

Rekkverk - påvirkninger for drift og vedlikehold av vegger

Marte Granden

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2013

Hovedveileder: Alex Klein-Paste, BAT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg, anlegg og transport



Oppgavens tittel: Rekkverk – påvirkninger for drift og vedlikehold av veger	Dato: 08.06.13		
	Antall sider (inkl. bilag): 111		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
Navn: Marte Granden			
Faglærer/veileder: Alex Klein-Paste			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Bård Nonstad, Statens vegvesen			

Ekstrakt:

Bruk av vegrekkverk er viktig for trafikksikkerheten mange steder og bidrar til å redusere antallet utforkjørings- og møteulykker. Rekkverket i seg selv medfører økt drift- og vedlikeholdsbehov på vegnettet, i tillegg påvirker det utførelsen av andre typer drift- og vedlikeholdsrelaterte oppgaver. Drift- og vedlikeholdsutgifter påløper gjennom hele levetiden. Det er derfor samfunnsnyttig viktig å holde de lavest mulig.

I det norske drift- og vedlikeholdsmiljøet er det ulike oppfatninger om hvilke tiltak, prioriteringer og løsninger som er viktigst for at rekkverk minst mulig skal påvirke drift- og vedlikeholdsarbeidet, samtidig som det skal opprettholde optimal trafikksikkerhetseffekt. Den generelle oppfatningen er at rekkverk er et fordyrende element for mange oppgaver, i form av at oppgavene blir vanskeligere og krever mer tid og ressurser. Rekkverk fører også til en del tilleggsoppgaver. Vinterdrift blir i størst grad påvirket av rekkverk. Den norske vinteren er spesiell og løsninger som fungerer godt andre steder kan nødvendigvis ikke alltid tilpasses norske forhold.

Plasseringen av rekkverket i vegprofilen og utformingen av dette og terrenget for øvrig, vil ha vesentlig betydning for hvordan drift- og vedlikeholdsbehovet blir endret ved bruk av rekkverk. I områder som er utsatt for spesielle værforhold som drivsnø og snøskred, bør det tas særlig hensyn til det når en vurderer bruk av rekkverk. Ifølge fagmiljøet bør en i større grad forsøke å bruke løsninger som ikke krever rekkverk for å unngå de negative følgene rekkverk fører med seg for drift og vedlikehold.

Det finnes mange ulike typer rekkverk som har forskjellige egenskaper. De ulike rekkverkene krever forskjellig behov for drift og vedlikehold, og medfører ulike utfordringer avhengig av plassering i vegprofilen. De mange rekkverkstypene er i seg selv en utfordring, det krever kunnskap og erfaring å montere de ulike typene samtidig som deler til de ulike typene tar opp lagerplass.

Etterslepet av rekkverksreparasjoner er stort, og mange rekkverk langs vegen er lite trafikksikre slik de står i dag. Økte tilskudd og oppmerksomhet om drift og vedlikehold er viktig for å endre dette. Ansvarlige vegmyndigheter bør utarbeide en langsiktig plan med kontrollerbare og målbare delmål for hvordan etterslepet skal tas igjen, samtidig som det forutsettes at nytt etterslep ikke oppstår.

Drift- og vedlikeholdsvurderinger bør i større grad komme inn tidlig i planprosessen slik at det velges løsninger som er gode også med tanke på fremtidig drift- og vedlikeholdsbehov. For å bidra til å forenkle dette arbeidet bør det utvikles veiledere med råd og anbefalinger. Mye tyder på at myndighetenes prioritering av drift- og vedlikehold er viktig for i hvilken grad temaet blir vektlagt i planleggingen av et prosjekt.

Stikkord:

1. Rekkverk
2. Drift og vedlikehold
3. Vinterdrift
4. Vegens sideområde

Forord

Denne masteroppgaven er gjennomført ved Faggruppe for veg, transport og geomatikk, Institutt for bygg, anlegg og transport, ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Arbeidet har foregått våsemesteret 2013.

Oppgaven er et samarbeid mellom NTNU og Statens vegvesen. Ekstern veileder, Bård Nonstad fra Statens vegvesen, har blant annet bidratt med å sette meg i kontakt med personer med erfaringer og informasjon om oppgavens tema. Hovedveileder, Alex Klein-Paste ved NTNU, har utarbeidet oppgaveteksten.

Jeg håper at oppgaven skal bidra til å vise hvordan bruk av vegrekkverk kan påvirke drift- og vedlikeholdsarbeidet på det norske vegnettet.

Jeg ønsker å takke alle som stilte opp til intervjuer og delte sine kunnskaper og erfaringer. Takk til alle ved TMT i Trondheim (Trafikksikkerhets-, miljø- og teknologiavdelingen i Statens vegvesen Vegdirektoratet) som har bidratt med å tilrettelegge for gjennomføringen av oppgaven. Til slutt vil jeg gi en stor takk til mine to veiledere for gode diskusjoner, innspill og tilbakemeldinger underveis.

Trondheim, 8. juni 2013.

Sammendrag

Bruk av vegrekkverk er viktig for trafikksikkerheten mange steder og bidrar til å redusere antallet utforkjørings- og møteulykker. Rekkverket i seg selv medfører økt drift- og vedlikeholdsbehov på vegnettet, i tillegg påvirker det utførelsen av andre typer drift- og vedlikeholdsrelaterte oppgaver. Drift- og vedlikeholdsutgifter påløper gjennom hele levetiden. Det er derfor samfunnsnyttig viktig å holde de lavest mulig.

For å finne ut av hvordan vegrekkverk påvirker drift og vedlikehold, samt hvilke tiltak som kan bidra til å redusere dette, har jeg samlet informasjon i litteratur og snakket med personer med erfaringer og kunnskap om denne oppgavens tema.

I det norske drift- og vedlikeholdsmiljøet er det ulike oppfatninger om hvilke tiltak, prioriteringer og løsninger som er viktigst for at rekkverk minst mulig skal påvirke drift- og vedlikeholdsarbeidet, samtidig som det skal opprettholde optimal trafikksikkerhetseffekt. Den generelle oppfatningen er at rekkverk er et fordyrende element for mange oppgaver, i form av at oppgavene blir vanskeligere og krever mer tid og ressurser. Rekkverk fører også til en del tilleggsoppgaver. Vinterdrift blir i størst grad påvirket av rekkverk. Den norske vinteren er spesiell og løsninger som fungerer godt andre steder kan nødvendigvis ikke alltid tilpasses norske forhold.

Plasseringen av rekkverket i vegprofilet og utformingen av dette og terrenget for øvrig, vil ha vesentlig betydning for hvordan drift- og vedlikeholdsbehovet blir endret ved bruk av rekkverk. I områder som er utsatt for spesielle værforhold som drivsnø og snøskred, bør det tas særlig hensyn til det når en vurderer bruk av rekkverk. Ifølge fagmiljøet bør en i større grad forsøke å bruke løsninger som ikke krever rekkverk for å unngå de negative følgene rekkverk fører med seg for drift og vedlikehold.

Det finnes mange ulike typer rekkverk som har forskjellige egenskaper. De ulike rekkverkene krever forskjellig behov for drift og vedlikehold, og medfører ulike utfordringer avhengig av plassering i vegprofilet. De mange rekkverkstypene er i seg selv en utfordring, det krever kunnskap og erfaring å montere de ulike typene samtidig som deler til de ulike typene tar opp lagerplass.

Etterslepet av rekkverksreparasjoner er stort, og mange rekkverk langs vegen er lite trafikksikre slik de står i dag. Økte tilskudd og oppmerksomhet om drift og vedlikehold er viktig for å endre dette. Ansvarlige vegmyndigheter bør utarbeide en langsiktig plan med

kontrollerbare og målbare delmål for hvordan etterslepet skal tas igjen, samtidig som det forutsettes at nytt etterslep ikke oppstår.

Drift- og vedlikeholdsvurderinger bør i større grad komme inn tidlig i planprosessen slik at det velges løsninger som er gode også med tanke på fremtidig drift- og vedlikeholdsbehov. For å bidra til å forenkle dette arbeidet bør det utvikles veiledere med råd og anbefalinger. Mye tyder på at myndighetenes prioritering av drift- og vedlikehold er viktig for i hvilken grad temaet blir vektlagt i planleggingen av et prosjekt.

Summary

The use of guardrails is important for the traffic safety in many places and it contributes to reduced number of run-off-road and cross over accident. The guardrails itself leads to increased operation- and maintenance needs of the road network, and additionally this will influence tasks within other types of operation- and maintenance needs. Since these costs are incurred the entire time it is important to keep them as low as possible.

To figure out how the guardrail influence operation and maintenance, and which initiatives that can contribute to reduce them, I have gathered information from literature and spoken to professionals about this subject.

Within the Norwegian academic community of operation and maintenance there are different perceptions on which initiatives, priorities and solutions that are the most important so the guardrails influence the operations and maintenances as little as possible. It is important that these solutions at the same time maintain the same effect of traffic safety. The general perception is that the guardrails contribute to increased costs within a lot of different tasks, in forms of more regulations and requirements. The guardrails lead to additional tasks, and have the biggest impact for winter maintenance. The Norwegian winter is special, and solutions elsewhere do not necessary work in these conditions.

The location of the guardrails in the road profile, the design of this and the terrain in general, has a significant impact on how operation- and maintenance needs are changing with the use of guardrails. In areas that are vulnerable for weather conditions as drifting snow and avalanches, one should take into account the use of guardrails. According to the academic community one should use solutions that do not need the use of guardrails to avoid the costs related to operations and maintenances.

There are a lot of different types of guardrails with various abilities. The different guardrails require various needs within operation- and maintenance. This results in challenges when looking at the location of the road profile. The different types of barriers are a challenge in itself, and it requires knowledge and experience in terms of mounting the different guardrails. At the same time the parts takes up storage space.

The lag of the reparations of the guardrails is big, and a lot of guardrails along the road are not safe the way they stand today. Increased grants and attention about operation- and maintenance is important to turn this around. The responsible road government should

prepare a long-term plan with controllable and measurable objectives of how to catch up with the lag. And they need a prerequisite that no more lag occurs.

Operation- and maintenance measures should come earlier in the planning process so that the chosen solutions are good in terms of future operation- and maintenance needs. To simplify this work one should develop supervisors. Many indications point towards that the government's priorities of operation- and maintenance needs is important in how the topic is emphasized in the planning process of the project.

Innhold

Forord	iii
Sammendrag	v
Summary	vii
Figurliste.....	3
Tabelliste	4
Vedlegg	4
1. Innledning.....	5
1.1. Problemstilling	5
1.2. Metode	6
1.3. Oppgavens oppbygging	8
1.4. Bruk av referanser	8
2. Generelt om rekkverk.....	9
2.1. Historisk utvikling	9
2.2. Bruk av rekkverk i dag.....	11
2.3. Rekkverkets egenskaper.....	12
3. Rekkverkstyper.....	15
3.1. Stålskinnerekkverk.....	15
3.2. Betongrekkverk.....	16
3.3. Wirerekkverk	16
3.4. Rørrekkverk	17
4. Stolpetyper	19
4.1. Trestolper	19
4.2. Plaststolper	19
4.3. Stålstolper	20
5. Andre kriterier for valg av rekkverkstype	21
6. Etterslep og tilskudd.....	23
6.1. Beregnet etterslep.....	23
6.2. Hellende rekkverk	24
6.3. Tilskudd til drift og vedlikehold	27
7. Rekkverkernes drift- og vedlikeholdsbehov	31
7.1. Stålskinnerekkverk.....	32

7.2.	Betongrekkverk.....	32
7.3.	Wirerekkverk	35
7.4.	Rørrekkverk	36
7.5.	Stolper	36
8.	Rekkverksender og -åpninger.....	38
8.1.	Rekkverksender.....	38
8.2.	Drifts- og nødåpninger	43
9.	Brøyteutfordringer	45
9.1.	Rekkverkets betydning for vinterdrift.....	45
9.2.	Bortkjøring av snø.....	50
9.3.	Brøytetette rekkverk.....	51
9.4.	Brøyteskader	51
9.5.	Vegskulderens påvirkning	58
10.	Drivsnø og snøskred	60
10.1.	Drivsnø	60
10.2.	Snøskred	63
11.	Vann, frost og tele	66
11.1.	Avrenning fra snø- og isranker.....	66
11.2.	Drenering.....	68
12.	Andre konsekvenser for drift og vedlikehold	70
13.	Avstand rekkverk – kantlinje.....	74
14.	Alternativer til rekkverk – utforming av sideterreng.....	81
15.	Drift og vedlikehold i planlegging- og prosjekteringsfasen	85
16.	Oppsummering – drøfting	89
17.	Mine anbefalinger og videre arbeid.....	98
	Litteraturliste	100

Figurliste

Figur 1 Krav til stabbesteiner etter gammel vegbyggingsteknikk. Kilde: Statens vegvesen, 1901.....	9
Figur 2 Vegarbeidere langs stabbesteiner på Vintraleå i Suldal fra ca 1926. Foto: Lars Gunnarson Aas, Ryfylkemuseet.....	10
Figur 3a Prinsippskisse for utførelse av stabbesteiner med jernrekke. Kilde: Statens vegvesen, 1901.....	10
Figur 3b Detaljtegning av utførelse av stabbesteiner med jernrekke. Kilde: Statens vegvesen, 1901.....	10
Figur 4 Parameterne L, T, A og S. Kilde: Statens vegvesen, 2011a.....	12
Figur 5 Arbeidsbredde (W) og deformasjonsbredde (D). Kilde: Statens vegvesen, 2011a.....	13
Figur 6 Wirerekkverk påmontert plashylse. Kilde: Statens vegvesen, 2006a.....	13
Figur 7 Dobbeltsidig stålskinnerekkverk. Kilde: www.vikorsta.no.....	14
Figur 8 Elementer i vegprofilet. Kilde: Statens vegvesen, 2011a.....	14
Figur 9 Standard W-formet stålskinne. Kilde: Statens vegvesen, 2006a.....	15
Figur 10 Plasstøpt betongrekkverk. Foto: Statens vegvesen, region sør.....	16
Figur 11 Wirerekkverk. Foto: Statens vegvesen, region sør.....	17
Figur 12 Rørrekkverk. Kilde: www.vikorsta.no.....	18
Figur 13 Bruddfunksjon for trestolper ved påkjørsel. Kilde: Statens vegvesen, 2006a.....	19
Figur 14 Bruddfunksjon for plaststolper ved påkjørsel. Kilde: Statens vegvesen, 2006a.....	20
Figur 15 Bruddfunksjon for stålstolper ved påkjørsel. Kilde: Statens vegvesen, 2006a.....	20
Figur 16 Rekkverk nær skråningstopp. Foto: Øystein Larsen, Statens vegvesen.....	24
Figur 17 Hellende rekkverk på E16 i Akershus. Foto: ViaPPS.....	25
Figur 18 Overkjørt rekkverk. Kilde: Statens vegvesen, 2002b.....	26
Figur 19 Bruk av flere rekkverkstyper innenfor et lite område. Foto: Lars Magnar Rønneid.	31
Figur 20 Betongrekkverk med igjengrodde dreneringshull. Foto: ViaPPS.....	33
Figur 21 Støping av nytt betongrekkverk utenpå det gamle. Kilde: Statens vegvesen, 2006b.	34
Figur 22 Overkjørbar rist for stikkrenneåpninger. Kilde: Federal Highway Administration, 2004.....	39
Figur 23 Gangåpning i rekkverket på E16 i Buskerud. Foto: ViaPPS.....	41
Figur 24 ABC-terminal. Kilde: www.vikorsta.no.....	42
Figur 25 ESPEN endeavslutning. Kilde: Statens vegvesen, 2006c.....	42
Figur 26 Støtputen QuadGuard. Kilde: www.euroskilt.no.....	42
Figur 27 Bruk av miniguards i nødåpning på E6 i Akershus. Foto: maps.google.com.....	44
Figur 28 Tandembrøyting. Foto: Anders Svanekil.....	47
Figur 29 Rekkverk mellom smalt fortau og veg. Foto: Almar Aronsen, Statens vegvesen.....	48
Figur 30 Brøytebil som skråkjører på grunn av for smalt fortau. Foto: Knut Opeide, Statens vegvesen.....	49
Figur 31 Brøytetett rekkverk. Kilde: www.vikorsta.no.....	51
Figur 32 Brøyteskadet stålskinnerekkverk. Kilde: Statens vegvesen, 2002b.....	52
Figur 33 Påmontert neoprenplate på plogvingen. Kilde: Statens vegvesen, 2002b.....	54
Figur 34 Støtpute på betongfundament som er høyere enn asfalt for øvrig. Kilde: Giæver m fl, 2006.....	57
Figur 35 Brøyteskadet betongrekkverk. Foto: Alex Klein-Paste.....	57

Figur 36 Kohlswarekkverk. Kilde: Roadex, 2001.....	61
Figur 37 Fonndannelse ved stålskinnerekkverk. Kilde: Thøring, 2009.	62
Figur 38 Dolly Parton-rekkverk ved Breisvedet. Kilde: Aas, 2012.	64
Figur 39 Avrenning fra isranke under midtrekkverk som har frosset. Kilde: ViaNova Plan og Trafikk AS, 2011.....	66
Figur 40 Standardforskjell mellom felt. Kilde: Giæver m fl, 2006.....	67
Figur 41 Isranke hindrer dreneringen. Foto: ViaPPS.....	68
Figur 42 Grunn sidegrøft, etter rekkverksnormalens krav, som har for liten kapasitet. Kilde: Norem, 2012.....	69
Figur 43 Høyvokst vegetasjon rundt rekkverk. Foto: Harald Sel.	70
Figur 44 Rekkverk som skaper veggeffekt. Foto: ViaPPS.....	71
Figur 45 Asfaltlegging rundt rekkverksstolper. Foto: Erling Grønsdal.	73
Figur 46 Forskjellige muligheter til rekkverks plassering etter svensk regelverk. Seksjon Utformning av vägar och gator, 2004b.	75
Figur 47 Relativ ulykkesrisiko som funksjon av helling på grøfteskråning. Kilde: Norem, 2012.	83
Figur 48 Sammenheng mellom ulykkesfrekvens, helling på grøfteskråning og ÅDT. Kilde: Lamm m fl, 1999 hentet fra Norem, 2012.....	83
Figur 49 Krav til sikkerhetsone i seks europeiske land. Kilde: Norem, 2012.	84
Figur 50 Hvordan rekkverk generelt påvirker drift og vedlikehold.	96
Figur 51 Fordeler og ulemper av ulike rekkverkstyper, stolper og elementer.....	97

Tabelliste

Tabell 1 Krav til sikkerhetsavstand (A) langs en veg, basert på ÅDT og fart. Kilde: Statens vegvesen, 2011a.	11
Tabell 2 Bruk av verbene skal, bør og kan. Myndighet til å fravike krav for riksveger i Håndbok 231. Kilde: Statens vegvesen, 2011a.	21

Vedlegg

Vedlegg 1: Oppgavetekst

Vedlegg 2: Intervjulist

1. Innledning

Rekkverk er objekter som settes opp langs vegen for å øke trafikksikkerheten. Mange norske veger er bygget i bratte fjell- og dalsider. For å hindre folk og kjøretøy i å havne utenfor vegen på farlige steder har en i mange århundre gjort former for sikkerhetstiltak der. Bruk av siderekkverk har vært viktig for å hindre utforkjøringsulykker. De senere årene har det blitt økt oppmerksomhet på midtrekkverk for å begrense antallet alvorlige møteulykker. Økt rekkverksbruk har bidratt til å redusere disse ulykkestypene. På grunn av de gode resultatene er det grunn til å anta at mengden rekkverk på det norske vegnettet vil fortsette å øke fremover.

Selv om rekkverkene har stor positiv nytte for samfunnet skaper de også en del utfordringer for driften av vegnettet, særlig om vinteren. De ulike rekkverkstypene byr på forskjellige utfordringer avhengig av design og plassering. Dette er imidlertid temaer som er lite belyst i norsk faglitteratur, og følgelig lite kjent utenfor det miljøet som til daglig driver med drift og vedlikehold. Det er som regel andre aktører som bestemmer utformingen av vegen og bruk av rekkverk. Dette taler for å samle erfaringene som finnes slik at de er lett tilgjengelige for beslutningstakerne som også kan ta med disse konsekvensene i sine vurderinger. Dette vil gi grunnlag for velge løsninger som i tillegg til å være trafikksikre også vil kreve mindre drift og vedlikehold, og således øke den totale nytten for samfunnet. Rekkverk er ikke det eneste vegobjektet som påvirker drift- og vedlikeholdsarbeid og -kostnader negativt. Mengden rekkverk på vegnettet tilsier imidlertid at det er store summer å spare ved å velge bedre løsninger.

1.1. Problemstilling

Formålet med oppgaven er å kartlegge alle relevante påvirkninger av rekkverk for drift og vedlikehold. Dette er verdifull erfaringskunnskap som vil kunne være viktig å samle og ta vare på. Det er forsøkt å innhente informasjon som kan belyse følgende spørsmål:

- Hvilke behov for drift og vedlikehold fører rekkverksbruk med seg?
- Hvordan påvirker de ulike rekkverkstypene, og plasseringen av rekkverket disse behovene?
- Hvordan gjennomføres drift og vedlikeholdet? Blir behovet dekket? Hvorfor blir det eventuelt ikke det?
- Medfører dagens gjennomføring andre konsekvenser? Hvordan blir disse håndtert?

- Er det steder det er særlig uheldig å bruke rekkverk? Kan situasjonen eventuelt løses på andre måter?
- Hvordan kan det legges til rette for at det velges løsninger som krever enklere og mindre drift og vedlikehold?

1.2. Metode

For å besvare problemstillingen er det tatt utgangspunkt i aktuell litteratur om temaet, og informasjon samlet gjennom intervjuer og samtaler med personer med tilknytning til drift- og vedlikeholdssektoren i Norge. Jeg har også fått tilgang til rapporter fra programmet Synergi over rapporterte uønskede hendelser som involverte rekkverk og brøyteutstyr. Programmet vil bli kort omtalt senere i oppgaven.

Det finnes lite stoff som belyser emnet, særlig i norsk faglitteratur. Problemstillinger knyttet til drift og vedlikehold er generelt lite skriftlig dokumentert, og av det som finnes er det sjelden mer enn et avsnitt eller to som omhandler rekkverk. Det aller meste av litteratur om rekkverk omhandler trafikksikkerhet. Vintersituasjonen i Norge er spesiell, og det er få land som har sammenlignbare erfaringer. Aktuell utenlandsk litteratur blir følgelig begrenset, og oppgaven er derfor i hovedsak basert på litteratur fra de nordiske landene, samt noe canadisk og amerikansk litteratur. For forhold som ikke påvirkes av vinteren er imidlertid litteratur fra andre land like relevant. Siden det finnes lite spesifikt om rekkverk har jeg innenfor noen temaer sett på drift og vedlikehold generelt, og forsøkt å relatere det til rekkverk spesielt der det er mulig.

I forbindelse med arbeidet med denne oppgaven har jeg foretatt intervjuer med personer jeg har blitt fortalt kan sitte med erfaringer og informasjon om denne oppgavens tema. Noen av dem har igjen foreslått andre personer. Intervjuene har vært åpne, uten faste spørsmål, og fungert som en kvalitativ datainnsamlingsmetode. Det er foretatt fem dybdeintervjuer, tre dyader (dybdeintervjuer med to personer) og et møte med en fokusgruppe med fire personer. Intervjuer med enkeltpersoner har gitt mulighet til å gå virkelig i dybden i personens spesialområde, mens fokusgrupper ga en mer uformell temadiskusjon der deltakerne kan ha påvirket og stimulert hverandre. Dyader ga anledning til å kombinere dette (TNS-Gallup AS, 2013).

Normalt har jeg startet intervjuene med noen åpne, generelle spørsmål om erfaringer rundt rekkverk og drift og vedlikehold, før spørsmålene har blitt peilet inn mot personens

spesialområder, og relevante erfaringer derfra. Flere av personene var tvilende til om de besatt nok kunnskap om temaet til at det var noen hensikt i at jeg intervjuet dem. Alle hadde imidlertid erfaringer og kunnskaper å bidra med som ville vært krevende å oppdrive på annen måte. De som har jobbet med drift og vedlikehold besitter gjerne mye erfaringsbasert kunnskap. Denne kunnskapen er vanskelig tilgjengelig for andre fordi det finnes lite litteratur på området. Slik erfaringskompetanse kalles også taus kunnskap. Den er ofte vanskelig å videreføre til andre fordi den best kan læres gjennom egne opplevelser og erfaringer (Nonaka og Takeuchi, 1995). I denne oppgaven er likevel målet å samle inn og forsøke å gjøre en del av den tause kunnskapen eksplisitt og tilgjengelig for flere.

Selv om kunnskapen blir gjort eksplisitt er det ikke sikkert den blir forståelig og nyttig for mottakeren. En kan bli fortalt at noe fungerer dårlig, men om en ikke forstår bakgrunnen og årsakene, vil en ikke klare å kjenne igjen problemet ved en lignende situasjon med litt endrete forutsetninger.

Liste over personer jeg har intervjuet og deres arbeidsgiver og stilling finnes i vedlegg 2. I tillegg har jeg diskutert enkelte problemstillinger og fått innspill og hjelp fra en del andre personer i Statens vegvesen, Vegdirektoratet, ViaNova og hos noen entreprenører. Flere intervjuer, særlig med vegplanleggere og entreprenører, ville selvsagt vært en fordel og hadde gitt et enda bredere grunnlag for videreformidling av erfaringer og kunnskap.

Jeg har valgt å ikke skille informasjon fra litteratur og den jeg har samlet gjennom intervjuer. Ofte overlapper denne informasjonen, og det kunne derfor blitt mange gjentakelser eller veldig oppstykket. Jeg har i stedet valgt å la informasjon fra alle kildene supplere hverandre innenfor de ulike temaene. Dette synes jeg gir det mest helhetlige bildet av erfaringene og kunnskapen jeg har samlet. Oppgavens form kan derfor beskrives som en monografi hvor forskjellige temaer blir beskrevet.

Innenfor de temaene det har vært naturlig har jeg tatt med noen betraktninger om trafiksikkerhet, men det har ikke vært et mål for oppgaven å belyse dette i større grad. Det er enkelte steder gitt overslag over kostnader, men det vil ikke bli behandlet mer inngående. Hvordan estetikk og naturmiljø påvirkes har heller ikke fått nevneverdig oppmerksomhet i oppgaven.

1.3. Oppgavens oppbygging

Kapittel 2 beskriver i korte trekk hvordan bruken av rekkverk har utviklet seg og brukes i dag. I kapitlet presenteres også hvordan rekkverkets egenskaper blir klassifisert.

Kapittel 3 og 4 beskriver de ulike rekkverk- og stolpetyperne som oppgaven omhandler.

I kapittel 5 presenteres de øvrige kriteriene for valg av rekkverkstype som rekkverksnormalen (Håndbok 231) stiller. Dette er kriterier som kommer i tillegg til de som er omtalt i kapittel 2.

Kapittel 6 tar for seg tilstanden til rekkverkene på det norske vegnettet og bevilgningene til drift og vedlikehold.

Drift- og vedlikeholdsbehovet til de ulike rekkverkstypene og -stolpene er presentert i kapittel 7. I kapittel 8 ser jeg på spesielle utfordringer rekkverksender lager og i kapittel 9 ser jeg på hvordan rekkverk påvirker brøyting.

Rekkverks betydning for spesielle forhold som drivsnø og snøskred er behandlet i kapittel 10. I kapittel 11 beskriver jeg hvordan vann, frost og tele påvirker drift og vedlikehold langs veger med rekkverk. I kapittel 12 presenteres enkelte andre konsekvenser rekkverk har for drift og vedlikehold.

Betydning av avstanden mellom rekkverk og kantlinje er behandlet i kapittel 13. I kapittel 14 presenteres hvordan utforming av sideterrenget kan være et alternativ til rekkverk. I kapittel 15 har jeg sett på i hvilken grad drift og vedlikehold blir vurdert i planlegging og prosjektering av vegprosjekter, og bakgrunnen for det.

I kapittel 16 oppsummerer jeg de viktigste momentene i oppgaven og drøfter kort noen av dem. I kapittel 17 følger mine anbefalinger og synspunkter om hvilket arbeid det er viktigst å starte med for at bruken av rekkverk i minst mulig grad skal påvirke drift og vedlikehold negativt i fremtiden.

1.4. Bruk av referanser

Referanser til litteratur er ført opp i teksten i formen (Forfatter, Årstall). Henvisninger til litteratur der forfatterens navn er flettet inn i teksten er skrevet ...Forfatter (Årstall)... Der jeg henviser til informasjon fra personlig kommunikasjon, oppgis personens, eventuelt personenes, etternavn uten etterfølgende årstall eller annet symbol. Detaljert informasjon om alle litteraturreferanser finnes i Litteraturlisten bakerst i oppgaven. Liste over personer jeg har intervjuet og deres arbeidsgiver og stilling finnes i vedlegg 2.

2. Generelt om rekkverk

2.1. Historisk utvikling

Rekkverk settes opp for å hindre at kjøretøy forlater vegen der det kan være farlig. Så lenge en har bygd veger har en forsøkt å sikre høye, bratte skråninger slik at kjøretøy og mennesker ikke skal komme utenfor. Stabbestein er blitt brukt til å sikre skråninger og på bruer i flere hundre år. Stabbestein defineres som store, jordfaste vegkantsteiner. Fra omtrent 1850 ble vegene bygd som chausseer, der stabbesteiner både skulle forhindre utforkjøringer og virke som et dekorativt element (Statens vegvesen, 2002a). Helt siden Magnus Lagabøters landslov i 1274 har staten gitt lover, regler og retningslinjer for hvordan veger skal bygges. Det var da bøndenes oppgave å holde vegene i stand, og lengden de var ansvarlig for var avhengig av størrelsen på gården. Lovens bestemmelser om vegene var i grove trekk gjeldende helt frem til 1824. Krav til stabbesteiner etter Vegvesenets normaler fra 1901 er gjengitt i figur 1.

Planeringens			Ret Linje og svag Kurve		Stærk Kurve		Stenenes minste	
Bygningsmaade	Høide i Meter	Tillægsbredde for Stabbene	Stenenes		Stenenes		Tykkelse	Bredde
			Høide i Meter	Afstand i Meter	Høide i Meter	Afstand i Meter		
Jette	1—2 m.	} 0,3 m. à 0,5 m.	0,60 à 0,70	3,0	0,70 à 0,80	2,00	} 0,30 m.	0,50 m
	2—4 »		0,70 à 0,80	2,0	} 0,80 à 0,90	1,50		
	over 4 »		0,80 à 0,90	1,5		1,00		
Maur	1—2 m.	} 0,5 m.	0,70 à 0,80	2,0	} 0,80 à 0,90	1,50	} 0,50 m.	0,50 m
	2—4 »		} 0,80 à 0,90	1,5		1,00		
	over 4 »			1,0		0,60		

Figur 1 Krav til stabbesteiner etter gammel vegbyggingsteknikk. Kilde: Statens vegvesen, 1901.

Figur 2 viser vegarbeidere langs stabbesteiner på Vintraleå i Suldal fra ca 1926.

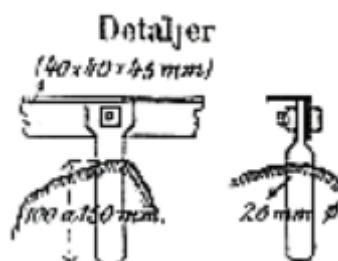


Figur 2 Vegarbeidere langs stabbesteiner på Vintraleå i Suldal fra ca 1926. Foto: Lars Gunnarson Aas, Ryfylkemuseet.

Bruk av stabbestein i kombinasjon med jernrekker på steder der det var behov for ekstra sikkerhet, eller på steder der det var vanskelig å få tak i nok egnete steiner, ble etter hvert vanlig. Disse kan minne en del om vegrekkverkene vi bruker i dag. Rene jernrekkverk ble også brukt. Figur 3a-b viser en prinsippskisse og en detaljtegning av hvordan stabbesteiner med jernrekker kan utføres. I tilhørende tekst kan en lese: «Hvor Hensyn til Færdselens Sikkerhed gjør det nødvendigt, anbringes Jernrækker ovenpaa Stabbestenene eller Jernrækværk. Dette kan ligeledes finde Sted, hvor Stabbestene vilde falde særdeles vanskelige at opdrive i fornødent Antal og Størrelse.» (Statens vegvesen, 1901).



Figur 3a Prinsippskisse for utførelse av stabbesteiner med jernrekke. Kilde: Statens vegvesen, 1901.



Figur 3b Detaljtegning av utførelse av stabbesteiner med jernrekke. Kilde: Statens vegvesen, 1901.

Fra midten av 1980-tallet kom det tydelige signaler fra politikerne om en høyere prioritering av stamvegnettet, og det ble oppmerksomhet om trafiksikkerhet. Bedre rekkverk var et viktig element i dette arbeidet (Statens vegvesen, 2002a).

2.2. Bruk av rekkverk i dag

Begrepet rekkverk omfatter i vegsammenheng normalt siderekkerverk, midtrekkverk og brurekkverk. De kan også bli omtalt som autovern. Det er i hovedsak disse rekkverkene som vil bli diskutert i denne oppgaven. Formålet med rekkverk er i første rekke å redusere skadeomfanget på mennesker og materiell ved utforkjøringsulykker. Møteulykker blir i denne sammenheng regnet som en type utforkjøringsulykke. Der det finnes ett eller flere faremomenter innenfor en definert sikkerhetssone, skal det settes opp rekkverk. Sikkerhetssonens bredde (S) settes ut fra trafikkmengde, fart, kurvatur, avstanden til motgående kjørefelt ved bruk av midtdeler og sideterrengets utforming eller innhold (Statens vegvesen, 2011a). Å kjøre på et rekkverk kan være farlig. Det skal derfor være ansett som farligere å kjøre av vegen enn å treffe rekkverket. Alternativ sikring eller fjerning av farer skal alltid vurderes. Faremomentene kan generelt deles inn i fire grupper; faste sidehindre, farlige skråninger, øvrige trafikanter og spesielle anlegg (Statens vegvesen, 2011a). Faremomentene og andre spesielle forhold kan gi tillegg eller fratrukk til sikkerhetsavstanden (A), som bestemmes av årsgjennsnitttrafikk (ÅDT) og fart på stedet etter Tabell 1.

ÅDT	Fartsgrense (km/t)			
	50*	60**	70 og 80	≥90
0-1500	2,5 m	3 m	5 m	6 m
1500-4000	3 m	4 m	6 m	7 m
4000-12000	4	5 m	7 m	8 m
>12000	5 m***	6 m***	8 m***	10 m***

* For gater og veger med en fartsgrense på 50 km/t og lavere, i byområder og tettsteder, gjelder tabell 2.2 kun for følgende forhold:

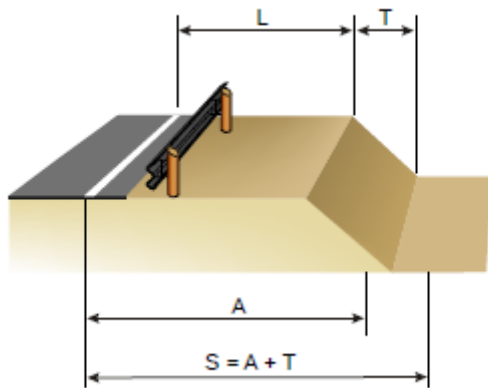
- Der det er krav til rekkverk på fyllinger/fallende terreng og stup iht. tabell 2.6 og tabell 2.7
- Tunnelmunning og innvendig tunnelhvelv som stikker ut fra tunnelveggen, og som har en farlig utforming.
- Veg eller gang- og sykkelveg som krysser under vegen.
- Jernbane eller T-bane som krysser under eller ligger parallelt med vegen
- Lekeplasser, barnehager og skolegårder
- Spesielle anlegg som drivstoffanlegg og vannreservoarer.

** Trær i alléer som står innenfor sikkerhetsavstanden i 60 soner kan etter nærmere vurdering stå i den ytre halvparten av sikkerhetsavstanden.

*** Gjelder bare for nybygg. For eksisterende veg benyttes verdier for ÅDT 4000-12000.

Tabell 1 Krav til sikkerhetsavstand (A) langs en veg, basert på ÅDT og fart. Kilde: Statens vegvesen, 2011a.

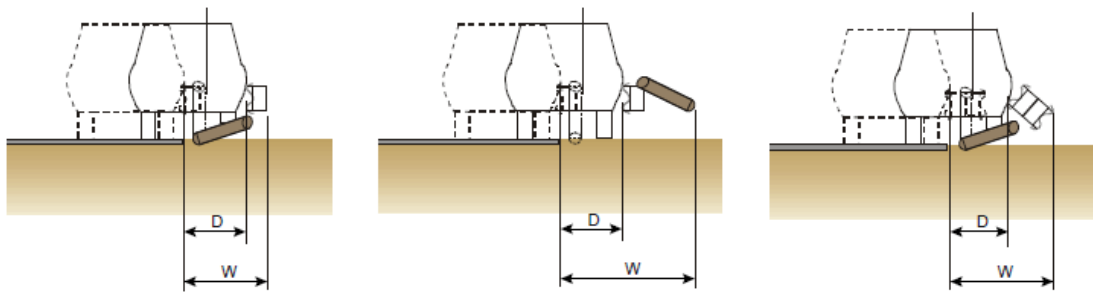
Dersom avstanden fra kjørebane kant til faremomentet (L) er mindre eller lik sikkerhetssonens bredde (S) gir dette behov for rekkverk på stedet. Sikkerhetsavstanden (A) og de eventuelle tilleggene (T) resulterer i kravet til sikkerhetssonens bredde (S), som vist i figur 4.



Figur 4 Parameterne L,T, A og S. Kilde: Statens vegvesen, 2011a.

2.3. Rekkverkets egenskaper

Det finnes rekkverk med flere ulike utforminger, og det brukes forskjellige materialer. Dette gjør at de ulike rekkverkene har forskjellige egenskaper. Rekkverkets egenskaper defineres offisielt av rekkverkets arbeidsbredde (W) og skaderisikoklasse (ASI). Arbeidsbredden er definert som "Working width", jf. NS-EN 1317-2, og er den maksimale avstanden mellom rekkverkets innerkant (forside) før en påkjørsel og dets bakkant under en påkjørsel (Statens vegvesen, 2011a). På grunnlag av arbeidsbredden deles rekkverkene inn i styrkeklasser. Skaderisikoklassen (ASI) beskriver ulykkens alvorlighetsgrad der verdien angir resultatanten av kjøretøyets retardasjon/akselerasjon i x-, y- og z-retning (Statens vegvesen, 2011a). Deformasjonsbredde (D) er også et vanlig mål for å klassifisere rekkverk og er definert som "Dynamic Deflection", jf. NS-EN 1317-2. Verdien er rekkverkets maksimale deformasjon ved påkjørsel, målt mellom rekkverkets forkant før påkjørsel og rekkverkets forkant under påkjørsel (Statens vegvesen, 2011a). Figur 5 viser ulike arbeidsbredder (W) og deformasjonsbredder (D) avhengig rekkverket oppførsel i en påkjøringssituasjon.



Figur 5 Arbeidsbredde (W) og deformasjonsbredde (D). Kilde: Statens vegvesen, 2011a.

Rekkverkets oppgave er å fange opp kjøretøy på avveie og føre det kontrollert tilbake til veien eller langs rekkverket til det stopper. Rekkverket skal være utformet og ha egenskaper som i en slik situasjon gir det og kjøretøy minst mulig skade. Tunge vogntog og lette motorsykler ferdes på de samme vegene og har ulike forutsetninger i en kollisjon. Riktig styrkeklasse på rekkverket bør derfor som hovedregel bli vurdert i sammenheng med hvor stor tungtrafikken er på strekningen.

Det finnes også spesialtilpasninger for å redusere skadeomfanget for motorsyklister ved en rekkverkskollisjon. Det vanligste tiltaket har vært å montere en plasthylse rundt rekkverksstolper med skarpe kanter eller utstikkende partier slik en ser i figur 6. Skadeomfanget i de fleste motorsykkellulykker der rekkverk er involvert kan reduseres om muligheten for at føreren treffer enkeltstolper fjernes. På flere strekninger med høy motorsykkeltrafikk prøves dette ut ved å montere plastskinner under rekkverkskinnene i farlige kurver.



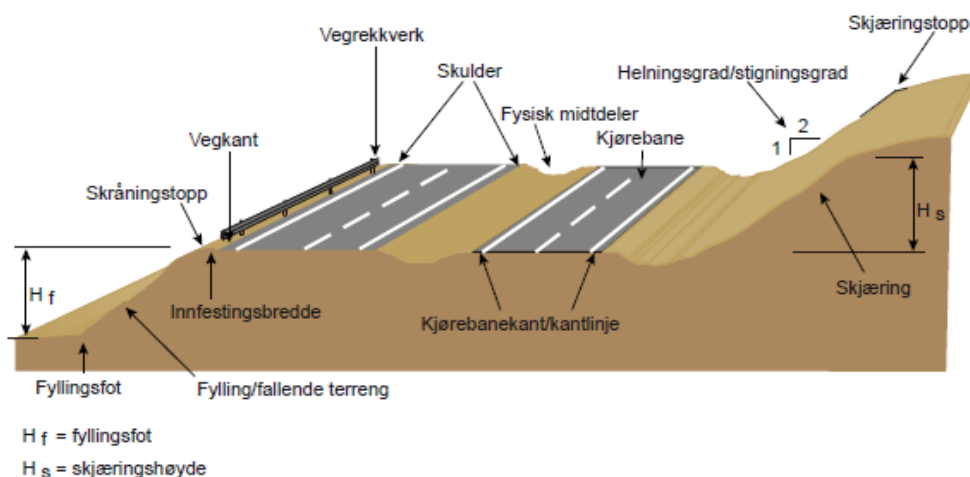
Figur 6 Wirerekkverk påmontert plasthylse. Kilde: Statens vegvesen, 2006a.

Siderekkerkverk står i ytterkant langs vegen eller som skille mellom veg og gang/sykkelveg (G/S-veg). Midtrekkverk kan enten bestå av kun ett rekkverk eller det kan stå på hver side av en midtdeler. I mange tilfeller kan siderekkerkverk brukes direkte som midtrekkverk. Noen typer rekkverk krever en dobbeltsidig rekkverksløsning, om det ikke brukes to enkeltsidige midtrekkverk, for at det skal være like trafikksikkert fra begge sider. Et eksempel på et dobbeltsidig rekkverk er vist i figur 7. Når rekkverk brukes mellom veg og G/S-veg må også dette sikres på baksiden om det har skarpe kanter eller utstikkende deler. Kravene til brurekkverk skiller seg fra kravene til midt- og siderekkerkverk på en del områder. Blant annet er kravene til arbeidsbredde og høyde langt strengere. I praksis brukes det derfor ofte andre typer rekkverk på bruer, eller kombinasjoner av forskjellige typer rekkverk.



Figur 7 Dobbeltsidig stålskinnerekkerkverk. Kilde: www.vikorsta.no.

I et vegprofil inngår mange elementer. Figur 8 viser en del begreper som kommer til å bli brukt videre i denne oppgaven.



Figur 8 Elementer i vegprofilet. Kilde: Statens vegvesen, 2011a.

3. Rekkverkstyper

De vanligste rekkverkstypene er stålskinnerekkverk, betongrekkverk, wirerekkverk og rørrykkverk. Trerekkverk er også i bruk en del steder, men vil ikke bli omtalt spesielt i denne oppgaven.

3.1. Stålskinnerekkverk

Stålskinnerekkverk er den rekkverkstypen det er klart mest av i Norge. Statens vegvesen har utviklet et stålskinnerekkverk som også omtales som Vegvesenets standard vegrekkverk.

Ettersom det er Vegvesenet som har utviklet det, kan det produseres av ulike produsenter såfremt de oppfyller krav til spesifikasjoner og kvalitet (Statens vegvesen, 2006a).

Vegvesenets standard vegrekkverk består av en W-formet skinne av stål S235 som er 310 mm høy og med 3 mm veggtykkelse (Statens vegvesen, 2006a). Hullavstandene i skinnen er slik at den kan brukes til både 1,0 m, 2,0 m og 4,0 m stolpeavstand. Standard W-formet stålskinne er vist i figur 9. Skinnen produseres både rett og kurvet, og med ulike endeavslutninger.

Vegvesenet har på sine hjemmesider en liste over godkjente rekkverk og nødåpninger (Statens vegvesen, 2012d). På listen står det 18 typer av Vegvesenets standard stålskinnerekkverk med varierende stolpetyper og -avstand, styrkeklasse, arbeidsbredde, stivhetsklasse, deformasjonsbredde og skadeklasse



Figur 9 Standard W-formet stålskinne. Kilde: Statens vegvesen, 2006a.

Det finnes også andre typer stålskinnerekkverk langs vegene. Vegvesenet presenterer på sine hjemmesider 10 forskjellige godkjente typer. Mange av typene finnes også tilgjengelige i flere forskjellige styrkeklasser.

En av de vanligste forskjellene mellom ulike stålskinnerekkverk er at bredden på skinnen varierer. I Roadex-prosjektet¹ opereres det med en normal bredde på W-skiner fra 230-320 mm (Roadex, 2001). I Sverige er Kohswa-skinen veldig populær. Det er en smalere variant med kun 160 mm bred skinne. Den er også prøvd ut i Norge, men er blitt lite brukt.

3.2. Betongrekkverk

Betongrekkverk kan enten plasstøpes eller settes opp av prefabrikkerte elementer. Et plasstøpt betongrekkverk vil være helt stivt, og dermed ikke ha noen deformasjonsbredde. Et eksempel på et plasstøpt rekkverk er vist i figur 10. Betongelementrekkverk vil derimot ha noe utbøying i bakkant ved påkjørsel. Betongrekkverk skal ha en høyde over overkant asfalt på minimum 800 mm (Statens vegvesen, 2011a). Betongkvaliteten er viktig for at rekkverkets egenskaper skal opprettholdes gjennom hele levetiden. Utformingen av betongrekkverkene skal etter dagens krav være slik at biler ikke kan klatre oppover rekkverket. Det fører til at noen av typene som er på vegnettet i dag ikke er godkjent for nyoppsetning. 26 forskjellige typer betongelementrekkverk er presentert på Vegvesenets hjemmesider. De mest synlige variasjonene er elementenes lengder og form. I tillegg er det listet opp fem typer godkjente plasstøpte betongrekkverkstyper. To av disse er registrert som Vegvesenets standardrekkverk slik at alle leverandører kan produsere dem.



Figur 10 Plasstøpt betongrekkverk. Foto: Statens vegvesen, region sør.

3.3. Wirerekkverk

Wirerekkverk har to til fire kabler som er festet i stolper. Et eksempel på wirerekkverk er vist i figur 11. Stolpenes utforming er veldig viktig fordi de er bredere enn kablene. Når en

¹ Roadex-prosjektets mål var å utveksle erfaringer og praksis for vedlikehold på det lavtrafikkerte vegnettet i de tynt befolkede nordlige regionene i Europa. Underprosjekt B tok for seg vinterdrift i de nordlige regionene i Norge, Sverige, Finland, Island og Skottland og ble ferdigstilt i 2001.

reparerer eksisterende wirerekkverk monteres det derfor runde stolper som er bedre både for trafikksikkerheten og driftsmessige forhold. Wirerekkverk kan ikke brukes i skarpe kurver fordi strekket i wirene lett kan få stolpene til å legge seg ned, og i innerkurver vil det ikke ha mothold.

Nyoppsetning av wirerekkverk er per dags dato ikke tillat i Norge etter vedtak av samferdselsministeren i 2006. Vegdirektoratet anbefalte i 2012 at forbudet oppheves begrunnet i at wirerekkverk ikke har gitt økt alvorlighetsgrad på ulykkene for noen trafikantgruppe. På bakgrunn av at Vegdirektoratet anbefaler at det tillates igjen, og at de som allerede er satt opp må driftes og vedlikeholdes, har jeg valgt å ta med wirerekkverk på lik linje med de andre rekkverkstypene i denne oppgaven.



Figur 11 Wirerekkverk. Foto: Statens vegvesen, region sør.

3.4. Rørrekkverk

Rørrekkverk brukes stadig mer, trolig på grunn av den åpne utformingen som er fin estetisk og gir god sikt som vil være en fordel for mange forhold. Vegvesenet har ikke utarbeidet en standard for rørrekkverk og dette har trolig medvirket til at det finnes mange varianter. 15 forskjellige godkjente stålrørrekkverk er presentert på Vegvesenets hjemmesider. I tillegg er mange av de 19 godkjente midtrekkverkstypene også rørrekkverk. Mange av stålrørrekkverkene består av to ganske tynne stålrør montert under hverandre slik en ser på figur 12. Flere av midtrekkverkene er derimot utformet med kun ett, men noe større, rør. Formen på disse midtrekkverkene varierer fra sirkel og ellipse, til firkantet.



Figur 12 Rørrekkverk. Kilde: www.vikorsta.no

4. Stolpetyper

Bortsett fra betongrekkverk monteres alle rekkverk på stolper. I Norge er ulike former av tre-, stål og plaststolper godkjent til bruk i rekkverk. Avstanden mellom stolpene kan variere fra 1 til 4 m. Sammen med materialet i stolpene er avstanden en viktig faktor for stivheten til rekkverket. Med samme stolpeavstand gir stålstolper det stiveste rekkverket, mens plaststolper gir det mykeste. Ved montering sammen med Vegvesenets standardrekkverk skal stolpene stå 750 mm over vegbanen, og stikke 20 mm over skinnen (Statens vegvesen, 2006a). De skal monteres med en innfestingsbredde, avstand fra bakkant stolpe til skråningstopp, på minimum 0,40 m.

4.1. Trestolper

Trestolper skal være av furu og impregnert, inntil videre med CCA(kromert kobberarsenat) eller kreosot. Den standarden Vegvesenet benytter har en diameter på 140 mm og en lengde på 2,0 m (Statens vegvesen, 2006a). Avhengig av monteringsmåte er noen rett avskåret, mens andre er formet som en spiss de nederste 30 cm. Stolpene skal skråskjæres på toppen for å bedre vannavrenning og øke levetiden. Trestolper skal ikke nyoppsettes i midtdeler. Dersom trestolper skal brukes nært der det normalt ferdes myke trafikanter, skal det monteres en plasthylse over stolpen. Ved påkjørsel skal plasthylsen forhindre at tresplinter kan bli kastet av gårde. Trestolpen skal ved påkjørsel brekkes av slik figur 13 viser.

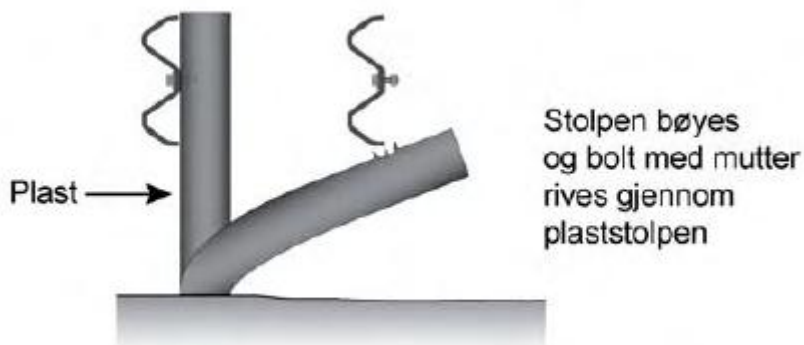


Figur 13 Bruddfunksjon for trestolper ved påkjørsel. Kilde: Statens vegvesen, 2006a.

4.2. Plaststolper

Plaststolper er laget av polyetylen. Vegvesenets standardmål har en diameter på 140 mm og en veggtykkelse på 14 mm og lengde 2,0 m (Statens vegvesen, 2006a). Plaststolpen tåler ikke store slagkrefter og må derfor monteres ved hjelp av en stålhylse. Når stålhylsen fjernes skal tomrommet den etterlater fylles med singel, og inne i plaststolpen skal det også fylles opp

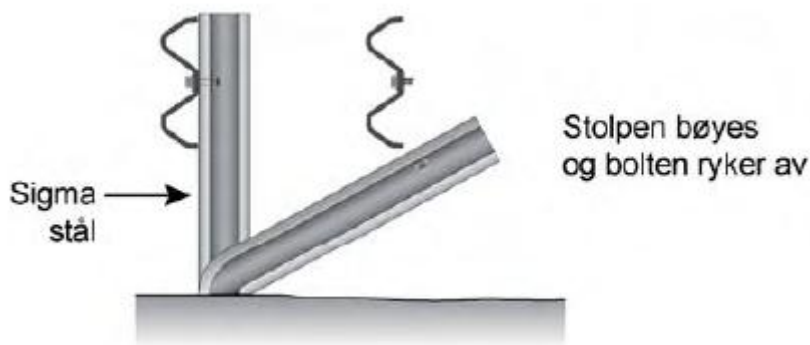
med minimum 0,2 m singel. Ved påkjørsel skal stolpen bøyes og bolt med mutter rives gjennom plaststolpen som vist i figur 14.



Figur 14 Bruddfunksjon for plaststolper ved påkjørsel. Kilde: Statens vegvesen, 2006a.

4.3. Stålstolper

Stålstolper som brukes som standard for vegrekkverk har et sigmaformet tverrsnitt og betegnes ofte som sigmastolper. Stolpene har en bredde på 55 mm og en høyde på 100 mm, mens lengden er 1950 mm (Statens vegvesen, 2006a). Stolpene monteres i hull i bakken som etterfylles med singel. Sigmastolpene skal monteres slik at den svakeste aksen er i fartsretningen. Dette gjør at stolpen enkelt bøyes mot bakken ved en påkjørsel, samtidig som boltene skinnen er festet i slås av, slik som figur 15 viser.



Figur 15 Bruddfunksjon for stålstolper ved påkjørsel. Kilde: Statens vegvesen, 2006a.

5. Andre kriterier for valg av rekkverkstype

I rekkverksnormalen, Håndbok 231, kapittel om valg av rekkverkstype står det at i tillegg til styrkeklasse, arbeidsbredde eller deformasjonsbredde og skaderisiko skal også økonomi, miljø, vedlikeholdsvennlighet og estetikk vektlegges i vurderingen mellom de ulike rekkverkstypene som tilfredsstillende de grunnleggende kravene. Det er lagt til grunn at beregnet levetid for et vegrekkverk skal være minimum 30 år, mens det for et brurekkverk kreves minimum 50 år (Statens vegvesen, 2011a).

Det er i underkapitlene fremholdt at ettersom rekkverk er synlige visuelle elementer i det fysiske miljøet må rekkverk som velges være tilpasset omgivelsene. Det *skal* stilles spesielle krav til god arkitektonisk utforming, spesielt i byer og tettbygde strøk. Videre står det at det *bør* legges stor vekt på estetisk god utførelse og detaljering for rekkverkstyper der gående og syklende ferdes. I Vegvesenets håndbøker har de tre verbene *skal*, *bør* og *kan* spesiell betydning i form av hvem som har myndighet til å fravike slike krav for riksveger, som vist i Tabell 2.

Verb	Betydning	Myndighet til å fravike krav for riksveg
Skal	Krav	Kravene fravikes av Vegdirektoratet. Søknad om fravik skal begrunnes.
Bør	Krav	Kravene kan fravikes av Regionvegkontoret. Søknad om fravik skal begrunnes, og Vegdirektoratet skal ha melding med mulighet til å gå mot dispensasjonen innen 3 uker (6 uker i perioden 1. juni til 31. august).
Kan	Anbefaling	Kan fravikes etter faglig vurdering uten spesielle krav til godkjenningsrutiner. Regionvegsjefen informeres.

Tabell 2 Bruk av verbene skal, bør og kan. Myndighet til å fravike krav for riksveger i Håndbok 231. Kilde: Statens vegvesen, 2011a.

Miljøkapittelet i rekkverksnormalen presiserer at ved valg av rekkverk *skal* det gjøres livsløpsvurderinger og miljøvurderinger. Miljøaspektene som en *bør* ta hensyn til omfatter støyreleksjon i tettbygde områder, materialenes miljøpåvirkning gjennom hele livsløpet, barriereeffekt av lange og tette rekkverk i områder med sårbart dyreliv (for småvilt og amfibiedyr) og stedlige værforhold som vind og snømengde.

Underkapittelet om vedlikehold fremholder at det *skal* vektlegges at reservedeler kan skaffes på en hurtig og problemfri måte. Rekkverksleverandøren *skal* sannsynliggjøre at reservedeler kan skaffes i løpet av kort tid (ikke mer enn 1 uke). Videre står det at dersom et rekkverk krever mer vedlikehold enn andre rekkverk, *skal* dette tas med i vurderingen når rekkverkstype velges.

Senere i rekkverksnormalen står det at ved valg av rekkverk er det meget viktig at vedlikeholdskostnadene tillegges stor vekt. Det *bør* velges rekkverk som medfører lave kostnader ved reparasjon etter påkjørsel, som i liten grad skades av snøploger ved brøyting og som har god styrke overfor snøbelastning.

Å finne ut hvilke rekkverk som krever mer vedlikehold enn andre er imidlertid ikke lett. Ved forslag om spesialløsninger er det vanlig at planleggerne undersøker og vurderer om det kan medføre ekstrakostnader for drift og vedlikehold før en eventuelt godkjenner det. Når det derimot er snakk om de vanlige typene rekkverk; betong, rør, stålskinne og wire, er det vanlig at planleggerne antar at de har tilnærmet de samme vedlikeholdskostnadene. Noe annet kommer heller ikke frem i Vegvesenets håndbøker, normaler eller andre steder det vil være naturlig å se etter informasjon om rekkverk.

Vedlikeholdskostnadene påvirkes av flere faktorer enn rekkverkstype. Det gjør det vanskelig å lage en enkel oversikt. Etter bare en liten kontakt med kjøretøy behøver wirerekkverk vedlikehold for at det skal opprettholde trafikksikkerhetseffekten. Betongrekkverk tåler veldig mye kontakt før reparasjoner blir nødvendig. Avstanden fra kjørebane kant til rekkverket og kjørebanens bredde vil derfor være avgjørende for hvor mye vedlikehold som kreves for et wirerekkverk, mens det er mindre viktig for et betongrekkverk. Vedlikeholdskostnaden for et wirerekkverk som midtrekkverk vil sannsynligvis være veldig forskjellig om det er plassert midt på en bred midtdeler langs en motorveg med god geometri og mange felt, eller om det står med minimumsavstand til trafikken på en smal tofeltsveg. Dette medfører at det ikke vil holde å lage én tabell over gjennomsnittlig vedlikeholdskostnader for ulike rekkverkstyper. En slik tabell vil kunne gi et riktig beslutningsgrunnlag i mange situasjoner. Det bør likevel være mulig å komme med noen generelle vurderinger og anbefalinger om hvilke rekkverkstyper som vil være å foretrekke, eller hvilke en bør unngå, i ulike situasjoner.

Statens vegvesen, region sør, jobber med å utarbeide en samlet vurdering av de ulike rekkverkstypene, både som side- og midtrekkverk. Grette har gitt meg mulighet til å se på det foreløpige arbeidet. Alle rekkverkstypene skal vurderes innenfor investering, drift, estetikk og naturmiljø. Innenfor hver av de fire gruppene skal flere forhold kort vurderes. De ulike punktene skal gi grunnlag for en total karakter for hver av de fire undergruppene, som til slutt skal gi grunnlag for en samlet total karakter for hver av rekkverkstypene. Når oversikten blir ferdig kan den bli et godt hjelpemiddel for å vurdere konsekvensene av valg av rekkverkstype for ulike vegstrekninger.

6. Etterslep og tilskudd

Vedlikeholdsetterslepet på rekkverk er meget stort mange steder i Norge.

Trafikksikkerhetsinspeksjoner (TS-inspeksjoner) finner mange feil og mangler på rekkverk (Statens vegvesen, 2007). Tilskuddene til drift og vedlikehold har lenge vært mye lavere enn behovet. Dette har resultert i at det er prioritert nødvendige oppgaver som er mer synlig enn rekkverksetterslep. En del steder er rekkverk satt opp uten at terrenget og grunnen er god nok til at rekkverket vil opprettholde sin funksjon gjennom hele levetiden.

6.1. Beregnet etterslep

Det er krav om at vegrekkverk skal ha en levetid på 30 år. Det finnes imidlertid ingen oversikt over aldersfordelingen på rekkverk i Norge. Det er derfor vanskelig å si noe nøyaktig om hvor stor andel som vil ha fornyelsesbehov de nærmeste årene. Det er heller ikke mulig å si hvordan fornyelsesbehovet vil utvikle seg med økt bruk av rekkverk.

MOTIV-modellen² for rekkverk omfatter reparasjoner på rekkverk på grunn av skader og høydejustering samt avskrivnings- og fornyelseskostnader (Statens vegvesen, 2003). I Vegkapitalprosjektets rapport fra 2003 ble det, ved å sammenligne beregnet behov og registrert forbruk, beregnet at det gjennomføres tiltak tilsvarende skadereparasjoner og høydejustering. Det er da ikke noe igjen til avskrivnings- og fornyelseskostnader. Disse kostnadene vil dermed tilsvare etterslepet på riksvegnettet. På grunn av den manglende aldersfordelingen på rekkverk er det vanskelig å anslå kostnadsetterslepet direkte ut fra rekkverksdata. I Vegkapitalprosjektet valgte de derfor i stedet å gå veien om totaletterslepet som ble kartlagt for hovedprosess 7, vegutstyr og miljøtiltak. Dette tallet har blitt justert for prisindeks før en har trukket fra estimater for de andre objektene som inngår i den prosessen. En ble da sittende igjen med et estimat på 475 millioner kroner i etterslep for rekkverk på riksvegnettet pr 31.12.2002. I prosjektet anslo en videre at dette tilsvarte at om lag 1900 km rekkverk burde vært fornyet, noe som tilsvarte ca 20 % av den totale rekkverksslengden på det tidspunktet. 36 % av etterslepet var på stamvegnettet, mens 64 % var på det øvrige riksvegnettet. Etterslepet var størst i Hordaland og Nordland på drøyt 47 millioner hver, mens det var minst i Oslo, Vestfold og Østfold på under 10 millioner hver (Statens vegvesen, 2003).

² MOTIV er et dataprogram og et formelverk som inneholder modeller for alle objekt Statens vegvesen har ansvar for. For hver vedlikeholdsoppgave kan MOTIV beregne gjennomsnittskostnader som produkt av mengde, enhetspris og antall tiltak, mens noen tiltak beregnes fra mengde og årspris. MOTIV henter de aller fleste mengdene fra Nasjonal VegDataBank (NVDB), mens noen få blir beregnet ut fra andre registrerte data for vegnettet (Samferdselsdepartementet, 2009).

6.2. Hellende rekkverk

Mange steder er rekkverket så dårlig at det ikke lenger øker sikkerheten. Om en ser bort fra skader etter påkjørsler, er de viktigste årsakene til vedlikeholdsbehov at rekkverksstolpene siger utover, eller at rekkverket blir for lavt etter at vegkanten er blitt rettet opp eller en reasfaltering. Når rekkverket er utbøyd mer enn 10 cm eller når det er blitt 10 cm lavere enn opprinnelig høyde, skal det rettes opp (Aurstad m fl, 2011).

Kravet til innfestingsbredden på et rekkverk er 40 cm avstand fra bakkant stolpe til skråningstopp. Det er tillat å plassere rekkverk i skråningen om skråningen har fall på 1:5 eller slakere. Rekkverket kan plasseres inntil 75 cm fra skråningstoppen. I spesielle tilfeller er det også tillat å plassere rekkverk i skråninger med fall 1:3-1:4 (Statens vegvesen, 2011a). Flere steder det er satt opp rekkverk har det ikke vært plass til en innfestingsbredde på 40 cm uten å utføre tiltak som skråningsutslaking eller breddeutvidelse, eller sette opp rekkverket inne på vegbanen. Rekkverket står derfor mange slike steder mye nærmere skråningstopp enn tillat, noe som kan medføre problemer, for eksempel slike som vist i figur 16.



Figur 16 Rekkverk nær skråningstopp. Foto: Øystein Larsen, Statens vegvesen.

En del steder er heller ikke grunnen god nok til at en kan forvente at rekkverket, selv om det unngår påkjørsler, skal stå i minimum 30 år selv om en bruker minimumskravet til innfestingsbredde. Når stolpene står i jordmaterialer så nær en skråningstopp vil det naturlig bli noe utvasking av materialer. Det kan medføre at stolpene siger utover og rekkverket begynner å helle. Et eksempel på et slikt hengende rekkverk er vist i figur 17. I kurver der vegbanen ligger med ensidig fall, og særlig under kraftig regnvær, kan mye materiale bli vasket bort. Ifølge Grette kan bruk av fresemasser av asfalt rundt stolpene, i stedet for singel, minske dette problemet noe.



Figur 17 Hellende rekkverk på E16 i Akershus. Foto: ViaPPS.

Dårlig arbeid da rekkverksstolpene ble satt opp kan i mange tilfeller være grunnen til at de etter hvert får for dårlig feste. Enten i form av at stolpene ikke ble drevet langt nok ned i grunnen eller at komprimeringen av massene rundt stolpene ble utført for dårlig.

Retningslinjene for utstyr som skal brukes til montering og komprimering rundt forskjellige typer stolper ble derfor spesifisert i veiledningen eller selve rekkverksnormalen da den kom ut i ny utgave i desember 2011(Statens vegvesen, 2002b).

Hellende rekkverk vil være mindre trafiksikkert enn det som oppfyller kravene. Mangel på sidefeste gjør at rekkverket ikke klarer å stå i mot ved en litt kraftig påkjøring.

Rekkverkskinnen vil ikke klare å holde den riktige høyden slik at det holder kjøretøyet inne på vegen. I stedet vil rekkverket kunne bli overkjørt, slik en ser på figur 18, og kjøretøyet vil fortsette utfor en eventuell skråning.



Figur 18 Overkjørt rekkverk. Kilde: Statens vegvesen, 2002b.

Hengende rekkverk vil også øke muligheten til at skjæret til brøytebiler kan kutte rekkverksstolpene. For å unngå dette, og fordi hengende rekkverk tåler mindre enn når det står riktig, vil brøytebilene prøve å holde noe mer avstand til et hellende rekkverk. Dette vil føre til dårligere brøyting i form av en snøkant innenfor rekkverket. Snøkanten kan skape flere problemer i form av smalere veg og mer avrenning inn på vegen. Avrenningen kan igjen fryse på og gi glatt vegbane. Disse problemene er diskutert nærmere i kapittel 11. Snøbelastningen på rekkverket vil i tillegg gi rekkverket ytterligere påkjenninger som gjør det i enda dårligere forfatning.

Det store etterslepet i vedlikehold av rekkverk medfører at mange ikke er i forskriftsmessig stand. Dette utgjør også et problem i forhold til bevisførsel i forsikringsoppgjør etter småpåkørsler. Ifølge flere byggeledere jeg har snakket med mener forsikringsselskapene ofte at skadene skyldes dårlig vedlikehold eller stammer fra brøyteskader. Det er dermed ikke forsikringsselskapene som er ansvarlige for å dekke skadene økonomisk. Entreprenørene skal derfor kunne dokumentere et skadested med bilder fra før og etter en påkjørsel, men ofte er bildene tatt i mørket og medfører at situasjonen fortsatt er uklar. Det brukes til dels meget

store ressurser på dette arbeidet, ifølge byggeleiderne. Dette er ressurser som i stedet kunne vært brukt til forbedring av rekkverkssituasjonen.

Erstatningsoppkjørene fra forsikringsselskapene skal dekke den aktuelle skaden. Når et hengende rekkverk blir påkjørt, blir det ofte bare reparert tilbake til svekket standard. Hvis rekkverket på begge sider av skadestedet henger, er det ikke mulig å kun rette opp de skadde stolpene. Når en først skal gjøre reparasjonsarbeid et sted, og en i tillegg får noe tilskudd i form av forsikringspenger, vil det selvsagt være fordelaktig å rette opp hele rekkverket som har for dårlig standard. Dette er det imidlertid ofte ikke midler til. Ifølge byggeleiderne Hoven og Solem er det først når 1/3-1/4 av rekkverket er revet ned av påkjørselen at man vurderer nærmere om det er mulig å finne midler til å oppgradere hele rekkverket.

Reparasjoner av hengende rekkverk blir fort en salderingspost ifølge Lindland, ettersom det ikke er noe som trafikantene opplever som et stort problem. Det er generelt lite kunnskap blant trafikantene om hvor mye mindre sikkert et hengende rekkverk er, enn et som oppfyller kravene. Andre typer drift og vedlikehold har et mye synligere behov og får dermed større press på at det må utføres. En må bruke penger på snørydding, og etter en snørik vinter vil det ofte ikke være mye penger igjen på drift- og vedlikeholdsbudsjettet til oppgaver som å rette opp skader på rekkverk ifølge Lindland. En snørik vinter vil i tillegg som regel skape økt vedlikeholdsbehov for rekkverkene og dermed gjøre vedlikeholdsbehovet enda større.

6.3. Tilskudd til drift og vedlikehold

Ifølge Saltnes er en av hovedgrunnene til at vedlikeholdsetterslepet har blitt så stort at tildelingene av midler til drift og vedlikehold ligger på 60-70 % av det som er kalkulert nødvendig gjennom kostnadsmodellen MOTIV. Ifølge Nasjonal transportplan (NTP) 2010-2019 skal drift og vedlikeholdsmidler til øvrige riksveger fordeles etter MOTIV-modellen (Samferdselsdepartementet, 2009). I NTP 2014-2023 blir det innrømmet at vedlikeholdsbehovet var høyere enn det som var anslått i NTP 2010-2019. Derfor har bevilgningene til drift og vedlikehold til Statens vegvesen og Jernbaneverket i 2010-2013 ligget betydelig over nivået som ble fremlagt i NTP 2010-2019 (Samferdselsdepartementet, 2013). Målsettingen med disse økte bevilgningene var at vedlikeholdsetterslepet ikke skulle øke. I vegsektoren skal vedlikeholdet i 2011 ha ligget på et nivå som da ble vurdert å tilsvare behovet, mens nye beregninger utført i arbeidet med NTP 2014-2023 viser at nivået i vegsektoren må økes om ikke forfallet skal øke.

I Sverige valgte myndighetene i 2007 å øke vedlikeholdsbudsjettet med 100 MSEK, uten at totalpotten til vegsektoren ble økt noe særlig. Dette var en budsjettprioritering som ble gjort fordi en så at vedlikeholdsetterslepet var meget stort. Det hadde særlig økt etter stormen «Gudrun» sine herjinger i 2005. Svenske myndigheter anså det som viktigere å ta igjen en del av etterslepet enn å tilføre midler til nye investeringer. Dette ble oppfattet som en riktig prioritering og myndighetene videreførte derfor denne trenden. I 2008 satte de av 815 MSEK til vedlikehold i vegsektoren, mens kun 385 MSEK ble avsatt til nye investeringsprosjekter (Karim, 2008).

Selv om en hovedstrategi i NTP 2014-2023 er økt prioritering av drift og vedlikehold, og dette får bred støtte i høringsuttalelsene, blir det understreket fra flere hold at det er helt uaktuelt at det skal gå på bekostning av gjennomføring av allerede vedtatte investeringsprosjekt (Samferdselsdepartementet, 2013). Dette betyr at selv om drift og vedlikehold blir prioritert sterkere, blir investeringsprosjekter prioritert minst like høyt. Dette viser seg igjen i at i perioden 2002-2013 økte bevilgningene til veginvesteringer med 105 %, mens bevilgningene til drift og vedlikehold i samme periode økte med 56 % (Samferdselsdepartementet, 2013). Tendensen med større økninger i bevilgninger til investeringsprosjekter i forhold til drift og vedlikehold, ser ikke ut til å endre seg i denne planperioden heller, på tross av regjeringens uttalelser om hvor viktig prioritering av drift og vedlikehold er. For veg og jernbane skal de samlede bevilgningene til drift og vedlikehold økes med 29 % i forhold til videreføring av nivået i saldert budsjett i 2013. Dette tilsvarer en økning på over 40 milliarder kroner i planperioden. Investeringspostene på veg og bane vil imidlertid økes med 63 % i forhold til videreføring av nivået i saldert budsjett 2013. Dette tilsvarer en årlig gjennomsnittlig økning på 10,4 milliarder kroner, altså over 100 milliarder kroner i løpet av planperioden (Samferdselsdepartementet, 2013). Økningen til drift og vedlikehold på veg alene ligger dessuten lavere enn den samlede økningen for veg og jernbane. Det årlige gjennomsnittlige nivået til drift og vedlikehold av veger ligger om lag 19 % høyere enn nivået i saldert budsjett 2013, noe som tilsvarer et årlig gjennomsnittlig nivå på 1,68 milliarder kroner. Midlene på denne posten skal i tillegg til drift og vedlikehold av riksveger benyttes til overordnet ledelse og strategisk planlegging, trafikant- og kjøretøytilsyn, forvaltning av riksveger, statens utgifter til felles vegadministrasjon av riks- og fylkesveger, samt forskning og utvikling.

Regjeringen vurderer at fylkeskommunene ikke vil være i stand til å ta igjen vedlikeholdsetterslepet på fylkesvegnettet på egen hånd. Derfor vil rammetilskuddet til

fylkeskommunene bli styrket med inntil 10 milliarder kroner for perioden fordelt på 2,75 milliarder kroner den første fireårsperioden og 7,25 milliarder kroner den siste seksårsperioden (Samferdselsdepartementet, 2013). Ut i fra de økte bevilgningene legger regjeringen til grunn at veksten i forfallet på vegnettet vil stoppe tidlig i planperioden, og reduseres i løpet av planperioden. Et langsiktig mål om å fjerne eksisterende forfall vil gradvis føre til at vegene får et nivå som er i tråd med kravene i vedlikeholdsstandarden samt gi positive virkninger og forbedret oppnåelse av hovedmålene knyttet til trafikksikkerhet, fremkommelighet, miljø og universell utforming (Samferdselsdepartementet, 2013).

Et annet problem er at mange mindre tiltak for å oppgradere vegstrekninger tar for lite hensyn til helheten. Mange små bevilgningspotter bidrar til dette problemet ifølge Iversen og Nygård. Når en for eksempel skal gjennomføre et forsterkningstiltak på en veg vil en som regel kun fokusere på selve vegkroppen. Som oftest vil en kun bygge forsterkningen opp fra den eksisterende vegen slik at den nye og forsterkede vegen blir smalere. Om en tidligere hadde et velfungerende rekkverk langs denne vegen, har en nå sannsynligvis et alt for lavt et som ikke tilfredsstiller de sikkerhetskravene som stilles. Samme problem får en etter flere omganger med nylagt asfalt om ikke den gamle asfalten freses bort først. Når ulike instanser har ansvar for de forskjellige oppgavene, og de får bevilget hver sin pott, fører dette ofte til dårlig samkjøring og helhetstenking.

Ettersom bruken av rekkverk tydelig øker, vil etterslepet bare eskalere om det ikke prioriteres med økte bevilgninger. I løpet av 2010-2013 vil det bli bygd midtrekkverk på 110 km riksveg i tillegg til 60 km med møtefri firefeltsveg. Det medfører at det fra 2014 vil være omtrent 770 km møtefri veg på riksvegnettet (Samferdselsdepartementet, 2013). Begrepet møtefri veger omfatter firefeltsveger og to- og trefeltsveger med midtrekkverk. Et viktig tiltak i NTP 2014-2023 er å bygge midtrekkverk på to- og trefeltsveger. Det skal i løpet av planperioden bygges 400 km midtrekkverk på to- og trefeltsveger på riksvegnettet. Særlig strekningen mellom Oslo og Trondheim, inkludert tilknytninger, vil få mange nye kilometer med midtrekkverk. Det pågår samtidig et arbeid med å endre vegnormalens bestemmelser om midtrekkverk. Endringen går ut på at det skal monteres midtrekkverk på alle veger med $\text{ÅDT} > 6000$ og fartsgrense ≥ 70 km/t. Også veger med lavere ÅDT skal få krav om midtrekkverk om andre forhold taler for det (Samferdselsdepartementet, 2013). Siderekker er et veldig viktig tiltak for å hindre utforkjøringsulykker, og er derfor også et prioritert tiltak i oppgraderingen av riksvegnettet (Samferdselsdepartementet, 2013). Dette betyr at økningen i rekkverksmengde, og særlig midtrekkverk, vil være markant de nærmeste årene. Det vil kunne føre til store

ekstrautgifter og økt drift- og vedlikeholdsbehov om en ikke tar gode og gjennomtenkte valg før rekkverkene settes opp.

At vedlikeholdsetterslepet øker er langt fra noe særnorsk fenomen. Over hele verden øker vedlikeholdskostnadene for veg fordi en bygger stadig mer, men også mer teknisk kompliserte anlegg. Samtidig øker kravene fra trafikanter, trafikkelskap, samfunn og næringsliv. I tillegg gir klimaendringene mange steder økte driftskostnader samt behov for økt beredskap. Arbeidsmetodene forbedres dessverre ikke i samme takt som kravene økes (Karim, 2008).

7. Rekkverkernes drift- og vedlikeholdsbehov

Rekkverkstypene har ulikt behov for drift og vedlikehold, og det er forskjellige forhold som gjør det nødvendig å foreta tiltak. Det største problemet som nevnes fra mange hold er imidlertid at det brukes alt for mange forskjellige typer rekkverk. Det er ikke uvanlig at det på en driftskontrakt kan være 15-20 ulike rekkverkstyper. For at entreprenøren skal kunne foreta hurtige reparasjoner når det er nødvendig krever det reservedeler til alle typene på lager og kunnskap om hvordan de ulike typene skal repareres. En slik situasjon fører til en dårlig utnyttelse av lagerkapasitet, og stiller uforholdsmessige store forventninger til arbeiderne. Derfor hender det ofte at entreprenørene ikke har tilgang på reservedeler eller mulighet til å skifte dem når det skjer ulykker. Konsekvensen er i mange tilfeller at det tar ganske lang tid før en får foretatt nødvendige reparasjoner. Enten fordi deler må bestilles eller mannskap med nødvendige kunnskaper må leies inn for å utføre jobben. Brurekkverk er i mange tilfeller en ekstra stor utfordring fordi de ofte har spesielløsninger for å gjøre dem estetisk penere. Pulverlakkerte rekkverk på bruer er ifølge Hoven og Solem noe av det som krever mest tilleggsinnsats for å drifte. For noen typer rekkverk må en omtrent demontere hele rekkverket for å foreta en mindre reparasjon. Flere av dem jeg har snakket med mener det viktigste for å forenkle drift og vedlikehold av rekkverk, er at det brukes rekkverk som er hyllevarer, som er enkle å få tak i og enkle å montere. Figur 19 illustrerer en del av problemet, på det viste området brukes det fire forskjellige rekkverkstyper.



Figur 19 Bruk av flere rekkverkstyper innenfor et lite område. Foto: Lars Magnar Rønneid.

7.1. Stålskinnerekkverk

Stålskinnerekkverk krever reparasjoner etter store og mellomstore påkjørsler og etter omfattende brøyteskader. En del mindre skader fører kun til at rekkverkene ikke ser så estetisk pene ut lenger, men påvirker ikke trafiksikkerhetseffekten av rekkverket og utløser dermed ikke et reparasjonsbehov. Gjenbruk av rekkverksskinner har vært forsøkt ut. Det ble utviklet en maskin som kunne klemme skinnene tilbake til opprinnelig form ved hjelp av en hydraulisk klype. Maskinen ble utviklet sånn at den kunne stå fast på et sted og rette løse skinner, men også kunne monteres foran på en hjullaster og rette ut skinner langs veien. Det er imidlertid mye usikkerhet om hvilken restkapasitet en skadet skinne har. På det grunnlaget ønsker ikke Vegdirektoratet å åpne for oppretting og gjenbruk av rekkverksskinner, selv om det kunne gitt muligheter for store kostnadsbesparelser (Statens vegvesen, 2006b).

7.2. Betongrekkverk

Betongrekkverk har en høyere investeringskostnad enn andre rekkverkstyper, men det vil ofte kunne forsvares ved lite vedlikeholdsbehov. Betongrekkverk ble i begynnelsen gjerne omtalt som vedlikeholdsfrie. Det har imidlertid vist seg at det følger en del vedlikeholdsarbeid med betongrekkverk også, selv om det tåler småpåkjørslar langt bedre enn andre rekkverkstyper. Betongkvaliteten er særlig viktig for at rekkverket skal fungere gjennom hele levetiden. Flere steder kan en nå se gamle betongrekkverk som nærmest smuldrer opp. Et slikt rekkverk vil ikke ha noe særlig trafiksikkerhetsmessig effekt, og de må derfor fjernes. Ifølge Nygård og Iversen er de flere steder i så dårlig forfatning at en må bruke gravemaskin for å fjerne dem. Enkelte steder er det kun ett betongelement som er i dårlig forfatning, mens elementene rundt holder god standard. Om det er noe som stammer fra en dårlig første «mandagsstøp» eller skyldes andre forhold, er vanskelig å si. Men det viser at det er viktig å være påpasselig med betongkvaliteten hele tiden.

Det største driftsbehovet til betongrekkverk er å holde dreneringshullene åpne slik at vannet kan strømme fritt igjennom og ikke samles langs siderekkverkene, eller på den ene siden av midtrekkverket der en har ensidig fall på veien. Det finnes mange forskjellige løsninger på dreneringshull i betongrekkverk. Noen steder er de små, men ligger tett, mens andre steder er det langt mellom dem, men de er mye større. Det er særlig de små dreneringshullene som tettes igjen fort av sand og grus eller vegetasjon, slik en kan se på figur 20. Ifølge Håndbok 111 skal tette drenshull åpnes innen fire uker. Spyling er den mest vanlige metoden, om ikke vegetasjonen har rukket å vokse alt for mye slik at den først må fjernes, som regel manuelt. Det ser ikke ut som om det finnes noen spesielle rutiner for å påse at dreneringshullene er

åpne. Mange drenshull tettes eller gror igjen i perioder uten noe særlig nedbør. Dette gir et meget dårlig utgangspunkt når det kommer et kraftig regnskyll.



Figur 20 Betongrekkverk med igjengrodde dreneringshull. Foto: ViaPPS.

Betongrekkverk kan være til hinder for mer enn bare vann. For små- og mellomstore dyr vil betongrekkverkene fungere som barrierer og hindre dem i å passere. På veier der betongrekkverk brukes som midtrekkverk, eller der det kun står på en side av vegen, har en registrert langt flere dyrepåkjørslar enn ellers (Olsson, 2009). Andre typer rekkverk fungerer også i en viss grad som barrierer for dyr, men dyrene har større muligheter til å passere disse.

Etter påkjørsler av betongrekkverk er det sjelden det blir skader som krever reparasjoner. Ved bruk av betongelementer er det vanlig at det er behov for å skyve elementene tilbake på plass, men dette er en grei operasjon som tar kort tid. De få gangene det er behov for å reparere betongen etter påkjørsel, er det som regel rimelig greit å skifte ut betongelementene. Der det er brukt plasstøpt betongrekkverk er det imidlertid mye mer tid- og kostnadmessig krevende når de får en større skade.

Betongrekkverkene holder seg generelt meget godt og må derfor sjelden byttes ut. Kravene til høyde og styrke blir imidlertid stadig skjerpet og fører til at betongrekkverkene som allerede står langs vegen ikke oppfyller dem. Profilbetong AS, som er et datterselskap av NCC, har utviklet et konsept som gjør at en ikke trenger å rive og deponere gamle betongrekkverk. Metoden deres går ut på rett og slett støpe et nytt betongrekkverk rundt det gamle. Ved hjelp av glidestøp og stålformer kan det nye rekkverket få form og størrelse helt uavhengig den gamle konstruksjonen (Statens vegvesen, 2006b). På figur 21 ser en et eksempel fra støping av nytt rekkverk utenpå det gamle der en har lagt på ekstra armering før det støpes. Denne teknikken har blitt en stor suksess i noen fylker, mens andre fylker ennå ikke har prøvd den ut.

I 2004 ble det forbedret over 10 km med gammelt betongrekkverk på denne måten i Finnmark, Hordaland og Sogn og Fjordane (Statens vegvesen, 2006b).



Figur 21 Støping av nytt betongrekkverk utenpå det gamle. Kilde: Statens vegvesen, 2006b.

Selv om heller ikke betongrekkverket er helt vedlikeholdsfritt, og utformingen er til hinder for småvilt og sikt, er det mange fordeler med bruken av det. Grette og Tveiten ønsker at betongrekkverk skal brukes i langt større grad, særlig som midtrekkverk. Andre rekkverkstyper har et så mye større vedlikeholdsbehov som gjør at en må utføre arbeider på vegen oftere. Slikt arbeid fører til at vegen må stenges under arbeidet eller utsetter arbeiderne for en økt risiko. Det er særlig på strekninger med dårlige omkjøringsmuligheter dette kan være en viktig prioritering. Undersøkelser fra region vest og region midt i Sverige viste at det ikke var behov for reparasjoner på de 12 km med betongrekkverk som er der, i løpet av registreringsåret (Karim, 2008). Selv om dette er en relativt liten lengde som er kontrollert for en kort periode, var betongrekkverkene plassert langs strekninger med ÅDT 15000-20000. Denne observasjonen bidrar derfor til å underbygge vedlikeholdsfordelene med betongrekkverk.

7.3. Wirerekkverk

Wirerekkverk er på mange måter betongrekkverkets rake motsetning. Det har lav investeringskostnad, men har et langt høyere behov for vedlikehold særlig ved bruk i enkelte situasjoner, som nærmere omtalt i kapittel 5. I Sverige har en brukt wirerekkverk i langt større utstrekning enn i Norge. Det er særlig brukt som midtrekkverk på møtefrie 2+1-veger. Disse vegene er ofte relativt smale, sett i svensk sammenheng. Derfor har wirerekkverk vært tenkt som et fordelaktig valg fordi det krever mindre bredde enn andre rekkverkstyper. Det økte vedlikeholdsbehovet har imidlertid vist seg særlig uheldig fordi vegene er smale. Den begrensede vegbredden fører til at vegene må stenges i begge kjøreretninger hver gang en skal utføre oppstramming av kablene. Oppstrammingen tar ikke lang tid, men må utføres ganske ofte. Dette har, ifølge Nygård gjort at svenskene ikke lenger ønsker å sette opp wirerekkverk på relativt smale veger.

Undersøkelsen av 408 skaderapporter i region vest i Sverige der rekkverksreparasjoner inngikk, viste at reparasjonskostnadene per kjøretøykilometer for wirerekkverk var tre ganger så høye som tilsvarende for stålskinnerekkverk, selv om den gjennomsnittlige reparasjonskostnaden for de ulike rekkverkene var omtrent lik (Karim, 2008). Dette betyr at antallet reparasjoner per kjøretøykilometer var omtrent tre ganger så mange for wirerekkverkene. Noe av forklaringen kan være at wirerekkverk brukes i større grad på de møtefrie 2+1-vegene som har dårligere geometri, smalere kjørefelt og mindre avstand mellom kjørebane kant og rekkverk enn motorvegene og firefeltsvegene. På møtefrie veger kan avstanden mellom rekkverk og kjørebane kant variere mellom 0,65 og 1,1 m ifølge de svenske kravene, mens det på motorvegene og firefeltsvegene skal være en avstand på 1,75 m (Karim, 2008). Denne relativt store forskjellen i avstand mellom rekkverk og kjørebane kant virker nok inn på reparasjonsbehovet, men kan nok ikke alene forklare de tre ganger så høye reparasjonskostnadene for wirerekkverkene.

De synlige skadene på biler som kjører i rekkverk kan ofte være større etter et møte med wirerekkverk enn andre rekkverkstyper. Kollisjoner med andre rekkverkstyper fører imidlertid som regel til mer omfattende karosseriskader, som er langt dyrere å reparere i forhold til de billige, men større, overflateskadene fra møter med wirerekkverk (Karim, 2008). Dette henger sammen med de ulike rekkverkstypenes stivhet og arbeidsbredde, og er avgjørende for hvor alvorlig skadene på menneskene i bilen ofte vil bli, forutsatt like trafikksikre biler.

7.4. Rørrekkverk

Rørrekkverk har vært lite brukt frem til nå og det er derfor færre erfaringer rundt vedlikehold og reparasjoner av dette. De erfaringene jeg har samlet trekker i retning av at rørrekkverkene har noe mindre stivhet i konstruksjonen enn stålskinnerekkverkene. Dette fører til at rørrekkverkene tåler mindre snølast og påkjenninger før de blir skadet og vil kreve noe mer vedlikehold. Rekkverkets estetikk påvirkes dessuten noe mer av setninger, og det kan øke behovet for høydejusteringer. Rørrekkverkene varierer mye i utseende og konstruksjon og de vil derfor ha noe forskjellige egenskaper og behov for drift og vedlikehold. De krever generelt mer bruk av spesialutstyr, og nøyaktig oppsetting er viktig for å få et godt resultat. Erfaringene hittil tilsier at dette gjør at reparasjonene tar noe lenger tid enn for vanlig stålskinnerekkverk og helhetlig sett er drift og vedlikeholdet mer kostbart.

7.5. Stolper

Norge er omtrent det eneste landet som bruker trestolper til rekkverk. Det er kun Canada og noen deler av USA som også benytter trestolper (Statens vegvesen, 2002b). Siden midten av 60-tallet har tre vært det foretrukne materialet i rekkverkstolper i Norge. Trestolpene ble i utgangspunktet tatt i bruk som en billig løsning samtidig som det skulle være en støtte til norsk treindustri. Per 2002 ble det anslått at minst 80 % av trestolpene ble levert fra Sverige, der de forøvrig ikke bruker trestolper. Argumentet om å støtte norsk treindustri har følgelig liten holdbarhet lenger (Statens vegvesen, 2002b). For at trestolpene ikke skal angripes av råte settes de inn med CCA eller kreosot, kjemikalier som Miljøverndepartementet prøver å begrense bruken av. Selv om trestolpene settes inn med kjemikalier, er det i flere områder vanlig med råteskader. Dette skyldes trolig særlig fuktig klima eller massene stolpene er satt ned i. Når trestolpene må byttes ut på grunn av skader, må de på grunn av de miljøskadelige kjemikaliene leveres inn til spesielle avfallsmottak mot en avgift. Per 2002 ble det anslått at denne deponeringen av trestolper kostet Vegvesenet 3-4 millioner kroner hvert år (Statens vegvesen, 2002b). Plogskjæret til brøytebiler bidrar flere steder til å påføre trestolpene kutt. Ved mindre skader beholder trestolpene funksjonen videre. Trestolpene er imidlertid de klart enkleste og billigste å sette ned ifølge Næss og Engen.

Plaststolper har en høyere innkjøpspris, 150 kr/m mot 80 kr/m for trestolper i 2005. De har imidlertid mange gode egenskaper som gjør at en bør vurdere å øke bruken av dem.

Polyetylenen plaststolpene er laget av har stor evne til å absorbere energi ved deformasjon. Dette gjør at plaststolpene reiser seg omtrent helt opp igjen, selv etter en kollisjon der de er lagt helt flate. De har dessuten veldig gode bestandighetsegenskaper og inneholder ingen

miljøskadelige stoffer. Ved utskifting kan plasten enkelt resirkuleres ved omsmelting (Statens vegvesen, 2006b). Disse egenskapene taler for at det er god sannsynlighet for at plaststolpene kan være økonomisk mest fordelaktig sett over et lengre tidsperspektiv. Det arbeides dessuten med å utvikle en enda mer miljøvennlig plaststolpe, som består av 60 % gjenbruksplast og 40 % innblandet sagflis som skal ha like gode egenskaper (Statens vegvesen, 2006b). I den foreløpige vurderingssamlingen til Statens vegvesen, region sør opplyser de imidlertid at plaststolpene er mer ømtålige for temperatursvingninger og at dette kan føre til ulike drag i rekkverket. Det kreves også mer utstyr for å sette ned plaststolper enn andre stolpetyper. Det er lite kjennskap til konsekvensen av mulige kuttskader fra plogskjæret for plaststolper. Det er imidlertid fare for at de da vil kunne miste funksjonen sin, ifølge Statens vegvesen, region sør.

Stålstolper er billigere enn trestolper. De settes ned i eksisterende hull eller slås ned med enkelt utstyr. Ifølge Næss og Engen er imidlertid dette arbeidet mye mer krevende og dyrere enn for trestolper. Stålstolper får ikke problemer med kuttskader fra brøyteskjær, men ettersom de er så smale er de ekstra utsatt for å bli presset utover og miste innspenningen på grunn av plogskjærets press på rekkverksskinnen. Stålstolper brukt i midtrekkverk kan være et faremoment etter påkjørsel; ettersom rekkverket skal ryke fra stolpen, og stolpen bøyes ned, vil ofte stolpene bli stående igjen som spyd ut mot motsatt kjørefelt. Vedlikeholdsarbeidere må så fort som mulig etter påkjørsler slå stolpene helt flate ned i bakken, før utskifting som regel blir foretatt noen dager senere.

8. Rekkverksender og -åpninger

Valg av rekkverkstype og plasseringen av rekkverket er viktige faktorer for trafikksikkerheten til et rekkverk. Designet skal gjøre at det er tryggere å ha rekkverket der enn ikke. Endene på rekkverket er imidlertid langt mindre trafikksikre enn selve rekkverket. Det er derfor viktig ikke å ha unødvendige åpninger i rekkverkene. Det er imidlertid behov for åpninger i rekkverkene en del steder av naturlige grunner som ved avkjøringer. En trenger også drifts- og nødåpninger med jevne mellomrom, særlig i midtrekkverk. På den ene siden åpningene veldig viktige, blant annet for driftspersonell. På den andre siden er endene noe av det som skaper flest utfordringer, særlig for vinterdriften. I denne oppgaven vil jeg ikke gå noe særlig inn på kravene som stilles til rekkverksender og -åpninger, men se på hvilke spesielle utfordringer disse viktige delene av rekkverkskonstruksjonen fører til.

8.1. Rekkverksender

Rekkverksender er krevende og fordyrende elementer å sette opp, de skaper ekstraarbeid for driftspersonell og er dårlige trafikksikkerhetsmessig. Hvis ikke oppholdet i rekkverket er på grunn av en nødvendig avkjørsel, vegkryss eller lignende, skal en når åpningen mellom to rekkverks virksomme del er mindre enn 100 m lage et sammenhengende rekkverk. Denne løsningen vil normalt være mer trafikksikker og mindre kostbar (Statens vegvesen, 2011a). Rekkverksavslutninger skal ifølge rekkverksnormalen helst føres ut fra vegen i vinkel 1:10 og forankres utenfor sikkerhetssonen. Mange steder er det imidlertid vanskelig og det er derfor gitt en del alternative løsninger. Tidligere var det ikke stilt så strenge krav til rekkverksavslutningene, og en del rekkverksender som finnes langs vegene har derfor veldig dårlig trafikksikkerhet.

Martin m fl (2001, som sitert i TØI, 2012) sine undersøkelser viste at en påkjøring av en rekkverksavslutning hadde 68 % større sannsynlighet for en personskaide enn ved påkjøring av rekkverk ellers. Ifølge Ljungberg (2000, som sitert i TØI, 2012) var sannsynligheten for å bli drept 3,1 ganger så høy. Mindre trafikkfarlige utforminger av rekkverksavslutninger er derfor viktig, selv om endekollisjonene kun utgjør omtrent 5 % av alle rekkverkskollisjoner (Ljungblad, 2000). Ved å forankre endene bak rekkverket, i stedet for en rett eller nedført rekkverksavslutning, vil skaderisikoen reduseres med 28 % (TØI, 2012).

I tillegg til en sikrere utforming av rekkverkene vil det være viktig å prioritere og unngå korte rekkverk, som gir forholdsmessig flere rekkverksavslutninger på strekningen. Dette kan en enten gjøre gjennom å få et lengre sammenhengende rekkverk eller utforme løsninger som gjør at en unngår rekkverk på de kortere partiene. Stikkrenner med stor diameter på innløpet

kan være farlig ved påkjøring og må derfor sikres om de ligger innenfor sikkerhetssonen. Med bakgrunn i de gjeldende kravene til rekkverk og rekkverksender, vil det derfor selv ved kun et lite bekkeløp bli krav om 100-130 m med rekkverk på hver side av vegen. I slike situasjoner bør det være lønnsomt å se etter andre løsninger ifølge Hoven og Solem. De mener at det beste alternativet i mange tilfeller vil være å forlenge stikkrennen og slake ut skråningen slik at avslutningen ligger utenfor sikkerhetssonen. Ifølge Grette og Tveiten finnes det veldig mange dårlige stikkrenner, som en ikke bør prøve å skjøte for å gjøre lengre, men heller bytte ut. Om dette ikke lar seg gjennomføre bør en finne andre løsninger.

Det finnes mye utenlandsk litteratur om hvordan endeavslutningene på stikkrenner kan utformes trafiksikkert (Norem, 2012). Det er blant annet utviklet en løsning der en i flukt med grøfteskråningen har en rist over åpningen som tåler å bli kjørt over av store kjøretøyer, denne vises i figur 22. Dagens norske regelverk gir imidlertid ingen råd til hvordan endeavslutningene på stikkrenner og kulverter kan utformes på en trafiksikker god måte, og temaet inngår heller ikke i noen av Vegvesenets håndbøker eller normaler. Ifølge Norem (2012) bør dette tas med i Håndbok 017 og følges opp med konkrete anbefalinger i Håndbok 018. Blir det likevel sett på som nødvendig å sette opp rekkverk i ovennevnte tilfeller bør de settes opp nede i skråningen, i stedet for nært vegen, slik at rekkverksslengden kan reduseres ifølge Hoven og Solem.



Figur 22 Overkjørbar rist for stikkrenneåpninger. Kilde: Federal Highway Administration, 2004.

Tidligere var den vanligste løsningen på rekkverksender å føre dem ned i bakken i en ren fortsettelse av rekkverket. Dette er en dårlig løsning både trafiksikkerhetsmessig og

vinterdriftsmessig. Det har vært en del tilfeller der disse avslutningene mer eller mindre fungerte som et spretthopp for kjøretøy som kjørte på dem. Endene blir fort skjult under snø, og om de ikke er tydelig merket, vil det være fort gjort for brøytesjåførene å hekte borti slike avslutninger. Det kan skade materiell og/eller utsette øvrige trafikanter for en fare om hektingen fører til en sleng på brøytebilen. Selv om det ikke er tillat med slike avslutninger lenger, finnes det veldig mange av dem på dagens vegnett.

Utsvingte rekkverk er langt mer trafikksikre, men byr også på flere problemer, særlig siden vinkelen skal være så slak. I dårlig sikt kan det være vanskelig å få med seg når rekkverksavslutningen begynner, og dermed kan brøytebiler eller andre kjøretøyer kjøre av vegen. Ved oppsetting av rekkverk byr også denne slake vinkelen på problemer fordi en slak vinkel betyr en lang kryssing med åpne eller lukkede grøfter eller kabelgrøfter. Ved åpne grøfter vil høydeforskjellen i grøften skape utfordringer. Rekkverket skal helst føres i samme høyde, og det blir derfor behov for mye lengre stolper i dette partiet. Skinnen vil imidlertid ikke lenger være i riktig høyde og andre tiltak bør derfor også utføres. Det er ifølge rekkverksnormalen lov å sette opp en ekstra skinne under den vanlige, forutsatt at endene på denne ikke er utstikkende og skarpe. Det kan imidlertid by på problemer for vannføringen i grøften om denne ekstra skinnen kommer for lavt. Det kan eventuelt bygges en liten stikkrenne på det aktuelle partiet slik at det ikke er åpen grøft der. Hvis dette gjøres er det viktig rørdiameteren blir stor nok, slik at ikke dette punktet blir en flaskehals for vannføringen og vannet kan flomme over og ut på vegen. Avslutningene på stikkrennene må utformes trafikksikkert med riktig helning, for å hindre at et kjøretøy som har kjørt ut av vegen og følger grøfta bortover vil bråstoppe i overgangen. Ifølge Nygård og Iversen kan det dessuten bli problemer med fundamenteringen av stolpene fordi en ikke kan feste stolpene gjennom røret ved lukket drenering. Den slake utsvingingen av rekkverket gjør at det skal være stolper i det området rekkverket krysser den lukkede dreneringen. Tilsvarende problem oppstår der en har kabelgrøfter langs vegen. Selv om en helst skal ha 1:10 hele partiet er det etter rekkverksnormalen tillat å skifte til 1:5 etter 0,8 m, eller ha denne vinkelen hele partiet forutsatt at farten på strekningen høyest er 60 km/t. En noe skarpere vinkel vil klart være fordelaktig for oppsettingen av rekkverket fordi grøftekryssningen blir kortere, men vil være en noe mindre god løsning trafikksikkerhetsmessig.

Folk som bor langs veger der rekkverk skal settes opp vil som regel kreve en gangåpning i rekkverket ved deres avkjørsel om de må krysse vegen og rekkverket for å komme til en gang/sykkelveg langs strekningen. Figur 23 viser et eksempel på dette fra E16 i Buskerud.

Slike gangåpninger er krevende å drifte, særlig for vinterdriften. Det er ikke mulig å holde en slik smal åpning åpen med vanlig brøyteutstyr fordi de er så smale. Endene består dessuten gjerne av elementer det er lett å hekte borti med pløgen.



Figur 23 Gangåpning i rekkverket på E16 i Buskerud. Foto: ViaPPS.

Omtrent halvparten av alle utforkjøringsulykker med personskader skjer til venstre for kjøreretningen (TØI, 2012). Rekkverksavslutningene må derfor utformes like trafikksikkert i begge ender. Figur 23 illustrerer et tilfelle der dette ikke er gjort. Ved en utforkjøring til venstre for biler i motgående kjørefelt, vil avslutningen kunne fungere som et spretthopp.

Nedførte rekkverksender av stålskinnerekkverk er det elementet som skaper mest fonndannelse av drivsnø. Det skyldes at den brede skinnen ligger nært eller helt nede på bakken og effektivt vil samle drivsnøen. En nedføring av en rekkverksende på Saltfjellet som ofte er utløsende faktor for innføring av kolonnekjøring er et eksempel på dette (Thøring, 2009). Flere andre steder er fonndannelsen langs rekkverk, og først og fremst rekkverksender, de eneste punktene med behov for brøyting på en hel brøyterode. Problematikken med rekkverk og drivsnø er nærmere beskrevet i kapittel 10.1

Ettergivende rekkverksender, støtputer og terminaler har blitt valgt stadig oftere. Dette er elementer som primært settes opp der en må sikre faste sidehindre som ligger innenfor sikkerhetssonen og ikke er mulig å flytte, eller der det ikke er mulig å utføre en annen sikker rekkverksavslutning. Noen av elementene skal bidra til å retardere og stanse kolliderende kjøretøy, andre skal gi etter og slippe kjøretøyene igjennom, mens enkelte skal lede dem tilbake til vegen på samme måte som rekkverk ellers (Statens vegvesen, 2011a). Flere av disse elementene er meget dyre investeringer. ABC-terminaler, som vist på figur 24, lå i 2007 på ca 25 000 kr, mens ESPEN endeavslutning, som vist på figur 25, samtidig kostet 13 000 kr.

Prisnivået for en vanlig endeavslutning lå gjennomsnittlig på 7 700 kr i 2007 (ViaNova Plan og Trafikk AS, 2008).



Figur 24 ABC-terminal. Kilde: www.vikorsta.no.



Figur 25 ESPEN endeavslutning. Kilde: Statens vegvesen, 2006c.

Støtputer er langt dyrere og prisen varierer i tillegg mye avhengig av sikkerhetsklasse. Figur 26 viser støtputen QuadGuard. Prisundersøkelser foretatt i 2008 viste at prisen på støtputer varierte fra 70 000 kr i sikkerhetsklasse S50 til 175 000 kr i S110 (ViaNova Plan og Trafikk AS, 2008).



Figur 26 Støtputen QuadGuard. Kilde: www.euroskilt.no.

Næss og Engen mener det en del steder blir satt opp dyre terminaler eller støtputer der en heller burde hatt vanlige utsvingte rekkverksavslutninger. Elementenes spesielle utforming gjør det krevende å drive vinterdrift inntil dem. Flere støtputer og terminaler er utformet slik

at det er særlig lett å hekte i dem med brøyteskjæret hvis en brøyter mot påkjørselretning, fordi skjøtene på skinnen da blir liggende feil. Dette kan en se et eksempel på i figur 26. Ettersom mange støtputer brukes som avslutninger på midtrekkverk av betong, vil det være normalt å brøyte i begge retninger langs støtputen. Den høye prisen gjør at mange brøytesjåfører heller ikke tar sjansen på å brøyte tett inntil ettersom entreprenørene selv må dekke kostnader ved brøyteskader. Det blir derfor ofte liggende snø og is inntil eller over disse elementene, noe som gjør at konstruksjonene mister noe av sin funksjon (Statens vegvesen, 2007). Figur 26 viser også at det gjerne er store åpne rom inne i støtputene. Disse vil fylles med snø, og fjerning av den må utføres manuelt. Støtputer er i tillegg plassert midt ute i trafikken, og om snøen skal fjernes må det stenges for trafikk i et større areal rundt. Jeg har ikke klart å finne litteratur eller personer som har erfaringer om hvordan snø og is i, på og rundt eventuelt påvirker vedlikeholdsbehovet og levetiden til støtputene.

8.2. Drifts- og nødåpninger

I lange, kontinuerlige rekkverk er det behov for åpninger med jevne mellomrom selv om det ikke er kryss eller avkjørsler. Driftsmaskiner har behov for å kunne komme ut til sideterreng. Ved stenging av en kjøreretning på grunn av ulykker eller arbeid, vil det være viktig at den andre kjøreretningen er tilgjengelig for begge kjøreretninger forbi dette punktet. I midtrekkverkene bør åpningene være for hver tredje kilometer og bestå av bommer eller enkle demonterbare midtrekkverk som skal kunne åpnes på maksimalt 10 minutter av nødpersonell (Statens vegvesen, 2011a). Åpningene skal utformes så de ikke representerer noen faremomenter, og de skal heller ikke være noen svekkelse av rekkverket for øvrig. Endene som oppstår når åpningen er åpen, skal også være sikret.

Det er særlig viktig å legge til rette for å kunne utføre god vinterdrift rundt nødåpninger, slik at de opprettholder sin funksjon hele året. Ved at det blir liggende snø- og isranker inntil blir de demonterbare variantene ofte mye mer krevende å åpne. Samtidig vil kunne bli vanskelig å kjøre gjennom dem for mindre kjøretøyer. Det vanlige brøyteutstyret vil imidlertid ha problemer med å klare å fjerne all snøen rundt slike åpninger. Dersom det skal gjennomføres vil det kreves ekstraarbeid. Enkelte steder, som for eksempel på E6 sør for Gardermoen, står det miniguards i nødåpningene, se figur 27. Miniguards er lave stålrekkverk som står på bakken. De brukes i dag som regel til midlertidig sikring langs anleggsområder. En kan ikke sette opp miniguards til nødåpninger i dag. De som er oppført må likevel driftes. Siden høyden er så liten vil snø- og isrankene som blir liggende igjen gjøre rekkverket om til et

potensielt spretthopp. De vil også vanskeliggjøre demonteringen av rekkverket ved en eventuell ulykke.



Figur 27 Bruk av miniguards i nødåpning på E6 i Akershus. Foto: maps.google.com.

Avveiningen av hvor tett nødåpninger bør ligge er vanskelig. Jo nærmere de ligger, jo mer fleksibelt vegsystem har en, samtidig som de er dyre og krevende og drifte. Det vil være viktig å utvikle typer som er enkle å drifte også om vinteren slik at funksjonen til nødåpningene blir opprettholdt hele året.

På strekninger der det mangler, eller er alt for langt mellom driftsåpningene, forteller Larsen at det er flere erfaringer om at driftsmannskapet tar ansvaret i egne hender og fjerner en rekkverksskinne eller to. Dette vil føre til særlig trafikkfarlige ender på rekkverkene og er en veldig lite heldig situasjon.

9. Brøyteutfordringer

Rekkverk skaper en del utfordring i forbindelse med snøfjerningen fra vegene. Ifølge drift- og vedlikeholdsstandarden, Håndbok 111, skal det i alle vinterdriftsklasser utføres brøyting og rydding inntil objekter som avgrenser brøyte/strøarealet, som rekkverk, kantstein, mm. En skal likevel ikke brøyte lenger ut enn skulder/kjørebane er kjøresterk. Der det blir liggende igjen snøranker etter brøyting og snørydding som reduserer rekkverkets funksjon, skal disse fjernes innen ett døgn (Statens vegvesen, 2012a). Selv om dette kan virke som greie punkter å følge for de som skal brøyte, er det mange situasjoner som dukker opp som kan by på utfordringer. Det er generelt mye å passe på når en kjører, og brøytebiler har i tillegg en del oppgaver som fører til avvikskjøring. Forskjellig rekkverkskvalitet og typer krever stor innsats fra brøytesjåførene for at de skal brøyte tett og godt inntil rekkverk, men uten å skade dem.

9.1. Rekkverkets betydning for vinterdrift

Det krever ekstra mye konsentrasjon fra brøytesjåføren på strekninger der både vegbredden varierer og det stadig skifter mellom partier med og uten rekkverk. Sjåføren må justere bredden på sideplogen veldig ofte under kjøring på slike strekninger, noe som i praksis tilsier at han hele tiden må ha en hånd på spaken som regulerer dette, melder entreprenørene. Dette er lite optimalt trafikksikkerhetsmessig. De ulike variantene av rekkverk gjør denne oppgaven enda mer krevende og kan fort føre til skader på både rekkverk og plog. I Sverige har det vært arbeidet med å utvikle en plog som ved hjelp av GPS-teknikk skal kunne registrere hvor det er skilt, rekkverk og andre vegobjekter som kan bli skadet av brøytingen. En hydraulisk styrt metallanordning montert på plogen vil kunne justere snøutkastet på bakgrunn av informasjonen fra GPSen og dermed redusere brøyteskadene på disse objektene (Trafikverket, 2010).

Når det er påmontert sideplog på brøytebilen er det ifølge tester gjennomført i Nullvisjonsprosjektet TS Lillehammer ikke noe problem å kaste snøen over rekkverk eller brøytekant allerede ved hastigheter på 5-10 km/t (Giæver m fl, 2006). Men det er sjelden viktig hvor sakte det går an å kjøre samtidig som en får fjernet snøen tilstrekkelig. Ifølge en feltstudie utført på seks vegstrekninger i Sverige betyr det ikke noe for den effektive brøytehastigheten om det er rekkverk langs vegen eller ikke (Karim og Magnusson, 2009). Det er studert fire forskjellige vegtyper; motorveg, møtefrie veger (2+1 med midtrekkverk), firefeltsveger og malte 2+1 veger. Det var i tillegg forskjellige rekkverkstyper; betongrekkverk, stålskinnerekkverk, rørrekkverk og wirerekkverk. I denne feltstudien ble

maksimal brøyte hastighet satt til 40 km/t fordi utstyret ikke var godt nok til å oppnå samme kvalitet ved høyere hastigheter. Derfor utgjør ikke rekkverk noe hinder for å holde brøyte hastigheten oppe ifølge denne studien. På de møtefrie vegene gikk imidlertid den totale brøytetiden en del opp fordi brøytebilen må stoppe opp for å slippe forbi biler som blir kjørende i kø bak den. Hvor ofte slike opphold må tas avhenger av trafikken på strekningen i det tidsrommet brøytingen foregår. På de andre vegtypene har bilene mulighet til å passere brøytebilen ettersom det ikke kun er ett felt avgrenset av rekkverk på begge sider.

Siden brøytebilene holder en såpass mye lavere hastighet enn den øvrige trafikken, er det ikke uvanlig at det kan oppstå trafikkfarlige situasjoner. På tofeltsveger er det flere registrerte tilfeller de siste årene, både i Norge og Sverige, hvor biler starter på en forbikjøring av brøytebilen like før et midtrekkverk begynner og dermed havner i et atskilt felt med feil kjøreretning. Dette har ført til flere meget trafikkfarlige situasjoner. Brøytebiler skaper ofte en del snøføyk rundt seg og sikten ved forbikjøring vil derfor ofte være redusert. I Norge er det ganske vanlig at brøytebilene kjører tandem på firefeltsveger. Det vil si at den første brøytebilen kjører i venstre felt og brøyter fra en eventuell midtdeler og over til høyre kjørefelt, før brøytebil nummer to kommer og brøyter all snøen ut av vegbanen, som vist på figur 28. Den store forskjellen i fart mellom brøytebil og øvrig trafikk fører til en del hasardiøse forbikjøringer der bilistene enten må kjøre ulovlig sikk-sakk, eller omtrent blir innesperret mellom de to brøytebilene. På E18 vinteren 2010-2011 førte slik sikk-sakkjøring til at en personbil traff sideplogen og snurret rundt samtidig som brøytebilen fikk sleng og traff rekkverket. Det ble kun materielle skader i denne situasjonen og det er klart personbilsjåføren som bryter reglene, men det skal ikke så mye til før en slik situasjon kan gi enda mer alvorlige konsekvenser (Thorbjørnsen, 2011). Fra Nullvisjonsprosjektet på Lillehammer har en erfart flere uheldige situasjoner med dette. Entreprenørene foreslår derfor å ha skilt bakpå brøytebilene som varsler om at det brøytes tandem og at bilister derfor må holde avstand og ikke prøve på forbikjøringer.



Figur 28 Tandembrøyting. Foto: Anders Svanekil.

Feltstudien i Sverige tok også for seg hvordan sjåførene opplevde å brøyte de ulike strekningene. Det var ingen tvil om at det var mange som opplevde det som at de ovennevnte situasjonene, som oftere kan oppstå der rekkverk er i bruk, øker stressnivået deres.

40 km/t er regnet som optimal brøytehastighet for å oppnå best resultat. På vegger med mye høyere fartsgrenser er det imidlertid vanlig at brøytesjåførene holder en høyere hastighet på bekostning av resultatet. Dette gjøres for i mindre grad å hindre trafikken og redusere antallet farlige situasjoner med hissige bilister som ønsker å kjøre forbi. I Sverige har en prøvd ut lettere ploger som gjør at brøyteskjæret tåler hastigheter på 70-80 km/t (Nonstad m fl, 2009). Resultatene var etter første sesong varierende og det var behov for modifiseringer. De foreløpige resultatene tyder likevel på at det på en del type strekninger vil være mulig å holde en langt høyere hastighet uten å redusere kvaliteten på utførelsen.

Brøytebiler med utstyr er bredere enn vanlige biler og det kan oppstå farlige situasjoner på trange vegger om ikke motgående trafikk kjører hensynsfullt. Det er rapportert inn flere hendelser til Synergi³ der brøytebilsjåfører har opplevd at det kommer store kjøretøy som

³ Synergi brukes av Statens vegvesen selv og entreprenører som utfører jobb for Statens vegvesen. Alle ulykker og nestenulykker skal rapporteres inn som uønsket hendelse til Synergi.

trailere, eller mindre kjøretøy som ikke helt klarer å holde feltet sitt i en kurve. For å unngå kollisjon må brøytebilen kjøre inn i rekkverket slik at det skrapes opp eller i verste fall ødelegges mer. Rekkverket er her en sikkerhet som hindrer at brøytebilen å kjøre av vegen, men samtidig oppstår det en del unødvendige skader i disse situasjonene som det i tillegg kan bli uenigheter rundt hvem som er ansvarlige for økonomisk. På smale veger er det dessuten relativt vanlig at rekkverket har dårlig innfesting slik at det ikke har den motstanden det bør ha. Dette vil resultere i større skader på rekkverket enn det ellers burde fått. I verste fall kan det være en falsk trygghet ved at brøytesjåføren tror rekkverket er trygt, men at det gir etter når bilen legges mot rekkverket. Økt omfang av press og oppskraping av rekkverket vil uansett gi et dårligere fungerende rekkverk i en virkelig ulykkessituasjon.

Noen ganger settes det opp rekkverk mellom bilveg og gang- og sykkelveg eller fortau. Det er viktig å planlegge slik at området blir bredt nok til at det kan brøytes med normalt brøyteutstyr. Behov for spesialutstyr fordyrer og forsinker prosessen og gjør det mer tungvint for alle parter. Noen steder blir det så smalt at selv ikke det vanlige spesialutstyret får plass, eller den smale strekningen blir så kort at det virker veldig uhensiktsmessig å skulle skaffe spesialutstyr for den. Slike steder blir det ofte ikke brøytet gjennom vinteren ifølge byggeleiderne jeg har snakket med. I byområder der en plasserer rekkverk utenfor fortauet blir det ofte en tilsvarende situasjon fordi det står en bygning på den andre siden av fortauet. Et eksempel på dette kan en se på figur 29 under som er tatt på Brattøra i Trondheim. Ifølge Hoven er dette punktet «helt håpløst» å drifte gjennom vinteren, og et sted de prøvde å hindre at rekkverk ble satt opp.



Figur 29 Rekkverk mellom smalt fortau og veg. Foto: Almar Aronsen, Statens vegvesen.

Når fortauene ikke er så brede at hele brøytebilen får plass, fører rekkverk eller andre hindringer i ytterkant til at brøytebilene må skråkjøre med ett hjulsett på fortauet og ett i vegbanen. Dette resulterer i dårligere brøyte kvalitet på fortauet ved at av det blir liggende igjen en helning med snø. Denne snøen blir gjerne hardpakket og polert av brøyteskjæret, men ikke fjernet fordi trykket mot underlaget blir dårligere inn mot rekkverket. Konsekvensen kan bli at fotgjengerne ikke klarer å gå på fortauet fordi de nærmest sklir ut i vegen. Spesielt på bruer kan dette ofte bli et problem, se figur 30 fra Gamle Bybro i Trondheim.



Figur 30 Brøytebil som skråkjører på grunn av for smalt fortau. Foto: Knut Opeide, Statens vegvesen.

Midtrekkverk fører til færre snumuligheter for brøytebilene og dermed mer transport på roden. I Akershus er det registrert 15 % tilleggskjøring for brøytebiler på grunn av midtdelere og planskilte kryss (ViaNova Plan og Trafikk AS, 2011). Mer transport blir det også på de vegene en tidligere kunne strø og salte i ett drag, men som ikke lenger lar seg gjøre på grunn av midtrekkverk hindrer at sand og salt når over i motsatt kjørefelt. På slike strekninger må det enten kjøres to drag over hele roden eller kjøres en ekstra runde rundt midtrekkverk. Ekstra transportstrekning på grunn av midtdeler blir dermed den minste verdien av to ganger lengden av midtdeler, eller hele roden. Ifølge Næss og Engen er det kun tofeltsveger med relativt liten trafikk en strør og salter med ett drag. Høy trafikk øker sjansen for å treffe motgående kjøretøy med sand eller salt, noe som kan gi skader på kjøretøyene. På de strekningene det fortsatt kun brukes ett drag, er det viktig å gjøre brøytebilsjåførene oppmerksomme på hvordan et nytt midtrekkverk vil påvirke jobben deres. Norem fortalte om en alvorlig ulykke på RV 7 like etter det var satt opp midtrekkverk. Vegen ble ellers strødd og saltet med ett drag. Brøytesjåførene fikk ingen informasjon om følgene av det nyoppsatte

midtrekkverket og var heller ikke på annen måte kjent med hvordan dette påvirket deres rutiner. Resultatet ble at det ikke ble gjort tiltak i det ene feltet, og en alvorlig ulykke oppstod i dette feltet på grunn av den glatte vegbanen.

Rekkverk kan også føre til helt nye ekstraoppgaver om vinteren. Der midtrekkverkene gjør det mulig at snøen legger seg oppå og klarer å bygge opp en viss høyde, er entreprenørene pålagt å fjerne denne snøen for å opprettholde sikt i tilfelle elg krysser eller i forbindelse med utkjørsler (ViaNova Plan og Trafikk AS, 2011). Utstyr til slikt er ikke vanlig og lokale løsninger må tas i bruk.

9.2. Bortkjøring av snø

Et annet problem for vinterdriften av bruer, ramper og smale og inneklemt fortau, er at det mangler plass til å skyve snøen ut og lagre den permanent eller midlertidig. Dette er et generelt problem i byer og bynære strøk og fører til at mye snø må lastes på lastebiler og kjøres bort. Dette er en prosess som er ressurskrevende på mange måter. Det er mer tidkrevende enn vanlig brøyting og krever mer personell. Opplastingen av snøen tar i tillegg opp mye plass i trafikken, noe som fort fører til forsinkelser for andre trafikanter på grunn av nedsatt fartsgrense rundt arbeidsområdene. I verste fall må ramper sperres av mens denne prosessen pågår, noe som ofte fører til lange omkjøringer for øvrig trafikk. I tillegg må snøen kjøres bort, hvilket er lite miljøvennlig, særlig når transportstrekningen er lang. Snøen som må kjøres bort fra E18 langs Vestkorridoren i Bærum, fraktes helt til Berger snødeponi i Skedsmo av Mesta (Saltnes, 2011). Dette er en avstand på rundt 40 km, og legger krav på store ressurser over lang tid. Bortkjøring av snø er dårlig samfunnsøkonomisk og en bør arbeide for å unngå dette behovet ifølge Saltnes.

Å bygge bruer og rampekonstruksjoner ekstra brede er kostbart. Ifølge Saltnes kan det imidlertid være eneste mulighet for å kunne holde dem åpne ved store snøfall i rushtidene. Den ekstra bredden vil gi brøytebilene mulighet til å brøyte snøen ut på denne og la den ligge der til snøværet avtar og entreprenøren har ledig kapasitet. Da kan snøen lastes på biler og kjøres bort. Den ekstra bredden vil gjøre det mulig å avvikle trafikk under hele prosessen. Saltnes mener det bør prioriteres å arbeide med muligheter for permanente lagringsmuligheter også på bruer og ramper. Nok areal til permanent snølagring gjennom hele vinteren langs større veger i bynære strøk er viktig å prioritere og huske på i planleggings- og prosjekteringsfasen slik at behovet for bortkjøring av snø blir minst mulig i fremtiden.

9.3. Brøytetette rekkverk

Vinterdrift av bruer kan være særlig krevende. På ramper, bruer og andre steder som ligger over oppholdsarealer der mennesker eller anlegg vil kunne ta skade av at objekter faller ned, skal det settes opp brøytetette rekkverk (Statens vegvesen, 2011a). Et eksempel på et brøytetett rekkverk er vist i figur 31.



Figur 31 Brøytetett rekkverk. Kilde: www.vikorsta.no.

Selv om dette er spesifisert i rekkverksnormalen mangler det mange steder. Det kan lett oppstå uheldige situasjoner om ikke brøytesjåførene er kjent med dette og veldig påpasselige. Farten må være veldig lav for at ikke snøen skal kastes over eller presses under et vanlig rekkverk. I brøytetette rekkverk skal maksimal fri åpning være 50*50 mm (Statens vegvesen, 2011a). Ifølge Hoven og Solem settes de normalt opp i høyde 1,60 m eller 1,80 m. Men deres erfaringer er at 1,60 m kan bli litt for lavt for at brøytebilene kan kjøre som normalt. Det vil selvsagt ikke komme de samme snømassene ned på området under som om det hadde vært vanlig rekkverk, men Hoven og Solem mener fordelene med 1,80 m er så store at det bør være det generelle kravet. De presiserer videre at det er viktig at det brøytetette rekkverket er noe lenger enn kun rett over oppholdsarealet, fordi vinkelen på snøkastingen fra sideplogen gjør at noe av snøen vil kunne nå de uønskete områdene fra et stykke i forkant.

9.4. Brøyteskader

De vanligste brøyteskadene er at stålskinnene flatklemmes og utblokkes omtrent 80 cm foran hver stolpe som en ser eksempel på i figur 32. Jo lenger stolpeavstanden er, jo større blir

problemet. I midtpartiet mellom to stolper er skinnen svakest og den vil gi etter for presset fra plogen, og rekkverksprofilen klemmes flatt oppover og nedover. På fronten av skinnetoppen i det flatklemte partiet er ofte galvaniseringen også slitt bort. Dette gjør at rust kan angripe og gjøre rekkverket svakere og forkorte levetiden. Dette er særlig et stort problem på veier som saltes.



Figur 32 Brøyteskadet stålskinnerekkverk. Kilde: Statens vegvesen, 2002b.

Tidligere var det vanlig praksis at sjåførene «la» brøyteskjæret på rekkverket når en brøytet inntil det. Dette førte til veldig mye brøyteskader på rekkverkene. Selv om brøytesjåførene ikke lenger «ligger» på rekkverket i samme omfang er det på svingete veier under vanskelige kjøreforhold vanskelig å unngå tilsvarende situasjoner. Dette gjelder særlig i venstresvinger hvor rekkverket gir føring for plogen. Generelt oppstår disse skadene oftere der rekkverket står veldig nært inntil kantlinja. I vinterdriftsklasse A tilsier krav om tilstand på vegen at all vegoppmerking inkludert kantlinje skal være synlig (Statens vegvesen, 2012a). På strekninger med vinterdriftsklasse A der rekkverket står nært kantlinjen oppstår det i praksis et dilemma for brøytesjåføren mellom å gjennomføre brøytingen etter dagens krav eller å sørge for å unngå brøyteskader.

Det har blitt arbeidet med flere tiltak som kan bidra til å redusere brøyteskadene på rekkverk. Et alternativ er å forsterke skinnen i det utsatte området slik at motstanden mot flatklemming økes. Dette kan gjøres ved å feste en kort skinne på baksiden av den vanlige, eller forlenge de

eksisterende slik at de overlapper i det utsatte området, omtrent 80 cm før og frem til stolpen. Det ble satt opp to prøvestrekninger med de to variantene i Sogndalsdalen i 2001. Etter to vintre var resultatene veldig gode (Statens vegvesen, 2002b). I Håndbok 231 heter det i dag at godstykkelsen på føringskinnen kan økes til 4 mm på strekninger som særlig er utsatt for brøyteskader, som for eksempel høyfjellsoverganger. Den vanlige tykkelsen i Norge er 3 mm. Økt tykkelse på skinnen er noe de har veldig gode resultater med i Finland. Fra 1971 er det kun brukt 4 og 5 mm tykkelser på skinnen og dette har resultert i at de i Finland så godt som ikke har noen brøyteskader på rekkverkene (Statens vegvesen, 2002b). Det er også testet ut om bruk av mer høyverdig stål vil kunne redusere brøyteskadene, men utførte kollisjonstester har ikke gitt gode nok resultater til å forsvare den økte kostnaden (Statens vegvesen, 2002b).

Plaststolper har den egenskapen at de retter seg nesten helt opp igjen selv etter en stor nedbøyning, uten merkbart tap av styrke. De kan derfor ha fordeler ved bruk i rekkverk på strekninger der brøyteskader er utbredt. Det ble satt opp et prøveparti på Haukelifjell i 2001 i en veldig vanskelig venstresving. Etter en vinter var det ingen tegn til flatklemming av rekkverkskinnen eller andre skader på rekkverket. Rekkverket vil imidlertid gi noe etter for plogtrykket slik at vil det være behov for en forlengelse av plogvingen i rekkverksnivå for å opprettholde brøyte kvaliteten (Statens vegvesen, 2002b).

Når plogskjæret legges mot rekkverksskinnen blir både skjæret slitt ned og ødelagt fortere, og galvaniseringen slites bort fra stålskinnen. For å minske disse skadetyperne er det blitt forsøkt ut å legge plastlister eller et stålrør ytterst på skjæret. Vegvesenet i Sogn og Fjordane har vært særlig opptatt av brøyteskader, og var de som startet med å montere plast på plogvingen for å unngå avskrapingen av galvaniseringen på rekkverkene. Et eksempel på en slik plastbeskyttelse av plogvingen er visst i figur 33. Ved å variere tykkelsen på plastplaten vil en kunne tilpasse plogene til de ulike rekkverkene og deres mykhet (Statens vegvesen, 2002b). Ifølge Næss og Engen driver Mesta i Trondheim i dag og tester ut ulike varianter av metall- og plastbeskyttelser på sine ploger, men dette er i hovedsak for å minimere nedslitingen av plogskjæret.



Figur 33 Påmontert neoprenplate på plogvingen. Kilde: Statens vegvesen, 2002b.

Rekkverk kan også bidra til å ødelegge annet brøyteutstyr enn ploger. Utstikkende skarpe kanter, bolter eller stolper er flere ganger meldt inn i Synergi som årsak til at dekk på brøytebilen har blitt punktert eller skåret i stykker. Dette er registrert blant annet der rekkverket er satt opp som skille mellom bilveg og gang- og sykkelveg, men uten at baksiden av rekkverket har vært godt nok sikret etter krav. Både for myke trafikanter som ferdes der, og brøytebilene som skal brøyte, er det viktig at det ikke er utstikkende objekter på baksiden av rekkverk som står inn mot gang- og sykkelveg eller fortau.

Stolpene blir ikke skadet av brøyting i samme omfang som rekkverksskinnen, men om ikke sidestøtten er god nok kan stolpene bli presset utover av trykket mot rekkverksskinnen. Stålstolper som kun er 5,5 cm brede, er særlig utsatt for dette. Et annet problem er at plogskjæret kan komme under skinnen og lage kutt i trestolpene. Dette er særlig et stort problem på strekninger der rekkverket henger utover, og spesielt om vegen er svingete i tillegg. Vegvesenet stiller enkelte krav til bredden på snøplogene. I krav fra juni 1988 er det beskrevet at plogskjæret alltid skal stikke minst 100 mm utenfor bilens høyre side. Da var det imidlertid ikke stilt krav til utformingen av plogskjæret. For å redusere omfanget av denne typen kuttskader ble det derfor rettet oppmerksomhet mot at det ytterste høyre plogskjæret måtte skråskjæres slik at det ikke stikker ut til høyre for selve plogbladet (Statens vegvesen,

2002b). Frem til 1998 var det krav om at alle brøytemannskap i Vegvesenet måtte anvende ytterskjær med avskårne hjørner (Ingulstad, 2013). De gjeldende kravene jeg har funnet omfatter bare maksimal bredde på brøyteplog og til fast utstikk på venstre side (Statens vegvesen, 2012c). Fra Nullvisjonsprosjektet på Lillehammer meldes det imidlertid om at de på grunn av sideplogens bue ikke synes de kommer godt nok inntil rekkverket. De synes det derfor ville vært interessant å prøve ut en sideplog med rettere bue for å komme tettere inntil rekkverket. En rettere bue vil trolig medføre økt omfang av kuttskader på stolpene, men det er også sannsynlig at det vil bidra til å øke kvaliteten på brøytingen.

Utblokkingsbøylere bygger skinnen ca 12 cm ut fra stolpen. Dette vil redusere kuttskadene på trestolpene ettersom avstanden mellom skinne og stolpe øker, såfremt ikke rekkverket henger veldig utover. Utblokkingsbøylernes funksjon i en kollisjon er omdiskutert. De fører også til at rekkverket trenger større plass i bredden, noe som ofte allerede er et problem. Ifølge byggelederne Hoven og Solem har derfor utblokkingsbøylene stort sett tatt ned igjen, og nye blir ikke montert opp. Det har også vært stilt spørsmål om det er behov for utblokkingsbøylere der en skal sette opp underskinner for å beskytte motorsyklister. Iversen uttrykte skepsis til om disse skinnene ville tåle vinterdrift, eller om de ville bli revet med av brøytepløgen uten spesielle tiltak. En prøvestrekning i en skarp sving E16 over Sollihøgda tyder imidlertid på at det ikke er nødvendig å kreve bruk av utblokkingsbøylere ved oppsetting av motorsykkelskjørt under rekkverksskinner (Ingulstad, 2013). Mye vil avhenge av brøytesjåførens dyktighet og kjøremåte, men for å legge forholdene godt til rette for dette bør det stilles krav til bruk av avskårne ploghjørner og påmontert plastbeskyttelse på plogvingen (Ingulstad, 2013).

Mange typer endeavslutninger og terminaler er vanskelige å brøyte ordentlig rundt. Det skaper utfordringer at det finnes en rekke type løsninger på hvordan rekkverksenden er sikret eller forankret. Der endene kun er ført ned i bakken uten at den er svingt ut, er det lett å kjøre på den når den er dekket av litt snø, og den ikke er tydelig merket. Rekkverksender skal merkes med doble brøytestikk uten refleks, men dette kan mangle eller forsvinne i løpet av vinteren. Ettersom terminalene er bredere enn rekkverket er de enkle å hekte i med skjæret. Noen terminaler er veldig dyre og brøytesjåfører holder derfor ekstra avstand til disse. Dette fører til at det blir liggende en del snø rundt terminalen som kan redusere den egentlige trafiksikkerhetseffekten til den. Der rekkverksendene er svingt ut av vegen, slik det skal gjøres i dag, kan disse utgjøre en fare for brøytesjåførene når det er dårlig sikt og starten på utsvingningen ikke markeres godt. Ettersom utsvingningen er så slak, kan den være vanskelig å oppdage i dårlig vær. Det vil være naturlig for sjåføren å følge rekkverket, noe som kan

resultere i at brøytebilen kan kjøre av vegen. Det er rapportert om nestenulykker som dette i Synergi.

Om det brøytes tett inntil wirerekkverk med gammel stolpetype, er det lett å hekte plogen i stolpene ettersom de er utformet som H-profiler. Wirerekkverkets utforming gjør at en hekting med brøyteplogen kan føre til store skader på rekkverket. I Sverige har en registrert tilfeller der brøyteskjæret har hekket seg opp i en stolpe og dratt med seg kabler og stolper på strekninger over ti meter (Karim og Magnusson, 2009). Brøytesjåførene holder derfor ofte 30-40 cm avstand til wirerekkverkene, noe som fører til at det blir liggende snøvoller selv foran et slikt åpent rekkverksprofil. Snø og is fryser fast på rekkverket og dekker det etter hvert helt. Dette fører med seg problemer når det begynner å smelte og isklumper havner på vegen. Wirerekkverkene tåler snøbelastningen dårlig, og vil ikke fungere optimalt trafiksikkerhetsmessig før de er strammet opp igjen. I Sverige jobbes det med å utvikle utstyr som kan fjerne snøen på wirerekkverkene (Nonstad m fl, 2009).

I likhet med wirerekkverk tåler også rørrekkverk generelt dårligere snø- og brøytebelastninger fordi de har en mindre stiv konstruksjon enn stålskinnerekkverk. I Sverige er det spesielt meldt om mye skader på både plog og rekkverk på de rørrekkverkene som har muttere og skruer montert på utsiden av røret. Skjæret hekker enkelt i slike utstikkende elementer, og derfor blir det også til denne rekkverkstypen holdt omtrent 30-40 cm avstand når en brøyter (Karim og Magnusson, 2009).

I tillegg til rekkverksstolper, -ender og utstående skruer og muttere, er det flere andre objekter som settes opp på grunn av rekkverk som utgjør en fare for at plogen kan hektes i. Der en har valgt å bruke betongrekkverk uten dreneringshull må det legges kumlokk. Selv om kumlokkene tilstrebes lagt utenfor kjørebanelen, er det fortsatt på et område som skal brøytes. Næss, som har bakgrunn som brøytesjåfør, mener at en av de verste konsekvensene rekkverk har for vinterdriften er plassering av kumlokk i vegen fordi de kan være meget farlige å hekte i. Bruk av kjeftesluk bygget inn i betongdeleren vil være en bedre løsning for brøyting, men vil nok redusere tilgjengeligheten for annet vedlikehold.

Noen ganger er rekkverket eller -enden plassert på betongfundamenter eller med en egen asfaltkant slik at det ikke går i ett med øvrig asfalt, tilsvarende støtputen på figur 34. Dette er en uheldig utforming fordi plogen kan hekte seg opp i opphøyningen. Brøytesjåførene må gjøre et valg mellom å risikere hekting, eller gjøre en dårligere brøytejobb der de vet at slike problemområder finnes.



Figur 34 Støtpute på betongfundament som er høyere enn asfalt for øvrig. Kilde: Giæver m fl, 2006.

Betongrekkverk tåler generelt påkjenninger fra brøyting godt, men der betongen er blitt så dårlig at den har begynt å smuldre og gå i oppløsning vil det kunne være farlig å brøyte nært inntil. Da vil ploget kunne få tak i og kaste av gårde betongbiter til fare for andre trafikanter. Næss forteller at brøytesjåførene holder en viss avstand også til betongrekkverk der de vet at kvaliteten på betongen er dårlig. Et brøyteskadet betongrekkverk av dårlig kvalitet er vist i figur 35.



Figur 35 Brøyteskadet betongrekkverk. Foto: Alex Klein-Paste.

Omfanget av brøyteskader på rekkverk har blitt tydelig redusert med årene. Det faktum at brøytesjåførene ikke lenger «ligger» på rekkverket med plogen, er nok den viktigste årsaken. I tillegg har nok oppmerksomheten omkring å minske skadene og utvikle utstyr som reduserer skadene også bidratt. Byggelederne Hoven og Solem mener endring i hvordan brøytesjåførene brøyter mot rekkverk hovedsakelig skyldes at etter 2003 er entreprenørene selv ansvarlige for å dekke skadekostnadene som brøyteskadene påfører rekkverkene. Dette har muligens ført til en noe redusert brøyte kvalitet fordi de er redde for å påføre entreprenøren ekstra kostnader. Det blir også stilt spørsmål ved om små brøyteskader blir rapportert inn, slik de egentlig skal. I Trøndelag er byggelederne noe kritiske til om de tror alle entreprenørene alltid melder fra om småskader, mens de i Drammen/Buskerud mener at dette ikke er noe problem. Sistnevnte mener at om ikke entreprenørene gjør det, er det enkelt for dem å se hvilke skader som stammer fra brøyting, og hvilke som skyldes andre forhold. Forsikringsselskapene har dessuten, ifølge Hoven og Solem, begynt å skyldes på at skadene på rekkverket skyldes brøyting slik at selskapene ikke er økonomisk ansvarlig.

Brøyteskader på rekkverk er relativt vanlig i Sverige også, men da 1087 skaderapporter fra to svenske regioner, Region Midt og Region Vest, som involverte reparasjon av rekkverk ble undersøkt viste det seg bemerkelsesverdig at ingen av disse skadene skyldtes brøyteskader (Karim, 2008). Sverige har riktignok generelt bredere tverrprofil på vegen enn vi har i Norge. Dette gjør at rekkverket står lenger fra kantlinjen og dermed gjør det mindre utsatt for brøyteskader. Karim (2008) bemerker imidlertid at det er spesielt at ingen reparasjoner var nødvendig på grunn av brøyteskader, og spekulerer i om det skyldes at entreprenørene ikke melder ifra.

9.5. Vegskulderens påvirkning

Ifølge rekkverksnormalen skal rekkverket vanligvis plasseres slik at forkanten er i flukt med den asfalterte vegskulderens ytterkant for å unngå høydesprang på vegskulderen. Dette er viktig for at brøytingen kan foregå på en trygg og god måte. Høydespranget vil gi en ujevn overflate og resultatet av snøfjerningen vil ikke bli like god over hele bredden. Der en får en overgang til grusskulder vil en også få en fare for kasting av grus, noe som kan føre til skader på materiell og/eller personer. I Synergi er det meldt om flere nesten- og småulykker som følge av at hjulet til brøytebilen sklir ned i nedsenkingen. På Haukeli er det flere strekninger med 0,5 m grusskulder mellom asfaltkant og rekkverk som skaper problemer. Det er meldt om flere hendelser der brøytebiler har sklidd ned av asfaltkanten og mistet kontroll over bilen, noe som er til stor fare for både personer og materiell. I driftskontrakten Midtre Sogn ble en

tilsvarende situasjon meldt inn om i 2011. På en smal veg med en liten gruskulder mellom asfaltkant og rekkverk skled brøytetraktorens hjul ned på gruskulderen og ga sleng på bilen slik at fire stolper og tre skinner i rekkverket på motsatt side av vegen ble skadet.

10. Drivsnø og snøskred

Omtrent 55 % av alle registrerte vegstenginger skyldes drivsnø eller snøskred (Statens vegvesen, 1993). Drivsnø skaper særlig problemer på veger i høyfjellsområder med store åpne, flate områder og mye vind. Rekkverk bidrar til å øke disse problemene. Snøskred er som regel så kraftige at de river med seg rekkverk og andre vegobjekter i skredbanen. Dette fører til at store verdier blir ødelagt hvert år, og det må brukes store kostnader og mannskapsressurser på å sette opp nytt igjen. Det er forsøkt ut noen løsninger for å forhindre dette, men løsningene er foreløpig ikke gode nok til å bruke flere steder.

10.1. Drivsnø

Drivsnø er snø som fyker i lufta. Rekkverk gir endrede strømningsforhold for vind og fører til økte siktproblemer og fonndannelser i områder med drivsnø. Høye fyllinger (> 4 m) blir en stor hindring for vindstrømningen. Mye luft blir presset opp på fyllingstoppen slik at vindhastigheten øker på vegskulderen, for så å falle kraftig i et turbulent område nært vegbanen (Statens vegvesen, 2012b). En slik høy fylling vil som regel utløse et rekkverksbehov, noe som vil skape ytterligere problemer i drivsnøområder. Det er derfor særlig viktig med utforming av terrenget for å legge forholdene til rette slik at disse problemene ikke blir unødvendig store.

Rekkverket vil øke høyden på snødrevet og skape større siktproblemer. Særlig for vanlige personbiler kan dette by på store problemer og skape farlige situasjoner. Bruk av rekkverk resulterer dermed i et økt behov for kolonnekjøring og i verste fall stenging av vegen.

Det finnes flere rekkverkstyper som er mer egnet i forhold til drivsnø enn den vanlige w-skinnen som brukes mest i Norge. Det er gjennomført numeriske simuleringer av form og størrelse av rekkverk i forhold til hvordan de samler snø og reduserer sikt. Generelt kan det sies at rekkverkene bør være strømlinjeformete og smale (Hálfðanarson, 2006). Wirerekkverk, smalt stålskinnerekkverk (som kohlswarekkverk) og rørrekkverk har alle en utforming som gjør at de samler mindre snø enn det tradisjonelle stålskinnerekkverket.

Kohlswarekkverk er meget populært i Sverige. På denne typen sitter rekkverkskinnen høyere opp fra bakken og gjør det lettere å fjerne snøen fra vegen. Det gir også lite drivsnøproblemer fordi vindstrømmen kan passere mer uforstyrret, slik figur 36 viser. I Norr regionen i Sverige har de registrert mindre brøyteskader på kohlswarekkverk enn det vanlige brede w-profilet (Roadex, 2001).



Figur 36 Kohlwarekkverk. Kilde: Roadex, 2001.

De har også prøvd ut rørrekkverk der det har vært store drivsnøproblemer og de fungerer godt til formålet. Rørrekkverkene tåler imidlertid mindre snøbelastning og er mer utsatt for brøyteskader, i tillegg til at investeringskostnadene er 30-50 % høyere (Roadex, 2001). Også wirerekkverk har en svakere konstruksjon enn de vanlige stålskinnerekkverkene og tåler derfor mindre snø- og brøytebelastninger. I snørike områder vil det være mindre gunstig å bruke wire- og rørrekkverk fordi de har større behov for vedlikehold og kortere levetid. I mer snøfattige områder som har drivsnøproblemer vil disse rekkverkstypene kunne være gode løsninger. Wirerekkverk krever ingen ettergivende rekkverksende, ifølge Statens vegvesen, region sør. Dette taler til fordel for bruk av wirerekkverk særlig ved korte rekkverkstrekninger i drivsnøutsatte områder.

Thøring (2009) studerte sammenhengen mellom vegutforming og brøyteproblemer på høyfjellsveger. Resultatene var basert på samtaler og observasjoner og viser at på flere brøyteroder på høyfjellsveger må en brøyte på dager uten nedbør, på grunn av at rekkverkene samler mye snø som blir liggende ut over vegen. Et eksempel på hvordan vanlige stålskinnerekkverk samler snø er vist i figur 37. Dette viser at der det er mulig med alternativ utforming bør det jobbes for det. I Lapland i Finland har de en veldig bevisst politikk for å unngå rekkverk der det er mulig, på grunn av snøsamlingen det fører med seg. For å unngå bruk av rekkverk slaker de ut sideterrenget, og nær åpent vann lager de brede fyllinger, som om nødvendig går noe ut i vannet (Roadex, 2001). I Troms prøver de også å unngå bruk av rekkverk ved å slake ut bratt terreng på eksisterende veg, men de rapporterer om at de ofte ikke har midler det (Roadex, 2001).



Figur 37 Fonndannelse ved stålskinnerekkverk. Kilde: Thøring, 2009.

Det er ikke bare på høyfjellet drivsnø er et problem. I Malvik, utenfor Trondheim ble det satt opp betongmidtdeler for noen år siden. Den fører til mye fokkdannelse som må brøytes bort selv på dager uten nedbør ifølge Næss og Engen.

Ved våt eller fuktig snø skaper brøytekanter like mye problemer som rekkverk. Når snøen er tørr er det kun strekninger med rekkverk som får problemer med drivsnøen ifølge Norem. Brøytekanter blir dessuten freset ned i rolige perioder slik at de ikke skal skape unødvendige problemer. Norem er forkjemper for bruk av fresefelt. Dette er en type tiltak som gjør at en bedre har muligheten til å utnytte godværsdagene til å legge til rette for at uværsdagene ikke blir verre enn nødvendig. Utfresing av fresefelt og nedfresing av brøytekanter er slike arbeidsoppgaver.

Når det står rekkverk langs vegkanten kan det hindre muligheten til nedfresing og gjøre situasjonen dårligere. Et alternativ er ifølge Norem å plassere rekkverket i ytterkant av fresefeltet. Da vil ikke fokkdannelsen komme på vegen, og brøytesjåførene vil ha sikring i ytterkant av deres arbeidsområde. Det er imidlertid andre negative aspekter ved å plassere rekkverket såpass langt fra vegkanten, noe som er sett mer på i kapittel 13. For at et fresefelt skal kunne betjenes på en god måte bør ikke helningen være brattere enn 1:6 og ha en bredde på 3-4 m ifølge Norem.

Fonndannelsen blir særlig stor ved enden av rekkverket, fordi rekkverksskinnen her ligger nært eller på bakken. Det er derfor spesielt viktig å unngå korte rekkverk. Der en har stikkrenner vil det ofte bli en høy fylling med påfølgende krav om rekkverk. Driftsmessig vil ofte være mer gunstig å anlegge en noe lengre og dyrere stikkrenne og slake ut fyllingen.

Dette er nærmere omtalt i kapittel 14. For generelt å få minst mulig problemer med drivsnø, bør veger på høyfjellet prinsipielt plasseres med de fonndannende vindretningene (Statens vegvesen, 2012b).

10.2. Snøskred

Snøskred er en annen utfordring på deler av det norske vegnettet. Områder som er utsatt for snøskred er som regel meget bratte og sikret med rekkverk. Det er ekstremt mye energi i snøskred og det tar som regel med seg rekkverk og annen motstand i skredbanen. Det krever store kostnader og ressurser å sette rekkverkene opp igjen etter skred. I noen områder med stor skredhyppighet kan lokalmyndighetenes økonomi og ressurser føre til at det tar tid før nytt rekkverk er på plass. Farlige vegstrekninger kan dermed bli stående usikret i lengre perioder ifølge Norem.

På vinterstengte veger kan en som regel finne ut om det har gått snøskred ved å se om rekkverkene står der neste vår. På viktige vinterstengte turistveger som Trollstigen er det som regel nødvendig å sette opp nye rekkverk hver vår. Mindre profilerte strekninger blir ikke alltid prioritert og må ofte stå uten rekkverk en stund før nye blir satt opp. Når vinterstengte veger skal åpnes igjen kan rekkverkene både være til hinder og sikkerhet for brøyte- eller fresesjåførene. Er ikke endene godt nok merket eller snømassene skjuler merkingen, vil det være vanskelig for sjåførene å unngå å kjøre i rekkverkene. Samtidig bidrar rekkverkene til å redusere muligheten for at kjøretøyene kjører av vegen på farlige steder, og vil også kunne vise hvor vegen går om det er lite snø.

I Sveits er det ifølge Norem ikke uvanlig at de har demonterbare rekkverk i snøskredutsatte områder. Om høsten tar de ned rekkverkene for så å sette dem opp igjen om våren. I Norge har Norem jobbet for prøveprosjekter med nedtagbare rekkverk. På Strynefjellet ble det på en strekning satt opp wirerekkverk med stolper som kunne tas ned om høsten mens kablene ble liggende igjen. Strekningen var langs et skredutsatt område ved et vann som om vinteren ville være tilfrosset og dermed ikke inneha den samme risikoen ved en utkjøring som i sommerhalvåret. Ifølge Norem fungerte dette godt, men etter tre-fire vintre prioriterte ikke mannskapet lenger å ta det ned om høsten.

Breisvedet langs RV70 i Ørsta er et meget skredutsatt sted. Fra 1979 til 1986 ble det registrert 35 vegsperringer på grunn av snøskred (Aas, 2012). I 1986 ble det lagt planer for å sikre vegen, og NGIs løsning innebar å flytte vegen til en fylling 20-30 m ut i sjøen. NGI (1986, som sitert i Aas, 2012) anslo at 50-70 % av skredene ville bli stoppet av tiltaket, mens de

resterende kunne ha store snøskyer eller bestå av så store snømasser at vegen kunne bli fysisk sperret. Tiltaket krevde bruk av rekkverk på både sjø- og skredsidene av vegen. Målsettingen var å utvikle et rekkverk som ville tåle belastningene fra fremtidige skred. Flere løsninger ble vurdert. Rekkverksløsningen som ble valgt består av flere avrundete betongkjegler som står på betongklosser og på grunn av den karakteristiske formen fikk det navnet «Dolly Parton-rekkverk». Rekkverkesløsningen er vist på figur 38.



Figur 38 Dolly Parton-rekkverk ved Breisvedet. Kilde: Aas, 2012.

Formen gjør at skredmassene kan skli mellom og forbi rekkverket, uten at det blir utsatt for alt for store krefter. På skredsidene av vegen brukes vanlige betongelementer, men på skredsidene av disse er det bygd opp en jordvoll for å forsterke rekkverket og gi skredmassene en jevnere bane.

I perioden 1987-1996 ble vegen sperret seks ganger av skred, mens den mellom 1996 og 2007 ble sperret tre ganger (Aas, 2012). Skaden en kan se på en av kjeglene i figur 38 skyldes sannsynligvis at en stein har blitt dratt med i skredmassene og har truffet med stor hastighet. Bortsett fra denne skaden, står rekkverket fortsatt veldig godt etter mange år og skred.

Rekkverket ble imidlertid ikke godkjent av Vegdirektoratet fordi om biler i høy hastighet treffer rekkverket vil de kunne flippe på taket og i verste fall bli ledet ut i sjøen. Rekkverket får likevel fortsette å stå der, men det er ikke tillat å sette det opp andre steder (Aas, 2012).

11. Vann, frost og tele

Rekkverk bidrar på ulike måter til at det blir liggende mer eller mindre snø på veggen og påvirker dermed tilstanden til vegoverflaten deler av året. Rekkverkstypene krever forskjellig håndtering og gir behov for ulike ekstratiltak.

11.1. Avrenning fra snø- og isranker

En forsøker å brøyte godt inntil betongrekkverk, såfremt kvaliteten på betongen tillater det. Det vil derfor sjelden bli liggende store snøranker inntil betongrekkverk. For de andre rekkverkstypene blir det som regel liggende en snøranke under rekkverket, fordi det ikke er praktisk mulig å fjerne all snøen ved brøyting. Avrenning av smeltevann fra snørankene fra midtrekkverk, eller siderekkverk ved ensidig fall, vil kunne skape problemer. På vegger som saltes vil det selv ved minusgrader kunne forekomme avrenning. Når dekketemperaturen er lavere enn frysepunkttemperaturen til saltløsningen, vil smeltevannet kunne fryse slik en ser på figur 39. Dette vil kunne utløse ekstra strøtiltak.



Figur 39 Avrenning fra isranke under midtrekkverk som har frosset. Kilde: ViaNova Plan og Trafikk AS, 2011.

Der det er montert skjørt under rekkverkskinnen som sikkerhetstiltak for motorsyklister, er det registrert at det blir liggende igjen mye mindre snø etter brøyting. Dette har redusert forekomsten av fryse-tineproblemer (Giæver m fl, 2006).

Erfaringene med hvordan midtrekkverk påvirker behovet for strøing og salting er forskjellige hos ulike entreprenører. Noen mener at samme tiltak må gjøres uansett om det er avrenning fra midtrekkverk eller ikke, mens andre erfarer at det i tillegg fører til egne strøutkallinger, særlig om våren da vegbanen ellers ville vært tørr (ViaNova Plan og Trafikk AS, 2011). Næss

og Engen har en annerledes mening om dette for veger som saltes. De mener at saltet holder seg lenger på vegen der det er midt- og siderekker, enn ellers, fordi snørankene under rekkverket, eller betongrekkverket, hindrer saltet i å forlate vegen. Erfaringer med at strekninger med midtrekkverk krever økt saltforbruk, henger sammen med at bruken av området nærmest midtrekkverket er veldig liten og at det dermed krever mer salt for å opprettholde god kvalitet der. Tilsvarende krever forbikjøringsfelt på smale firefeltsveger med liten vintertrafikk mye mer salt for å holdes isfri enn høyrefeltet, slik figur 40 illustrerer.



Figur 40 Standardforskjell mellom felt. Kilde: Giæver m fl, 2006.

Næss og Engen forteller at siden smeltevannet fra snørankene ofte vil inneholde en del salt, er det ikke sikkert det er behov for mer salting for å unngå at det fryser til. Det finnes imidlertid ingen gode metoder som gjør at driftsoperatørene kan måle saltkonsentrasjonen langs vegen, og på det grunnlaget avgjøre om det er behov for mer salt. Hvis dette hadde vært mulig ville det ganske sikkert bidratt til å redusere overforbruket av salt på vegnettet, kanskje særlig der en har rekkverk fordi dette reduserer vegbanearealet som er i bruk samtidig som isrankene bidrar til økt avrenning. Et ganske vanlig syn om våren er tykke hvite lag med salt på vegene, særlig på arealene utenfor hvitstripa.

11.2. Drenering

Dreneringshullene i betongrekkverk fryser fort til om vinteren og kan være tilfrosset langt utover våren om det ikke gjøres tiltak for å tine eller hakke dem åpne igjen. Dette kan by på problemer ved regnskyll og gjennom smelteperioden. Snø- og isrankene som bygges opp under andre rekkverkstyper fører til tilsvarende problemer. Det må ofte hugges dreneringshull i isrankene slik at vannet kan renne av vegen. Figur 41 viser hvordan vannet har begynt å samle seg opp langs isrankene.



Figur 41 Isranke hindrer dreneringen. Foto: ViaPPS.

Dreneringshullenes størrelse og avstanden mellom dem kan også ha betydning for andre forhold enn hvor fort de tettes igjen. Ifølge Larsen kan færre, men større dreneringshull, føre til sterk vannavrenning som vasker bort salt fra vegen i et konsentrert område slik at isen fryser der og kan skape problemer for kjøretøy. Andre jeg har snakket med har ikke erfart dette som noe problem.

Grøfter fylt av snø og is blir ofte ryddet om våren for å åpne dreneringsveiene for vannet som tiner i vegkonstruksjonen. Der det er montert rekkverk langs vegen hindrer det at utstyr som vanligvis blir brukt kommer til. Når det blir behov for spesialutstyr blir prosessen vanskeligere og det ender som regel opp med at disse grøftene ikke blir ryddet. Fordi alle dreneringsveger er stengt forblir smeltevannet inne i vegkroppen, noe som resulterer i lavere bæreevne og økt sjanse for teleløsningsskader.

Telehiv skaper mange problemer for en vegkonstruksjon, og også for rekkverk medfører det ekstraarbeid. Stolpene kan bli hevet eller bøyd som følge av lokale telehiv som må rettes opp for å holde rekkverket i forskriftsmessig stand. Når sluk plasseres i vegbanen langs betongrekkverk uten dreneringshull, er det veldig viktig at de blir liggende på laveste punkt

for å unngå vannansamlinger i vegen. Dessverre ser en ganske så ofte et annet resultat, noe som kan skyldes telehiv eller dårlig nøyaktighet ved bygging.

Grøfteutforming er viktig for om det er behov for rekkverk eller ikke, og om dreneringen vil fungere i ekstremisituasjoner. Vegbyggingsnormalen, Håndbok 018, gir krav til utforming av grøfter av hensyn til drenering. Rekkverksnormalen gir krav med hensyn til når en trenger og når en ikke trenger å bruke rekkverk, avhengig av avstand til farlige hindre og helling på grøfteskråningen. Håndbok 018 krever at ved lukket drenering med grunn sidegrøft, skal den grunne sidegrøften være minimum 0,3 m dyp. Når fartsgrensen er høyere enn 80 km/t kan ikke grøftedybden overstige 0,3 m uten at Håndbok 231 stiller krav til rekkverk. For å unngå bruk av rekkverk er mange veger de siste årene bygd med sidegrøfter med dybde på 0,3 m. Dette har imidlertid ført til en del problemer.

Ved intense nedbørsperioder gir ovennevnte grøfteprofil for dårlig kapasitet slik at vannet flommer ut på vegbanen, se figur 42. Dette kan føre til vannplaning og andre trafikkfarlige situasjoner. De grunne grøftene fører dessuten til at iskjøvingen kan gro seg frem til vegen. Iskjøving oppstår når grunnvann eller overflatevann når frem til kalde, åpne flater slik at det fryser til. Vannet vil bre seg ut til siden der høydeforskjellene er små. Hvis iskjøvingen når frem til vegbanen, kan det i ekstreme tilfeller bli nødvendig å høvle vegen flere ganger om dagen for å oppnå tilfredsstillende kjøreforhold (Norem, 2012). Dype og smale grøfter vil være det beste tiltaket mot iskjøving, men det fører til krav om sikring med rekkverk etter Håndbok 231. Når grunne grøfter ligger inntil løsmasseskjæringer vil utglidninger fra skjæringene kunne gli videre inn på vegen fordi grøften ikke har nok dybde. Utforming av grøfter og sideterreng er veldig viktig når en ikke ønsker å bruke rekkverk, slik at det ikke skaper nye problemer. Dette temaet er omtalt nærmere i kapittel 14.



Figur 42 Grunn sidegrøft, etter rekkverksnormalens krav, som har for liten kapasitet. Kilde: Norem, 2012.

12. Andre konsekvenser for drift og vedlikehold

Bruk av rekkverk fører til økt behov for drift og vedlikehold på flere områder enn de som er diskutert tidligere i denne oppgaven. Temaene som blir tatt opp i dette kapittelet vil få en mer overfladisk behandling, men er etter min mening viktige å ta med for å få et helhetsbilde av hvordan rekkverk påvirker drift og vedlikehold.

Rekkverk skal som andre vegobjekter rengjøres om våren. Rekkverket rengjøres samtidig med vegbanen, og samme arbeidsvarsling kan derfor brukes. På veger med stor trafikk må arbeidet utføres som nattarbeid (ViaNova Plan og Trafikk AS, 2008). Vårrengjøring av veger med rekkverk tar lenger tid og krever mer vann, som må etterfylles oftere, enn på veger uten rekkverk. Rekkverksender og terminaler som er utstyrt med refleks krever oftere vasking for å holde den synlig langs støvete veger i perioder med lite nedbør.

Rundt rekkverksstolper og langs betongrekkverk samler det seg grus og sand som må feies bort eller samles opp. Dårlig feiing vil etter hvert resultere i at akkumulert plantemateriale, strøsand og asfaltstøv danner en kant som vil kunne hindre avrenning fra vegbanen. Siden rekkverksstolpene vanskeliggjør feiingen fordi maskinene ikke kommer godt til rundt dem, er dette oftere et problem på strekninger med rekkverk. Dårlig avrenning vil kunne gi glatt vegbane og økt vannplaningsfare og på sikt skade vegkonstruksjonen og gi dårligere bæreevne (Aurstad m fl, 2011). Videre vil en voksende torvkant gjøre den maskinelle slåtten vanskeligere under rekkverket, slik at høyvokst vegetasjon får utvikle seg og fører til økte problemer. Det er derfor meget viktig at en slik kant ikke får vokse seg til, slik at rekkverket ikke ender opp som vist på figur 43. Langs betongrekkverkene er det viktig at grus og sand fjernes så det ikke fyller igjen dreneringshullene.



Figur 43 Høyvokst vegetasjon rundt rekkverk. Foto: Harald Sel.

Maskinell slått under rekkverk er vanskelig fordi maskinene ikke er utformet til å arbeide tett inntil stolpene. Det er meldt inn flere hendelser i forbindelse med maskinell slått under rekkverk til Synergi som har medført skade. Skadene har både vært på personer og materiell.

Bruk av midtrekkverk fører til at to midtlinjer må vaskes og holdes ved like. Ved midtdeler vil det føre til behov for flere drift- og vedlikeholdsoppgaver avhengig av type. En grønn midtdeler med gress må klippes og det forutsetter at det legges til rette for at de som skal holde den ved like kan komme seg trygt frem og tilbake, og utføre arbeidet på en sikker måte. Grønne midtdelere krever en del vedlikehold, men ifølge Grette og Tveiten, er ikke asfalterte midtdelere mindre krevende fordi de vil samle mye humus som må spyles bort med jevne mellomrom. Ifølge dem er betong det underlaget som klart krever minst drift og vedlikehold.

Økt behov for drift- og vedlikeholdsoppgaver medfører økt risiko for skade på arbeiderne. Det skyldes i hovedsak at arbeidet som regel utføres i et trafikkert miljø med fare for blant annet påkjørsel og klemskader fra biler. Bruk av maskiner og utstyr kan også føre til skader på arbeiderne. Stressete situasjoner med trafikk tett på eller tidspress kan svekke aktsomheten og øke faren for skader. I Sverige ble det over en femårsperiode registrert mer enn 600 vedlikeholdsrelaterte ulykker med personskader, inkludert 20 dødsulykker (Karim, 2008).

Bruk av rekkverk vil kunne påvirke hvor i vegbanen bilistene plasserer seg. Særlig ved bruk av både side- og midtrekkverk på tofeltsveger kan rekkverkene virke meget dominerende og gi bilistene en følelse av å kjøre i en trakt. Figur 44 viser et bilde fra E16 i Buskerud der rekkverkene gir en slik veggeffekt. Det fører til at bilistene prøver å holde mest mulig avstand til rekkverkene og gjør at kjøretøyene holder seg innenfor et mer konsentrert område, enn på tilsvarende veger uten rekkverk. Flere av dem jeg har snakket med har erfart at tofeltsveger med både side- og midtrekkverk, på samme måte som i mange tunneler, får kraftig sporutvikling.



Figur 44 Rekkverk som skaper veggeffekt. Foto: ViaPPS.

En kraftigere sporutvikling vil føre til at det oppstår dype spor fortere og oftere enn ellers. Veger med dype spor gir blant annet økt fare for vannplaning, og er en stor utfordring å brøyte tilfredsstillende. Plogen vil slippe snø under som blir liggende igjen i sporene. Trafikken i sporene vil pakke og polere snøen som fort vil ligne is. På strekninger som saltes vil snøen fort fjernes fra sporene, men bli liggende igjen ved siden av. Samtidig går trafikken på et mer konsentrert område slik at mye areal ikke får hjelp av trafikken til å fjerne snø. Sporete veger krever derfor generelt mer salt for å oppnå snøfri kjørebane. Jeg har ikke klart og finne noen studie som tar for seg hvordan plassering av rekkverk påvirker sporutvikling.

I forbindelse med oppsetting av midtrekkverk på to prøvestrekninger i 2002-2003 ble plasseringen av kjøretøyenes hjul på vegen undersøkt før og etter oppsettelsen (Sakshaug og Giæver, 2004). Kun midtrekkverk ble satt opp og det var ikke siderekverk på strekningene. I tillegg ble det gjort tiltak som medførte endringer i felt- og skulderbredde, og på deler av strekningene også antall felt. Resultatene fra de åtte kontrollerte punktene viste at standardavviket på avstanden mellom høyre hjulspor og asfaltkanten maksimalt ble endret med 0,15 m. De konkluderte i undersøkelsen at resultatene tyder på at bygging av midtrekkverk ikke fører til økt spordannelse. På grunnlag av at det ikke var siderekverk på strekningen og mange andre forhold også ble endret, fremstår det vanskelig å trekke noen tydelig konklusjon i denne sammenheng fra denne studien.

Ved reasfaltering vil midtrekkverk medføre flere utfordringer. For at ikke dreneringshull i betongrekkverk skal bli liggende under det nye asfaltlaget må en først frese ned det eksisterende asfaltlaget. Legging av asfalt rundt rekkverksstolper krever ekstra, manuelt arbeid fordi maskiner ikke kommer til, slik en ser på figur 45. Det har flere konsekvenser om det gamle asfaltlaget ikke freses bort først. Det vil dannes en asfaltrenne inntil betongrekkverk eller under andre rekkverk om ikke det blir lagt asfalt rundt stolpene. Asfaltrennen vil samle opp grus, sand, vann og mye annet. I tillegg vil rekkverket etter hvert måtte høydejusteres for å opprettholde høydekravene. Midtrekkverk medfører dessuten at asfaltleggebilen må rygge lange strekninger fordi det er langt mellom driftsåpningene. Rekkverkene setter også grenser for hvordan bilen kan plasseres og det kan føre til at skjøtene på asfalten kan bli liggende meget uheldig, for eksempel midt i et hjulspor.



Figur 45 Asfaltlegging rundt rekkverksstolper. Foto: Erling Grønsdal.

13. Avstand rekkverk – kantlinje

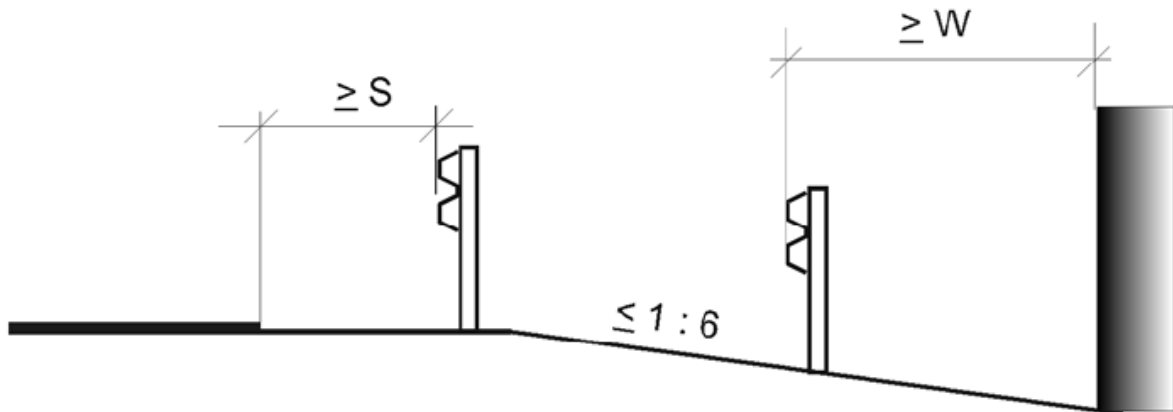
Blant personene jeg har snakket med er det noe ulik oppfatning om hvilken avstand mellom kjørebane kant og rekkverk som gir best sikkerhet for trafikanter og driftspersonell og sistnevnte best mulighet til å utføre arbeidet sitt. Ifølge Håndbok 231 er det flere forhold som må vurderes og tas hensyn til når en skal sette opp et rekkverk. Disse er:

- avstand fra kjørebane kant til rekkverket
- plassering av rekkverket i forhold til eventuell kantstein eller opphøyd brukant
- avstand fra rekkverk til skråningstopp, dvs. innfestingsbredde
- ulemper for gang- og sykkeltrafikk
- avstand fra kjørebane kant til rekkverket og betydning for problemer med snøbrøyting
- sikt og visuell linjeføring

Rekkverkets forkant skal normalt flukte med asfalskulderens ytterkant for å unngå høydesprang på vegskulderen. Asfalskulderens bredde avgjør ofte hvor rekkverket blir plassert. Det er imidlertid visse minimumskrav i håndboken. Der fartsgrensen er ≤ 80 km/t og/eller $\text{ÅDT} < 12000$ skal avstanden mellom vegens kjørebane kant og rekkverkets forkant være minimum 0,5 m. Om fartsgrensen er > 80 km/t og $\text{ÅDT} \geq 12000$ skal avstanden være minimum 0,75 m (Statens vegvesen, 2011a). Selv om dette er «skal»-krav som bare kan fravikes av Vegdirektoratet, blir det mange steder satt opp rekkverk langt unna disse minimumsavstandene langs eksisterende veg. Når vegen ligger klemt inn på en liten hylle med bratt fjell opp og stup rett ned, vil det kreve ekstremt store og kostbare inngrep for å fremskaffe de ekstra centimeterne. På slike strekninger er det forståelig at en breddeutvidelse ikke blir prioritert der en kun skal sette opp rekkverk. Ved mer vanlig terreng skal det ofte ikke så store tiltak til for å utvide vegbredden med en halv meter, men det er liten kunnskap om hvorfor det kan være lønnsomt.

Rekkverk kan plasseres i skråninger med fall slakere enn 1:5, og i visse tilfeller også helt opp til 1:3. Rekkverket kan stå maksimalt 0,75 m fra skråningstopp. Denne løsningen anbefales ikke i snørike områder fordi det vil kunne bidra til å øke muligheten for å kjøre over rekkverket (Statens vegvesen, 2011a).

I den svenske håndboken om veg- og gateutstyr (Sektion Utformning av vägar och gator, 2004b) heter det at rekkverk enten kan plasseres langs med vegkanten eller i en større avstand fra denne som vist i figur 46.



Figur 46 Forskjellige muligheter til rekkverkplassering etter svensk regelverk. Sektion Utformning av vägar och gator, 2004b.

Det er videre beskrevet en rekke fordeler og ulemper ved de ulike plasseringsalternativene. Rekkverk plassert med større avstand til vegbanekant har flere ulike konsekvenser:

- **Mindre veggeffekt, og dermed mindre konsentrerte hjulspor**

På tofeltsveger med både side- og midtrekkverk er det lett å få følelsen av å kjøre i en trakt. Denne opplevelsen vil minske om rekkverkene har god avstand fra kjørebanelinjen eller de har en utforming som gjør dem mindre dominerende. Denne veggeffekten fører til at flere biler velger å holde seg på samme sted i kjørefeltet og gjør sporene smale. Når sporene blir mer konsentrerte fører det blant annet til at behovet for reasfaltering kommer fortere, det blir økt fare for vannplaning og det krever mer salt for å holde hele kjørebanelinjen snø- og isfri fordi det blir større areal på vegen som ikke får noe særlig hjelp fra trafikken.

- **Bedre forhold for fotgjengere og syklister der de må/velger å bruke vegen**

Der gående eller syklende må eller velger å ferdes i kjørebanelinjen får avstanden mellom rekkverk og hvitstripa mye å si for opplevelsen og trafikksikkerheten. Som regel er det ikke mulig selv for gående å ferdes på yttersiden av rekkverket på en god måte, fordi det er kort avstand til en skråning. Der folk velger å gjøre det vil det som regel bidra til at skråningstoppen trækkes ned og innspenningen til rekkverksstolpene reduseres. På

strekninger det forventes at en del myke trafikanter vil ferdes i kjørebane bør det tas ekstra hensyn til ved valg og plassering av rekkverk.

- **Større mulighet for å rette opp bilen og unngå å kjøre i rekkverket**

Når rekkverket er plassert lenger unna kjørefeltet vil flere småpåkjørslar av rekkverk unngås, fordi de som kun mister kontrollen et lite øyeblikk får muligheten til å rette opp bilen igjen og unngå sammenstøt. Tilsvarende gjelder de som møter en bil som ikke helt klarer å holde seg i sitt felt og dermed heller velger å kjøre litt inn i rekkverket for å unngå kollisjon.

- **Enklere å holde hvitstripa fri for snø**

Når rekkverket står lenger unna trenger ikke brøytesjåførene å risikere å påføre rekkverket brøyteskader ved å presse skjæret mot rekkverket for å holde hvitstripa fri for snø.

- **Mindre småskader fra brøyting eller påkjørsler**

Det skal fortsatt fjernes snø inn mot rekkverket, men med større avstand blir det ikke sett på som like kritisk å legge seg så nært inntil. Biler som forlater vegen på grunn av et øyeblikks uoppmerksomhet, vil ha mulighet til å rette opp bilen igjen før de treffer rekkverket.

- **Rekkverkslengden kan minskes**

Når rekkverket står nærmere et faremoment vil rekkverkslengden kunne minskes. Dette skyldes at vinkelen som gir fare for å treffe objektet tilsvarer en kortere lengde jo nærmere en kommer objektet. En kortere rekkverkslengde vil medføre lavere kostnader.

- **Påkjøringsvinkelen kan øke**

Når rekkverket står lenger unna, får bilene som kjører av vegen muligheten til å dreie bilen mer normalt på rekkverket enn om det står nærme vegen. Rekkverkene testes for å fungere for påkjøringsvinkler på 20°. Om vinkelen blir større vil belastningen på rekkverket bli større enn det skal klare, og muligheten for å lede kjøretøyet trygt tilbake på vegen bli liten. En stor påkjøringsvinkel vil en også kunne få om det er flere felt og ved utkjøring mot venstre på veger uten midtrekkverk.

- **Dårligere visuell ledning, særlig når det er snø**

Ettersom rekkverk som regel står nært inntil veggen kan det oppstå uheldige situasjoner ved snø eller tåke ved at bilistene kan tro at rekkverket står nært inntil veggen og velger å kjøre nærmere det enn veggen går.

- **Snøvoller kan bygges opp med fare for at kjøretøy kan kjøre over dem**

Når rekkverket står lenger unna veggen er det fare for at brøytingen ut mot det ikke blir optimalt utført. Det kan føre til at det bygges opp snøvoller foran rekkverket, som etter hvert blir til hard is. En snøvoll med slak vinkel fra vegkant til rekkverk kan fungere som et spretthopp for en bil som kjører av veggen. Slike snøvoller kan også gi andre problemer som er nærmere beskrevet i kapittel 11.

- **Kjøretøyet kan miste bakkekontakten og treffe i en annen høyde enn tiltenkt**

Rekkverket vil som regel være plassert noe lavere enn vegbanen når det er større avstand til den. Dette kan føre til at kjøretøy som kjører av veggen med høy hastighet kan miste bakkekontakten, og treffe rekkverket i en annen høyde enn det er designet for, og dermed flippe rundt og over rekkverket.

- **Dårligere effekt for tunge kjøretøy**

For tunge kjøretøyer har påkjøringsvinkelen veldig mye å si. Når påkjøringsvinkelen øker vil belastningen på rekkverket øke mye og det er liten sjanse for at rekkverket tåler den store ekstrapåkjenningen. Om den utvidede skulderen består av andre materialer, for eksempel grus, vil det kunne bidra til å bremse farten på kjøretøyene noe, fordi rullemotstanden i slike materialer er mye høyere enn asfalt og betong.

Ved kryss vil det særlig være en fordel å øke avstanden mellom rekkverk og vegkant for å oppnå bedre siktforhold. I tillegg vil en kunne unngå skader som skyldes at overhengen på lastebiler sveiper borti når de svinger (Sektion Utforming av vägar och gator, 2004b).

I tillegg til de momentene som er nevnt i den svenske håndboken vil det være fordelaktig at rekkverket er plassert lenger fra vegkant på tofeltsveger i situasjoner der utrykningskjøretøyer skal frem. Det vil også være fordelaktig for vedlikeholdsarbeid som da i større grad kan utføres samtidig som veggen er trafikkert. Samtidig vil det, som beskrevet i kapittel 9, være uheldig med høydeforskjeller og forskjellig materiale på skulderen for brøytebiler. Større

avstand mellom kantlinje og rekkverk vil i tillegg gi mulighet til midlertidig lagring av snø. Det er også omtalt mer i kapittel 9.

Flere møteulykker skyldes at en bil har kjørt i siderekverket og har blitt slengt tilbake og over i motgående kjørebane. Det har ført til økte krav om midtrekkverk på smale tofeltsveger for å hindre denne typen ulykker. Nygård mener at utforming av sideterreng og bruk av siderekverk bør utføres slik at biler som kjører av vegen ikke kan komme ukontrollert tilbake. Økt avstand mellom kantlinje og rekkverk vil bidra til å sikre dette.

Hoven og Solem mener at 1 m bred asfaltert skulder med rekkverk inntil asfaltkant er den optimale plasseringen med tanke på drift og vedlikehold. Næss sine erfaringer tilsier at for å kunne fjerne snøen på en god måte uten å skade rekkverket holder en halvmeter. Han mener det først blir store problemer når avstanden er nede i 10-20 cm. Nygård synes en i større omfang burde bruke en løsning med smal asfaltert skulder og en bred grusskulder før rekkverket. Grusskulderen skal ikke brøytes, men brukes til lagring av snø. Dette har han vært med på å gjennomføre på RV 3 fra Ulsberg til grense Sør-Trøndelag/Hedmark i 2009, etter en TS-inspeksjon. Strekningen har nå en 80 cm bred grusskulder mellom asfaltskulderkant og rekkverk, som ikke skal brøytes fri for snø, men bidra til at svingen ikke føles trang samtidig som den er sikret med rekkverk. I Norge er det ikke lov å la snøranker som reduserer rekkverkets funksjon bli liggende lenger enn ett døgn (Statens vegvesen, 2012a). Så lenge snøhaugen består av myk snø er det grunn til å anta den øker trafikksikkerheten. Problemet kommer når snøen komprimeres og blir veldig hard og etter hvert blir til is. Dette kan bidra til at biler som kjører av vegen kan kjøre over rekkverket eller treffe rekkverket i en annen høyde enn de skal og dermed flipper rundt. I snøfattige områder kan derimot løsningen med grusskulder til lagring av snø være god. Imidlertid bør det heller være ønskelig å utvide den asfalterte bredden i de fleste norske tilfeller enn å anlegge en grusskulder om en først skal planere ut for en bredere skulder. Bredere asfaltskuldre kan bidra til å redusere andre problemer også, som for eksempel kantoppsprekking.

I Sverige er minimumskravet til vegskulder 1,0 m for god standard og 0,75 m for mindre god standard. Utenfor den skal det ligge en støttkant på minst 0,25 m som skal støtte belegningskanten, og det er på dette området rekkverket plasseres når det trengs. Når en setter opp rekkverk må bredden på støttkanten tilpasses de ulike rekkverkstypenes dimensjoneringskriterier (Sektion Utforming av vägar och gator, 2004a). I Sverige er altså

minimumskravene til skulderbredde høyere enn i Norge, i tillegg er det praksis å bruke langt bredere skuldre enn minimumskravene.

Resultater fra undersøkte strekninger i regionene vest og midt i Sverige viste at både antallet reparasjoner og reparasjonskostnadene per kjøretøykilometer var høyere på de kollisjonsfrie 2+1 vegene enn på motor- og firefeltsvegene (Karim, 2008). På disse vegene var avstanden mellom rekkverk og kjørebane kant 0,65-1,1 m mindre enn på de andre typene. Det er samtidig slått fast at det skjer flere påkjørsler av rekkverk der det er to kjørefelt i samme retning enn kun ett, selv om kjørefeltene er gjennomsnittlig bredere der det er to felt i samme retning. Dette skyldes at forbikjøringsmulighetene ikke er der når det kun er ett felt, og der en kan kjøre forbi anser en det andre kjøretøyet som en større trussel enn rekkverket, og legger seg derfor nærmere rekkverket. På denne bakgrunn burde de kollisjonsfrie vegene som består av 2+1 kjørefelt ha færre rekkverkspåkjørsler ettersom kun halve lengden har to kjørefelt i samme retning. Dette tyder på at en generelt lavere vegstandard og smalere skuldre har stor påvirkning for påkjøringsrisikoen for rekkverk. Det er dessuten brukt mye wirerekkverk på de kollisjonsfrie vegene, og alle strekninger med denne typen rekkverk har flere skader og høyere skadekostnader per kjøretøykilometer enn strekninger med andre rekkverkstyper. Det skyldes at hver minste skade på wirerekkverk må repareres for å opprettholde kvaliteten på rekkverket (Karim, 2008).

Farten er også et viktig moment for skaderisikoen. På kollisjonsfrie veger er skaderisikoen for rekkverk 20 % høyere for strekninger med 110 km/t enn de med 90 km/t (Carlsson og Brüde, 2005, som sitert i Karim 2008). På midtrekkverk generelt ble det likevel registrert mindre skader på veger med 110 km/t enn de med 70 og 90 km/t. Dette kan nok i hovedsak skyldes at det generelt er bedre geometri og høyere trafiksikkerhet på veger med 110 km/t, mens det er flere kryss og tettere trafikk på veger med 70 og 90 km/t (Karim, 2008).

Karim (2008) har forsøkt å analysere reparasjoner av rekkverk i forhold til avstand fra vegen i region vest og midt i Sverige. Det eneste dokumenterte er at det repareres mer rekkverk som står 0,5-2,0 m fra vegen, enn det som står lenger unna. Resultatene er verken sett i forhold til lengde rekkverk eller kjøretøykilometer, kun antall reparasjoner. Ettersom det finnes mye mer rekkverk som står 0,5-2,0 m fra vegen enn lenger ut, ville et annet resultat vært meget oppsiktsvekkende. For å kartlegge hvilken avstand rekkverk bør plasseres fra kjørebane kant, er ikke dette resultatet en kan dra særlig nytte av.

I tillegg til avstanden mellom kjørebane kant og rekkverk betyr den generelle vegbredden veldig mye. Flere svenske studier har vist at det er færre rekkverksreparasjoner på møtefrie veger (2+1) der vegbredden er 14 m, enn der den er 13 m (Carlsson og Brude 2004, 2005, som sitert i Karim, 2008). I Sverige er 13 m den minste vegbredden der det er lov og sette opp midtrekkverk (Karim, 2008). I Norge er minste tillatte avstand mellom side- og midtrekkverk 5,25 m (Statens vegvesen, 2011a). Breddebehovet for midtrekkverket er satt til minimum 1,0 m (Statens vegvesen, 2008). Det vil si at det i Norge er tillat å sette opp midtrekkverk på veger som kun har 11,5 m mellom siderekkerkene.

Når trafiksikkerheten skal økes er erfaringene fra de som jobber med drift og vedlikehold at rekkverk ofte er en veldig enkel løsning, og gjerne settes opp omtrent inne på den allerede meget smale vegen. Når nye veger planlegges vil det være enklere å få til en bredere veg eller vegskulder når det kan vises til store fordeler, fordi en allerede er i en prosess med tilegning av eiendom og har stedlige masser en kan bruke for å slake ut skråninger. På eksisterende veger blir slike tiltak relativt mye større og kostbare, og kan virke rett og slett unødvendige på bakgrunn av de kunnskapene planleggerne og TS-inspektørene generelt sitter med i dag.

14. Alternativer til rekkverk – utforming av sideterreng

På eksisterende veger blir det ofte satt opp rekkverk etter en gjennomført TS-revisjon. Nygård beskriver et slikt valg som en «universalklisterløsning». Det er enkelt, kjapt gjennomført, relativt rimelig og har god trafiksikkerhetseffekt ifølge statistikken. For en eventuell bredeutvidelse og/eller utslaking av sideterreng ville en trengt eiendomsverv og masser til skråningen, noe som ofte kan ta tid og krever ekstra investeringsmidler. De fleste som jobber med drift og vedlikehold, som jeg har pratet med, mener at valg om å sette opp rekkverk blir tatt alt for lett uten videre vurderinger av andre muligheter. For å lette drift- og vedlikeholdssituasjonen er det viktig å unngå å sette opp rekkverk der det finnes andre gode alternativer. De jeg har snakket med som driver med vegplanlegging og TS-inspeksjoner sier de ikke innehar noe særlig kunnskap om hvorfor rekkverk kan være uheldig og hva som er forskjellene på ulike standardløsninger. For dem kan det oppleves som et unødvendig stort inngrep å slake ut en skråning for å oppnå en litt bredere skulder eller for å unngå å sette opp rekkverk, og de vil derfor ikke anbefale det på bakgrunn av de kunnskapene de innehar.

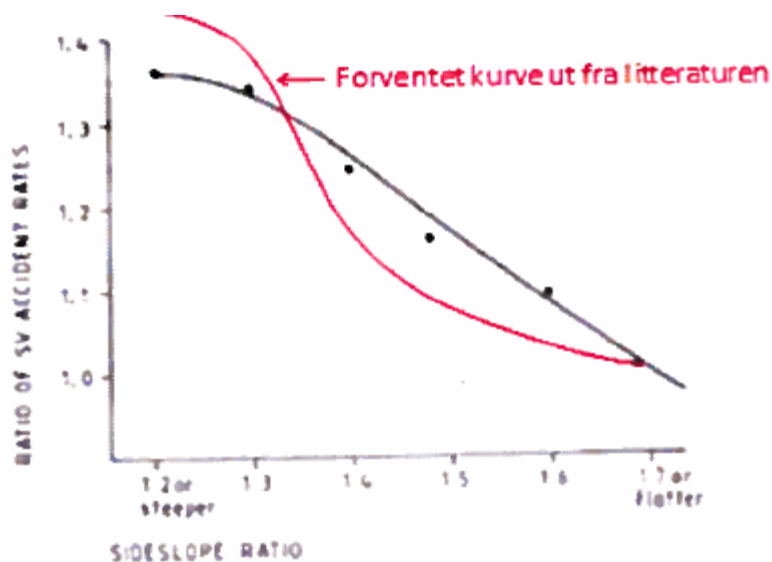
Norem (2012) beskriver premisser for utforming av vegens sideterreng. Det er lagt vekt på at forslagene både skal ivareta hensynene til funksjon og sikkerhet, uten bruk av rekkverk. Det finnes lite annen litteratur som behandler alle funksjonene under ett. Det som finnes av litteratur på temaet har enten tatt utgangspunkt i drenering eller trafiksikkerhet, uten å legge større vekt på andre deler av totalsituasjonen (Norem, 2012).

Grøfter kan forårsake to alvorlige ulykkestyper; velting og kollisjon med «bakhellingen» (Thomson m fl, 2006). I Norge er det krav om å sikre grøfter med rekkverk når grøftedybden er mer enn 0,3 m på veger med fartsgrense høyere enn 80 km/t. Ved lavere fartsgrenser kan grøftedybden være opp til 0,6m (Statens vegvesen, 2011a). Ved så grunne grøfter vil det imidlertid kunne oppstå andre problemer som er beskrevet i kapittel 11. En kan redusere problemene ved enten å øke grøftebredden eller dybden. Ut i fra hensynet til drenering vil det være best å øke dybden, men med tanke på trafiksikkerhet ved utforkjøring vil det beste være å øke grøftebredden. Ved å øke avstanden mellom grøftebunnen og vegen vil en redusere mulighetene for at flomvann, vannsprut og løsmasseutglidninger føres inn på vegen. Norem (2012) mener disse problemene er så omfattende at kravet til minimumsdybde i grøfter bør økes til 0,5 m, og at grøftebunnen skal plasseres så langt fra vegkanten som mulig. Dette vil i utgangspunktet føre til at det blir krav om rekkverk langs slike grøfter etter gjeldende krav i rekkverksnormalen. Imidlertid vil en på grunn av slakere helling og flytting av grøftebunnen lenger fra vegen kunne opprettholde trafiksikkerheten (Norem, 2012).

Det er gjennomført studier i mange land som tydelig viser hvordan risikoen for personskadeulykker og dødsulykker går ned ved bruk av rekkverk (TØI, 2012). Det er imidlertid færre undersøkelser som har tatt for seg hvordan hellingen på grøfteskråningen eller avstanden til farlige sidehindre påvirker ulykkesfrekvensene. AASHTO (2006, som sitert i Norem, 2012) «Roadside Design Guide» og Lamm m fl (1999, som sitert i Norem, 2012) «Highway design and traffic safety engineering handbook» refererer til noen slike undersøkelser.

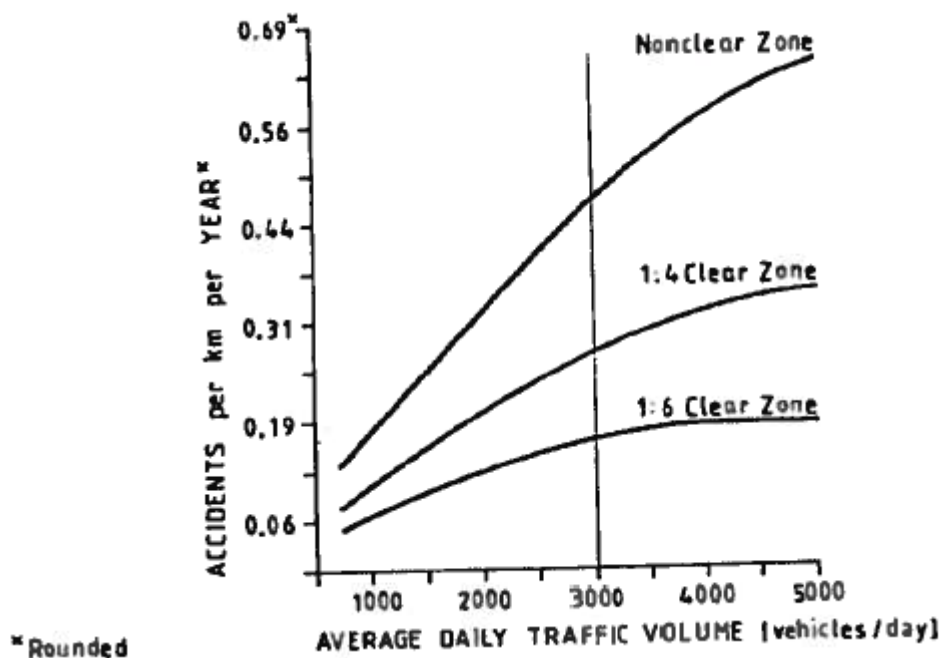
I øvrig litteratur opereres det med tre kritiske hellinger på grøfteskråninger ifølge Norem (2012). Ved 1:2 eller brattere vil biler velte og det kan føre til alvorlige konsekvenser ved en utforkjøringsulykke. Ved 1:3 vil bilene som regel ha kontakt med underlaget og unngå velting. Føreren vil imidlertid ikke være i stand til å styre bilen. God avrunding i overgang mellom skulder og skråning, samt at det ikke er farlige sidehindre i bunnen av skråningen er viktig om en velger å bruke 1:3 uten rekkverk. Med en helling på 1:4 eller slakere vil det være minimal sjanse for velting, og i de aller fleste situasjoner vil føreren kunne styre bilen. 1:4 ansees derfor som den bratteste hellingen som gir et akseptabelt nivå for konsekvensene av en utforkjøring.

Undersøkelsene Lamm m fl (1999, som sitert i Norem, 2012) presenterer viser imidlertid et annet forløp enn beskrevet i den øvrige litteraturen. Basert på undersøkelsene er det laget en fremstilling av den relative ulykkesrisiko som funksjon av hellingen på grøfteskråningen som vist i figur 47. Den relative ulykkesrisikoen er satt til 1,0 ved helling 1:7 eller slakere. Norem (2012) har i figuren lagt til den forventete kurven ut fra annen litteratur, vist i rødt. Som en ser avviker de to kurvene vesentlig. Fra undersøkelsene Lamm m fl (1999, som sitert i Norem, 2012) baserer sin kurve på ser en at det er liten forskjell mellom helling 1:2 og 1:3, mens forskjellene øker jevnt noe mer ved slakere hellinger.



Figur 47 Relativ ulykkesrisiko som funksjon av helling på grøfteskråning. Kilde: Norem, 2012.

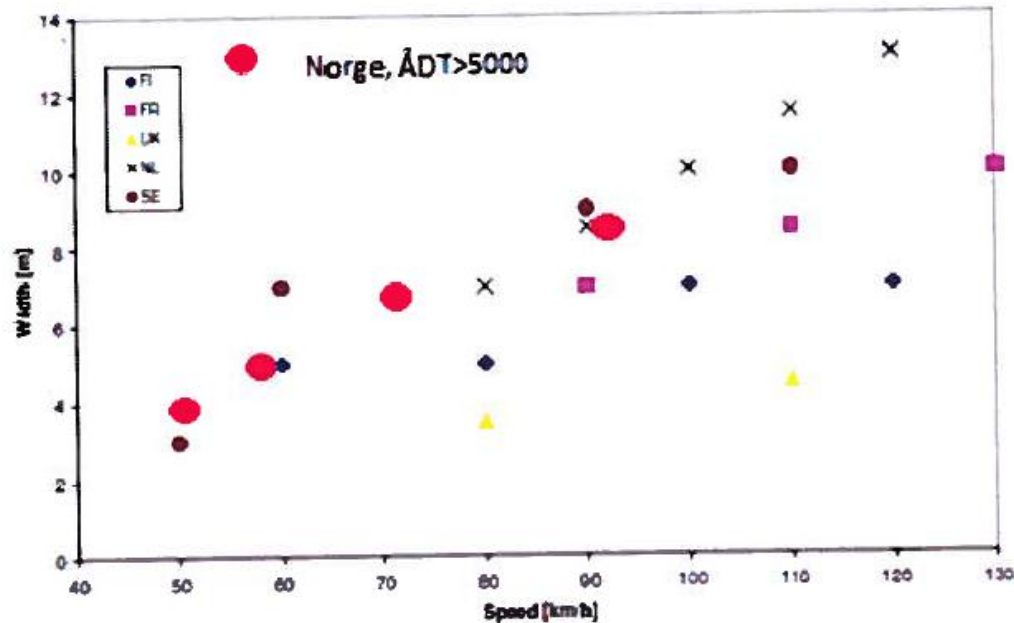
Lamm m fl (1999, som sitert i Norem, 2012) har også laget en figur som viser sammenhengen mellom ulykkesfrekvens, helling på grøfteskråning og ÅDT, som er gjengitt i figur 48. Her ser en tydelig at det er vesentlig forskjell på helling 1:4 og 1:6. Ved en ÅDT på 3000 er det 60 % høyere ulykkesfrekvens for hellinger med 1:4 enn de med 1:6, og en ser at forskjellene fortsetter å øke med større trafikk.



Figur 48 Sammenheng mellom ulykkesfrekvens, helling på grøfteskråning og ÅDT. Kilde: Lamm m fl, 1999 hentet fra Norem, 2012.

Figur 49 viser at de norske kravene til sikkerhetszone ligger helt i øvre sjiktet i forhold til tilsvarende krav i andre europeiske land. Figuren er en sammenstilling av krav til

sikkerhetssone i seks forskjellige europeiske land ved helling 1:4 eller slakere og ÅDT>5-6000 utført av Dupré og Bisson i 2006 (Thomson m fl, 2006), Norem (2012) har modifisert figuren ved å legge inn de norske kravene.



Figur 49 Krav til sikkerhetssone i seks europeiske land. Kilde: Norem, 2012.

Lamm m fl (1999, som sitert i Norem, 2012) har også undersøkt sammenhengen mellom den relative ulykkesfrekvensen og avstanden til sidehinder. Resultatene fra undersøkelsene viser at med varierende avstand fra 0 til 6,25 m fra ytre skulderkant vil den relative ulykkesfrekvensen være tilnærmet lineær med 80 % høyere ulykkesrisiko ved 0 m enn ved 6,25 m avstand. Sikkerhetsavstanden må derfor avveies mot hvor liten sannsynlighet for ulykker en synes er akseptabel.

Det er også gjennomført enkelte studier som ser på ved hvilken fyllingshøyde det vil være rimeligere å flate ut terrenget enn å sette opp rekkverk. Den jeg funnet referert til ble utført i USA av Neuzil og Peet i 1970. Resultatene fra denne studien benyttet Wolford og Sicking i 1997 til å utvikle en kost-nyttmodell som ved hjelp av enkle figurer vurderer vedlikeholdskostnadene mot behovet for rekkverk. Fra 1970 og frem til i dag har det imidlertid vært en stor utvikling innenfor mange områder som påvirker dette, og det er derfor usikkert hvor representativ denne studien er i dag.

15. Drift og vedlikehold i planlegging- og prosjekteringsfasen

I diskusjoner om drift og vedlikehold bør også planlegging og prosjektering bli et tema. Det er tross alt her grunnlaget legges. Når det stilles krav om å effektivisere og redusere kostnadene til drift og vedlikehold prøver en som regel kun å forbedre selve driftsrutinene eller vedlikeholdsprosedyrene. Dette resulterer dessverre ofte i dårligere vedlikeholdsstandard og veg. En bør i større grad se etter mulige forbedringspotensialer i planlegging- og prosjekteringsfasen som kan innvirke på drift og vedlikeholdet (Karim, 2008).

I planlegging- og prosjekteringsfasen brukes det generelt få timer til vurdering av drift og vedlikehold i forhold til konstruksjonstekniske beregninger, tekniske beskrivelser og masseberegninger (Karim, 2008). Planleggerne sitter med lite kunnskap om temaet, og det får dermed veldig lite oppmerksomhet tidlig i prosjektet. Når drift- og vedlikeholdsspesialistene kommer inn i prosessen er det ofte så sent at det vil være for kostbart og gjøre større endringer (Karim, 2008). I enkelte større prosjekter de siste årene har en hatt med drift- og vedlikeholdsspesialister fra starten av prosessen. ViaNova er et firma som har prioritert slik deltakelse, og vegplanleggerne stiller seg generelt veldig positivt til dette. Både vegplanleggerne og drift- og vedlikeholdsspesialistene, jeg har snakket med, legger vekt på at det trengs et bedre og tydeligere regelverk som drift- og vedlikeholdsspesialistene kan vise til for å gi tyngde til deres vurderinger. Per i dag finnes det få gode eksempler å støtte seg på ifølge Saltnes. Andre spesialister, som landskapsarkitekter, har vært med fra start i prosjektene i lengre tid, og deres meninger blir derfor lettere akseptert ifølge vegplanleggerne jeg har snakket med. Karim (2008) peker på at status også kan spille inn på hvordan drift og vedlikehold blir prioritert i tidlige faser av et prosjekt. Status reflekteres gjerne i lønn, og han peker på at vegplanleggere i gjennomsnitt har en høyere lønn enn vedlikeholdsspesialister (Karim, 2008).

Prioriteringsnivået av drift og vedlikehold kan også henge sammen med myndighetens interesse, eller mangel på dette over tid. Karim (2008) samlet informasjon fra intervjuer med eksperter innenfor planlegging, prosjektering og vedlikehold i de nordiske landene. Fra konsulenter kom det tilbakemeldinger om at de ikke trengte å legge noe særlig vekt på drift og vedlikehold, fordi vegmyndighetene ikke stilte noen særlige krav om det. Sjelden inneholdt anbudsbeskrivelsene noen spesifikke krav om drift og vedlikehold, og prioritering av det ville kun bli fordyrende ekstraarbeid sett fra deres ståsted (Karim, 2008). Drift og vedlikehold skal prioriteres høyere i denne planperioden heter det i NTP 2014-2023, som ble nærmere behandlet i kapittel 6. Det fremholdes at økt innsats skal føre til at veksten i forfallet på

vegnettet vil stoppe tidlig i planperioden, og at forfallet vil bli redusert i løpet av planperioden (Samferdselsdepartementet, 2013). Myndighetenes interesse for drift og vedlikehold er synliggjort i NTP 2014-2023. Men det virker ikke som det finnes en nærmere plan for hvordan målsettingen kan følges opp og gjennomføres, for eksempel konkrete og målbare krav til utvikling underveis. Ifølge Karim (2008) trengs det veldefinerte langtidsmålsetninger for drift og vedlikehold. Disse bør kunne brytes ned til arbeidsmål som gir vedlikeholdsaspektet synlig betydning i planlegging- og prosjekteringsfasen. Videre må oppfyllelsen av kravene kunne evalueres, for eksempel gjennom livsløpsanalyser. Så lenge det ikke finnes målbare mål for drift og vedlikehold, vil ikke den mangelfulle behandlingen av dette bli sett på som et problem. Så lenge det finnes andre mål som skal oppfylles blir disse sett på som viktigere (Karim, 2008). I anbudsbeskrivelsene må også fokuset på drift- og vedlikeholdskostnader komme tydeligere frem, slik at en må velge å utforme løsninger som er gode for fremtidig drift og vedlikehold.

Både entreprenører og konsulenter mener kommunikasjonen mellom dem er for dårlig (Karim, 2008). For å ta bedre lærdom av gode og dårlige løsninger burde det vært utviklet et systematisk tilbakemeldingssystem for de involverte partene. Sandboe fortalte at det på to prosjekter han har jobbet med i ettertid kom rapporter som oppsummerte og vurderte forskjellige aspekter. I tillegg hender det at det kommer sporadiske tilbakemeldinger om ting som fungerer spesielt dårlig. De to rapportene ble utarbeidet like etter ferdigstillelse av prosjektene, og det var derfor lite erfaringer med hvordan løsninger fungerte over tid hva angikk drift og vedlikehold. Når et prosjekt ferdigstilles er det lenge siden vegplanleggerne jobbet med det, og de er som regel langt inne i et nytt prosjekt med andre forutsetninger til grunn og andre utfordringer som skal løses. Dette fører til at de enkelttilfellene en kan ta mer lærdom av tidligere prosjekter, kanskje ikke blir prioritert så høyt som de burde. En mer systematisk prosess vil kunne bidra til at det blir mer innarbeidet å lære av tidligere arbeid, både positive og negative erfaringer. Det er viktig at det i så fall blir gjort på en slik måte at det kommer til nytte, og ikke bare blir ekstra «papirmøljekrav».

Entreprenører Karim (2008) har intervjuet mener konsulenter og prosjektledere sitter med for lite kunnskap om drift og vedlikehold. De mener koordineringen mellom partene også er mangelfulle. Entreprenørene får servert ferdige løsninger som de må gjøre det beste ut av, i stedet for at deres kunnskaper kunne bidratt tidligere i prosessen. Ifølge Karim (2008) bidrar organisasjonsstrukturen innad i vegmyndighetene til dårlig og tungvint kommunikasjon mellom de involverte partene. En lineær organisasjon fører ofte til dårlig koordinering mellom

ulike prosesser og aktiviteter, noe som ofte resulterer i lite kunnskaps- og erfaringsutveksling. Hver avdeling er mer opptatt av sine egne begrensede ressurser, enn å kunne se muligheter i samarbeid med andre. Det gjør at investeringskostnadene ofte er ensidig vektlagt, mens fremtidige drift- og vedlikeholdskostnader blir sett bort fra av byggeavdelingen (Karim, 2008). I den foreløpige vurderingssamlingen fra Statens vegvesen, region sør bekreftes dette på mange måter ved at det er skrevet «Det kan være at det er lite penger på et prosjekt, dette kan medføre at vi må spare penger og av den grunn kan måtte velge et rekkverk som har en lav investeringskostnad».

Dette stemmer overens med en del tilbakemeldinger personene jeg har snakket med har gitt. Mange håndbøker med overlappende krav og mange små pottes til ulike seksjoner, som heller burde vært samkoordinert, skaper en del dårlige prioriteringer. En instans har ansvar for å sette opp rekkverk, mens det er andre som skal drifte dem. Mangelfull kommunikasjon mellom dem gir et dårlig utgangspunkt for begge parter.

Vegplanleggerne angir hvilke krav et rekkverk skal tilfredsstillere ifølge Sandboe. Det settes krav til styrkeklasse, arbeidsbredde og skadeklasse. I beskrivelsen vil det også ved valg av prosessnummer være angitt om rekkverket skal være av tre, betong, metallskinner, wire eller støtputer. Det skal ikke angis rekkverkstype eller en bestemt rekkverksprodusent. Dette skyldes at ingen rekkverksleverandør skal favoriseres. Dersom det bestemmes at det skal brukes betongrekkverk, vil vegplanleggerne spesifisere hvilken avstand det skal være mellom dreneringshull, men størrelsen på disse er det ikke vanlig å si noe om ifølge Sandboe.

Ved nybygging av veger vil vegplanleggerne kunne medvirke til om utformingen av terrenget fører til krav om rekkverk etter Håndbok 231. I enkelte tilfeller vil det innenfor rammebetingelsene til prosjektet være gitt om det skal brukes rekkverk og eventuelt hvilken type ifølge Sandboe. I andre sammenhenger blir dette avgjort sammen med andre fagområder som landskap og estetikk i en helhetsvurdering i prosjekteringsfasen.

En bygger ikke lenger veger like mye etter terrengets premisser. Store fyllinger og skjæringer er vanlige og vil fort utløse krav om rekkverk hvis ikke sikkerhetssonen er stor nok. Mange grøfteprofiler vil også kunne utløse krav om rekkverk. I en del tilfeller vil konsekvensene av å prosjektere en løsning hvor det ikke er behov for rekkverk medføre vesentlig større arealinngrep, og eventuelt grunnerverv. I prosjekteringsfasen blir det gjort vurderinger av hvilken løsning som antas å bli best. Ifølge Sandboe er det vanskelig å si noe klart om hvor store inngrepene må være før en lar være å slake ut terrenget.

Ved planlegging av en strekning der det er behov for å bruke rekkverk, vil Sandboe alltid prioritere de tekniske vurderingene først. Løsninger i henhold til rekkverksnormalen vil ivareta trafikksikkerheten, og er en viktig del av prosjekteringen. I den grad det blir gjort noen kostnadsvurderinger blir det ved å se på investeringskostnader. Sandboe innrømmer at en vurdering av livsløpskostnadene er veldig langt unna, han vet heller ikke om noen spesielt gode og anvendelige modeller som kan bli brukt av vegplanleggerne til hjelp for slike avgjørelser.

Eksisterende modeller for å beregne livssyklus-kostnader gir et for dårlig grunnlag for et generelt vegprosjekt (Karim, 2008). Dette skyldes at studiene som ligger til grunn som regel kun bygger på et enkeltprosjekt med spesielle forhold. Vedlikeholdskostnadene bygger ofte på urealistiske og røffe overslag som ikke tilstrekkelig tar med vurderinger av hvordan vegutformingen påvirker vedlikeholdsbehovet. Prosjekter med Offentlig Privat Samarbeid (OPS) legger til rette for mange gode tanker som tar hensyn til livsløpskostnader. Imidlertid blir det også i disse prosjektene sett for lite på hvordan vegutformingen påvirker resultatet og behovet for vedlikehold (Karim, 2008).

16. Oppsummering – drøfting

Vegrekkverk brukes først og fremst for å øke trafikksikkerheten. Bruk av rekkverk har tydelig redusert omfanget av alvorlige ulykkestyper som utforkjørings- og møteulykker. På grunn av de gode resultatene er det naturlig at bruken vil fortsette å øke fremover. Bruk av rekkverk medfører imidlertid økt behov for drift og vedlikehold, og mange forhold forvanskes og fordyres. Rekkverkene i seg selv må holdes i stand, samtidig som bruk av rekkverk har flere konsekvenser som påvirker andre oppgaver. Det synes ikke som det finnes noen enkel måte å unngå de negative følgene, men det er en del forhold som kan påvirke og legge til rette for at de negative konsekvensene blir minst mulig.

NTP 2014-2023 har tydelig satt viktigheten av at drift og vedlikehold på dagsorden og prioritert dette i større omfang enn tidligere. Det er imidlertid viktig å være klar over at så lenge tilskuddene og prioriteringen av nye investeringer fortsetter å øke mer enn for vedlikeholdet, vil det være stor fare for at behovet og etterslepet vil fortsette å vokse og nye behov melde seg. For å hindre dette må det etableres en langsiktig plan med klare delmål for hvordan en skal ta igjen dagens etterslep og hindre at nytt oppstår.

Klimautfordringene øker tilsynelatende, og store flommer, ras og stormer er mer vanlige enn tidligere. Dette fører med seg akutte behov for reparasjoner, ofte over store områder. Selv om dette er arbeid som må prioriteres, er det viktig at planlagt arbeid også blir gjennomført mest mulig etter planen slik at ikke etterslepet øker.

Hengende rekkverk har vært en lavt prioritert vedlikeholdsoppgave. Trolig skyldes dette at mye annet vedlikehold er mer synlig nødvendig, og at det er lite kjennskap til hvordan trafikksikkerhetseffekten blir redusert av hengende rekkverk. Der det har stått rekkverk i mange år er det ofte trafikksikkerhetsmessig viktigere at det fungerer, enn på nye steder langs vegnettet der TS-inspeksjoner finner ut at det er behov for rekkverk. Det er derfor særlig viktig å prioritere oppgradering av for lite trafikksikkert rekkverk. Mange brøyteskadde rekkverk med utklemt skinne kan se mindre solide ut enn de hellende rekkverkene, men fortsatt inneha like god kapasitet ved en kollisjon. En del steder der rekkverkene henger vil en reparasjon kun vare en kortere periode før den samme situasjonen er tilbake igjen. Grunnforholdene eller avstanden mellom veg og skråningstopp kan gjøre at stolpene ikke får gode nok innspenningsforhold. En bør derfor vurdere nærmere mulighetene for en breddeutvidelse eller skråningsutslaking på steder der forholdene vil bidra til hengende rekkverk. En del steder er årsaken til hellende rekkverk at stolpene ikke ble drevet langt nok

ned eller kompakteringsarbeidet rundt stolpene ble utført for dårlig. Dette arbeidet er viktig og avgjørende for levetiden til rekkverket og må utføres riktig.

Der hengende rekkverk blir påkjørt bør hele rekkverket oppgraderes til riktig standard så langt det er rom i budsjettet. Oppgjør fra forsikringsselskapet vil gjøre at den nødvendige investeringen fra budsjettet blir noe mindre, samtidig som en slipper å gjøre dobbelt arbeid ettersom tiltaket egentlig skal gjennomføres uansett.

Den store planlagte satsingen på midtrekkverk tilsier at det bør prioriteres en grundig kartlegging av de ulike typene midtrekkverk og deres egenskaper. Det bør utarbeides anbefalinger om hvilke typer som bør brukes avhengig av vegutforming og plassering av rekkverket i forhold til vegen. Anbefalingene bør bygges opp på grunnlag av kriteriene i rekkverksnormalen, slik at både estetikk, miljø og vedlikehold blir vurdert sammen med økonomi og trafikksikkerhet. En bør samtidig gjennomgå kravene til hvilken vegbredde som tillater at det settes opp midtrekkverk. Svenske undersøkelser har vist at reparasjonsbehovet for rekkverk er høyere på veger med vegbredde 13 m, enn 14 m. I Norge er det tillat å sette opp midtrekkverk på veger helt ned i 11,5 m. I hvilken grad vegbredden påvirker drift- og vedlikeholdet på veger med rekkverk bør tas inn i en helhetsvurdering av livsløpskostnader og sammenlignes med kostnader ved en breddeutvidelse.

Selv om bruken av siderekker også vil fortsette å øke fremover, vil økningen av midtrekkverk kunne gi større konsekvenser. Bruk av midtrekkverk på smale veger fører ofte til behov for å stenge hele vegen ved utføring av reparasjoner. Bruk av betongrekkverk som midtrekkverk på veger uten fysisk midtdeler vil føre til at det svært sjelden blir behov for rekkverksreparasjoner. Betongrekkverk er imidlertid lite estetisk pene da de er massive og hindrer gjennomsyn. De plasstøpte er penere fordi de har en slankere utforming, men kan også gi følelsen av å gå i ett med asfalten. Betongrekkverkene dominerende utforming bidrar til økt veggeffekt og fare for sporutvikling i større grad enn andre rekkverkstyper. De er også uheldige fordi de fungerer som en barriere for små- og mellomstore dyr. Betongrekkverk begrenser også dreneringsmulighetene, og krever dreneringshull eller kummer. Det er viktig at dreneringshullene blir store nok, slik at de ikke så lett tettes av sand og grus.

Betongrekkverkene med små dreneringshull som allerede er satt opp må driftes, og det bør etableres rutiner som sikrer at dreneringshullene blir holdt åpne. Alternativt må en pigge noen av dem større. For å ivareta sikkerheten ved brøyting er det viktig å unngå kumløkk på arealer som skal brøytes. Dette gjelder særlig på strekninger en brøyter med høy hastighet.

Betongrekkverk vil ofte utløse behov for bruk av dyre endeavslutninger, terminaler eller støtputer. Ved investering i slike dyre konstruksjoner er det viktig at en velger typer som tåler den norske vinteren og har en utforming som gjør det enkelt å fjerne snøen fra og rundt den, slik at den opprettholder funksjonen hele året.

Dersom det igjen blir tillat å sette opp wirerekkverk i Norge, bør en nøye vurdere plasseringen av dem og vurdere erfaringene de har blant annet i Sverige. Wirerekkverk på smale veger kan medføre at det hyppig må utføres oppstramminger. Det vil ofte føre til at hele strekningen stenges under arbeidet på grunn av sikkerheten til arbeiderne. Wirerekkverk ble tidligere sett på som særlig fordelaktig på smale veger fordi det krever minst areal og dermed gir størst kjørefelt. Bruk av wirerekkverk på brede fysiske midtdelelere kan derimot være en god og rimelig løsning av midtrekkverk. Det vil imidlertid ikke gi beskyttelse fra begge kjøreretninger til arbeidere som utfører arbeid i midtdeleeren, så annen arbeidssikring blir nødvendig. Men det vil det ofte være plass til på bredere veger, samtidig som trafikken kan gå tilnærmet normalt. Det vil dessuten langt sjeldnere være behov for oppstramminger når wirerekkverk brukes midt på en fysisk midtdeler. I særlig snørike områder kan wirerekkverk midt på midtdeleeren derimot være en uheldig utforming fordi det gjerne er helning fra vegbanen og ned til rekkverket. Mye snø kan føre til at rekkverket blir skjult under snøen og kjøretøyer kan ha mulighet til å krysse over midtdeleeren uten å treffe rekkverket.

Hvor tett det er behov for drift- og nødåpninger må avgjøres etter en helhetsvurdering og avveining av flere forhold. På den ene siden er det fordyrende og fører til mindre trafiksikre partier enn rekkverket forøvrig. På den annen side fører slike åpninger til et mer fleksibelt vegnett ved ulykker og vegarbeid. Det bør derfor arbeides med å utvikle typer som er gode løsninger trafiksikkerhetsmessig og som også er tilpasset å drifte under norske vinterforhold.

I rekkverksnormalen bør det tydeliggjøres hvor mye større trafiksikkerhet en kan forvente av en utsvingt rekkverksende med 1:10 i forhold til 1:5. 1:5 gir forholdsmessig en mye kortere rekkverksavslutning, og blir dermed rimeligere, samtidig som den er lettere å sette opp i forhold til åpen og lukket drenering. For å unngå skader på rekkverk og brøytemateriell og legge til rette for best mulig vinterdrift er det viktig å merke rekkverksavslutninger veldig tydelig i vintersesongen.

For å øke kvaliteten på vinterdriften og minske den negative påvirkningen for øvrige trafikanter vil det være fordelaktig å utvikle brøyteutstyr som klarer å brøyte med god kvalitet ved høyere hastigheter. Det er også viktig å sette opp brøytetette rekkverk der det ikke er

ønskelig at snøen skal brøytes ned på underliggende arealer. Der det ikke er gjort, fører det til at brøytesjåførene må holde lavere hastigheter uten at det alltid er nok.

Ved oppsetting av rekkverk er det viktig å ta med i vurderingen at arealet bør være stort nok til at det kan driftes av normale driftsmaskiner. Når det blir behov for spesialutstyr er resultatet ofte at det ikke blir driftet. Det bør også prioriteres plass til å lagre snøen langs vegen. Alternativt blir det nødvendig å kjøre bort snøen til snødeponier, som gjerne ligger langt borte. Bortkjøring av snø er en kostbar og tidkrevende prosess, som er meget uheldig for trafikanter og miljø. Plass til midlertidig lagring av snø vil redusere problemene for trafikantene fordi snøen kan fjernes i mindre trafikkerte tider av døgnet. Men det er fortsatt en fordyrende og lite miljøvennlig prosess som ikke bør være nødvendig mange steder i landet.

Den norske vinteren fører til at gode rekkverksløsninger fra andre land ikke nødvendigvis vil fungere her. Det er derfor viktig å utvikle rekkverk og tilhørende konstruksjoner som egner seg for vinterforhold. Hvis ikke, vil det årlig resultere i store utfordringer og ekstrakostnader å drifte, samtidig som fornyelses- og reparasjonsbehovet øker og levetiden blir lavere enn den bør være. Rekkverkene vil som følge av dette ofte bli mindre trafiksikre enn de skal være.

Selv om brøyteskader på rekkverk tydelig er redusert det siste tiåret, er det grunn til å mene at det har gått noe utover brøyte kvaliteten. Det bør derfor legges til rette for å utvikle tiltak som vil muliggjøre å brøyte tettere på rekkverket uten at det skades. Økt tykkelse på skinnen, plast på plogvingen og bruk av plaststolper er tiltak som ser ut til å bidra til at de klassiske brøyteskadene reduseres.

Det bør også legges til rette for utforming av elementer i vegprofilet slik at de ikke er til hinder eller fare for brøyting. Betongfundamenter for skilt, støtputer eller annet må være i flukt med øvrig asfalt. Det samme gjelder for kumlokk og andre elementer som ligger innenfor arealet som skal brøytes. Høydeforskjeller vil øke faren for hekting med ploget og vil kunne skade materiell eller gi sleng på brøytebilen og dermed sette sjåføren og andre trafikanter i fare. Høydesprang til en grusskulder vil også kunne skape farlige situasjoner for brøytesjåføren da hjulet kan skli ned i nedsenkningen og gjøre at en mister kontrollen over kjøretøyet. Brøyte kvaliteten vil som regel bli dårligere av slike elementer, fordi brøytesjåførene er ekstra påpasselige med å holde avstand fra dem for ikke å utsette seg selv eller andre for fare.

Under rekkverk, bortsett fra betongrekkverk, dannes det gjerne snø- og isranker om vinteren. Disse vil ofte føre med seg problemer i form av økt avrenning inn på vegbanen i perioder der den ellers ville vært tørr. Brøytekanter kan også gi avrenning, men de ligger som regel ikke inne på asfalten og vil derfor sjeldnere gi disse problemene. Fra siderekkverkene vil avrenning inn på vegen kun oppstå ved ensidig fall, mens det fra midtrekkverk alltid vil være minst et kjørefelt som vil rammes av avrenningen, og ofte begge. Bruk av motorsykkelskjørt under rekkverksskinner reduserer muligheten for dannelse av ranker. Dette er en positiv bieffekt av dette trafikksikkerhetstiltaket. Det er imidlertid mulig at slike underskinner kan bidra til å øke vanskelighetene for andre drift- og vedlikeholdsbehov, som slått, feiing og asfaltering. Jeg har imidlertid ikke klart å finne noen erfaringer med dette.

Det bør utvikles gode løsninger og rutiner for å rydde grøfter fri for snø og is om våren, selv om det står rekkverk langs vegen som sperrer for den vanlige tilgjengeligheten. Hvis ikke vil disse vegene kunne få økte problemer og skader i teeløsningsperioden, fordi dreneringsvegene ut av vegkroppen er stengt.

Utformingen av grøfter langs vegen er viktig. Det vil være fordelaktig å finne løsninger som både er tilfredsstillende for trafikksikkerheten og dreneringen, uten at det blir behov for rekkverk. Dagens mulighet til grøfteutforming som unngår krav til rekkverk har mange steder vist seg å være for dårlig i dreneringsøyemed. Norem (2012) har kommet med forslag til hvordan dette kan løses. Disse forslagene bør vurderes videre og eventuelt videreutvikles. Deretter bør en ta i bruk de nye kravene så det ikke bygges grøfter med for dårlige dreneringsmuligheter eller unødvendig mye rekkverk. Det ble for flere tiår siden utviklet en livsløpsanalyse av hvilken fyllingshøyde som gjorde det mer lønnsomt å sette opp rekkverk i stedet for å slake ut terrenget. En nyere vurdering av denne problemstillingen på basis av dagens utstyr vil kunne bli et godt hjelpemiddel i planleggingsfasen og etter TS-inspeksjoner som slår fast at det må utføres trafikksikkerhetstiltak.

I drivsnøområder bør en ta særlig hensyn til dette når en vurderer trafikksikkerhetstiltak. Rekkverk kan på slike strekninger føre til at det oppstår brøytebehov som ikke ville oppstått om det ikke var rekkverk der, eller til og med stenging av vegen. Det bør derfor vurderes om større tiltak som vil fjerne behovet for rekkverk bør utføres. Selv om det kan øke investeringskostnadene kraftig, vil det kunne bli lønnsomt i en livsløpsvurdering. Dersom det ikke er noe godt alternativ til rekkverk, bør en velge en type som er strømlinjeformet og skaper minst mulig opphoping av snø.

Snøskred fører årlig til store kostnader i form av skade og tap av blant annet vegutstyr som rekkverk. Før en får satt opp nytt rekkverk reduseres trafikksikkerheten, og oppsetting av nytt rekkverk er kostbart og ressurskrevende. Snøskred går ofte i meget bratte områder og det er sjelden et alternativ å utforme terrenget slik at en unngår behov for rekkverk. Men der dette kan være en mulighet, bør det prioriteres. En del steder vil det imidlertid ikke være behov for rekkverk hele året, enten fordi strekningen går forbi et vann som fryser til om vinteren, eller fordi vegen er vinterstengt. På slike skredutsatte områder bør en vurdere om demonterbare rekkverk kan være en god løsning som kan spare en del kostnader. Det vil selvsagt kreve ressurser å sette rekkverkene opp og ta dem ned hvert år, men løsninger der stolpene står igjen vil kreve mindre arbeid. På vinterstengte veger kan det være en utfordring fordi vegene først stenges når forholdene er for dårlige til å ferdes der. Men å ta ned rekkverkene på en godværsdag like etter stenging, burde være mulig å gjennomføre. For strekninger med like stort rekkverksbehov året rundt, bør utvikling av en rekkverksutforming som både tåler snøskred og er tilfredsstillende trafikksikkerhetsmessig prioriteres. Dette kan kreve store investeringer, men vil antagelig helhetlig sett være samfunnsøkonomisk lønnsomt.

Rekkverk forvansker, fordyrer og øker generelt behovet for mange drift- og vedlikeholdstiltak. Feiing, vasking, slått og reasfaltering er eksempler på dette. Klarer en ikke å utføre dette arbeidet like bra der det står rekkverk som ellers, vil det gi konsekvenser for mange forhold på vegen. Økt behov for drift og vedlikehold fører dessuten med seg økt fare for ulykker som involverer arbeidere. Drift- og vedlikeholdsarbeidere er særlig utsatt fordi arbeidet ofte må utføres med stor trafikk nær inntil arbeidsstedet.

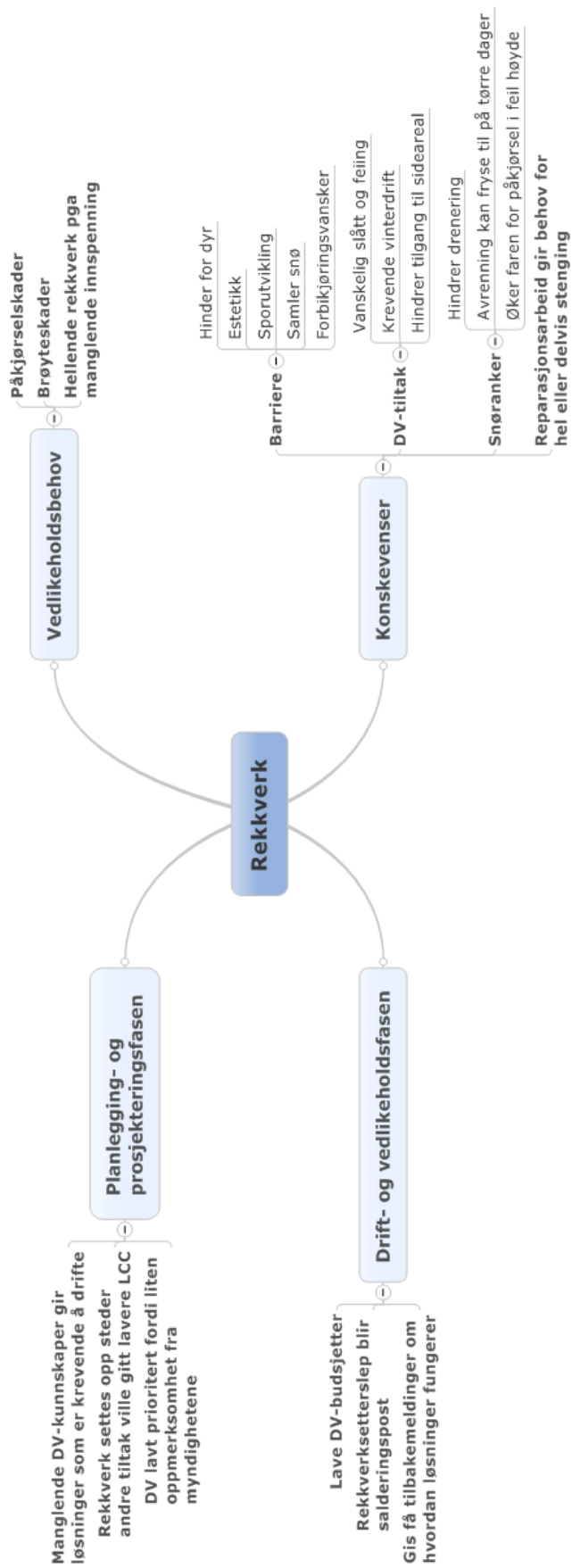
Avstanden mellom rekkverk og vegens kantlinje kan være av stor betydning for en del forhold. Den generelle feltbredden og antall kjørefelt vil selvsagt påvirke i hvor stor grad denne avstanden vil få betydning. Det er ulike oppfatninger blant dem jeg har snakket med om hvilken avstand som er best med tanke på både drift og vedlikehold og trafikksikkerhet.

For å unngå at løsninger som vanskeliggjør og fordyrer drift og vedlikehold blir valgt når det finnes andre gode alternativer, bør personer med kompetanse på drift og vedlikehold inkluderes tidligere i planlegging- og prosjekteringsfasen enn det de normalt gjør i dag. Drift og vedlikehold bør komme inn som en naturlig del i de tidlige fasene på lik linje med fagområder som estetikk og landskap. Det er behov for at det utarbeides en form for regelverk de kan vise til, slik at deres vurderinger får en viss tyngde og myndighet.

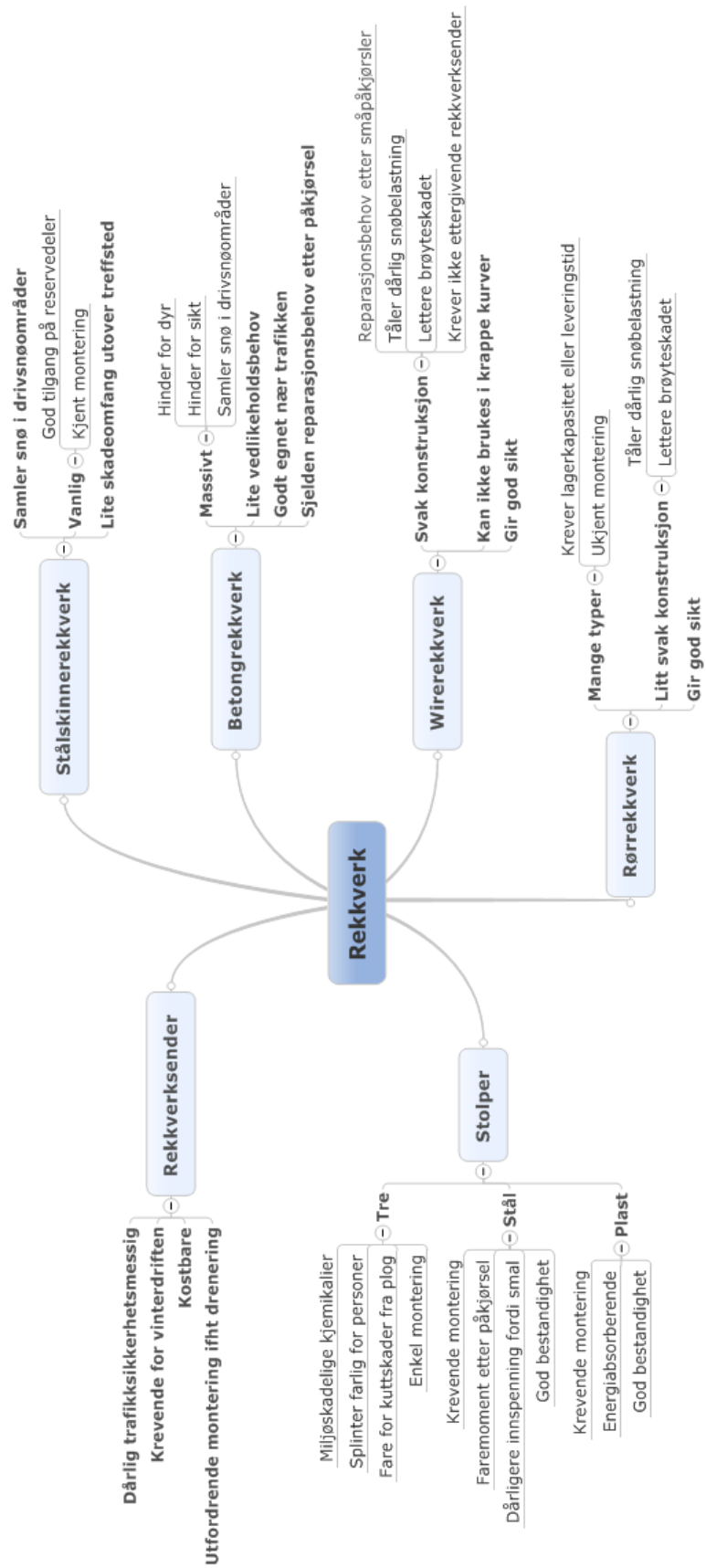
Vurderingssamlinger over ulike rekkverkstyper og modeller for livsløpskostnader kan bli viktige hjelpemidler i denne sammenhengen.

Økt kommunikasjon mellom entreprenører og konsulenter vil kunne bidra til at det i større grad tas lærdom av tidligere prosjekter. Erfaringer som går på drift og vedlikehold kommer gjerne først etter et år eller flere, men det er viktig at disse erfaringene også blir formidlet tilbake til de som planla prosjektet.

En del viktige momenter om hvordan vegrekkverk påvirker drift og vedlikehold er oppsummert i figur 50 og 51.



Figur 50 Hvordan rekkverk generelt påvirker drift og vedlikehold.



Figur 51 Fordeler og ulemper av ulike rekkverkstyper, stolper og elementer.

17. Mine anbefalinger og videre arbeid

Vegrekkverk er viktig for trafikksikkerheten. Det er derfor grunn til å tro at bruk av rekkverk vil fortsette å øke. Rekkverk påvirker imidlertid drift- og vedlikeholdsarbeidet negativt på flere måter. For at rekkverk skal være mest samfunnsnyttig er det viktig at de negative konsekvensene reduseres så mye som mulig, uten at det går utover de positive effektene. Det er særlig vinterdriften som blir negativt påvirket av rekkverk. Den norske vinteren er spesiell og krevende, og det er viktig at det velges rekkverkstyper som tåler vinter og vinterdrift, og ikke løsninger som bidrar til å forverre situasjonen på vegene.

Det finnes ikke en enkel løsning på hvordan dette kan gjøres. Blant drift- og vedlikeholdseksperterene jeg har snakket med er det mange forskjellige meninger om hva som er viktigst å prioritere for å redusere de negative påvirkningene rekkverk har. For meg fremstår det som viktigst at mest mulig av kunnskap og erfaring om rekkverk videreføres og er tilgjengelig for de som skal ta avgjørelser om hvor og hvordan rekkverk skal brukes.

Fra mange hold slås det fast at det i planleggings- og prosjekteringsfasen er for lite kunnskap og oppmerksomhet om drift og vedlikehold, slik at en ofte ender opp med løsninger som er krevende å drifte og gir høye vedlikeholdsutgifter. Dette problemet gjelder ikke kun for rekkverk. Jeg mener derfor det er nødvendig å sette tydeligere krav til drift og vedlikehold fra start av i prosjekter. Det forutsetter at personer med spesialkunnskaper på området involveres. For å bidra til gode valg av rekkverk bør det utarbeides en vurderingssamling over hvordan forskjellige rekkverkstyper påvirker ulike forhold. Et arbeid med dette har startet i Statens vegvesen, region sør. I tillegg til rekkverkstypenes egenskaper bør det fremgå vurderinger av hvordan vegprofil og plasseringen i det påvirker ulike forhold. Det er viktig at en slik samling følges opp gjennom tilbakemeldinger og revideres jevnlig.

Hvis en må prioritere, mener jeg det viktigste er å lage en vurderingssamling for midtrekkverk. Det er planlagt å øke bruken av midtrekkverk markant de neste årene. Det finnes veldig mange forskjellige typer på markedet, og flere typer har en lite erfaringer med i Norge. I tillegg vil reparasjoner på midtrekkverk ofte påvirke trafikken i begge kjøreretninger.

Med tanke på siderekker, mener jeg det viktigste er å øke kunnskapen og bevisstheten om at hellende rekkverk ofte har liten trafikksikkerhetseffekt. Det er viktig at de stedlige grunnforholdene er gode nok og at arbeidet blir gjort grundig, for å unngå hellende rekkverk. Hvis ikke vil en etter ganske kort tid ha et trafikksikkerhetstiltak som ikke fungerer tilfredsstillende. En del steder vil det i et livsløpsperspektiv være rimeligere å slake ut

skråningen, enn å sette opp rekkverk. En ny studie av denne problemstillingen tror jeg vil bidra til å redusere bruken av rekkverk på strekninger som kan oppnå like god trafikksikkerhet på annet vis.

Litteraturliste

- Aas P. (2012). *Vurdering av sikringstiltak mot snøskred*. Masteroppgave. Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU, Trondheim.
- Aurstad J. m fl. (2011). *VD rapport nr. 53 – Lærebok. Drift og vedlikehold av veier*. Trondheim: Statens vegvesen.
- Federal Highway Administration. (2004). *Chapter 5: Improving Roadside Safety*. Tilgjengelig fra http://web.ewu.edu/groups/cbpanwattap/HighwaySafety/Chapter_5.pdf (Hentet: 18.05.13).
- Giæver T. og Lindland T. (2006). *Vinterdrift / TS Lillehammer. Erfaringer fra byggherre. Brøyteutstyr og strømetoder. Sesongen 2005/2006*. Trondheim: SINTEF.
- Giæver T. og Lindland T. (2006). *Vinterdrift / TS Lillehammer. Erfaringer fra entreprenør. Brøyteutstyr og strømetoder. Sesongen 2005/2006*. Trondheim: SINTEF.
- Giæver T. m fl. (2006). *Vinterdrift / TS Lillehammer. Sluttrapport*. Trondheim: SINTEF.
- Hálfdanarson A. (2006). *Funksjon av vegrekkverk under vinterforhold (Virgni vegriða við vetraraðstæður)*. Áfangaskýrsla II. Reykjavík: Vegagerðin.
- Ingulstad A. (2013). *Vegrekkverk for motorsyklister glemt*. Våre veier, 04 2013. 44-45.
- Karim H. (2008). *Improved Road Design for Future Maintenance – Analysis of Road Barrier Repair Costs*. Stockholm: Royal Institute of Technology.
- Karim H. og Magnusson R. (2008). *Road Design for Future Maintenance Problems and Possibilities*. Journal of Transportation Engineering, Vol. 134, No. 12 2008, 523–531
- Karim H. og Magnusson R. (2009). *Vägbarriärens Inverkan på Snöplogning*. Borlänge: Vägteknik, Akademin Industri och Samhälle, Högskolan Dalarna.
- Ljungblad L. (2000). *VTI rapport 453 – Vägens sidoområde och sidoräcken*. Linköping: Vägverket.
- Mattingly S.P. og Ma Z. (2002). *Selecting a Guardrail End Terminal for High Snowfall Regions*. Fairbanks: University of Alaska.

- Nonaka I. og Takeuchi H. (1995). *The knowledge – creating company*. Oxford University Press.
- Nonstad B. m fl. (2009). *Vintertjeneste i de Nordiske land. Statusrapport 2009*. NVF.
- Norem H. (2012). *Refleksjoner om utforming av vegens sideterreng*. Internt notat. Trondheim: Statens vegvesen, TMT.
- Olsson M. (2009). *Mittbarriärer – en kunnskapsöversikt*. Centrum för biologisk mångfald. Karlstad Universitet.
- Roadex. (2001). *Winter maintenance practice in the Northern Periphery*. Trondheim: Roadex.
- Sakshaug K. og Giæver T. (2004). *Effekt av midtrekkverk på to- og trefelts veg*. Trondheim: SINTEF.
- Saltnes T.E. (2011). *Kommunedelplan og KU for E18 - korridoren i Bærum. Brøyting av bruer etter snøfall- kostnader*. Sandvika: ViaNova Plan og Trafikk AS.
- Samferdselsdepartementet. (2009). *St.meld. nr. 16 (2008-2009) Nasjonal transportplan 2010-2019. Spørsmål 158. Motiv-modellen*. Tilgjengelig fra: <http://www.regjeringen.no/pages/2176955/sp158.pdf> (Hentet: 15.04.13).
- Samferdselsdepartementet. (2013). *Meld. St. 26. Nasjonal transportplan 2014–2023*. Tilgjengelig fra: <http://www.regjeringen.no/pages/38293551/PDFS/STM201220130026000DDDPDFS.pdf> (Hentet : 07.05.13)
- Sektion Utformning av vägar och gator. (2004a). *Vägar och gators utformning. Sektion landsbygd – vägrum*. Vägverket.
- Sektion Utformning av vägar och gator. (2004b). *Vägar och gators utformning. Väg- och gatuutrustning*. Vägverket.
- Statens vegvesen. (1901). *Stabbestene*. Tilgjengelig fra: http://www.vegvesen.no/_attachment/101444/binary/167357?fast_title=Stabbesteiner (Hentet: 20.05.13).
- Statens vegvesen. (1993). *Håndbok 167 – Snøvern. Om snøskred og drivsnø*. Oslo: Vegdirektoratet.

- Statens vegvesen. (2002a). *Vegvalg - Nasjonal verneplan*. Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (2002b). *Intern rapport nr. 2286 – Vegrekkverk – vedlikehold og gjenbruk*. Oslo: Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (2003). *Beregning av vedlikeholdsetterslep for riksvegnettet*. Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (2005). *Beregning av vedlikeholdsetterslep for fylkesvegnettet*. Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (2006a). *Håndbok 267 – Standard vegrekkverk*. Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (2006b). *Teknologirapport 2377. Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 20: Utradisjonelle gjenbrukstiltak – Eksempelsamling*. Oslo: Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (2006c). *Trafikksikkerhet Lillehammer – med nullvisjon i sikte. Produktark 1.6. Vegrekkverk*. Lillehammer: Statens vegvesen, region øst.
- Statens vegvesen. (2007). *Hb 111 Revisjon. DP3 Forslag til standard. Arbeidsgruppe nr. 4*. Statens vegvesen.
- Statens vegvesen. (2008). *Håndbok 017 - Veg- og gateutforming*. Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (2010). *Opplæring drift og vedlikehold. Modul V7. Brøyting – Operatør*. Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (2011a). *Håndbok 231 – Rekkverk og vegens sideområde*. Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (2011b). *MOTIV – Versjon 2011. Kostnadsmodeller. Drift og vedlikehold av veier*. Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (2012a). *Håndbok 111 – Standard for drift og vedlikehold av veier*. Oslo: Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (2012b). *Håndbok 285 – Veier og drivsnø*. Oslo: Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (2012c). *Ploger/vinterdriftsutstyr*. Tilgjengelig fra:
<http://www.vegvesen.no/s/anbud/dkmal2013/> (Hentet: 08.05.13)

- Statens vegvesen. (2012d). *Rekkverk og drifts-/katastrofeåpning*. Tilgjengelig fra:
<http://www.vegvesen.no/Fag/Teknologi/Rekkverk+og+master/Rekkverkognodapning>
(Hentet: 13.04.13).
- Thomson R. m fl. (2006). *Roadside Infrastructure for Safer European Roads*. Chalmers
University of Technology.
- Thorbjørnsen K. (2011). *Brøytehendelser vinteren 2010-2011*. Statens vegvesen.
- Thøring E. (2009). *Sammenheng mellom vegutforming og brøyteproblemer på høyfjellsveger*.
Masteroppgave. Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU, Trondheim.
- TNS-Gallup AS. (2013) *Kvalitativ datainnsamling. Et grunnlag for innsikt og forståelse*.
Tilgjengelig fra: <http://www.tns-gallup.no/?aid=9073028> (Hentet: 20.05.13).
- Trafikverket. (2010). *Lågkastande GPS styrd plog*. Verksamhetsnära Utveckling.
- TØI. (2012). *Trafikksikkerhetshåndboken. Hovedkapittel 1.15 Vegrekkverk og støtputer*.
Tilgjengelig fra: <http://tsh.toi.no/index.html?21836> (Hentet: 18.01.13).
- ViaNova Plan og Trafikk AS. (2008). *MOTIV-revisjon. Vegutstyr: Arbeidsnotat for
Rekkverk og støtpute*. Sandvika: ViaNova Plan og Trafikk AS.
- ViaNova Plan og Trafikk AS. (2011). *MOTIV-revisjon. Arbeidsnotat for revisjon av modeller
pga midtrekkverk på 2- og 3-felts veg*. Sandvika: ViaNova Plan og Trafikk AS.

MASTEROPPGAVE
(TBA4915)VÅREN 2013
for
Marte Granden

Norsk tittel

Rekkverk – påvirkninger for drift og vedlikehold av veger

Engelsk tittel

Guardrails – effects on operation and maintenance of roads

BAKGRUNN

Rekkverk (både kantrekkverk og midtrekkverk) er objekter som settes opp langs veien for å øke trafikksikkerheten. Spesielt i de seinere årene har det spesielt vært fokus på midtrekkverk. Men selv om det kan være åpenbare positive sider med rekkverk kan det også ha utforutsatte konsekvenser om vinteren. Det tyder på et det ikke finnes et samlet sted hvor alle fordeler og ulemper med rekkverk beskrives, spesielt når det gjelder vintersesongen.

OPPGAVE

Hensikten med oppgaven er å kartlegge alle relevante konsekvenser av rekkverk for drift og vedlikehold av veien.

Beskrivelse av oppgaven

1. Kandidaten skal samle informasjon og erfaringer om konsekvenser av rekkverk
2. Kandidaten skal lage en oversikt/kategorisering av konsekvenser
3. Der mulig skal kandidaten gi anbefalinger angående valg om, og plassering av rekkverk, eller andre tiltak som kan begrense økningen i drift- og vedlikeholdskostnader.

GENERELT

Opgaveteksten er ment som en ramme for kandidatens arbeid. Justeringer vil kunne skje underveis, når en ser hvordan arbeidet går. Eventuelle justeringer må skje i samråd med faglærer ved instituttet.

Ved bedømmelsen legges det vekt på grundighet i bearbeidningen og selvstendighet i vurderinger og konklusjoner, samt at framstillingen er velredigert, klar, entydig og ryddig uten å være unødig voluminøs.

Besvarelsen skal inneholde

- standard rapportforside (automatisk fra DAIM, <http://daim.idi.ntnu.no/>)
- tittelside med ekstrakt og stikkord (mal finnes på siden <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>)
- forord
- sammendrag på norsk og engelsk (studenter som skriver sin masteroppgave på et ikke-skandinavisk språk og som ikke behersker et skandinavisk språk, trenger ikke å skrive sammendrag av masteroppgaven på norsk)
- innholdsfortegnelse inklusive oversikt over figurer, tabeller og vedlegg
- om nødvendig en liste med beskrivelse av viktige betegnelser og forkortelser benyttet
- hovedteksten
- referanser til kildemateriale som ikke er av generell karakter, dette gjelder også for muntlig informasjon og opplysninger.
- oppgaveteksten (denne teksten signert av faglærer) legges ved som Vedlegg 1.
- besvarelsen skal ha komplett paginering (sidenummerering).

Besvarelsen kan evt. utformes som en vitenskapelig artikkel. Arbeidet leveres da også med rapportforside og tittelside og om nødvendig med vedlegg som dokumenterer arbeid utført i prosessen med utforming av artikkelen.

Se forøvrig «Råd og retningslinjer for rapportskrivning ved prosjektarbeid og masteroppgave ved Institutt for bygg, anlegg og transport». Finnes på <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>

Hva skal innleveres?

Rutiner knyttet til innlevering av masteroppgaven er nærmere beskrevet på <http://daim.idi.ntnu.no/>. Trykking av masteroppgaven bestilles via DAIM direkte til Skipnes Trykkeri som leverer den trykte oppgaven til instituttkontoret 2-4 dager senere. Instituttet betaler for 3 eksemplarer, hvorav instituttet beholder 2 eksemplarer. Ekstra eksemplarer må bekostes av kandidaten/ ekstern samarbeidspartner.

Ved innlevering av oppgaven skal kandidaten levere en CD med besvarelsen i digital form i pdf- og word-versjon med underliggende materiale (for eksempel datainnsamling) i digital form (f. eks. excel). Videre skal kandidaten levere innleveringsskjemaet (fra DAIM) hvor både Ark-Bibl i SBI og Fellestjenester (Byggsikring) i SB II har signert på skjemaet. Innleveringsskjema med de aktuelle signaturene underskrives av instituttkontoret før skjemaet leveres Fakultetskontoret.

Dokumentasjon som med instituttets støtte er samlet inn under arbeidet med oppgaven skal leveres inn sammen med besvarelsen.

Besvarelsen er etter gjeldende reglement NTNUs eiendom. Eventuell benyttelse av materialet kan bare skje etter godkjenning fra NTNU (og ekstern samarbeidspartner der dette er aktuelt). Instituttet har rett til å bruke resultatene av arbeidet til undervisnings- og forskningsformål som om

det var utført av en ansatt. Ved bruk ut over dette, som utgivelse og annen økonomisk utnyttelse, må det inngås særskilt avtale mellom NTNU og kandidaten.

(Evt) Avtaler om ekstern veiledning, gjennomføring utenfor NTNU, økonomisk støtte m.v.

Beskrives her når dette er aktuelt. Se <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank> for avtaleskjema.

Helse, miljø og sikkerhet (HMS):

NTNU legger stor vekt på sikkerheten til den enkelte arbeidstaker og student. Den enkeltes sikkerhet skal komme i første rekke og ingen skal ta unødige sjanser for å få gjennomført arbeidet. Studenten skal derfor ved uttak av masteroppgaven få utdelt brosjyren "Helse, miljø og sikkerhet ved feltarbeid m.m. ved NTNU".

Dersom studenten i arbeidet med masteroppgaven skal delta i feltarbeid, tokt, befarings, feltkurs eller ekskursionsjoner, skal studenten sette seg inn i "Retningslinje ved feltarbeid m.m.". Dersom studenten i arbeidet med oppgaven skal delta i laboratorie- eller verkstedarbeid skal studenten sette seg inn i og følge reglene i "Laboratorie- og verkstedhåndbok". Disse dokumentene finnes på fakultetets HMS-sider på nettet, se <http://www.ntnu.no/ivt/adm/hms/>.

Studenter har ikke full forsikringsdekning gjennom sitt forhold til NTNU. Dersom en student ønsker samme forsikringsdekning som tilsatte ved universitetet, anbefales det at han/hun tegner reise- og personskadeforsikring. Mer om forsikringsordninger for studenter finnes under samme lenke som ovenfor.

Innleveringsfrist:

Arbeidet med oppgaven starter 14. januar 2013

.

Besvarelsen leveres senest ved registrering i DAIM innen XXXXXXXX.

Faglærer ved instituttet: Alex Klein Paste

Ekstern veileder: Bård Nonstad, Vegdirektoratet

Dato: 09.01.2013

A Klein Paste

Alex Klein-Paste

Vedlegg 2

Navn	Arbeidssted	Stilling	Intervjudato
Øystein Larsen	Statens vegvesen, Trondheim, Vd	Sjefingeniør - Vegteknologi	6.2
Terje Lindland	Statens vegvesen, Trondheim, Vd	Sjefingeniør - Vegteknologi	6.2
Harald Norem	Statens vegvesen, Trondheim, Vd	Sjefingeniør – Geoteknikk og skred	11.2
Helge Hoven	Statens vegvesen, Trondheim, sentrallab	Overingeniør – Driftsseksjonen Sør-Trøndelag	14.2
Tor Ivar Solem	Statens vegvesen, Trondheim, sentrallab	Overingeniør – Driftsseksjonen Sør-Trøndelag	14.2
Odd Nygård	Statens vegvesen, Trondheim kontorsted	Senioringeniør – Miljøpakken Trondheim	18.2
Arne Iversen	Statens vegvesen, Trondheim kontorsted	Senioringeniør – Driftsseksjonen Sør-Trøndelag	18.2
Odd Grette	Statens vegvesen, Drammen kontorsted	Seksjonssjef – Vegseksjon Buskerud	5.3*
Anita Tveiten	Statens vegvesen, Drammen kontorsted	Senioringeniør – Vegseksjon Buskerud	5.3*
Tor Erik Saltnes	ViaNova Plan og Trafikk AS	Sivilingeniør – Drift og vedlikehold	6.3
Håvard Engen	Mesta AS	Distriktsjef Trøndelag Sør	12.3
Ingvar Næss	Mesta AS	Bas	12.3
Lars-Ivar Sandboe	ViaNova Plan og Trafikk AS	Ingeniør – Plan og prosjektering	4.4

*To andre var i tillegg til stede på intervjuet på Drammen kontorsted 5.3. De kom ikke med innspill som direkte er brukt i oppgaven.