog	Buss	Hurtigbåt
Tjeneste	502	502	502	502
Til/fra arbeid	243	221	105	181
Fritid	189	140	88	181
Reiser med lengde under 70 km				
Reisehensikt	Lett bil	Tog	Buss	Hurtigbåt
Tjeneste	502	502	502	502
Til/fra arbeid	112	78	78	181
Fritid	95	94	71	181

I vår forenklete analyse benytter vi antagelsen om at reiselengden til de reisende på vår strekning er likt fordelt mellom reiser med lengde 70-200 km og reiser med lengde under 70 km, og mellom de ulike reisehensiktene. Vi legger videre til et bilbelegg på 1,55⁶⁸ for å regne om personreiser til bilreiser. For personbil-transport brukes dermed tidskostnaden 425 kr per personbiltime.

Vi inkluderer altså ikke her andre indirekte kostnader som ofte er inkludert i analyser knyttet til EFFEKT, som virkninger av endrede lokale luft- og klimagassutslipp, påvirkning på komfort, nyskapt trafikk og næringstransport (goods), samt andre kostnader knyttet til drivstoff, parkering, ferge, m.m. Vi har heller ikke inkludert tidskostnader for reisende med buss eller skadekostnader ved hendelser, som skred. Dette en forenkling, og disse virkningene bør integreres i eventuell videre utvikling av analyseverktøyene.

Til slutt vil **omfanget** berørt ved hendelse eller tiltak være viktig. De fleste tiltaks- og reparasjonskostnadene oppgis per meter eller kvadratmeter, slik at tiltakskostnadene avhenger av tiltaksomfang og reparasjonskostnadene avhenger av omfanget infrastruktur berørt ved en hendelse. Anslagene er gitt av deltakerne fra Statens vegvesen på arbeidsverkstedet i QuickScan-arbeidet. Der det er relevant benytter vi også datagrunnlaget i nasjonal vegdatabank (NVDB), tilgjengelig på vegkart.no, for å anslå omfanget mer presist. Resultatet oppsummeres i Tabell 17.

⁶⁷ Statens vegvesen, «Nytte-kostnadsanalyser ved bruk av transportmodeller. Statens vegvesens rapporter nr 364», 31.

⁶⁸ Transportøkonomisk institutt, «Reisevaneundersøkelsen 2013/14. Faktaark».

Tabell 17 Omfang av tiltak benyttet i nytte-kostnadsanalysene

Tiltaksnr.	Strekning	Tiltak	Omfang	Benevning
1	Bergen-Gulen	Nye stikkrenner	7 819 ⁶⁹	m
2	Bergen-Gulen	Erosjonssikring	2 402 ⁷⁰	m ²
3	Bergen-Gulen	Skredsikring	Hele strekningen	(Strekning)
4	Bergen-Gulen	Skredsikring	Hele strekningen (seks punkt)	(Strekning)
5	Bergen-Gulen	Skredsikring	Hele strekningen (seks punkt)	(Strekning)
6	Harestad-Bergen	Nye stikkrenner	13 334 ⁷¹	m
7	Agder-Harestad	Overvannsløp	59 ⁷²	m

Tiltakene rettet mot stikkrenner (tiltak 1 og 6) gjelder alle stikkrenner på strekningene, slik at omfanget er summen av lengden på alle stikkrenner på gitte strekning i NVDB. For erosjonssikring av bru på strekningen Bergen-Gulen (tiltak 2) er det identifisert seks bruer fra arbeidsverkstedet og lengdene er spesifisert i NVDB. Her er enhetskostnaden for tiltaket i kvadratmeter, og vi legger til grunn en brubredde på 15 meter for samtlige bruer. For skredsikringstiltakene (tiltak 3-5) er enhetskostnaden for tiltaket oppgitt for hele strekningen, slik at det ikke er nødvendig med andre anslag på omfang. Til slutt bestemmes omfanget av overvannsløp på strekningen Agder-Harestad av brua tiltaket er rettet mot, Gjedlaleiv bru (tiltak 7).

For å anslå de indirekte kostnadene, er det nødvendig med andre omfangsvariabler for berørt infrastruktur og trafikantmengde. For indirekte kostnader knyttet til skred (tiltak 3-5), følger vi en forenklet tilnærming av den beskrevet i skredmodulen og EFFEKT 6.6. Vi legger til grunn at omfanget av kjøretøytimer som rammes av potensiell forsinkelse ved skred er summen av årsdøgntrafikk (multiplisert med 365) multiplisert med omkjøringstid ved hvert skredpunkt på strekningen og multiplisert med stengningstid.⁷³

For indirekte kostnader knyttet til overfylling av hydrauliske system (tiltak 1 og 6) og legger vi til grunn at frekvensanslaget fra QuickScan-arbeidet indikerer risikoen for at overfyllingen fører til oversvømmelse og stenging av vei ett sted på strekningen.

Siden antallet stikkrenner per strekning er høyt, kan vi ikke anslå omkjøringstiden ved oversvømmelse av én av stikkrennene. Vi legger derfor til grunn en omkjøringstid på to timer. Vi legger videre til grunn at gjennomsnittlig årsdøgntrafikk for strekningen blir berørt ved hendelse.

For hendelser som rammer bru (tiltak 2 og 7) legger vi til grunn at hendelse innebærer stenging av hver bru i ett døgn. Vi benytter tallet på årsdøgntrafikk for lokasjonen fra NVDB og beregner egen omkjøringstid ved hjelp av Google Maps.

Beregning

Beregningene gjøres som nåverdiberegninger hvor (eventuelle) tiltakskostnader påløper i det første analyseåret (2020) og forventet verdi av indirekte og direkte kostnader påløper i hele analyseperioden (2020-2059). Vi anslår nåverdier for fire scenarier:

- i) Situasjon uten tiltak med anslått dagens risiko
- ii) Situasjon med tiltak med anslått dagens risiko
- iii) Situasjon uten tiltak med anslått framtidig risiko
- iv) Situasjon med tiltak med anslått framtidig risiko

⁶⁹ Alle stikkrenner på E39 i kommunene Masfjorden, Lindås og Bergen.

⁷⁰ Det nevnes seks bruer, men én av dem ble ikke identifisert i nasjonal vegdatabank (Gamleseter), slik at denne mangler. Antatt brubredde er 15 meter

⁷¹ Alle stikkrenner på E39 i kommunene Rennesøy, Bokn, Tysvær, Sveio, Bømlo, Stord, Fitjar og Os.

⁷² Gjedlaleiv bru.

⁷³ I NVDB er stengningstiden (stengningsdøgn) satt lik for samtlige skredpunkt, slik at tapt trafikantnytte ved hendelse også blir null.

Differansen mellom i) og ii) vil dermed indikere lønnsomheten av å gjøre klimatilpasningstiltak i en tenkt situasjon uten (framtidige) klimaendringer. Differansen mellom iii) og iv) vil indikere lønnsomheten av å gjøre klimatilpasningstiltak med det som forventes av økt risiko som følge av klimaendringene, som anslått i QuickScan-arbeidet.

Videre kommer to av innsatsfaktorene for analysen i form av spenn:

- 1) Enkelte av de direkte kostnadene ved hendelse er anslått både lavt og høyt (Tabell 15).
- 2) Sannsynlighetskategoriene til QuickScan er operasjonalisert i høyt og lavt frekvensanslag (Tabell 11)

For å unngå fire dimensjoner i usikkerhetsspennet slår vi sammen ekstremitetene der de virker i samme retning. I det høye lønnsomhetsanslaget benyttes altså de høye direkte kostnadene og høyt frekvensanslag, mens det i det lave lønnsomhetsanslaget benyttes lave direkte kostnader og lavt frekvensanslag.

Resultater

Resultatene av nytte-kostnadsanalysene bør i konteksten av klimatilpasning kunne svare på (minst) tre spørsmål:

- 1) Hvilke tiltak er samfunnsøkonomisk lønnsomme å gjennomføre? Og hvilke av disse er mest lønnsomme?
- 2) Hvilke lønnsomme tiltak har lavest kostnader? (Hva er de lavest hengende fruktene?)
- 3) Hvilke tiltak er lønnsomme, gitt klimaendringene, men ikke lønnsomme gitt dagens risikobilde?

Svarene på de to første spørsmålene vil være nyttige i planleggingen og prioriteringen av tiltak i veisektoren. Svaret på det tredje spørsmålet vil være nyttig for å vise manglene ved å planlegge for fremtiden med dagens forståelse av risiko – svaret vil altså indikere nytten av å planlegge for et klima endring.

Et viktig forbehold å ta er at det følgende er et resultat av antagelsene og de forenklete beregningene beskrevet i foregående delkapitler. Dette må derfor forstås som en illustrasjon for hvordan klimaendringer kan inkluderes i nytte-kostnadsanalyser for å bedre klimatilpasningstiltak. De følgende resultatene må derfor ikke tolkes eller brukes som rådgivende for planleggingen av E39. Det illustrerer snarere et utgangspunkt for videre arbeid med å utvikle nytte-kostnadsanalysene til å også inkludere framtidig risiko.

Figurene som følger, presenterer resultatene og i disse vises det til tiltaksnummer. Tabell 18 gir en påminnelse av hvilket tiltak, deltrussel og strekning hvert tiltaksnummer viser til.

Tabell 18 Liste over tiltak, deltrusselen tiltaket er rettet mot og strekningen tiltaket er lokalisert på

Tiltaksnr.	Strekning	Deltrussel	Tiltak
1	Bergen-Gulen	Overfylling av hydrauliske system som krysser veg	Nye stikkrenner
2	Bergen-Gulen	Undergraving av bru	Erosjonssikring
3	Bergen-Gulen	Jordskred, flomskred	Skredsikring
4	Bergen-Gulen	Steinsprang, steinskred	Skredsikring
5	Bergen-Gulen	Steinsprang, steinskred	Skredsikring
6	Harestad-Bergen	Overfylling av hydrauliske system som krysser veg	Nye stikkrenner
7	Agder-Harestad	Undergraving av bru	Overvannsløp

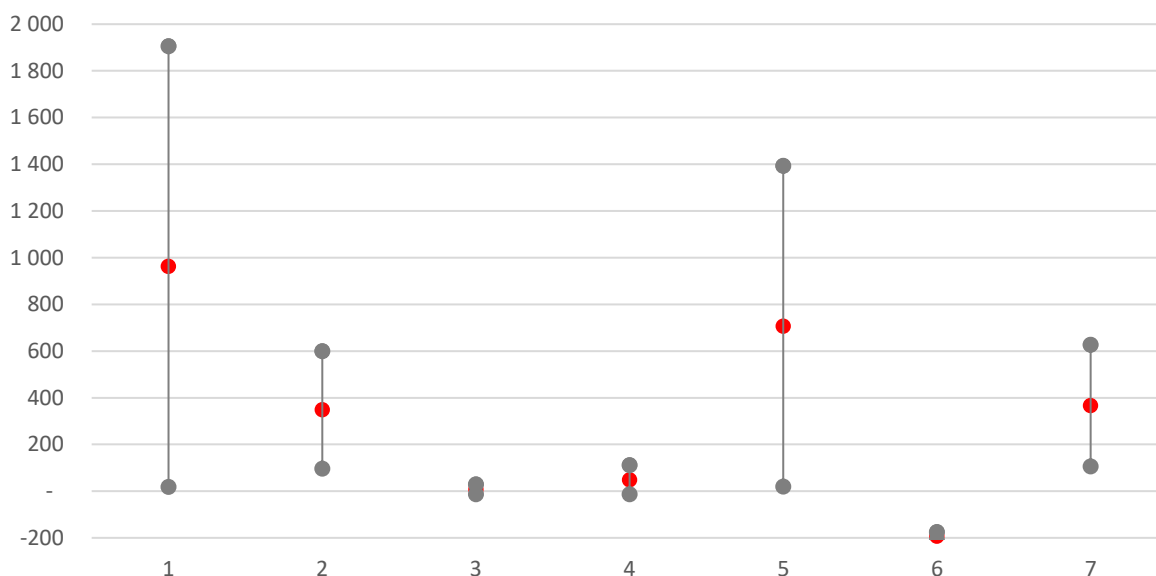
Figur 8 indikerer den samfunnsøkonomiske lønnsomheten til tiltakene, i form av differansen mellom netto-nåverdi med og uten tiltak. Det potensielt mest lønnsomme er tiltak nr. 1 – skifte stikkrenner på strekningen Bergen-Gulen.⁷⁴ Analysene indikerer at det gir en anslått netto nytte over analyseperioden på opptil 1,9 milliarder kroner. Det nedre anslaget er imidlertid på «kun» 18 millioner kroner. En viktig grunn til dette store spennet er at tiltaket anslås å

⁷⁴ Tiltaket er altså å skifte samtlige stikkrenner på strekningen. Dette ble foreslått som hensiktsmessig av arbeidsverkstedsdeltakerne i QuickScan-arbeidet. Dersom en i stedet skulle skifte eksempelvis halvparten av stikkrennene, vil tiltakskostnaden være omtrent halvparten, men risiko-endringen (og dermed virkningene) er usikker.

redusere årlig frekvens for hendelse fra 1,01-10 ganger i året til 0,33-1, noe som gir store spenn i anslått frekvens. Hendelse er altså definert som én stengning ett sted på strekningen over året.

Også tiltakene 2-5 og tiltak 7 anslås å være samfunnsøkonomisk lønnsomme. Av disse er tiltak 5 potensielt mest lønnsomt: skredsikring på Bergen-Gulen, som gir en anslått reduksjon i skredfrekvens på strekningen fra 1,01-10 i året til 0-0,02 ganger i året. For tiltakene 3-4 er de nedre anslagene at tiltakene er samfunnsøkonomisk ulønnsomme, men den potensielle nettoytten overstiger den potensielle nettokostnaden. Tiltak 6, skifte stikkrenner på strekningen Harestad-Bergen, anslås å ikke være samfunnsøkonomisk lønnsom over analyseperioden. Her anslås tiltaket å redusere årlig frekvens for hendelse fra 0,33-1 til 0,11-0,33. De anslåtte nyttevirkningene over analyseperioden overstiger altså tiltaksinvesteringen.

Som beskrevet over er det flere virkninger som ikke er anslått i disse forenklede nytte-kostnadsanalysene. For eksempel vil differensierte tidskostnader, særlig for næringstransport, kunne øke de indirekte kostnadene ved omkjøring. Å inkludere mulige skader på materiell og liv ved skred vil også øke de forventede indirekte kostnadene ved skredhendelser. For overfylling av stikkrenner, er det lagt til grunn at reparasjonskostnadene ved hendelse er lave, fordi det kun innebærer å reparere og rydde en gjennomsnittlig stikkrenne på strekningen.⁷⁵ Dersom flere stikkrenner eller annen infrastruktur vil måtte utbedres, vil de direkte kostnadene øke.

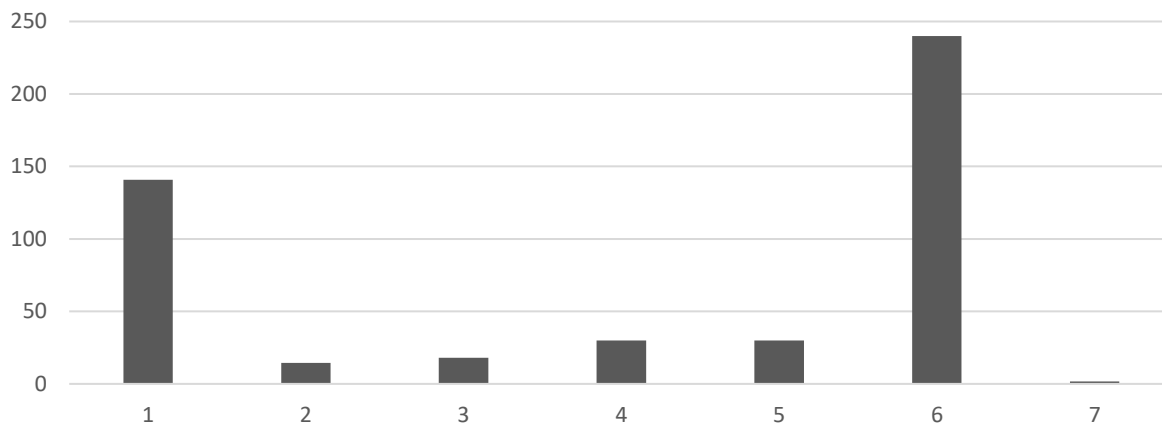


Figur 8 Anslått samfunnsøkonomisk lønnsomhet for hvert av tiltakene, i millioner 2019-kr⁷⁶

Figur 9 viser de anslåtte tiltakskostnadene som ligger i analysene beskrevet over. Investeringene nødvendig for å realisere tiltak 6 er det klart høyeste – 240 millioner kroner – og er en viktig grunn til at tiltak anslås å være samfunnsøkonomisk ulønnsomt. Å skifte stikkrennene på strekningen Bergen-Gulen er det nest dyreste tiltaket, men dette er likevel det potensielt mest samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltaket. Disse tiltakene innebærer altså å skifte samtlige stikkrenner på hver av strekningene ila. 2020. De resterende tiltakene fordrer lavere investeringer. Tiltak 7 har den laveste kostnaden med to millioner kroner. Dette tiltaket anslås å gi mest netto nytte per tiltakskrone, og kan derfor anses å være en lavhengende frukt.

⁷⁵ De direkte kostnadene for reparasjon og rydding av stikkrenner etter hendelse er anslått til 114 000 2019-kroner for tiltak 1 og 90 000 2019-kroner for tiltak 6.

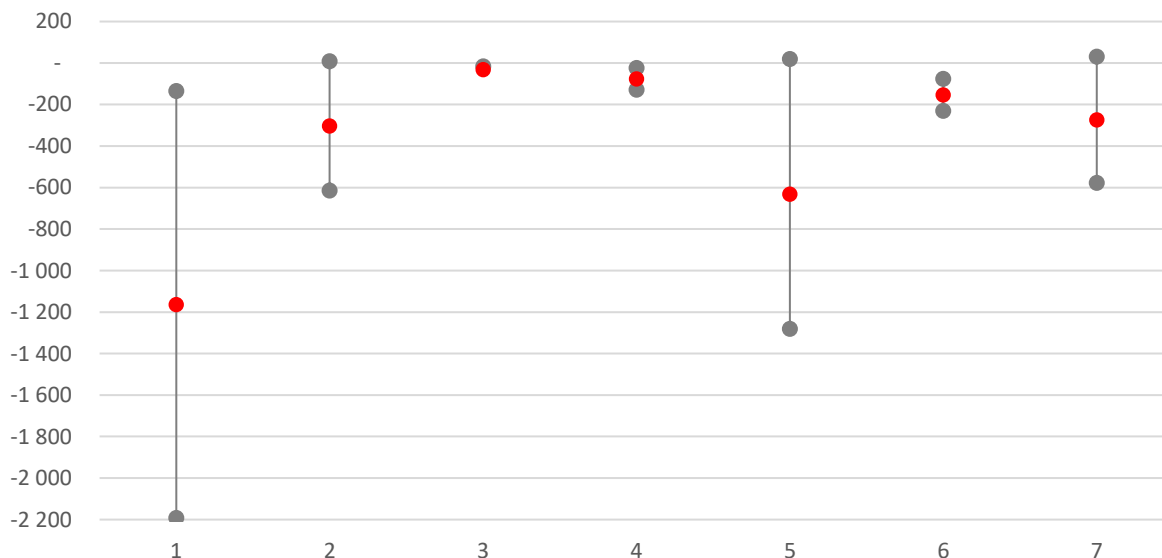
⁷⁶ Tiltakslønnsomhet defineres som differansen i netto-nåverdi med og uten tiltak av hvert tiltak med prioritert 1 fra Quickscan-resultatene og anslått framtidig risiko (med og uten tiltak) over analyseperioden 2020-2059.



Figur 9 Anslåtte investeringskostnader for hvert av tiltakene i millioner 2019-kr

For å svare på spørsmål 3), hvilke tiltak som er lønnsomme, gitt klimaendringene, men ikke lønnsomme gitt dagens risikobilde, sammenligner vi den framskrevne netto-nyttens gitt dagens anslåtte risiko med den anslåtte framtidige risikoen med tiltak. Figur 10 viser altså den tenkte lønnsomheten av de samme tiltakene som i Figur 8, men sammenligningsgrunnlaget er anslått risikonivå i dag, i stedet for i framtiden. Det betyr at figuren indikerer den samfunnsøkonomiske lønnsomheten ved tiltakene dersom man ikke tar innover seg at klimaendringene fører til økt sannsynlighet for hendelser.

Figur 10 viser at med utgangspunkt i dagens anslått risiko er alle tiltakene samfunnsøkonomisk ulønnsomme. Tiltak 1 og 5 er potensielt svært ulønnsomme, ned mot hhv. 2,2 og 1,3 milliarder kroner i samfunnsøkonomisk tap over analyseperioden. Usikkerhetsspennet er imidlertid også stort her, som over, hovedsakelig grunnet spennet i frekvensanslag. Likevel er kun tre av tiltakene – tiltak 2, 5 og 7 – potensielt samfunnsøkonomisk lønnsomme, hvor det øvre anslaget er at tiltakene vil være til nettonytte på 8-31 millioner kroner over analyseperioden. Basert på våre analyser, indikerer forskjellen mellom resultatene i Figur 8 og Figur 10 at nytte-kostnadsanalyser som ikke tar innover seg klimaendringer, kan overse tiltak som er potensielt svært samfunnsøkonomisk lønnsomme å gjennomføre i dag. Å overse dette kan altså føre samfunnsøkonomiske tap grunnet manglende planlegging.



Figur 10 Anslått samfunnsøkonomisk lønnsomhet for hvert av tiltakene, gitt dagens risiko, i millioner 2019-kr⁷⁷

⁷⁷ Tiltakslønnsomhet defineres som differansen i netto-nåverdi med og uten tiltak av hvert tiltak med prioritet 1 fra Quicksan-resultatene og anslått framtidig risiko (med og uten tiltak) over analyseperioden 2020-2059. Analysene legger til grunn at tiltaket reduserer frekvensanslaget fra dagens nivå til framtidig nivå med tiltak.

5 Evaluering

I dette kapitlet vil me forsøka å evaluera prosessane og verktøya på ulike skalaer og me ulike utgangspunkt. Delkapittel 5.1 tek for seg Riksvegutredningen og dei eksisterande risikoanalyseprosessane i Statens vegvesen, og evaluerer i kva grad det er behov for QuickScan. Delkapittel 5.2 forsøker å svara på i kva grad QuickScan lukkast med å inkludera dei ulike elementa som påverkar framtidig klimarisiko. For å svara på det, legg me FN's klimapanel sitt rammeverk for risikoanalyse til grunn. I delkapittel 5.3 legg me dei nasjonale retningslinjene for klimatilpassing til grunn og spør om QuickScan-prosessen oppfyller dei statlege krava. Til slutt drøftar vi i delkapittel 5.4 korleis ein kan nytte vurderingar av endring i risiko i nytte-kostnadsanalyser.

5.1 I kva grad er det behov for QuickScan i Statens vegvesen og Riksvegutredningen?

I dette delkapitlet forsøker me å svara på om det er behov for eit verktøy som QuickScan i States vegvesen. Det er etterspurt i bestillinga til prosjektet at Riksvegutredningen skal vera hovudfokus for evalueringa av korleis outputen frå QuickScan kan brukast. Det er òg i tråd med Handlingsprogrammet 2018-2023⁷⁸, som legg særskilt vekt på at vegvesenet skal «sikre at samfunnssikkerhet og klimatilpassing ivaretas i Riksvegutredningen».

QuickScan har i hovudsak to eigenskapar me ønskjer å diskutera i samheng med eksisterande prosedyrar og prosessar i Vegvesenet. Det eine er at verktøyet er laga eksplisitt for å analysera framtidig klimarisiko, det andre er at verktøyet er laga eksplisitt for å ha eit regionalt analysefokus. Me vil her diskutera korleis desse to eigenskapane kan koma Riksvegutredningen til nytte.

Klimarisiko

Som me nemner i innleiinga, har staten hatt ei klar bestilling til Statens vegvesen i eit knapt tiår allereie. Allereie i NOU 2010:10 står det at dei tilrår å «integre klimaomsyn i alle planprosessar, utgreiingar og analysar av transportsystemet» og «utføre kartlegging og merking av sårbarheit for spesielt utsette konstruksjonar eller strekningar i forhold til ulike typar hendingar»⁷⁹. Tilrådingane er reflektert i dei påfølgjande NTP-ane. I Nasjonal Transportplan 2010-2019 står det at det er «nødvendig å gjøre infrastrukturen mer robust for klimaendringar samt å styrke beredskapen mot uønskede hendelser»⁸⁰, medan Nasjonal transportplan 2018-2029 legg opp til ei monaleg styrking av arbeidet med å redusera sårbarheita mot klimaendringar og påpeikar at dei forventa klimaendringane skal leggast til grunn for all planlegging, utbygging, drift og vedlikehald av infrastrukturen i planperioden⁸¹.

Vegvesenet har følgd opp desse tilrådingane og konkretisert dei i Handlingsprogrammet. I Handlingsprogram 2010-2013 (2019) vart det stadfesta at «fokus på klimaendringar må ivaretas allerede i planleggingsfasen av nye prosjekter, og det skal inngå i enhver risiko- og sårbarhetsanalyse»⁸². I Handlingsprogram 2018-2023 (2029) er klimatilpassing nemnt som eit særskilt prioritert område, og som nemnt over, er Riksvegutredningen ein av dokumenta der klimatilpassing skal ivareta⁸³.

Riksvegutredningen er meint å koma i oppdatert versjon i løpet av 2019, men denne er førebels ikkje tilgjengeleg for offentlegheita og me vil difor ikkje evaluera eller kommentera den her. Oppdragsgivar har opplyst om at kjeldene til inputen til klimatilpassingsvurderingane i Riksvegutredningen 2019 er dei same som i Riksvegutredningen 2015. Den førre Riksvegutredninga frå 2015 er difor lagt til grunn for denne evalueringa. I den er tilpassing til konsekvensar av klimaendringar nemnt fleire stader⁸⁴. I delkapitlet «Langsiktige mål for utvikling av riksvegnettet» står det at vegnettet skal få betre standard og bli meir robust og at «dette blir viktigere ut fra forventede

⁷⁸ Statens vegvesen, «Handlingsprogram 2018-2023 (2029). Oppfølging av Meld. St. 33 (2016-2017) Nasjonal transportplan 2018-2029.»

⁷⁹ «NOU 2010:10. Tilpassing til eit klima i endring : samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane».

⁸⁰ Samferdselsdepartementet, «Nasjonal transportplan 2010-2019. Meld. St. 16 (2008-2009)».

⁸¹ Samferdselsdepartementet, «Nasjonal transportplan 2018-2029. Meld. St. 33 (2016-2017)».

⁸² Statens vegvesen, «Handlingsprogram 2010-2013 (2019). Oppfølging av St. meld. nr. 16 (2008-2009) Nasjonal Transportplan 2010-2019».

⁸³ Statens vegvesen, «Handlingsprogram 2018-2023 (2029). Oppfølging av Meld. St. 33 (2016-2017) Nasjonal transportplan 2018-2029.»

⁸⁴ Statens vegvesen, «Riksvegutredningen 2015».

klimaendringar». Det står at det er gjort vurderingar av spesielt sårbare punkt og strekningar langs riksvegnettet og at «dette belyser også mulige utfordringer knyttet til dagens klima og forventede klimaendringar». I delkapittelet om «Framkommelighet» er det nemnt vegnettets risiko- og sårbarheit er kartlagt gjennom verktøyet SAMROS veg og at «vegnettets sårbarhet antas å øke ved forventet klimaendring frem mot 2050». Det står òg at «klimaendringar vil med stor sannsynlighet føre til at mange av dagens skredpunkter av alle kategorier vil bli mer alvorlige, i tillegg til at det kan utvikle seg nye skredpunkter langs riksvegnettet».

Sjølv om desse sitata peikar på at det er eit behov for å gjera noko for å tilpassa seg til klimaendringane, er det lite konkret å spora. Riksvegutredningen seier ikkje noko konkret om korleis framtidige klimaendringar kan påverke riksvegnettet eller korleis det kan påverke risikoen for naturskade. I staden er det referert berre i generelle termar til at framtidige klimaendringar vil påverka vegnettet «ut frå forventede klimaendringar» og at skred vert meir alvorlege. Det står heller ikkje noko om kva Statens vegvesen skal gjera for å kartlegga framtidig klimarisiko eller tilpassa seg til konsekvensane av klimaendringane anna enn at vegnettet skal få betre standard og bli meir robust. Det vert ikkje vidare referert til kva verktøy eller prosedyrar som er brukte, eller valde vekk, i prosessen med å laga Riksvegutredningen, anna enn at SAMROS veg er brukt. Det er tilsynelatande eit verktøy som ikkje analyserer framtidig klimarisiko i særleg grad ettersom det ikkje står noko anna enn at «vegnettets sårbarhet antas å øke».

Mangelen på konkretisering av framtidig klimarisiko i Riksvegutredningen 2015 kan sjølvstapt ha fleire årsaker, men truleg har det noko å gjera med at eksisterande prosedyrar og metodikk ikkje strekk til, enten for å evaluera framtidig klimarisiko på ein god måte eller for å produsera output som er relevant på den skalaen som Riksvegutredningen ser på. Det finst fleire verktøy i Statens vegvesen som skal analysere klimarisiko og -sårbarheit på forskjellige skalaar og til forskjellige formål, til dømes VegROS, naturfareplanar og skredpunkt.

Den første, VegROS, er ein «metodikk for å kartlegge, vurdere og rangere risiko og sårbarhet for brudd i eksisterande vegnett»⁸⁵. Det vert gjort av ei lokal ekspertgruppe med deltaking frå ulike fagområder. Det er påpeika at det er viktig at «en setter inn ressursene på de mest kritiske områdene, strekningene og stedene», noko som betyr at berre delar av vegnettet vert analysert. I rettleiingsdokumentet står det at «VegROS skal ta utgangspunkt i klimaframskrivinger for å ta høyde for klimaendringar», og kva kjelder ein kan bruka til å kan finna informasjon og framskrivingar. Sjølv om klima skal vera hensiktsmessig vurdert i ROS-prosessen, står det ikkje konkret *korleis* ein skal ta høgde for klimaendringar, og kva rolle dei skal spela i ROS-prosessen, noko som kan føra til at det i vekslande grad, og med vekslande kvalitet, vert ivareteke.

Den andre, Naturfareplanar, eller «beredskapsplan for håndtering av naturfarer», er ein analyse som byggherre er ansvarleg for. I malen for naturfareplanar⁸⁶ står det klimaet i området skal skildrast, men i desse kartleggingane er det tilsynelatande snakk om dagens klima, og ikkje framtid. Sjølv om dei som utfører analysen har god kompetanse på naturfare og klimaendringar og gjerne ivaretek det omsynet på eige initiativ, legg ikkje metodikken konkret opp til at framtidig risiko for naturfarar skal kartleggast.

Den tredje, Skredpunkt, er ein metodikk brukt for å kartlegga skredsikringsbehovet på vegnettet⁸⁷. Det tek utgangspunkt i stader der tidlegare skredhendingar har oppstått, og analyserer ei rekke faktorar, som trafikkmengd, omkøyning, stengingsfrekvens og skredfare for å rekna ut kor stor betydning sikring av skredpunktet vil ha. For å estimera skredfaren i skredpunkt-analysen er det observasjonar som skal ligga til grunn, og ikkje framskrivingar. Dermed vert ikkje framtidrisiko vurdert med mindre analyseteamet inkluderer det i vurderinga på eige initiativ.

Kort oppsummert er det ingen av dei tre verktøya analyserer framtidrisiko på ein konsekvent og tilstrekkeleg måte. Det er difor freistande å sjå den manglande fokuset VegROS, naturfarekart, og skredpunkt har på framtidig klimarisiko i samheng med mangelen på konkretisering av klimatilpassing i Riksvegutredningen 2015. I alle høve peikar det i retning av at det er stort behov for eit verktøy som QuickScan, som eksplisitt kartlegg framtidrisiko som

⁸⁵ Statens vegvesen, «Retningslinje for periodisk VegROS».

⁸⁶ Statens vegvesen, «Mal for naturfareplan».

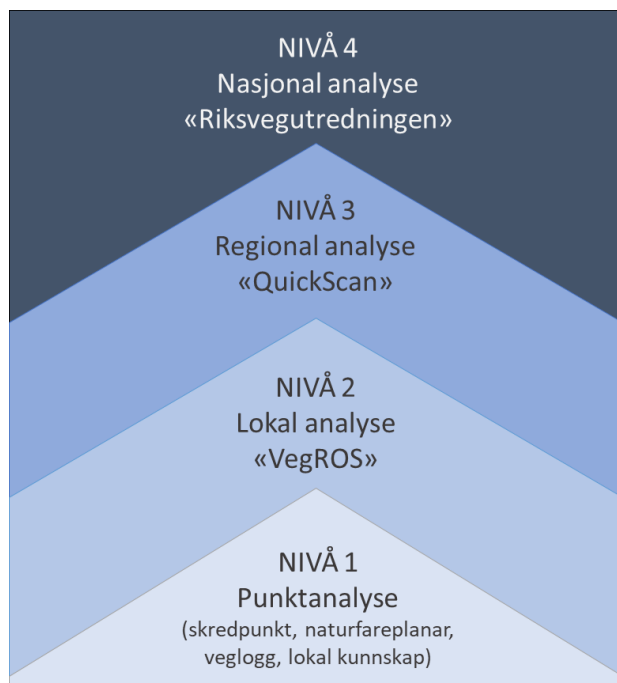
⁸⁷ Statens vegvesen, «Regnemodel for skredpunkt - revidert utgave. Brukerveiledning. Statens vegvesens rapporter nr 349.»

følgje av klimaendringane, både på overordna plan i Statens vegvesen, men særskilt i utarbeidinga av Riksvegutredningen.

Regionalt analysefokus

I tillegg til å ha eit avgrensa fokus på framtidig klimarisiko, har VegROS, naturfareplanar og skredpunktanalysar til felles at dei har eit relativt lokalt eller punktvis analysefokus og ofte er utførte av lokale arbeidsgrupper. I eit foredrag under Teknologidagane 2018 peikar Jan Husdal på styrkar og svakheiter ved at lokale arbeidsgrupper står for desse analysane med særskilt fokus på VegROS-metodikken⁸⁸. Styrkane er at verdifull lokalkunnskap kan leggjast til grunn, at dei som utfører analysen kjenner til det lokale behovet og at deltakarane har ei felles forståing av problempunkta og -stadane. Av svakheiter peikar han på at dei kvalitative vurderingane som inngår i analysane kan variera stort frå stad til stad, og at «same bruddhendelse og -årsak kan bli vurdert forskjellig av de forskjellige arbeidsgruppene» som fører til ei inkonsistent risikovurdering på regionalt og nasjonalt nivå. Dersom outputen frå dei lokale analysane varierer både i kvalitet og prioriteringar gir det truleg eit vanskeleg utgangspunkt for Riksvegutredningen som skal vurdere det totale behovet på riksvegnettet.

I motsetnad til dei eksisterande risikoverktøya hjå Vegvesenet, ligg QuickScan sin styrke i at den gjer strekningsvise, regionale vurderingar av risiko som sikrar ein stor grad av konsistens på den skalaen. QuickScan legg opp til å inkludera output frå andre risikoverktøy i prosessen, både i vurderinga av sannsyn og konsekvens, og i lokaliseringa av truslar, og soleis kan alle desse verktøya organisert på ein måte som gjer at dei spelar kvarandre gode. I Figur 11 har me forsøkt å illustrera korleis dei ulike risikoverktøya kan bittast i hop på ein måte som sikrar ein grundig prosess, i tillegg til å oppretthalda konsistensen i risikovurderingane som er nødvendig for at resultatata skal vera nyttige i Riksvegutredningen. Figuren tek utgangspunkt i ei nivåinndeling basert på skalaen for analyseeininga og til dels avgjerslehierarkiet i Statens vegvesen. Figuren illustrerer korleis relevant output frå eitt nivå skal kunna nyttast i nivået over. Koplinga mellom nivå 1 og nivå 2 eksisterer til ein viss grad i dag, der både vegloggen, naturfareplanane og den lokale kunnskapen blir brukt i VegROS-analysane. Nivå 1 og nivå 2 vert i dag i liten grad brukt som input i nivå 4, med unntak av skredpunkta. Difor vil nivå 3, QuickScan-metodikken, vera nødvendig for å nyttegjere dei analysane som allereie vert gjort i Statens vegvesen.



Figur 11 Forslag til nivåinndeling av risikoanalysar for å sikra lokal, regional og nasjonal konsistens.

⁸⁸ Husdal, «VegROS i et moderne klima».

Konklusjon

QuickScan har i hovudsak to eigenskapar som er interessante å sjå i samheng med eksisterande prosedyrar og metodikk i Statens vegvesen. Det eine er at det eksplisitt vurderer framtidig klimarisiko, og det andre er at det har eit strekningsvis regionalt analysefokus. Sjølv om Vegvesenet handsamar klimarisiko på ein god måte i fleire av sine prosessar, er det rom for forbetring av begge desse eigenskapane. Analysar av lengre strekningar, slik som vert gjort i Riksvegutredningen, har behov for ein konkret metodikk for å vurdere framtidig klimarisiko. Me meiner difor at eit verktøy som QuickScan kan styrka organisasjonen, ved å bitta saman dei eksisterande prosedyrane, tilføra eksplisitte vurderingar og prioriteringar av framtidig klimarisiko, og gjera det konsekvent og nyttig som input i Riksvegutredningen.

5.2 Kor godt fungerer QuickScan som klimarisikoanalyseverktøy?

I dette delkapittel vil me forsøka å evaluera kor godt QuickScan løyer oppgåva med å analysere klimarisiko knytt til transportinfrastruktur. Aller først er det difor viktig å framheva at QuickScan er laga for å vera ei forenkling av den metodikken som vart utvikla i RIMAROCC-prosjektet⁸⁹ som vart avslutta i 2010. RIMAROCC vart vurdert som for detaljert og omfattande av vegetatane, og eit forenkla produkt vart bestilt⁹⁰. Denne evalueringa tek utgangspunkt i resultatet av denne forenklinga, altså QuickScan, og evaluerer ikkje prosessen knytt til forenklinga, eller «mor-metodikken» RIMAROCC.

Evalueringa er basert på FNs klimapanel sitt omgrepsapparat for risikovurdering av konsekvensar av klimaendringar frå spesialrapporten «Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation»⁹¹, som har danna grunnlaget for forståinga av klimarisiko i FNs klimapanel sin femte hovudrapport⁹², vist i Figur 12. Dei skildrar risiko som ein funksjon av *vulnerability*, *exposure* og *hazards* (me nyttar her dei engelske omgrepa ettersom deira norske omsetjingar er brukt fleire gonger før i denne rapporten med noko avvikande definisjonar).

Vulnerability er knytt til systemet, til dømes infrastrukturen, eller samfunnet sin tilbøyelegheit til å oppleve ein negativ påverknad frå truslane. *Vulnerability* er eit resultat av veldig mange faktorar, men som regel knytt til dei sosioøkonomiske prosessane som føregår og korleis samfunnet har konstruert, eller held fram med å konstruera, sårbarheit, enten gjennom å bygga eller organisera seg sårbare, eller å lata vera, eller ha manglande evne til, å tilpassa seg til eit ytre stress. Denne definisjonen skil seg frå definisjonen i FNs klimapanel sin fjerde hovudrapport, der *vulnerability* er ein funksjon av *exposure*, *sensitivity* and *adaptive capacity*, og der *vulnerability* i mykje større grad tek for seg den klimaskapte sårbarheita enn den samfunnsskapte⁹³.

Exposure er knytt til innhaldet av element i det området ein trussel inntreffer. Dersom eit steinskred treff ein stad der det er verken folk eller infrastruktur, vil risikoen for skade på folk og infrastruktur vera ikkje-eksisterande. I tilfellet med QuickScan vil eksponeringa i stor grad vera gitt fordi transportinfrastruktur er sjølve eininga for analysen, og eksistensen av transportinfrastruktur er ein føresetnad. Likevel kan eksponeringa variera, òg i eksempelet med QuickScan. Eit døme er bruken av vegen og talet på trafikantar, som truleg vil endre seg i løpet av vegen si levetid.

Hazards referer til mogelege, framtidige hendingar, som følgje av klimaendringane, som kan ha uheldig påverknad på dei eksponerte elementa. Klimaendringane har ei direkte innverknad på sannsynet for at desse hendingane oppstår, og konsekvensane.

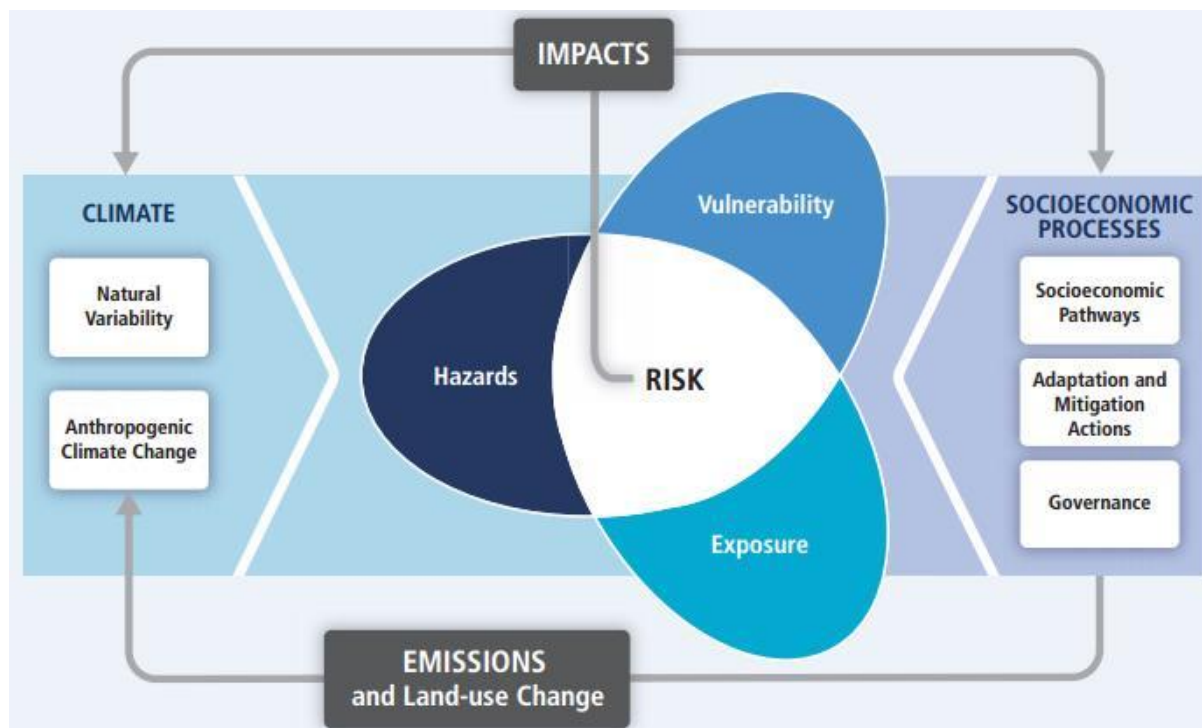
⁸⁹ Bles mfl., «Risk Mmanagement for roads in a changing climate. A guidebook to the RIMAROCC method».

⁹⁰ Bles, Woning, og Ennesser, «ROADAPT Roads for today, adapted for tomorrow Guideline: Part B Performing a Quick scan on risk due to climate change».

⁹¹ Cardona mfl., «Determinants of risk: Exposure and vulnerability».

⁹² Field mfl., *Climate change 2014 impacts, adaptation and vulnerability: Part A: Global and sectoral aspects: Working group II contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*.

⁹³ Parry mfl., «IPCC, 2007: Summary for Policymakers».



Figur 12 FNs klimapanel sitt rammeverk for klimarisikoanalyse⁹⁴.

QuickScan gjer ei rekke av dei same oppgåvene som metodikken til FNs klimapanel på vegen mot å analysere risiko. I denne evalueringa spør me korleis QuickScan sin metodikk inkluderer potensiell påverknad frå klima- eller samfunnsendringar i dei forskjellige stega i prosessen. Fleire av stega i QuickScan knyter saman vurderingar, enten eksplisitt eller implisitt, av både *hazards*, *exposure* og *vulnerability*, men nødvendigvis ikkje innanfor den same tredelinga. Det er difor nødvendig å påpeika at fleire av dei elementa me skal diskutera under vil innehalda delar av både *hazards*, *vulnerability* og *exposure*, sjølv om dei er plasserte under ein av desse paraplyane. Under vil me evaluera korleis QuickScan tek omsyn til potensielle framtidige endringar i *hazards*, *vulnerability* og *exposure*, og korleis QuickScan tek om syn til at desse kombinert kan føra til potensielle endringar i «risk».

Hazards

Innanfor *hazards*, ønskjer me å fokusera på korleis QuickScan reflekterer endringar i sannsyn.

Vurderinga av sannsynet for at ein trussel oppstår er i QuickScan først og fremst basert på korleis dei vert forsterka eller reduserte av framtidige klimaendringar. Dei truslane som er knytt til korttidsnedbør får til dømes oppjusterte sannsyn basert på framtidige framskrivingar av korttidsnedbør. Men i teorien er sannsyn samstundes påverka av *exposure*, i form infrastrukturbundne og landskapsbundne føresetnader som kan endre seg i framtida, og «*vulnerability*», som kan verta påverka av korleis til dømes arealet rundt vegen vert handsama i framtida. Verktøyet legg opp til at klimaframskrivingar er det einaste som skal liggja til grunn for vurderinga, og ikkje sosioøkonomiske faktorar, og soleis er det mest aktuelt å diskutere i lys av *hazards*-omgrepet.

Sannsynet er den einaste faktoren som eksplisitt vert vurdert ulikt for framtidig og dagens klima i QuickScan, og dermed er det einaste som formelt sett har ein effekt på korleis framtidrisiko vert vurdert anleis enn dagens risiko i QuickScan. Men i og med at kvar delvurdering i prosessen er kvalitativ, vil grunnlaget for å evaluera endeleg risiko truleg bestå av andre bestanddelar enn berre endring i sannsyn. Resultata i delkapittel 3.1 viser tydeleg at skilnaden i risiko mellom truslar vurdert i dagens klima og truslar vurdert i framtidig klima er stor, og dermed at endring i sannsyn i aller høgste grad er ivareteke i QuickScan.

⁹⁴ Field mfl., *Climate change 2014 impacts, adaptation and vulnerability: Part A: Global and sectoral aspects: Working group II contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*.

Vulnerability

Innanfor vulnerability ønskjer me å fokusera på korleis QuickScan reflekterer endringar i vegen sin vulnerability. Her vil me særskilt diskutera korleis QuickScan ivaretek korleis samfunnsmessige endringar kan koma til å påverka sårbarheiten.

Det er aller først verdt å nemna at vulnerability-omgrepet her ikkje er avgrensa til manglande omkøyringsveg, slik det vert operasjonalisert i VegROS-metodikken når dei brukar omgrepet «sårbarhet»⁹⁵, sjølv om QuickScan òg knyter vulnerability til den faktoren. Det næraste ein kjem ei vurdering av vulnerability i QuickScan er nemleg viktigheita til vegen. Viktigheita til vegen kan vera ein funksjon av fleire faktorar, men QuickScan legg i første omgang opp til at det skal definerast etter årdsøgntrafikk, den samfunnsøkonomiske nytta til vegen og manglande omkøyringsmogelegheiter. I arbeidsverkstad Oslo nytta me trafikkberedskapsklasse som ei operasjonalisering av viktighet, ei klassifisering som inneheld desse eigenskapane og nokre til, mellom anna vegstandard⁹⁶. Ein viktig veg har ikkje nødvendigvis høgare vulnerability enn ein mindre viktig veg, sjølv om QuickScan legg opp til at det skal tolkast slik når dei skriv at «it stands to reason that closing a minor road has fewer consequences than when a major highway needs to be closed for further use»⁹⁷, sjølv om det naturleg nok avheng av den relative storleiken på skilnaden i viktighet. I staden er det gjerne motsett då vegane ein analyserer med QuickScan alle er relativt sett viktige, og fordi ein veg med trafikkberedskapsklasse 1 har strengare krav til omkøyringsmogelegheiter, krav til høgare standard og strengare vedlikehaldsrutinar, og strengare krav til varsling og generell beredskap enn ein veg med trafikkberedskapsklasse 2 eller 3. Viktige vegar skal, med andre ord, vera betre tilpassa truslane enn mindre viktige vegar.

QuickScan legg ikkje opp til at ei endring i vulnerability skal kunna inkluderast i analysen. Det er ingen eigne steg for å vurdere framtidig viktighet til ein vegstrekning, men ettersom vurderingane i dei ulike stega er kvalitative, betyr det at informasjon om til dømes vedtekne endringar i trafikkberedskapsklasse på delstrekningar som kjem til å skje i framtida, kan inkluderast og vektleggast i analysen.

Likevel utgjer vegen si viktighet berre ein liten del av det som må kunne reknast som vegen sin vulnerability. Menneskeskapte svakheiter i systema og manglande, eller mislukka tilpassing til ytre stress, kan i mange tilfelle føre til at samfunnsendring blir ein viktigare årsak enn klima for endringar i risiko i framtida. Arealendring rundt vegen kan auka sårbarheita dramatisk gjennom til dømes vedhogst av verneskog, utbygging nær vegen og drenering av våtmark. Sameleis kan prioriteringa av vegen bli endra frå politisk hald. Dersom ein utvidar perspektivet til å innehalda det me i innleiinga kallar transformativ tilpassing, altså ei djup omstilling av samfunnet, kulturen og tankesettet, er det mogeleg å sjå for seg nokso dramatiske sosioøkonomiske endringar. For å handtera korleis sosioøkonomiske endringar fører til endring i sårbarheit krev det at ein inkluderer eit vidt spekter av samfunnstrender, og gjerne i kombinasjon med narrativisering eller scenariotenking⁹⁸, noko som QuickScan altså ikkje gjer.

Exposure

Exposure handlar om i kva grad føresetnadane er til stades for at ein hazard kan føra til ein risk, eller sagt på ein annan måte: exposure er det som blir ramma av endringane. Grunnføresetnadane for exposure i QuickScan sitt tilfelle er gitt av analyseeininga. Verktøyet analyserer transportinfrastruktur so dermed vil det alltid vera til stades når ein trussel oppstår. Ei anna føresetnad er at det er nokon som nyttar vegane. Dersom vegane ikkje er i bruk, vil risikoen naturleg nok vera monaleg mykje mindre. Ein kan sjå for seg risikoar knytt til landbruks- eller bustadareal, kulturminne, næringsliv og so bortetter dersom truslar oppstår, men det fell utanfor analyseeininga til QuickScan, og følgjeleg utanfor evalueringa.

⁹⁵ Statens vegvesen, «Retningslinje for periodisk VegROS».

⁹⁶ Statens vegvesen, «Trafikkberedskap. Håndtering av uforutsette hendelser på veg. Håndbok R611».

⁹⁷ Bles, Woning, og Ennesser, «ROADAPT Roads for today, adapted for tomorrow Guideline: Part B Performing a Quick scan on risk due to climate change».

⁹⁸ O'Neill mfl., «The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century».

Både eksistensen til veggen og bruken av veggen kan endra seg i framtida. Eksistensen til veggen, i alle fall til separate delstrekningar, blir jamnleg vurdert av vegetatane, og transportnettverket er stadig i utvikling. Denne typen endringar vil i mange tilfelle bli fanga opp indirekte i QuickScan prosessen, gjennom dei kvalitative vurderingane til deltakarane. Deltakarane har kjennskap til vedtekte endringar i vegstrekninga, og legg dei truleg til grunn for prioriteringa av tiltak. Men det er altså ikkje ein definert del av verktøyet, og inkluderinga av denne kunnskapen er heilt og fullt opp til kvar enkelt deltakar.

Endringar i bruken av veggen er på same måte som eksistensen til veggen opp til deltakarane sjølve å inkludera i sine eigne vurderingar. Skilnaden er at her finst det konkrete framskrivingar baserte på sosioøkonomiske trendar å ta utgangspunkt i. Transportøkonomisk institutt lagar framskrivingar for både gods⁹⁹ - og persontransport¹⁰⁰ på vegnettet som ligg tilgjengeleg, men som QuickScan ikkje legg opp til å bruka. Talet på trafikantar skal kunne ha direkte innverknad på konsekvensen i QuickScan, både med tanke på tryggleik (kor mange skadde, drepne), omdømmet (kva mediemerksemd ei hending vil føra til) og transportnettverket (innverknaden ei stenging har på flyten i nettverket). I tillegg vil eit høgt tal på trafikantar føra til ein kvalitativt høgare konsekvens ved stenging ettersom fleire blir råka av stenginga.

Risk

Innanfor risk ønskjer me å belysa dei potensielle endringane som i alle høve er resultat av ein kombinasjon av dei tre førre, altså som både vert påverka av endringar i hazards, vulnerability og exposure. Me fokuserer på fire element, nemleg korleis QuickScan reflekterer endringar i truslar, trusselstader, konsekvensar og usikkerheit.

Endring i truslar

Klimaendring og samfunnsendring kan potensielt føra til at nye og uventa truslar oppstår. Mykje usikkerheit er knytt til både korleis vêret kan endra seg, men òg korleis naturen og samfunnet kan endra seg. Klimaendringane fører til at alle system, både naturlege og menneskeskapte, vert råka, og årsakskjedene som fører til dagens trusselbilette, kan endra seg drastisk i framtida, spesielt dersom me ikkje når utslippsmåla me har satt oss¹⁰¹. Nye truslar vil truleg vera eit resultat av både hazard, exposure og vulnerability, og sosioøkonomiske og klimatiske endringar, og soleis er vide systemgrenser for analysen ein føresetnad for å kunna identifisera de dei.

QuickScan bygger på ei nokon lunde fastsett trusselliste, og baserer heile prosessen på vurderinga av dei predefinerte truslane. Lista over truslar kan sjølvsagt utvidast og endrast, men ein er i stor grad fanga av den eksisterande trussellista når ein først har starta prosessen. Verktøyet inneheld ikkje noko metode for å resonnera seg fram til eller avdekka nye truslar gjennom til dømes å analysere årsakskjeder innanfor utvida systemgrenser, so desse må eventuelt bygga på input utanfrå. QuickScan analyserer berre naturskadehendingar som påverkar transportinfrastruktur, ei altfor smal systemgrense for å kunne nøste opp i årsakskjeder. Mogelegheiten for å utvida trussellista er likevel uavgrensa, og dersom nye truslar vert avdekka av forskning eller observasjonar, gir verktøyet mogelegheit for å inkludera desse.

Endringar i trusselstader

På same måte som klima- og samfunnsendringar kan føra til nye truslar, kjem dei òg truleg til å føra til at truslar oppstår på nye stader. I QuickScan er dette først og fremst knytt til lokaliseringa av truslar langs vegstrekninga. Den prosessen er, i stor grad, lausriven frå arbeidsverkstad-prosessen, og kan løysast på ulike måtar. QuickScan legg likevel opp til at eksisterande datasett med predefinerte skredpunkt og identifiserte sårbarheiter skal brukast. Då vert ein med ein gong fanga av dei førehandsdefinerte trusselstadene, og kan i liten grad «oppdaga» nye. Dersom ein har tid og ressursar til å gjera detaljerte GIS-analysar for heile strekninga, er det sjølvsagt mogeleg, men det vil i stor grad vera styrt av dei føresetnadane ein legg til grunn for analysen, som i QuickScan si trusselliste enten er knytt direkte til landskapet (nedslagsfelt, brattheit, moh) eller infrastrukturen (ferjekai, tunnel, bru, konstruksjonen til veggen). Verktøyet legg heller ikkje her opp til at endringar i arealbruk, eller andre

⁹⁹ Transportøkonomisk institutt, «Framskrivinger for godstransport i Norge 2016-2050. TØI rapport 1555/2017».

¹⁰⁰ Transportøkonomisk institutt, «Framskrivinger for persontransport i Norge 2016-2050. TØI rapport 1554/2017».

¹⁰¹ IPCC, «IPCC Special Report 1.5 - Summary for Policymakers».

samfunnsendringar, skal inkluderast i analysen og har difor eit avgrensa sett med variablar for å bestemma trusselstader.

Endring i konsekvens

I QuickScan er det berre to variablar som utgjer risiko, nemleg sannsyn og konsekvens. Og medan verktøyet legg opp til at sannsyn skal handsamast forskjellig i dagens og framtidens klima, er det ikkje lagt opp til at vurderinga av konsekvens skal gjerast på same måte.

Endring i konsekvens vil i alle høve vera eit resultat av endringar i hazard, vulnerability og exposure, og påverka av både klima og sosioøkonomiske faktorar. Her avgrensar me oss til klimaendringar ettersom QuickScan legg opp til at det skal vera grunnlaget for vurderinga av sannsyn. Klimaendringane kan påverka konsekvensen av truslane ganske direkte gjennom å gjera vêrhendingane kraftigare. Flaumane blir til dømes truleg høgare og meir langvarige og fører til fleire dagar stenging, høgare kostnader og raskare og kraftigare vassføring i vassdrag som gjer meir skade. Dette er tilfelle der ein med ganske stor sikkerheit kan sei at både konsekvensen og sannsynet vert høgare i framtida. I tillegg kan ein sjå for seg at klimaendringane kan føra til at konsekvensen aukar samtidig som sannsynet vert redusert. Eit tenkt eksempel er snøskred. Desse kan verta mindre av i framtida, i alle fall i visse områder, dersom nedbør i større grad kjem som regn. Dersom sannsynet blir redusert, kan det bety at beredskap knytt til handteringa av snøskredhendingar blir nedprioritert, og ei hending vil då potensielt kunna føra til lenger stenging. Sameleis kan ein sjå for seg ein omvendt situasjon: at klimaendringane fører til at konsekvensen blir redusert samtidig som sannsynet aukar. Eit eksempel, som det rett nok vert strida om i litteraturen¹⁰², er korleis enkelte typar skred kjem til å utvikla seg i framtida. Enkelte studiar peikar på at dersom frekvensen på jordskred, flaumskred, steinskrang og steinsprang aukar som følgje av auka nedbør, kan mengda på det som kjem ned verta mindre. Det vil då, med andre ord, føra til at konsekvensen av kvar hending kan verta mindre. I QuickScan er det, som nemnt, berre mogelegheit til å justera sannsyn. Det vil i desse tilfella bety at dersom sannsynet aukar eller minkar, vert risikoen justert deretter, sjølv om ei endring i konsekvens hypotetisk skulle tilseie at risikoen burde justerast andre vegen.

Usikkerheit, og endring i usikkerheit

Eit element som gjennomsyrrar alle framtidssanalysar, er usikkerheit. Usikkerheita kan koma i mange former, både knytt til typen, mengda, kvaliteten og konsistensen på dei tilgjengelege dataa, teoriane, modellane og ekspertvurderingane, og på graden av semje i forskingslitteraturen¹⁰³, og har ein heilt sentral plass i FN's klimapanel's femte hovudrapport. Det er difor vanskeleg å oversjå at QuickScan, som byggjer på fleire sett med antakingar og kvalitative ekspertvurderingar på bakgrunn av grunnleggjande usikker data, ikkje legg opp til at usikkerheita knytt til dei forskjellige stega skal kunne kommuniserast. Det næraste ein kjem eit uttrykk for usikkerheit i QuickScan er intervalla som er brukt som operasjonalisering av sannsyn, og enkelte konsekvenskategoriar. Desse intervalla angir ikkje usikkerheit, men reflekterer presisjonen (eller den manglande presisjonen) i vurderingane. Desse intervalla er eit greitt utgangspunkt, men gir ikkje noko informasjon om usikkerheit ettersom kunnskapen som sannsyns- eller konsekvensanslaga bygger på ikkje er vurdert. Styrken på kunnskapen er soleis det som er interessant å kommunisera, og sentrale spørsmål for å svara på det er kor godt er datamaterialet?, kva føresetnader er lagt til grunn?, kor gode er ekspertvurderingane?, er ekspertane samde?, føreligg det motforestillingar?, kor gode er dei modellane som blir brukt? og so bortetter¹⁰⁴.

Risikohandtering er i enkelte definisjonar nærast eit synonym for handtering av usikkerheit¹⁰⁵, og ei risikoanalyse som ikkje kommuniserer usikkerheit gir automatisk eit vridd bilete av risiko og eit mangelfullt grunnlag for dei avgjerslene som skal takast på bakgrunn av analysen. Det er difor viktig å framheva at QuickScan ikkje legg opp til

¹⁰² Gariano og Guzzetti, «Landslides in a changing climate».

¹⁰³ Field mfl., *Climate change 2014 impacts, adaptation and vulnerability: Part A: Global and sectoral aspects: Working group II contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*.

¹⁰⁴ Aven, «Om risiko og usikkerhet. Grunnleggjende begreper, prinsipper og metoder for å forstå, analysere, beskrive og styre risiko og usikkerhet, med fokus på klimarisiko».

¹⁰⁵ Aven, *Foundations of Risk Analysis*.

at noko form for usikkerheita skal dokumenterast undervegs, ei heller korleis denne usikkerheita kan koma til å endra seg i framtida.

Konklusjon

Det er ikkje tvil om at QuickScan lukkast med å differensiera mellom dagens og framtidas klima. Samanliknar ein dagens risiko med framtidas risiko i resultata frå verktøyet, er skilnaden stor. Veldig mange truslar som ville blitt rekna som akseptable i dagens klima, er både gule og oransje, altså nokso alvorlege, i framtidas klima. Sameleis vert mange gule truslar oransje og raude i framtida. Spørsmålet er i kva grad denne vurderinga er påliteleg og realistisk.

Som me har peika på over, er det mange av bestanddelane i det FNs klimapanel reknar som klimarisiko, som ikkje er med i QuickScan. Endringar i vulnerability og særskilt i utvida forstand med fokus som inkluderer arealbruken rundt vegen og andre sosioøkonomiske trendar, er ikkje del av QuickScan. Ei heller finst det noko systematisk måte å inkludere endringar i exposure, nemleg eksistensen og bruken av vegen. Verktøyet legg ikkje opp til analyse av årsakskjeder som kan avdekka nye truslar, og i liten grad inkluderer det metodar for å lokalisera nye trusselstader. Og medan sannsynet vert vurdert annleis i dagens og framtidas klima, legg det ikkje opp til at det same skal gjerast med konsekvens, sjølv om den i nokre tilfelle kan ha motsett trend. Aller mest påfallande er likevel at vurdering av usikkerheit, og grad av usikkerheit, ikkje er ein del av verktøyet i det heile.

Alle desse eigenskapane peikar i retning av ein avgrensa reliabilitet og validitet. Men ser ein det i samanheng med bakgrunnen til QuickScan, og funksjonen det var meint å fylle, må ein naturlegvis vega dette opp mot ressursbruken. Skal ein utvikla og nytta eit verktøy som tek alle omsyna som vert peika på i denne evalueringa, vil det krevja mykje tid og mykje ressursar. Det blir i alle fall ikkje eit verktøy som kan heita «QuickScan» og vera meint til å gjera ei rask og effektiv evaluering av klimarisiko. For det er jo det som er den store styrken til verktøyet, nemleg at det går an å gjera ganske nyanserte regionale analysar av klimarisiko på relativt kort tid. Ser ein det i samanheng med at desse eigenskapane berre i vekslende grad vert ivareteke i Statens vegvesen sine eksisterande prosedyrar i dag, slik me peikar på i delkapittel 5.1, er det behov for verktøyet. QuickScan er i alle høve eit steg i rett retning, spesielt gjennom måten det er bygd opp på, med kvalitative ekspertvurderingar som hovudinput og dermed eit potensial for å inkludera eit nesten uavgrensa sett med variablar gjennom kvar enkelt deltakarar si eiga vurdering. Det er òg tydeleg at verktøyet produserer eit utfall for framtidsrisiko som er ganske annleis enn dagens risiko, noko som i seg sjølv kan ha svært viktige ringverknader fordi det synleggjer ei endring som ofte er vanskeleg å illustrera, nemleg klimaendringane og deira konsekvensar. Men for å vera eit verkeleg bra klimarisikoanalyseverktøy, manglar det relevante eigenskapar, som ei vurdering av korleis samfunnsendringar påverkar framtidig vulnerability og ein måte å kommunisera usikkerheit på.

5.3 I kva grad oppfyller QuickScan statlege føringar for klimatilpassing?

I dette delkapittelet vil me ta utgangspunkt i statlege føringar og undersøka i kva grad og korleis QuickScan kan oppfylla dei. Som me skriv i innleiinga i denne rapporten er samarbeid, samordning og ei systemvid tilnærming sentrale element i dei statlege føringane for klimatilpassing. Allereie i 2008 i ei utredning til regjeringa¹⁰⁶ vert samordning på tvers av sektorar vektlagt. NOU 2010:10¹⁰⁷, som kom nokre år seinare, vektlegg «ei heilskapleg tilnærming til klimatilpassing», medan stortingsmeldinga frå 2013 om klimatilpassing¹⁰⁸ tek oppatt tråden frå 2008 om tverrsektoriell samordning. I Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpassing frå 2018¹⁰⁹ er desse prinsippa gjentekne. Der står det at «klimatilpassing er et sektorovergrepene hensyn som krever samordning og samarbeid på tvers av sektorer». Miljødirektoratet har det overordna ansvaret for å koordinera

¹⁰⁶ Regjeringa, «Klimatilpassing i Norge. Regjeringens arbeid med tilpassing til klimaendringene».

¹⁰⁷ «NOU 2010:10. Tilpassing til eit klima i endring : samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane».

¹⁰⁸ Miljøverndepartementet, «Klimatilpassing i Norge. Meld. St. 33 (2012-2013)».

¹⁰⁹ Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpassing., «FOR-2018-09-28-1469».

klimatilpassingsarbeidet på tvers av sektorar, men det er likevel påpeika at «sektormyndigheter med overlappende eller tilgrensede ansvarsområder skal vurdere behovet for samarbeid og samordning i forbindelse med veiledning og deltakelse i planprosesser»¹¹⁰, noko som kan lesast som at alle sektorar sjølve har ansvar for å gjera sin kunnskap tilgjengeleg, sjølv om det her berre er nemnd i samband med lokale og regionale planprosessar. For å etterfølgja dette kravet, er det difor viktig at resultatane frå QuickScan vert gjort alminneleg tilgjengeleg. Det betyr at både karta som viser kor risikoane er lokaliserte og resultatane som viser korleis risikoane er prioriterte og vurderte, blir formidla på utsida av organisasjonen og sektoren.

På eit meir overordna plan er det likevel slik at QuickScan uansett er strengt sektorbasert i form av å utelukkande analysere risiko knytt til naturfarhendingar mot trafikkinfrastruktur. Det betyr at alle truslar og tiltak berre vert vurdert i lys av den potensielle risikoen eller nytten det måtte ha for oppgåvene Statens vegvesen skal løysa. Samordning og samarbeid på tvers av sektorar er nødvendig for å kunna identifisera tiltak som har synergieffektar, og for å unngå potensielle fallgruver og tiltak som forverrar situasjonen for andre sektorar og aktørar. Eit klimatilpassingstiltak i éin sektor kan nemleg fungere som det motsette i ein annan dersom sektoren berre legg sine egne behov og problem til grunn. Vegbygging kan til dømes vera kimen til ein slik konflikt mellom sektorar. Dersom vegvesenet tek ei avgjersle om å flytta eller byggja ein ny veg for å redusere risikoen for naturfare eller andre konsekvensar av klimaendringar, kan det føra til nedbygging av landbruksareal der den nye veggen skal leggast¹¹¹. Det innanlandske landbruksarealet er, på si side, ein føresetnad for å sikra matvaretryggleik i framtida ettersom klimaendringar truleg fører til ei svekking av den globale produksjonskapasiteten og dermed Noregs moglegheit til å importera mat¹¹². På den måten kan ein ny veg som vert bygd på bakgrunn av ei sektorvis klimarisikovurdering føra til det norske samfunnet samla sett vert meir sårbar.

Slike utfordringar heng likevel først og fremst saman med større strukturelle problemstillingar knytt til organiseringa av klimatilpassingsarbeidet i Noreg, og det vert lite hensiktsmessig å kritisera QuickScan for å gjera det det seier det skal gjera, og Statens vegvesen for å følgja sitt mandat, nemleg å sørge for at vegane er trygge òg i framtida. Det er samstundes heller ikkje tvil om at dei statlege retningslinjene legg opp til at sektorane både skal samarbeide, men òg ha separat ansvar for å driva klimatilpassing¹¹³. Slik sett oppfyller QuickScan dei statlege retningslinjene godt då det er eit verktøy eksplisitt laga for klimatilpassing. Det er likevel naudsynt å peika på at resultatane frå QuickScan bør gjerast tilgjengeleg for andre sektorar og forvaltingsnivå.

5.4 Hvordan kan risikovurderinger benyttes som delgrunnlag for NKA av klimatilpassingstiltak?

Det følgjande drøfter hvordan en kan benytte vurderinger av endret risiko som følge av klimaendringer som grunnlag for nytte kostnadsanalyser. Dette er basert på erfaringene i dette prosjektet, og dermed i stor grad på risikovurderinger fra QuickScan. Først diskuterer vi tilnærmingen å anvende endret sannsynlighet for hendelse som inndata i analysene. Deretter diskuterer vi annen viktig inndata til analysene utover risikovurderinger. Til slutt diskuterer vi viktige lærdommer i arbeidet med å inkludere klimaendringer i nytte-kostnadsanalyser, samt mulige veier vidare for å fortsette dette arbeidet.

Endret sannsynlighet som endret risiko

Risiko er et uttrykk for konsekvens av en hendelse og sannsynligheten for at konsekvensen inntreffer (risiko = sannsynlighet x konsekvens). I nytte-kostnadsanalysene er konsekvensen anslått i form av direkte kostnader ved reparasjon, gjenoppbygging e.l. og indirekte kostnader¹¹⁴ gjennom endret trafikantnytte. I analysene påvirkes kun sannsynlighet, slik at konsekvens er uavhengig av risiko og tiltaket. Det betyr altså at dersom mengden regn eller

¹¹⁰ Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpassing.

¹¹¹ <https://www.nrk.no/sognogfjordane/denne-ordforaren-vil-ha-smalare-europaveg-1.14701111>

¹¹² Prytz mfl., «Utredning om konsekvenser for Norge av klimaendringer i andre land».

¹¹³ Miljøverndepartementet, «Klimatilpassing i Norge. Meld. St. 33 (2012-2013)».

¹¹⁴ Her altså forenklet til å kun være økte tidskostnader grunnet omkjøring.

masse rast ut ved hendelser øker med klimaendringene, så inkluderes ikke eventuelle endringer i konsekvens i disse analysene. Det er kun sannsynligheten for hendelse som utgjør klimarisikoen i QuickScan og nytte-kostnadsanalysene.

I NKAene uttrykkes risikoendringer gjennom frekvensanslaget for hendelser i dag, for hendelser i framtiden uten tiltak og for hendelser i framtiden med tiltak. Det er disse endringene som utgjør «klimaendringene» og tiltakseffektene i analysene. Dette er en klar forenkling. Klimaendringene vil antagelig også påvirke konsekvens. Det betyr at mangelen på å inkludere konsekvensendringer i analysene bidrar til å underestimere framtidige kostnader ved klimaendringene, og dermed også effekter av tiltak som adresserer disse.

Det kan tenkes at endring i konsekvens også kan inkluderes i QuickScan-arbeidet for å gi et mer fullstendig bilde av risiko-endringen. Dette vil innebære en utvidelse av arbeidet slik at det kan gå på bekostning av hovedmåloppnåelsen – å gi risikovurderinger (se også diskusjon under «risk» i delkapittel 5.2).

Videre mener vi at anslagene på sannsynlighet og endring i sannsynlighet kan forbedres. To mulige (alternative) endringer som kan øke presisjonsnivået er:

- 1) Å differensiere frekvensanslagene avhengig av trussel, slik at eksempelvis frekvenskategoriene for veistenging grunnet overvann er ulike frekvenskategoriene for skred. Det gir høyere presisjonsnivå, særlig når hendelser grunnet trusler med svært ulike frekvenser inkluderes i det samme arbeidet.
- 2) I stedet for at arbeidsverkstedsdeltakerne indirekte oppgir frekvensanslagene gjennom sannsynlighetskategoriene, oppgir de frekvensanslag direkte, gjennom et nedre og et øvre frekvensanslag. Dette vil øke presisjonsnivået, siden frekvensanslagene er spesifikke for hver trussel og hvert tiltak.

Begge mulige endringer vil innebære at arbeidet for arbeidsverkstedsdeltakerne blir mer omfattende og særlig arbeidet i arbeidsverksted dag 2 (se delkapittel 0). En mindre standardisert tilnærming til sannsynlighetene kan også øke vilkårligheten slik at sammenligningen av trusler og tiltak blir vanskeligere. Denne utfordringen er større for 2) enn for 1).

Annen relevant informasjon samlet inn

I dette prosjektet ble QuickScan-arbeidet videreført til å også inkludere vurderinger av direkte kostnader og delvis til vurdering av tiltaksomfang og omfang av berørt infrastruktur. Dette er sentral informasjon for nytte-kostnadsanalysene, og måtte vært samlet inn i en egen prosess, antageligvis inn gjennom de samme ressurspersonene som deltok i QuickScan-arbeidsverkstedet (se delkapittel 0). Det var effektivt for det samlede arbeidet og for ressurspersonene å gjøre dette samtidig som de allerede var samlet.

Annen informasjon som kunne vært samlet inn:

- Faktiske vedlikeholdskostnader framskrevet med klimaendringer, med og uten tiltak.
- Reelle levetider på infrastruktur og de fysiske investeringer foreslått i tiltakene.

I hvilken grad innsamling av annen informasjon skal være en del av QuickScan (eller tilsvarende prosesser), avhenger av formålet til arbeidet. Å utvide risikovurderinger til også å omfatte innsamling av informasjon om kostnader, omfang eller levetider kan gå på bekostning av hovedmåloppnåelsen. Fra NKA-perspektivet var det derfor svært positivt at kostnadstall ble samlet inn i risikovurderingsarbeidet. Å samle inn annen informasjon kan innebære større endringer i arbeidet så stor at det likegodt kan omdefineres i sin helhet.

Mulige forbedringspunkter

Formålet med QuickScan er å gi et overblikk over hvor skoen trykker på en strekning, og dermed være grunnlag for videre analyser av delstrekninger som trolig vil kunne se en økning i risiko og der det er aktuelt å iverksette tiltak. Å bruke resultatene av QuickScan i nytte-kostnadsanalyser kan derfor sees på som et grep for å øke presisjonen i overblikket som dannes. I denne tolkningen vil det være behov for addisjonelle nytte-kostnadsanalyser som endelig beslutningsgrunnlag for hvilke tiltak som skal prioriteres. Disse nye nytte-kostnadsanalysene vil i så fall kreve høyere presisjonsnivå i inndataene, dersom resultatene skal være mer presise. Det er et spørsmål om slike

presiseringer skal gjøres som del av QuickScan, eller om QuickScan skal gi en oversikt og en inngang til mer detaljerte analyser.

Prinsipielt er tilnærmingen ved en overfladisk vurdering av mulige tiltaksområder (scanning) og tilnærmingen ved mer presise vurderinger av nytte og kostnad like: det behøves inndata om framtidig klimarisiko uten tiltak og tiltakenes virkning på framtidig klimarisiko, samt informasjon om direkte og indirekte kostnader. Kvaliteten på inndatene vil imidlertid måtte være høyere i det sistnevnte enn det førstnevnte, som kan innebære at for det formålet bør QuickScan-arbeidet utvides eller det bør benyttes andre metoder benyttet, eksempelvis RIVA¹¹⁵.

Selv om det vil være behov for å videreutvikle indikatorene for klimarisiko, særlig dersom en skal øke presisjonsnivået på NKAene, viser dette prosjektet at en ved relativt enkle grep kan forbedre eksisterende analyser betraktelig. Resultatene av analysene indikerer at det kan være substansielle forskjeller mellom prioriteringer som gjøres på grunnlag av dagens klimarisiko sammenlignet med framtidig klimarisiko. Det betyr at en relativt enkelt kan forbedre eksisterende beslutningsgrunnlag.

Utover nytten av informasjonen som grunnlag for å vurdere tiltak, vil mer informasjon om klimarisiko kunne ha en ytterligere verdi. En sentral utfordring i klimatilpasningsarbeid er den store usikkerheten ved klimaendringene og mulige konsekvenser av endringene. QuickScan (og tilsvarende arbeid) reduserer denne usikkerheten. I tillegg til å identifisere del-strekninger hvor det kan være nødvendig eller lønnsomt med klimatilpasningstiltak, identifiserer arbeidet del-strekninger som vurderes å være lite sårbare. Det siste kan forenkle planleggingsarbeid og kan bidra til å redusere følelser av usikkerhet eller frykt blant trafikanter.

Vi ser særlig fire mulige forbedringspunkter:

1. *Dekke flere indirekte kostnader.* Flere kostnader mangler i nytte-kostnadsanalysene, for eksempel forsinkelser for næringstransport (gods), andre økte reisekostnader ved omkjøring (som bruk av drivstoff, ferge, m.m.) og skadepkostnader på materiell og liv ved alvorlige hendelser, som skred. Slike indirekte kostnader øker ofte med økt klimarisiko og reduseres ved gjennomføring av tiltak, slik at mangelen av disse faktorene undervurderer trolig lønnsomheten av analyserte tiltak. Disse faktorene vil kunne forbedre analysene med relativt begrenset innsats (se forslag i «mulige veier videre» under).
2. *Bedre datagrunnlaget for andre deltrusler enn skred.* Vurderingsgrunnlaget for indirekte kostnader ved andre trusler enn skred har store mangler. Det gjelder hovedsakelig oversvømmelser grunnet tette stikkrenner som fører til stenging av vei, men det er også trolig tilfelle for andre trusler og tiltak. Skredpunktene i NVDB gir informasjon om ÅDT, frekvens på skred, omfang av infrastruktur berørt (bredde) omkjøringstid, stengningsfrekvens, stengningstid, naboskred, m.m. Tilsvarende informasjon mangler for andre trusler. Det betyr at analyser av eksempelvis oversvømmelser og tiltak for å motvirke det blir langt mer upresise enn analyser av skred og skredsikringstiltak.
3. *Bedre datagrunnlaget for å vurdere endringer i vedlikeholdskostnader.* For samfunnsøkonomiske analyser er det ikke tilstrekkelig med kontraktsfestede kostnader, fordi kostnader som også påløper andre enn oppdragsgiver må inkluderes. Det er altså behov for anslag på reelle endringer i vedlikeholdskostnadene. Arbeidet med å bedre anslagene pågår nå i regi av Statens vegvesen i samarbeid med Klima 2050.
4. *Bedre anslag på frekvens og endringer i frekvens.* Dette vil redusere usikkerhetsspenningen i anslagene for samfunnsøkonomisk lønnsomhet, som presentert i Figur 8 i delkapittel 4.3. Det vil kunne bedre presisjonen som særlig er relevant for å vurdere tiltak opp mot hverandre og dermed prioritere innsatsen. I hvilken grad dette er nødvendig avhenger av formålet med arbeidet (se innledende drøfting). Mulige forbedringer av dette diskuteres i første del av dette delkapitlet.

Et annet punkt som er relevant for resultatene av nytte-kostnadsanalysene er hvilke tiltak som velges for å adressere identifiserte deltrusler, og dermed inkluderes i tiltaksanalysene. I dette prosjektet er tiltakene bestemt av arbeidsverkstedsdeltakerne og det er foreslått ett tiltak per deltrussel. Ofte vil det være interessant å vurdere og sammenligne den samfunnsøkonomiske lønnsomheten til ulike tiltak som adresserer den samme utfordringen. Slik sammenligning stiller ofte høyere krav til presisjonen på inndataene. Det kan også være større behov for å inkludere

¹¹⁵ "Risk analysis of key transit axes of the federal main road network in the context of climate change"

flere virkninger i analysen. Eksempelvis vil det i sammenligninger av naturbaserte løsninger og mer tekniske løsninger være relevant å inkludere nyttevirksomheter for lokalsamfunnet i tiltaksområdet, der naturbaserte løsninger kan gi tilleggsnytte gjennom for eksempel etablering av grøntarealer.

Videreutvikling av analyseverktøyet

Basert på erfaringene fra dette prosjektet ser vi tre hovedpunkter for å videreutvikle analyseverktøyet for å vurdere klimatilpasningstiltak i veisektoren:

- 1) En kan videreutvikle det NKA-verktøyet som er utviklet og benyttet i dette prosjektet for å gjøre mer presise vurderinger av tiltak knyttet til klimatilpasning.
- 2) En kan søke å innlemme erfaringene fra dette prosjektet i eksisterende analyseverktøy, eksempelvis som en klimatilpasningsmodul til EFFEKT.
- 3) En kan videreutvikle indikatorene for klimaendring brukt i nytte-kostnadsverktøyet, også utover QuickScan.

De tre hovedpunktene for videreutvikling ekskluderer ikke hverandre.

For det **første** er det forbedringspotensial i NKA-verktøyet utviklet i dette begrensede prosjektet og presentert i kapittel 4. Verktøyet er konsistent med eksisterende tilnærminger i Statens vegvesen, men det er gjort flere forenklinger. Et viktig forbedringspunkt er å behandle de indirekte kostnadene mer presist. Enkelte indirekte kostnader, slik som økte reisekostnader (utover tid) eller differensierte tidskostnader kan implementeres basert på eksisterende verdsetting i transportmodellene/EFFEKT. Andre indirekte kostnader, som også mangler i eksisterende analyseverktøy, er mer kompliserte å hensyn til. Særlig vurderer vi at det er behov for:

- Bedre anslag på omfang av berørt infrastruktur ved hendelser knyttet til oversvømmelse. I vurderingene av indirekte kostnader ved overfylling av stikkrenner har vi måttet gjøre en rekke forenklinger sammenlignet med vurderingene av skred. Det er svakt grunnlag for anslag på sannsynlighet for overfylling av de enkelte stikkrennene, omkjøringstider ved oversvømmelse, hvor lenge veien typisk blir stengt, m.m.
- Bedre behandling av vedlikeholdskostnader grunnet klimaendringer og eventuelle tiltak som iverksettes. Det er gjort analyser, blant annet av endringer i behovet for snøbrøyting grunnet varmere klima, som kan videreutvikles. Det kan for eksempel inkludere økt behov for å vedlikeholde infrastruktur grunnet økt nedbør.

For det **andre** kan det være en fordel å knytte NKA-analysen presentert i kapittel 4 tettere til eksisterende analyseverktøy (uavhengig om en søker å utvikle NKA-verktøyet). Det kan lette implementeringen av klimatilpasning i eksisterende planlegging i Statens vegvesen, sammenlignet med et helt selvstendig verktøy. En mulig tilnærming er å utvikle en egen klimatilpasningsmodul som knyttes til EFFEKT. Denne tilnærmingen vil gjøre at klimatilpasning blir et selvstendig fokus for analyser, slik som eksempelvis skredmodulen eller MOTIV.

En mulig form på en slik klimatilpasningsmodul er å legge til rette for gjentatte kjøring av relevante nytte-kostnadsanalyser av tiltak som uansett gjennomføres i EFFEKT. Dette kunne vært gjennomført ved at en anslår endring i framtidig frekvens for hendelser knyttet til trusselen som vurderes, sammenlignet med dagens situasjon. Dagens situasjon er lik den som vurderes i utgangspunktet i EFFEKT. Endret framtidig frekvens anslås gitt at tiltaket som vurderes blir implementert. Det betyr at modulen gjennomfører hver NKA i EFFEKT (minst) to ekstra ganger. Anslått frekvens definerer forskjellen mellom kjøringene. Gjennomføringen av en slik modul fordrer at inndataene om frekvens kan endres i EFFEKT. Denne tilnærmingen korresponderer med NKA-tilnærmingen gjennomført i kapittel 4. Sammenlignet med et selvstendig verktøy er svakheten med modul-tilnærmingen at en i større grad er begrenset av eksisterende rammeverk i hvordan man kan vurdere virkningene av klimaendringer i analysene. Dersom eksempelvis vedlikeholdskostnader skal behandles på en annen måte, vil dette kanskje kunne medføre større endringer i selve EFFEKT. Det gjør modul-tilnærmingen mindre fleksibel enn selvstendige verktøy.

For det **tredje**, også uavhengig av de to punktene over, er det behov for å videreutvikle indikatorer for endret klimarisiko som kan benyttes i nytte-kostnadsanalyser. Indikatoren for endret *sannsynlighet* kan utvikles videre (som redegjort for over) og det kan utforskes metoder for å inkludere *konsekvens* i analysene. Det er mulig at om en ikke inkluderer endringer i konsekvens, vil de direkte og indirekte kostnadene ved å ikke gjennomføre

klimatilpassingstiltak underestimeres. Om dette skal gjennomføres som utvidelser av QuickScan, må vurderes i lys av formålet med arbeidet og hva som praktisk mulig å inkludere i arbeidsverkstedene.

5.5 Hovudkonklusjonar

Denne evalueringa har forsøkt å svara på fire sentrale spørsmål for evaluera prosessane og verktøya på ulike skalaer og med ulike utgangspunkt.

Det første spørsmålet me forsøker å svara på er «I kva grad er det behov for QuickScan i Statens vegvesen og Riksvegutredningen?» Her tek me utgangspunkt i Riksvegutredningen 2015 og vurderer kor godt den ivaretek omsynet til klimatilpassing. Me ser òg på eksisterande prosedyrar og verktøy i vegvesenet og vurderer kor egna dei er til å utgjera inputen i Riksvegutredningen. Me finn både at det er behov for, og at QuickScan truleg kjem til, å styrka prosessane i Vegvesenet ved å bitta saman dei eksisterande prosedyrane, tilføra eksplisitte vurderingar og prioritering av framtidig klimarisiko, og gjera det konsekvent og nyttig som input i Riksvegutredningen.

Det andre spørsmålet me forsøker å svara på er «Kor godt fungerer QuickScan som klimarisikoanalyseverktøy?» Her tek me utgangspunkt i klimarisiko-konseptet slik det er skildra i FN's klimapanel sin femte hovudrapport, og undersøker korleis metodikken i QuickScan ivaretek dei ulike elementa som kan påverka risiko i framtida i eit endra klima. Me finn at metodikken manglar relevante eigenskapar, spesielt knytt til vurderingar av samfunnsendring og usikkerheit, for å vera eit verkeleg godt klimarisikoverktøy. Me konkluderer likevel med at det vert noko kunstig å samanlikna QuickScan med eit ideelt verktøy då sjølve premisset for verktøyet sin eksistens er at prosessen skal vera rask og effektiv.

Det tredje spørsmålet me forsøker å svara på er «I kva grad oppfyller QuickScan statlege føringar for klimatilpassing?» Med utgangspunkt i offentlege dokument om klimatilpassing der det er eit uttalt mål om tverrsektorielt samarbeid, diskuterer me potensielle fallgruver ved sektorbaserte klimarisikooanalysar, slik som QuickScan, og klimatilpassingstiltak, der eit mogeleg utfall er at sektorar kan enda opp med å sparka beina under kvarandre. Likevel legg dei nasjonale føringane opp til at sektorane skal stå ansvarleg først og fremst for si eiga klimatilpassing, og i lys av det er QuickScan eit nyttig verktøy for å oppnå målet.

Det fjerde og siste spørsmålet me forsøker å svara på er «Hvordan kan risikovurderingar benyttes som delgrunnlag for NKA av klimatilpassingstiltak?» Vår forenkla nytte-kostnadsanalyse (NKA) viser at risikovurderingar relativt enkelt kan inkluderast i eksisterande NKA-rammeverk, i form av indikatorar på endra sannsyn for hending. Resultata viser at fleire av tiltaka analysert er potensielt samfunnsøkonomisk lønnsame i analyseperioden, men at dette ikkje avdekkast dersom ein legg dagens risikobilde til grunn. Det betyr at analysar som ikkje tek innover seg klimaendringar kan føra til framtidige samfunnsøkonomiske tap grunna manglande planlegging.

Dei gjennomførte analysane er forenklingar og det er potensial for å vidareutvikla bruken av risikovurderingar som delgrunnlag for NKA av klimatilpassingstiltak. Ei klar vidareutvikling er å betre behandla dei indirekte kostnadane av konsekvensane av endra risiko, og korleis tiltak påverkar desse. Dette gjeld særleg overfylling av stikkrenner og påfølgjande overfløyming av veg. Ei anna mogeleg vidareutvikling er å knyta verktøyet til EFFEKT, eksempelvis som ein egen klimatilpassingsmodul. Dette vil hjelpe å integrera analysane i planlegging.

6 Referansar

- Aall, Carlo, Borgar Aamaas, H Asbjørn Aaheim, Kristina Alnes, Bob van Oort, Halvor Dannevig, og Torunn Hønsi. «Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge». CICERO Center for International Climate and Environmental Research - Oslo, 2018. [https://www.vestforsk.no/sites/default/files/2019-02/Rapport 2018 14 Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge 1812.pdf](https://www.vestforsk.no/sites/default/files/2019-02/Rapport%202018%2014%20Oppdatering%20av%20kunnskap%20om%20konsekvenser%20av%20klimaendringer%20i%20Norge%201812.pdf).
- Aven, Terje. «*Foundations of Risk Analysis*». John Wiley & Sons, 2012. <https://doi.org/10.1002/9781119945482>.
- . «Om risiko og usikkerhet. Grunnleggende begreper, prinsipper og metoder for å forstå, analysere, beskrive og styre risiko og usikkerhet, med fokus på klimarisiko». I *NOU 2018:17. Klimarisiko og norsk økonomi*, 2018. <https://www.regjeringen.no/contentassets/c5119502a03145278c33b72d9060fbc9/no/pdfs/nou201820180017000dddpdfs.pdf>.
- Bles, Thomas, Yves Ennesser, Jean-Jacques Fadeuilhe, Stefan Falemo, Bo Lind, Marjolein Mens, Michel Ray, og Frode Sandersen. «Risk Mmanagement for roads in a changing cliamte. A guidebook to the RIMAROCC method», 2010. https://www.cedr.eu/download/other_public_files/research_programme/eranet_road/call_2008_climate_change/rimarocc/01_Rimarocc-Guidebook.pdf.
- Bles, Thomas, Mike Woning, og Yves Ennesser. «ROADAPT Roads for today, adapted for tomorrow Guideline: Part B Performing a Quick scan on risk due to climate change», 2015. https://www.cedr.eu/download/other_public_files/research_programme/call_2012/climate_change/roadapt/ROADAPT_Part_B_-_quickscan_guidelines.pdf.
- Cardona, Omar Dario, Maarten K. Van Aalst, Jörn Birkmann, Maureen Fordham, Glenn Mc Gregor, Perez Rosa, Roger S. Pulwarty, mfl. «Determinants of risk: Exposure and vulnerability». I *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2012. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139177245.005>.
- Direktoratet for økonomistyring. «Veileder i samfunnsøkonomiske analyser», 2018. <https://dfo.no/filer/Fagområder/Utreddinger/Veileder-i-samfunnsokonomiske-analyser.pdf>.
- DSB. «Havnivåstigning og stormflo – samfunnssikkerhet i kommunal planlegging». Tønsberg, 2016. <https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/veiledere-handboker-og-informasjonsmaterieill/veiledere/havnivastigning-og-stormflo.pdf>.
- . «Samfunnets kritiske funksjoner. Hvilken funksjonsevne må samfunnet opprettholde til enhver tid?», 2016. https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/rapporter/kiks-2_januar.pdf.
- Dyrredal, Anita Verpe, og Eirik J. Førland. «Klimapåslag for korttidsnedbør. Anbefalte verdier for Norge», 2019. https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/rapporter-og-publikasjoner/_attachment/14869?_ts=16b02bdea3a.
- Field, Christopher B., Vicente R. Barros, David Jon Dokken, Katharine J. Mach, Michael D. Mastrandrea, T. Eren Bilir, Monalisa Chatterjee, mfl. *Climate change 2014 impacts, adaptation and vulnerability: Part A: Global and sectoral aspects: Working group II contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Climate Change 2014 Impacts, Adaptation and Vulnerability: Part A: Global and Sectoral Aspects*, 2014. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415379>.
- Finansdepartementet. «Perspektivmeldingen 2017. Meld. St. 29 (2016-2017)», 2017. <https://www.regjeringen.no/contentassets/aefd9d12738d43078cbc647448bbeca1/no/pdfs/stm201620170029000dddpdfs.pdf>.
- . «Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv. Rundskriv R-109/14», 2014. https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fin/vedlegg/okstyring/rundskriv/faste/r_109_2014.pdf.
- Folke, Carl, Stephen R. Carpenter, Brian Walker, Marten Scheffer, Terry Chapin, og Johan Rockström. «Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability». *Ecology and Society*, 2010. <https://doi.org/10.5751/ES-03610-150420>.
- Gariano, Stefano Luigi, og Fausto Guzzetti. «Landslides in a changing climate». *Earth-Science Reviews*, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.08.011>.
- Head, Brian W., og John Alford. «Wicked Problems: Implications for Public Policy and Management». *Administration and Society*, 2015. <https://doi.org/10.1177/0095399713481601>.

- Husdal, Jan. «VegROS i et moderne klima», 2018. https://www.vegvesen.no/_attachment/2487085/binary/1294871?fast_title=VegROS+i+moderne+klima.pdf.
- IPCC. «IPCC Special Report 1.5 - Summary for Policymakers». I *Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change*, 2018. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>.
- . *Summary for policymakers. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2014. <https://doi.org/10.1017/cbo9781107415379>.
- Knieling, Jörg. *Climate adaptation governance in cities and regions: Theoretical fundamentals and practical evidence. Climate Adaptation Governance in Cities and Regions: Theoretical Fundamentals and Practical Evidence*, 2016. <https://doi.org/10.1002/9781118451694>.
- Kristensen, Lene Lundgren, og Martine Holm Frekhaug. «Risiko- og sårbarhetsanalyse av naturfare. Anbefalinger for innhold og gjennomføring av analysen i vegplanlegging. Statens vegvesens rapporter nr 530.», 2018. https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/publikasjoner/Statens+vegvesens+rapporter/_attachment/2173758?_ts=161b2d40980&download=true&fast_title=Risiko+og+sårbarhetsanalyse+av+naturfare%3A+Anbefalinger+for+innhold+og+gjennomføring+av+analysen+i+vegplanlegging.
- Levin, Kelly, Benjamin Cashore, Steven Bernstein, og Graeme Auld. «Overcoming the tragedy of super wicked problems: Constraining our future selves to ameliorate global climate change». *Policy Sciences*, 2012. <https://doi.org/10.1007/s11077-012-9151-0>.
- Miljøverndepartementet. «Klimatilpasning i Norge. Meld. St. 33 (2012-2013)», 2013. <https://www.regjeringen.no/contentassets/e5e7872303544ae38bdbdc82aa0446d8/no/pdfs/stm201220130033000dddpdfs.pdf>.
- Norsk Klimaservicesenter. «Klimaprofil Hordaland», 2017. https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/klimaprofiler/klimaprofil-hordaland/_attachment/13183?_ts=16243d9ca17.
- «NOU 2010:10. Tilpassing til eit klima i endring : samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane». Norges offentlige utredninger (tidsskrift : online). Oslo: Departementenes servicesenter. Informasjonsforvaltning, 2010.
- «NOU 2018:17. Klimarisiko og norsk økonomi», 2018. <https://www.regjeringen.no/contentassets/c5119502a03145278c33b72d9060fbc9/no/pdfs/nou201820180017000dddpdfs.pdf>.
- O'Neill, Brian C., Elmar Kriegler, Kristie L. Ebi, Eric Kemp-Benedict, Keywan Riahi, Dale S. Rothman, Bas J. van Ruijven, mfl. «The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century». *Global Environmental Change*, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.01.004>.
- Orderud, Geir Inge, og Jon Naustdalslid. «Kunnskap og klimatilpasning i offentlig forvaltning». Oslo, 2017. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m711/m711.pdf>.
- Parry, Martin L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, og C.E. Hanson. «IPCC, 2007: Summary for Policymakers». I *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2007. <https://doi.org/10.2134/jeq2008.0015br>.
- Prytz, N., F. S. Nordbø, J. D. R. Higham, og H. Thornam. «Utredning om konsekvenser for Norge av klimaendringer i andre land». Oslo, 2018. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m932/m932.pdf>.
- Regjeringen. «Klimatilpasning i Norge. Regjeringens arbeid med tilpassing til klimaendringene», 2008. https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/md/vedlegg/klima/klimatilpasning/klimatilpasning_redegjorelse150508.pdf.
- Samferdselsdepartementet. «Nasjonal transportplan 2010-2019. Meld. St. 16 (2008-2009)», 2009. <https://www.regjeringen.no/contentassets/76ebed1a5cb741e780ad1bdb21513ae5/no/pdfs/stm200820090016000dddpdfs.pdf>.
- . «Nasjonal transportplan 2018-2029. Meld. St. 33 (2016-2017)», 2017.

<https://www.regjeringen.no/contentassets/7c52fd2938ca42209e4286fe86bb28bd/no/pdfs/stm201620170033000dddpdfs.pdf>.

Statens vegvesen. «Dokumentasjon av beregningsmoduler i EFFEKT 6.6. Statens vegvesens rapporter nr 358», 2015.

https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/publikasjoner/Statens+vegvesens+rapporter/_attachment/113240?_ts=14e2ea3bec0&download=true&fast_title=Dokumentasjon+av+beregningsmoduler+i+EFFEKT+6.6.

———. «Handlingsprogram 2010-2013 (2019). Oppfølging av St. meld. nr. 16 (2008–2009) Nasjonal Transportplan 2010–2019», 2010.

https://www.vegvesen.no/_attachment/122559/binary/302631?fast_title=Handlingsprogrammet+2010-2013.pdf.

———. «Handlingsprogram 2018-2023 (2029). Oppfølging av Meld. St. 33 (2016-2017) Nasjonal transportplan 2018-2029.», 2018.

https://www.vegvesen.no/_attachment/2030433/binary/1211232?fast_title=Statens+vegvesens+handlingsprogram+for+perioden+2018-2023+til+uttalelse.pdf.

———. «Klima og transport. Sluttrapport for FoU prosjektet. Statens vegvesens rapporter nr. 210», 2013.

[vegvesen.no/fag/fokusomrader/forskning+og+utvikling/Avsluttede+FoU-program/Klima+og+transport/_attachment/521603?_ts=15282d54140&fast_title=SVV+rapport+210+Klima+og+transport+-+redig+ekst+lenker+2016-01.pdf](https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/forskning+og+utvikling/Avsluttede+FoU-program/Klima+og+transport/_attachment/521603?_ts=15282d54140&fast_title=SVV+rapport+210+Klima+og+transport+-+redig+ekst+lenker+2016-01.pdf).

———. «Konsekvensanalyser. Veiledning. Håndbok V712.», 2018.

https://www.vegvesen.no/_attachment/704540/.

———. «Mal for naturfareplan», 2018.

———. «Nytte-kostnadsanalyser ved bruk av transportmodeller. Statens vegvesens rapporter nr 364», 2015.

https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/publikasjoner/statens+vegvesens+rapporter/_attachment/61440?_ts=14e2e9bd750&download=true&fast_title=Nytte-kostnadsanalyser+ved+bruk+av+transportmodeller.

———. «Regnemodell for skredpunkt - revidert utgave. Brukerveiledning. Statens vegvesens rapporter nr 349.», 2018.

https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/publikasjoner/Statens+vegvesens+rapporter/_attachment/2289104?_ts=1635d78e878&download=true&fast_title=Regnemodell+for+skredpunkt+-+revidert+utgave.

———. «Retningslinje for periodisk VegROS», 2019.

———. «Riksvegutredningen 2015», 2015. https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/2607834/riksvegutredningen_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

———. «Trafikkberedskap. Håndtering av uforutsette hendelser på veg. Håndbok R611», 2015.

https://www.vegvesen.no/_attachment/61469/binary/1036080?fast_title=Håndbok+R611+Trafikkberedskap.pdf.

Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning. «FOR-2018-09-28-1469», 2018.

<https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2018-09-28-1469>.

Transportøkonomisk institutt. «Framskrivinger for godstransport i Norge 2016-2050. TØI rapport 1555/2017», 2017.

<https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=44755>.

———. «Framskrivinger for persontransport i Norge 2016-2050. TØI rapport 1554/2017», 2017.

<https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=44761>.

———. «Reisevaneundersøkelsen 2013/14. Faktaark», 2014.

https://www.toi.no/getfile.php/1340016/mmarkiv/Bilder/7020-TOI_faktaark_bilreiser-3k.pdf.

Vedlegg 1: Beskrivelse og vurdering av Detector

Dette notatet gir en kort beskrivelse av Detector, et verktøy for beregninger av nytte og kostnader av klimatilpassingstiltak.

Bakgrunn og formål

«Decision support Tools for Embedding Climate change Thinking on Roads» (Detector) er et verktøy utviklet i et prosjekt med samme navn i perioden 2016-2018. Prosjektet var finansiert av «Conference of European Directors of Roads» (CEDR) gjennom veiforskningsprogrammet «CEDR Transnational Road Research Programme». Veimyndigheter i Tyskland, Nederland, Irland, Norge, Sverige og Østerrike deltok i prosjektet, som var ledet av Transport Research Laboratory (TRL).¹¹⁶

Formålet var å utvikle verktøy for å vurdere klimatilpassingstiltak i vegsektoren som «business case». Dette inkluderer å vurdere kostnadene ved å ikke investere i klimatilpassingstiltak (referansebane med forventet økt klimarisiko) og den samfunnsøkonomiske lønnsomheten i utvalgte tiltak, sammenlignet med referansebanen.

Prosjektsammendraget for Detector (se kildeliste) oppsummerer: «DeTECToR addresses the economic costs associated with integrating Climate Change into decision-making and the issues surrounding the embedding Climate Change into practice and procurement of National road Administrations (NRAs)».

Prosjektet har også utviklet verktøy for å inkludere klimaendringer i innkjøp- og driftsbeslutninger.¹¹⁷ Dette verktøyet behandles ikke i dette notatet.

Verktøyets struktur

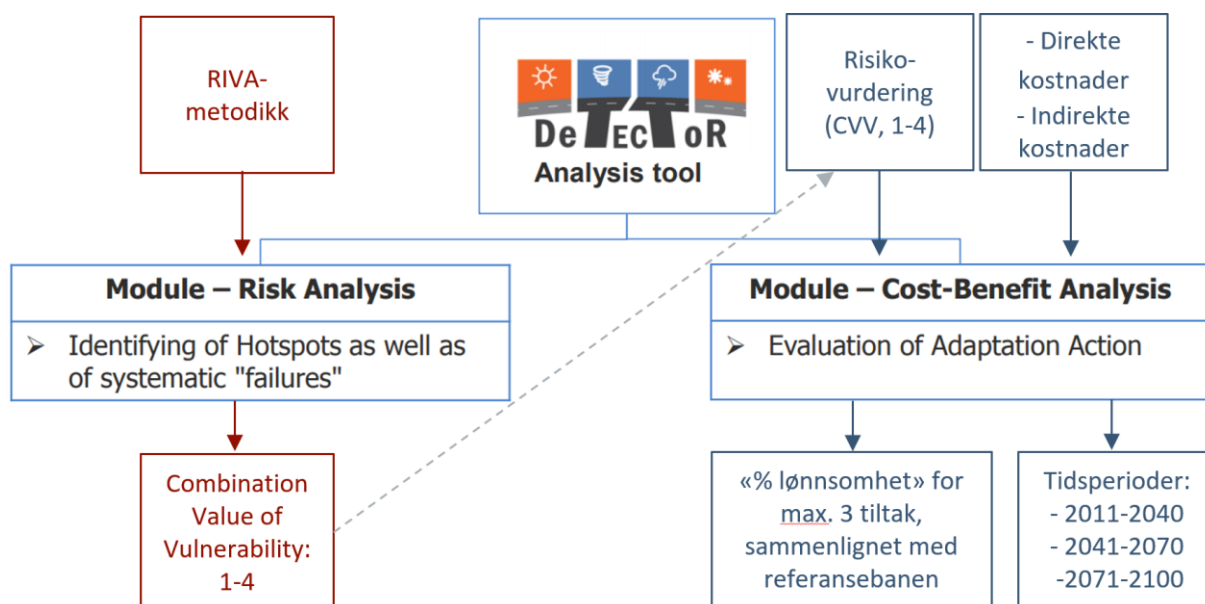
Analyseverktøyet Detector består av to komponenter: en risikomodul og en kost-nyttmodul. Risikomodulen, som ikke vurderes særskilt i dette notatet, benytter RIVA-metodikken¹¹⁸ for risikovurderinger i form av sårbarhetsindikatorer for gitt infrastruktur. Sårbarhetsindikatorene uttrykkes som et tall mellom 1 og 4, hvor 4 indikerer høyest sårbarhet. Vurderingene kan presenteres både svært høyoppløselig (100 meter med egne indikator for hvert kjørefelt) og på strekningsnivå.

Grunnlagsdataene for kost-nytte-modulen er sårbarhetsindikatoren fra risikomodulen, direkte kostnader for tiltak, reparasjon og drift og indirekte kostnader, eksempelvis ved stenging av vei. Resultatet fra Detectors kost-nytte-analyse angis som prosentvis endring av lønnsomheten i tiltakene, sammenlignet med tilstanden uten tiltak. Resultatene presenteres med samme geografiske oppløsning som sårbarhetsindikatoren. Analyse-periodene er 2011-2040, 2041-2070 og 2071-2100, i tillegg til at historiske data kan analyseres: 1971-2000. Oppbygningen av verktøyet, inkludert inn- og utdata presenteres i Figur 13.

¹¹⁶ Andre deltakere var Heller ig, Consult GmbH, Climate and Environment Consulting Potsdam, The Road and Bridge Research Institute og The Austrian Institute of Technology GmbH

¹¹⁷ Mer informasjon tilgjengelig etter innlogging på <http://detector.heller-ig.de/>.

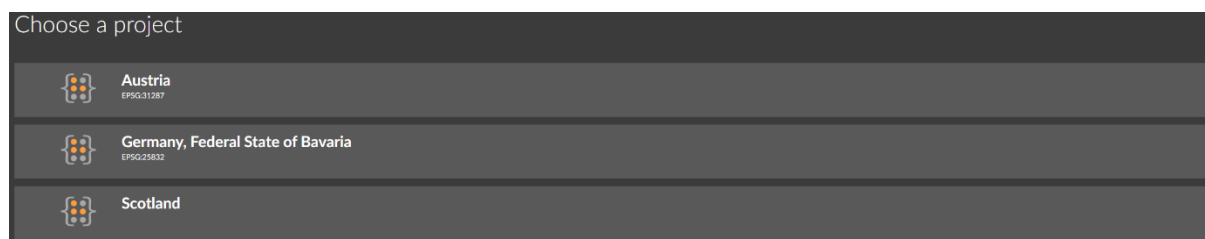
¹¹⁸ Se f.eks. https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2012/wp5/02_Ms_Fischer_Alfen_Consult.pdf



Figur 13 Oppbygningen av Detector, inkludert inn- og utdata for hhv. risiko- og kost-nytte-modulen

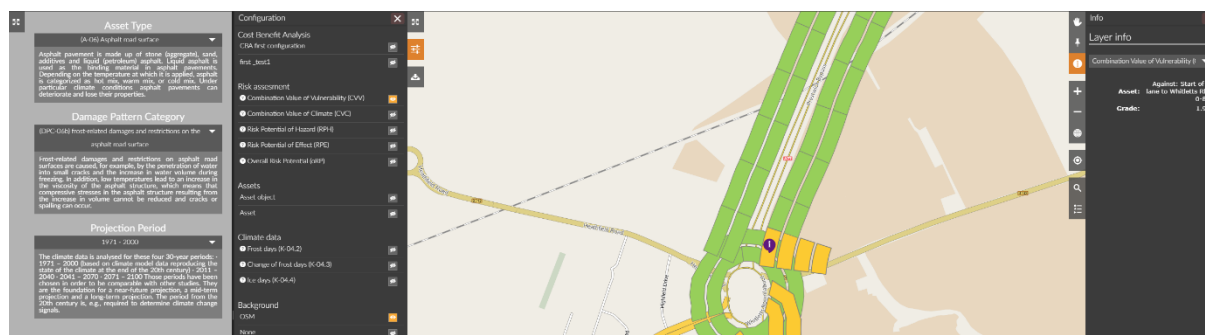
Kort gjennomgang av nettløsningen

Detector er en nettbasert applikasjon, tilgjengelig på beta.heller-ig.de/detector/. Etter innlogging må brukeren velge mellom forhåndsdefinerte prosjekter, som i skrivende stund er som gjengitt i Figur 14.



Figur 14 Utklipp av første side til nettløsningen til Detector

Det følgende viser eksempler fra Skottland-prosjektet. Når prosjektet er valgt, kan en i risikomoduleen så velge hvilken type infrastruktur en vil analysere. Dette vises i Figur 15. Mulighetene per nå er asfaltert vei, betongvei og bro (se venstre i figuren). Videre velger en type påvirkning: foreløpig kan en velge frost, varme eller havnivåstigning. Til slutt bestemmer man analyseperioden: 1971-2000, 2011-2040, 2041-2070 eller 2071-2100. Klimaendringene og risikoen kan legges på kartet som egne kartlag. I hovedvinduet til Figur 15 presenteres resultatet av sårbarhetsindikatoren presentert over (CVV, 1-4).



Figur 15 Illustrasjon av resultatene av risikokomponenten til nettløsningen til Detector

I kost-nytte-komponenten kan en endre parameterne for forhåndsdefinerte variabler for direkte og indirekte kostnader (se Figur 16). Tilsvarende kan en definere opptil tre tiltak ved å kalibrere størrelsene for forhåndsdefinerte variabler («actions 1-3»).

Configuration editor

Configuration name: first_test1

Cost related informations	Traffic related informations	Other informations
Initial life cycle period: 10 years	Number of days of traffic interruption after event: 5 days	Discount rate: 3,5 %
Initial construction and regular reconstruction costs: 42,992 EUR/m ²	Additional average journey time using bypass: 62 %	Maximum reduction of life cycle: 100 %
Days for reconstruction: 30 days/km	Average speed heavy goods vehicles: 90,1 km/h	Reduction powers: 3
Repair / refurbishment costs after event: 70 %	Average speed passenger cars: 109,4 km/h	Occurrence level: 10 (low -1 / high - 10)
	Reduction of speed limit for HGV: 10,69 %	Occurrence level powers: 4
	Reduction of speed limit for passenger cars: 26,44 %	Time costs passenger cars: 14 EUR/(h * car)
		Time costs heavy goods vehicles: 18,63 EUR/(h * car)
		Mean accident cost rate: 13,5 (€/1000 cars/km/event)
		Mean accident costs: 22 203 (EUR/event)

Action prolongation assumptions	Action 1	Action 2	Action 3	
Prolongation of lifespan:	25	15	0	% of initial lifespan
Initial implementation costs of Action:	11,44	0	1	EUR m ²
Annual operation/maintenance costs:	1	1	1	% of initial construction costs
Lifespan of the additional infrastructure:	0	0	15	years
Reduction of accident cost rate:	0	0	30	%

Figur 16 Illustrasjon av innsatsfaktorene i kost-nytte-komponenten til nettløsningen til Detector

Kalkulasjonen av kost-nytte-beregningene gjennomføres på egen server. En må dermed bestille denne kalkulasjonen, og mottar e-post når denne er gjennomført. Her definerer en også hvilken infrastruktur og hvilken klimapåvirkning som skal analyseres (se venstre i Figur 17). Hvor lang tid beregningene tar avhenger av kompleksiteten og datamengden. I vårt tilfelle tok det fire minutter før vi mottok e-posten (se høyre i Figur 17).

Calculation parameterizing

CHOOSE ASSET TYPE

(A-06) Asphalt road surface

CHOOSE DAMAGE PATTERN CATEGORY

(DPC-12a) damages and restrictions caused by sea-level rise

(DPC-06b) frost-related damages and restrictions on the asphalt road surface

(DPC-12a) damages and restrictions caused by sea-level rise on the asphalt surface

RECIPIENT EMAIL

Start calculation Cancel

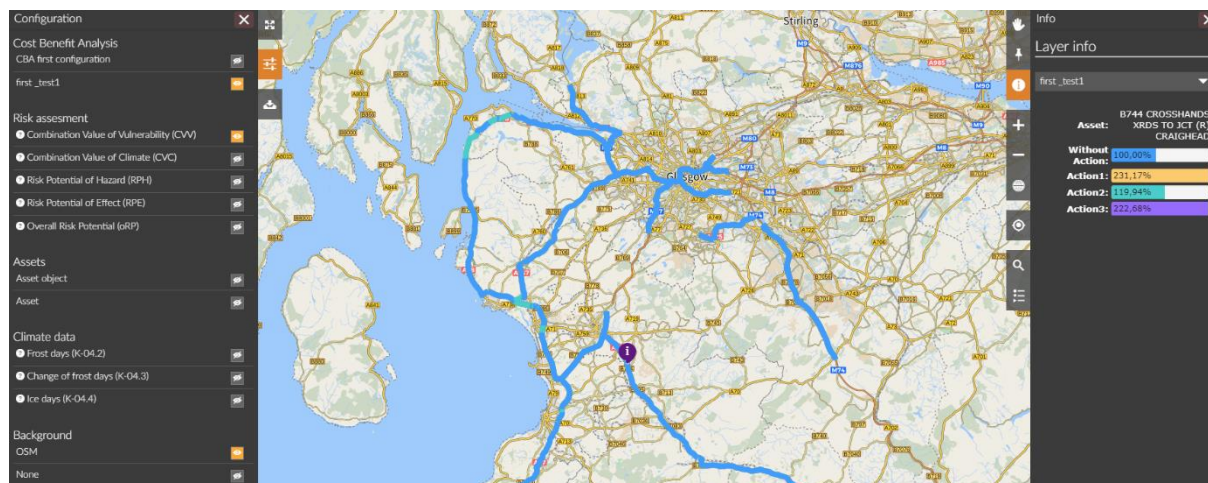
From: detector.maintenance@heller-ig.de
Sent: tirsdag 29. oktober 2019 13:41
To: Øyvind Nystad Handberg
Subject: DeTECToR: CBA calculation

CBA calculation has been completed. The results are available for following parameters:

- Asset type: Asphalt road surface
- Damage Pattern Category: damages and restrictions caused by sea-level rise on the asphalt surface
- CBA configuration: first_test1

Figur 17 Bestilling av kost-nytte-beregning i nettløsningen til Detector (venstre) og beskjed om at beregning er gjennomført (høyre)

Når beregningene er gjennomført, kan disse presenteres som et eget kartlag i samme kart som risiko-vurderingene, se Figur 18. Lønnsomheten ved et tiltak defineres ved å normalisere de totale kostnadene i referansebanen («without action») til 100 prosent. Tiltak («action») med prosent under 100 er lønnsomme, kontra referansebanen, og tiltak over 100 prosent er ulønnsomme. Reelle kostnader produseres i beregningene og kan frambringes, men disse presenteres i utgangspunktet ikke.



Figur 18 Illustrasjon av resultatene av kost-nytte-komponenten til nettløsningen til Detector

Med den gitte risikoen og de gitte faktorene i kost-nytte-komponenten viser resultatene her at for store deler av strekningene er det ikke samfunnsøkonomisk lønnsomt med tiltak (blå streker). For enkelte strekninger (turkise streker) er det lønnsomt med tiltak nr. 2.

Hva kan Detector tilby Statens vegvesen?

Detector legger til rette for en grundig og detaljert risikovurdering. Ved å tilpasse verktøyet til norske forhold, legge inn klimadata og vegdata vil verktøyet kunne gi et høyoppløselig bilde av sårbarheten til veiinfrastrukturen. Risikovurderingen fra Detector er potensielt mer omfattende og detaljert enn resultatene av Quicksan,¹¹⁹ men det er også mer tidkrevende. Med mulig unntak av den visuelle presentasjonen, gir kost-nytte-komponenten lite som Statens vegvesen ikke allerede har eller relativt enkelt selv kan utvikle.

Hva er barrierer for bruk?

Nettløsningen til Detector synes å være bygget for aktører som ikke allerede har verktøy for å gjøre analyser av veiinfrastruktur. Det fremstår som en pakke, som må brukes i sin helhet eller ikke brukes i hele tatt. Statens vegvesen har allerede en rekke verktøy samt omfattende kompetanse og tanker om hvordan selv gjøre tiltaksanalyser. Detector gir lite fleksibilitet for tilpasning og videre utvikling av verktøyet.

For å vurdere tiltak på en norsk veistrekning i denne nettløsningen må utviklerne av verktøyet involveres for å legge inn data og eventuelt holde dataene oppdaterte. Dette krever relativt lite arbeid fra utviklerne, men det kompliserer prosessen og det medfører kostnader. Å gjøre tilpasninger i verktøyet, eksempelvis å endre eller legge til nye variabler i kost-nytte-analysene, eller øke antallet tiltak som analyseres, krever mer innsats fra utviklerne.

Konklusjon

Prosjektdeltakerne i Detector har gjort et omfattende og grundig arbeid med å utvikle arbeidet for å inkludere klimaendringer i planleggingen av veiinfrastruktur. Dessverre synes prosjektet å ha fokusert mer på risiko-delen enn verktøyet for kost-nytte-analyser, som var planlagt å være hovedfokus. Kost-nytte-komponenten av verktøyet fremstår som nyttig, selv om det er forbedringspotensial, eksempelvis i presentasjonen av resultatene, men bidrar med lite nytt.

Hovedulempen med verktøyet er at det er lite fleksibelt – utviklerne må involveres for å legge inn nye data og for å gjøre tilpasninger. Når verktøyet i tillegg ikke er utviklet for å være kompatibelt med eksisterende analyse- og

¹¹⁹ En metode for risikoanalyser av vegnett med hensyn til naturfare og klimaendringer, utviklet i prosjektet ROADAPT. Verktøyet brukes til å analysere årsaker, effekter og konsekvenser av værrelaterte hendelser for å identifisere de største risikoene.

planleggingsverktøy i Statens vegvesen og kost-nytte-komponenten bidrar med lite nytt, er vår vurdering konklusjon at Statens vegvesens nytte av Detector (i sin nåværende form) er lavere enn kostnadene ved å ta det i bruk.

Kilder

Detector-verktøyet. Tilgjengelig etter innlogging på: <https://beta.heller-ig.de/detector>.

Detector-wiki. Tilgjengelig etter innlogging på: <http://detector.heller-ig.de/> [12.11.19].

Heller ig (Wojciech Smęt, Marek Skakuj), pers. komm., 31.10.19.

Presentasjon av Sarah Reeves, TRL, 19.04.18. Tilgjengelig på:

https://www.cedr.eu/download/other_public_files/research_programme/call_2015/climate_change/end_of_programme_conference/presentations/Day-1_DeTECToR-Introduction-Presentation.pdf [31.10.19].

Presentasjon av Sarah Reeves, TRL, 19.11.18. Tilgjengelig på:

https://www.cedr.eu/download/other_public_files/research_programme/call_2015/climate_change/end_of_programme_conference/presentations/Day-1_DeTECToR-Workshop-Presentation.pdf [31.10.19].

Prosjektnettsiden, Detector. Tilgjengelig på: <https://detector.trl.co.uk/> [12.11.19].

Prosjektsammendrag, Detector. Tilgjengelig på:

https://www.cedr.eu/download/other_public_files/research_programme/call_2015/climate_change/detector/CEDR-Call-2015_Summaries-DETECTOR.pdf [31.10.19].