

# Vedlegg 1: Begrunnelse og vurdering av nye krav

## Bakgrunn for reviderte krav

Grøfteutforming er omtalt både i håndbok N200 Vegbygging og håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområde. Kravene i disse bøkene er motstridende, og det er dermed uklart for brukerne hvordan grøfter skal utformes. Det er utarbeidet forslag til nye felles normalkrav for utforming av grøfter og sideterreng. Krav til utforming av grøfter skal ivareta flere hensyn:

- Sikkerhet i forbindelse med utforkjøring
- Sikkerhet for fotgjengere og syklister
- Siktforhold
- Drenering av vegen
- Iskjøving inn i vegen
- Nedfall av is og stein
- Enkelt og rimelig vedlikehold
- Arealbruk
- Økonomi

I de situasjonene hvor vegen ligger i skjæring (og det skal anlegges grøfter for å få drenert vegen) bør rekkverk unngås. Nye krav til utforming av grøfter beskrevet i rundskrivet medfører ikke behov for rekkverk. Rekkverk blir eventuelt et av alternativene til avbøtende tiltak dersom kravene i rundskrivet ikke oppfylles og det søkes fravik.

## 1. Valg av drencsystem

I håndbok N200 Vegbygging er det anbefalt (veiledning) at lukket drenering bygges ved  $\text{ÅDT} > 5\,000$ . I håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområde er det anbefalt at det generelt brukes lukket drencsystem ut fra trafiksikkerhetshensyn.

Vi har ut fra trafiksikkerhetshensyn foreslått at det skal brukes lukket drenering (grunn sidegrøft) ved fartsgrense  $\geq 90$  km/t.

Hovedveger med fartsgrense  $\leq 80$  km/t og  $\text{ÅDT} \geq 6\,000$  bør utformes med lukket drenering (grunn sidegrøft). Hovedveger med fartsgrense  $\leq 80$  km/t og  $\text{ÅDT} \leq 1\,500$  bør utformes med åpen drenering (dyp sidegrøft). For hovedveger med fartsgrense  $\leq 80$  km/t og  $\text{ÅDT}$  mellom 1 500 og 6 000 velges type drenering (åpen eller lukket) ut ifra hva som er mulig og mest hensiktsmessig fra prosjekt til prosjekt.

Øvrige veger med fartsgrense  $\leq 80$  km/t og  $\text{ÅDT} > 6\,000$  bør utformes med lukket drenering (grunn sidegrøft). Øvrige veger med fartsgrense  $\leq 80$  km/t og  $\text{ÅDT} < 6\,000$  bør utformes med åpen drenering (dyp sidegrøft).

Dette forslaget kan gi noe mindre bruk av lukket drenering (i forhold til håndbok N200 Vegbygging) ved at grensen for når lukket drenering er anbefalt heves fra  $\text{ÅDT} \leq 5\,000$  (veiledning) til  $\text{ÅDT} \leq 6\,000$  (nytt krav) både for hovedveger og øvrige veger. Det må riktignok påpekes at N200 nok var satt for å

harmonisere med tidligere ÅDT-grenser i håndbok N100. Innslagspunktet for veg med fartsgrense 90 km/t er i dag 6 000, men var 5 000 tidligere.

Disse grenseverdiene er satt ut fra avveier mellom sikkerhet, økonomi og arealbruk, og gjennom nettonyttevurdering presentert senere i dette dokumentet. Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder har svært strenge krav/anbefaling til både lukket drenering og slak utforming av sideterrenget/grøft med tanke på trafiksikkerhet. Nettonyttevurderingen viser tydelig negativ nytte og svært lav nytte per investerte krone for begge disse tiltakene. Vi har derfor ikke funnet grunnlag for å kunne øke kravet til bruk av lukket drenering.

Beregninger i Motiv viser at årlige drifts- og vedlikeholdskostnader ved lukket drenering er 3-4 ganger høyere enn for åpen (27 000 kr pr. km for lukket og 9 000 kr. km for åpen).

Beregningsgrunnlaget i Motiv er noe tynt, men gir likevel en pekepinn på at forskjellen er stor. Merkostnaden for drift og vedlikehold av lukket drenering blir da 18 000 kr/km.

Anleggskostnader vil få store utslag ved mer bruk av lukket drenering. Uttak av grove kostnadsdata fra Kostnadsbanken viser at en grunn sidegrøft med lukket drenering er flere ganger dyrere enn en dyp sidegrøft og åpen drenering litt avhengig av terrengforholdene:

- I løsmasse koster grunn sidegrøft 5-6 ganger mer enn dyp sidegrøft
- I kombinert løsmasse og berg 4-5 ganger mer
- I kun berg 3-4 ganger mer

Uttaket er kontrollert mot utplukk av noen enkeltprosjekter (E39 Kvivsvegen, E6 Alta vest, Rv. 7 Ramsund-Kjeldsbergsvingene, Fv. 33 Avlastningsveg Lena) og viser god korrelasjon.

En grunn sidegrøft med lukket drenering vil grovt beregnet ha en gjennomsnittlig kostnad på 2 400,- kr pr. lm inkludert kostnader for rigg, byggherre og moms. Tilsvarende vil en dyp sidegrøft med åpen drenering ha en kostnad på ca. 560 kr pr. lm inkludert kostnader for rigg, byggherre og moms. Det er en merkostnad i forhold til dyp sidegrøft med åpen drenering på ca. 1 800,- kr pr. lm, inkludert kostnader for rigg, byggherre og moms. Det er en gjennomsnittlig merkostnad på 75 %.

Merkostnaden for tosidig lukket drenering på 1 km veg blir 3,7 mill. kr.

Vi har hovedveger både på riks- og fylkesvegnettet. Et uttak fra NVDB viser at vi har 3313 km riksveg og 3322 km fylkesveg i ÅDT-intervallet 1500-5000 og med fartsgrense 70 og 80 km/t. Hvor mange av riks- og fylkesvegene som allerede tilfredstiller de nye kravene i ÅDT-intervallet 1500-5000 i dag er uvisst. Hvis vi som et eksempel antar at 60 % av dette vegnettet trenger oppgradering vil det utgjøre en kostnad på ca. 15 milliarder kroner (ca. 50/50 fordeling på 7,5 milliarder mellom riks- og fylkesvegnettet).

I den andre vektskåla vil kravet til mer bruk av lukket drenering gi en reduksjon av alvorlighetsgraden ved utforkjøringsulykker, og derav reduserte skadekostnader. Denne reduksjonen i alvorlighetsgrad forutsetter at grøft med åpen drenering har bratt grøfteskråning (1:2). Åpne grøfter med slak grøfteskråning ( $\geq 1:3$ ) vil ikke gi tilsvarende reduksjon i alvorlighetsgrad som grøfter med lukket drenering. I ÅDT-intervallet 1500-5000 er det i STRAKS-registeret oppført 844 utforkjøringsulykker siste 8 år (2006-2013) på riksveg- og fylkesvegnettet med drepte (D), meget alvorlig skadde (MA) og alvorlig skadde (A). Av disse kan 313 av ulykkene kanskje tilskrives forhold ved grøften eller

sideterrenget. Filtreres i tillegg bort ulykkene med fartsgrense  $\leq 60$  og  $\geq 90$  km/t sitter vi igjen med 221 ulykker (96 på riksveg og 125 på fylkesveg).

Det er mange faktorer som spiller inn ved en ulykke og hvilken alvorlighetsgrad den får. Videre finnes det ingen oversikt over status på grøftene på vegnettet. Hvis vi antar at utfallet av halvparten av de 221 ulykkene alene skyldes at grøften har åpen drenering (dyp grøft med bratt grøfteskråning på 1:2) sitter vi igjen med 111 ulykker (avrundet). Skadekostnaden blir da henholdsvis 41 100 kr/km/år for riksveg og 44 050 kr/km/år for fylkesvegnettet (2015-kroner). I beregning av skadekostnad er lettere skadde som er involvert i ulykkene med D, MA og A tatt med i regnestykket.

#### Ut fra dataene på drifts- og anleggskostnader og skadekostnad er det gjort en enkel nettonyttevurdering:

Vi tar utgangspunkt i 1 km med veg hvor det er behov for å oppgradere fra åpen til lukket drenering. Når levetiden er satt til 40 år gir det i dette tilfellet en akkumulert neddiskonteringsfaktor på 20.

I nyttevurderingen gjøres det en følsomhetsanalyse hvor det antas at ved bygging av lukket drenering i stedet for åpen drenering kan henholdsvis 25 %, 50 %, 75 % eller alle ulykkene spares inn på tiltaket.

Netto nytte for ulike prosentandeler av innsparte ulykker på riksveg er vist i tabellen nedenfor:

%-andel sparte ulykker	Skadekostnad [kr/km/år]	Nyttekomponent [kr/km]	Kostnadskomponent [kr/km]	Nettonytte [kr/km]	NN/K
25	10 279	205 571	4 098 478	<b>-3 892 908</b>	-0,950
50	20 557	411 141	4 098 478	<b>-3 687 337</b>	-0,900
75	30 836	616 712	4 098 478	<b>-3 481 767</b>	-0,850
Alle	41 114	822 283	4 098 478	<b>-3 276 196</b>	-0,799

Tilsvarende for fylkesveg blir som følger:

%-andel sparte ulykker	Skadekostnad [kr/km/år]	Nyttekomponent [kr/km]	Kostnadskomponent [kr/km]	Nettonytte [kr/km]	NN/K
25	11 012	220 233	4 098 478	<b>-3 878 245</b>	-0,946
50	22 023	440 467	4 098 478	<b>-3 658 012</b>	-0,893
75	33 035	660 700	4 098 478	<b>-3 437 778</b>	-0,839
Alle	44 047	880 934	4 098 478	<b>-3 217 545</b>	-0,785

Av nettonytteberegningene ser vi at et scenario der bruk av lukket drenering benyttes i ÅDT-intervallet 1 500-5 000 gir en negativ nytte uansett andel sparte ulykker.

Når nettonytten er negativ mener Seksjon for planlegging og grunnverv at det er riktig å gi brukerne et valg i forhold til type drenering i ÅDT-intervallet 1 500-6 000. Det er potensiale for å redusere opptil 14 utforkjøringsulykker i året (dersom alle ulykker regnes innspart) med drepte, meget alvorlig og alvorlig skadde i dette intervallet og derav vesentlig innsparte ulykkeskostnader dersom lukket drenering velges.

## 2. Åpen drenering

I håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområde er maksimal grøftedybde ved åpen drenering satt til 0,6 m. For å få drenert vegens overbygning må grøfta være 0,35 m under forsterkningslaget (krav i håndbok N200 Vegbygging). Dette tilsier at man i løsmasser oftest må ha grøftedybder på 0,8 m - 1,7 m. Konsekvensen av kravet i håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområde er at det knapt kan benyttes åpne sidegrøfter uten at det settes opp rekkverk. Det er både et økonomisk og driftsmessig problem. For å få drenert overbygningen må kravet om grøftedybde 0,35 m under forsterkningslaget opprettholdes. Se ellers om krav til bruk av åpen drenering i kapittel 1.

I kapittel 2.4 i håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområde står det blant annet at «lukket grøft er sikrere enn åpen grøft og bør derfor tilstrebes». På det lavtrafikkerte vegnett bør vi fortsatt kunne bruke åpen drenering (se anbefaling i kapittel 1). Det har store økonomiske konsekvenser å bygge lukket drenering i stedet for åpne drenering (se vurdering i kapittel 1).

I håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområde frarådes helning på grøfteskråning brattere enn 1:3 på grunn av risiko for at et kjøretøy velter ved utforkjøring. For helning på 1:3 vil sannsynligvis ikke kjøretøyet velte, men førere vil ha problemer med å gjenvinne kontrollen av kjøretøyet ved helning på 1:3. Av den grunn anbefales primært helning mellom 1:4 og 1:5. Utforkjøringsulykker er en dominerende ulykkestype. Samtidig viser ulykkesanalyser at den viktigste dødsårsaken ved utforkjøring er påkjørsel av farlig sidehinder som står innenfor sikkerhetssonen. En riktig utformet grøft med bratt helning defineres ikke som farlig sidehinder. Grøfter utført med grøfteskråning over 1:4 er arealkrevende, og derav potensielt kostnadsdrivende (litt avhengig av hvor kostbart terrenget er). På enkelte vegstrekninger er det derfor hensiktsmessig å åpne for brattere grøfteskråninger enn 1:4.

Ved åpen drenering med dyp sidegrøft er det i rundskrivet satt krav til at grøfteskråningen utformes med helning mellom 1:2 og 1:5. Helning ned til 1:2 er valgt ut fra nyttevurderingen nedenfor. Det er samtidig viktig å bemerke at det er gitt et intervall for helning på grøfteskråningen, og at bratteste helning (1:2) ikke nødvendigvis skal velges. Det må vurderes fra prosjekt til prosjekt. Samtidig er det et viktig sikkerhetsaspekt her som gjør at vi er usikre på denne tilnærmingen. Det er også kun gjort nytteberegning i ÅDT-intervallet 0-1 500. En mulig løsning er å tillate 1:2 for veger med lav ÅDT, og kreve slakere grøfteskråning (1:3) ved mer trafikk. Mulighet for 1:2 fra ÅDT 0-6 000 er foreløpig valgt for å gi prosjektene fleksibilitet, men vurderingen i forhold til sikkerhet, økonomi, arealbruk m.m overlates da til prosjektene i større grad. Tilbakemeldinger i høringsrunden bør være avgjørende for hvor hvilket krav som velges her til slutt.

Prisen for maskinutgifter, bortkjøring av masser og komprimering av eksisterende masser ved bygging av åpen drenering (dyp sidegrøft) varierer avhengig av antall kubikk masse som må fjernes og kjøres bort. Gjennomsnittlig pris for denne operasjonen er gjennom kostnadsbanken beregnet til 75 kr/m<sup>3</sup>. Ved å sammenligne åpne grøfter med helningen 1:3 og 1:4 mot 1:2 vil merkostnaden bli på henholdsvis 498 000 kr/km og 996 000 kr/km (avrundet). Det er da forutsatt at tilbakefyllingen/skjæringsskråningen er 1:2. Eventuelle utgifter til ekstra erverv av areal er beregnet til å gi marginalt utslag pr. km.

Utforkjøringsulykker er den nest største ulykkestypen, etter møteulykker. Uttak av utforkjøringsulykker på riks- og fylkesveg fra STRAKS-registeret de siste 8 årene (2006-2013) viser at vi har hatt 1930 ulykker med drepte, meget hardt og/eller hardt skadde. Et videre uttak av

utforkjøringsulykker i ÅDT-intervallet 0-1500 og samme skadegrad viser at vi har 746 ulykker. Det er ca. 40 % av alle utforkjøringsulykkene. Av disse igjen skyldes 428 av ulykkene påkjørsel av elementer i grøft/sideterreng som enten ikke skulle vært der eller som er tillatt i sikkerhetssonen. Det gjenstår da 318 ulykker som kanskje kan skyldes kun grøft/sideterreng eller andre grunner (Da er i tillegg ulykkene hvor det ikke er påført noen beskrivelse tatt med, og her er det en del usikkerhet i og med at enkelte av disse ulykkene ikke har beskrivelse). De 318 ulykkene fordelt på fylkesveg og riksveg blir henholdsvis 265 og 53 ulykker. Det er ca. 16 % av alle utforkjøringsulykkene. Hvorvidt grøftene der disse ulykkene har skjedd er riktig utformet, og i henhold til hvilke gjeldende krav i håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder eller N200 Vegbygging er det her ikke vært mulig å gå inn i og er uvisst. Derav hvilken grøfteskråning som er benyttet. Men vi mener det er nærliggende å tro at det på dette lavtrafikkerte vegnettet finnes en del strekninger med bratt grøfteskråning (1:2-1:3) etter krav i håndbok N200.

Hvis vi videre antar at utfallet av 1/3 av disse 318 ulykkene alene skyldes at grøften har bratt grøfteskråning og gir en alvorlig skadegrad vil det si at ca. 5 % av utforkjøringsulykkene (dvs ca. 106 ulykker de siste 8 år). I ÅDT-intervallet 0-1500 er det ca. 3 800 km med riksveger og 38 000 km med fylkesveger. Beregnet skadekostnad for disse 106 ulykkene fordelt på riksveg og fylkesveg blir 10 419 kr/km/år på riksvegnettet og 5689 kr/km/år på fylkesvegnettet.

**Ut fra dataene over på anleggskostnader og skadekostnad er det gjort en enkel nettonyttevurdering:**

Vi tar utgangspunkt i 1 km med veg hvor det skal bygges åpen drenering med tilbakefylling/skjæringskråning på 1:2 og grøfteskråning på enten 1:3 eller 1:4. Det må tilføyes at tilbakefylling på 1:2 i mange tilfeller er vanskelig å få til på grunn av massenes kvalitet. Når levetiden er satt til 40 år gir det i dette tilfellet en akkumulert neddiskonteringsfaktor på 20.

I nyttevurderingen gjøres det en følsomhetsanalyse hvor det antas at ved bygging åpen drenering med slak grøfteskråning kan henholdsvis 25 %, 50 %, 75 % eller alle ulykkene spares inn på tiltaket.

Beregning av nettonytte på riksveg ved å endre grøfteskråningens helning fra 1:2 til 1:3 gir følgende resultater:

%-Andel ulykker	Skadekostnad [kr/km/år]	Nyttekomponent [kr/km]	Kostnadskomponent [kr/km]	Nettonytte [kr/km]	NN/K
25	2 605	52 097	497 770	<b>-445 674</b>	-0,895
50	5 210	104 193	497 770	<b>-393 577</b>	-0,791
75	7 814	156 290	497 770	<b>-341 481</b>	-0,686
Alle	10 419	208 386	497 770	<b>-289 384</b>	-0,581

I beregningen er ikke kostnader til grunnerverv (skog og dyrka mark) regnet inn. Det gjelder også beregningene nedenfor. Kostnadene for grunnerverv slår så lite ut at det er ikke valgt å ta det med i denne presentasjonen.

Beregning av nettonytte på riksveg ved å endre grøfteskråningens helning fra 1:2 til 1:4 gir følgende resultater:

%-Andel ulykker	Skadekostnad [kr/km/år]	Nyttekomponent [kr/km]	Kostnadskomponent [kr/km]	Nettonytte [kr/km]	NN/K
25	2 605	52 097	995 541	<b>-943 444</b>	-0,948
50	5 210	104 193	995 541	<b>-891 348</b>	-0,895
75	7 814	156 290	995 541	<b>-839 251</b>	-0,843
Alle	10 419	208 386	995 541	<b>-787 155</b>	-0,791

Beregning av nettonytte på fylkesveg ved å endre grøfteskråningens helning fra 1:2 til 1:3 gir følgende resultater:

%-Andel ulykker	Skadekostnad [kr/km/år]	Nyttekomponent [kr/km]	Kostnadskomponent [kr/km]	Nettonytte [kr/km]	NN/K
25	1 422	28 444	497 770	<b>-469 327</b>	-0,943
50	2 844	56 887	497 770	<b>-440 883</b>	-0,886
75	4 267	85 331	497 770	<b>-412 439</b>	-0,829
Alle	5 689	113 775	497 770	<b>-383 996</b>	-0,771

Beregning av nettonytte på fylkesveg ved å endre grøfteskråningens helning fra 1:2 til 1:4 gir følgende resultater:

%-Andel ulykker	Skadekostnad [kr/km/år]	Nyttekomponent [kr/km]	Kostnadskomponent [kr/km]	Nettonytte [kr/km]	NN/K
25	1 422	28 444	995 541	<b>-967 097</b>	-0,971
50	2 844	56 887	995 541	<b>-938 653</b>	-0,943
75	4 267	85 331	995 541	<b>-910 210</b>	-0,914
Alle	5 689	113 775	995 541	<b>-881 766</b>	-0,886

Av nettonytteberegningene ser vi at slakere utforming av grøfteskråningen gir en negativ nytte, og svært lite innsparing per investerte krone (NN/K).

Ut fra nyttevurderingen kan ikke Seksjon for planlegging og grunnverv se at vi har noe grunnlag for å kreve at grøfteskråningen i åpen drenering gjøres slakere enn 1:2. Innsparingen per investerte krone er liten. Som nevnt tidligere er vi foreløpig usikre på denne tilnærmingen ut fra sikkerhetsaspektet og ÅDT-intervallet nytteberegningen er gjort for. En differensiering etter ÅDT kan være aktuelt.

Som nevnt tidligere er det samtidig mulig å velge en slakere utforming av grøfteskråningen dersom det er areal og økonomi til det i det enkelte prosjekt. Ved valg av slakere helning enn 1:2 er det potensiale for å redusere antallet utforkjøringsulykker med inntil 13 ulykker med drepte, meget hardt og hardt skadde året i ÅDT-intervallet 0-1 500 forutsatt at alle ulykker regnes inn.

### Grøftebunn

Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområde setter krav til at grøftebunnens bredde skal være

mellom 0,2-0,5 m ut fra sikkerhetshensyn. Håndbok N200 Vegbygging setter krav til at grøftebunnens bredde skal være minimum 0,5 m for å sikre tilstrekkelig vannkapasitet. Dersom grøftebunnen gjøres bredere enn 0,5 m viser simuleringer at kjøretøyene får stor fart gjennom grøften og opp skjæringsskråningen, og potensielt kjører over denne. Dersom grøftebunn er 0,5 m eller smalere gir det viktig friksjon og oppbremsing av kjøretøyet. Kravet til grøftebredde er derfor satt fast til 0,5 m. Dette er også gunstig med tanke på snølagring og oppsamling av nedfall fra skjæringen.

NIFS-prosjektet anbefaler grøftebunn på minimum 0,5 m for åpen drenering og at den økes ut fra behov for vannkapasitet. Ved fast krav om 0,5 m mener prosjektgruppa at økt vannkapasitet kan oppnås ved bruk av mer stikkrenner.

Innplassering av kummer ved lukket drenering er vurdert i prosjektgruppa. Fordi grøfteskråningen her er slak og at grøftene ikke er spesielt dype bør det være mulig å plassere inn kummer som også er noe større diameter enn 0,5 m. Det finnes også kummer på markedet med 0,5 m i diameter.

### 3. Lukket drenering

Gjeldende krav til grøftedybde for grunn sidegrøft (lukket drenering) er 0,4 m i håndbok N200 Vegbygging og 0,3 m i håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområde. Dette har vist seg å være for lite. Man får lett gjengroing av grøfta og dermed problemer med grøftas dreneringsevne og problemer med isskjøving inn på kjørebanelen. Det må også i fremtiden tas høyde for større overvannsmengde i grøfta som en konsekvens av økt nedbørintensitet og klimaendringer. Det foreslås derfor at grunn sidegrøft bør ha dybde 0,5 m.

I arbeidet med nye krav til utforming av grøfter har bruseksjonen satt krav til maksimal grøftedybde på 0,4 m dersom grøfteskråningen i en lukket drenering er på 1:3 og fartsgrense over 90 km/t. Ut fra en totalvurdering mener vi det er akseptabelt med grøfter med dybde 0,5 m og helning på opptil 1:3 uten krav til rekkverk. Dette forenkler også kravene og bruken. I tabell 2.6 i håndbok N101 er det satt krav til rekkverk ved ulike fyllingshøyder. Ved helning 1:3 kan man ha fyllingshøyder mellom 2 til 7 m uten rekkverk. For bergskjæring er til også kravet til grøfteskråning satt til minimum 1:4 og skal ivareta sikkerheten på en god måte.

### 4. Utforming av løsmasseskjæring

Massetyper i løsmasseskjæringer avgjør hvilken skjæringsskråning/tilbakefylling som er mulig. Dette er beskrevet i håndbok N200 Vegbygging. Kravene i håndbok N200 Vegbygging er derfor videreført. Samtidig er det gitt en oppfordring om å tilstrebe en skjæringsskråning/tilbakefylling på 1:1,5 eller 1:2 der det er mulig ut fra trafiksikkerhet.

Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder setter krav til helning på skjæringsskråning/tilbakefylling på 1:1,5 eller 1:2. Det er ikke mulig å sette et slikt krav på grunn av det ovennevnte. Dette kravet er derfor tatt ut.

Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder setter krav til høyden på løsmasseskjæringer på 1:1,5 og 1:2. Dette kravet er tatt bort. Hvorvidt det skal være skjæringsskråning og eventuelt høyden på løsmasseskjæring er avhengig av terrengets form. Ved for eksempel flatt terreng vil det ikke være

naturlig å anlegge en tilbakefylling. Dette er dyrt og uhensiktsmessig. Krav til sikkerhetssone vil uansett gjelde. Krav til sikkerhetssone er gitt i håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder.

## 5. Utforming av bergskjæring

I håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområde er det i kapittel 2.5 omtalt behov for rekkverk ved bergskjæringer. Der anbefales det «et godt alternativ til rekkverk mot bergskjæring er å bygge opp en jordskråning mot bergskjæringen...» (med jordskråning menes her tilbakefylling).

Håndbok N200 Vegbygging har krav til nødvendig bredde på fanggrøft ved bergskjæringer for å fange opp nedfall og hindre at det kommer inn i kjørebanelen. Kravene er utformet slik at en aksepterer at ca 10 % av nedfallet fra bergskjæringen vil havne på kjørebanelen. Håndbok N200 Vegbygging viser altså bergskjæringer uten tilbakefylling.

Det er i forbindelse med arbeidet med nye krav til utforming av grøfter engasjert konsulent (Norconsult) som har gjort simuleringer av grøfter med tilbakefylling (se egen rapport). Simuleringene viser at opptil 80 % av nedfallet fra skjæringen havner i vegbanen, selv med «myke» tilbakefyllinger av for eksempel matjord og som er dekt med vegetasjon. Andelen varierer med type jordmateriale og helning på tilbakefyllingen. «Myke» jordmaterialer vil fange opp en noe større andel nedfall enn «harde» jordmaterialer. Steiner som faller ned på en slik tilbakefylling vil spesielt i perioder med frost og lite snø føre til at en større andel av steinene spretter inn på vegen. I rapporten «Utforming av bergskjæring og fanggrøft» fra Norconsult konkluderes det med at en tilbakefylt grøft ikke fungerer som en fanggrøft (kun tilbakefylling på 1:2 eller 1:1,5 ble testet). Ved høye usikrede bergskjæringer bør ikke grøft tilbakefylles. Dersom grøft tilbakefylles ved høye bergskjæringer må skjæringen detaljsikres på annen måte. I forslaget til nye krav til utforming av grøfter er anbefalingen fra Norconsult fulgt. Tilbakefylling i bergskjæringer anbefales derfor ikke. Det er likevel gjort et unntak for motorveger på grunn av høyt fartsnivå og hvor det er ønske om ekstra sikkerhet. Her er det da påkrevd at det gjøres ekstra sikringstiltak for å hindre at stein faller ned fra bergskjæringen.

Det er også en fordel med tanke på snøopplagring at tilbakefylling generelt ikke anlegges i bergskjæringer.

Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområde setter krav til at partier i bergskjæringen ikke skal stikke ut mer enn 0,3 m dersom bergskjæringen står innenfor sikkerhetssonen. Alternativt kan det settes opp rekkverk, enten på skulder eller fastmontert på bergskjæringen (fastmontering er i ettertid frarådet av brumiljøet). I arbeidet med nye krav til utforming av grøfter har det også vært ønske om å skjerpe kravet fra 0,3 til 0,15 m.

Hensikten med kravene i rundskrivet er at rekkverk ikke skal benyttes. Hensikten med kravet i N101 Rekkverk og vegens sideområde (0,3 m) er at kjøretøy som skulle være uheldig å treffe bergskjæringen ikke rives opp eller hekter. Slik kravet er beskrevet er det uklart hva som menes og hvor avstanden måles fra. Dersom dette kravet skal være anvendelig må det utdypes og detaljeres bedre. Dette kravet er derfor ikke ført videre i rundskrivet, men det er satt krav til at dersom avstanden fra vegkant til bergskjæringen er mindre enn kravet til sikkerhetssone bør bergskjæringer sprenges med glatt kontur slik at ikke kjøretøy hekter eller rives opp. Videre er det gitt detaljerte krav til hvordan berget skal sprenges for å få til en tilstrekkelig glatthet, blant annet med krav til hullavvik

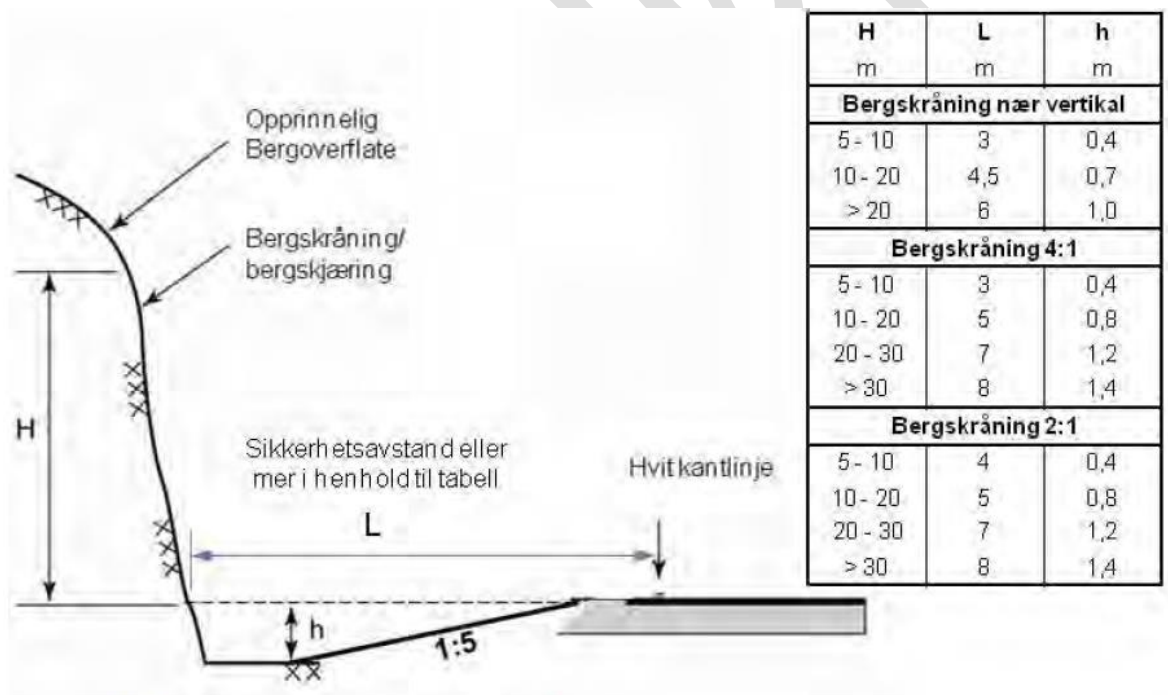


ved boring. Alternativ med fastmontering av rekkverk på bergveggen er frarådet av brumiljøet og derfor ikke med som alternativ.

For å oppnå tilstrekkelig glatthet bør berget sprenges med glatt kontur, sømbores eller vaiersages. Vedlegg 3 viser uttak av priser i kostnadsbanken. Sprengning med glatt kontur vil få en kostnad på ca. 5700 kr pr. lm, mens sømboring og vaiersaging vil komme på ca. 10500 kr pr. lm. Dette er priser uten rigg, mva og byggherreutgift. Det er også viktig å bemerke at dette ikke er pris for ferdig sprengt og sikret skjæring. Dette er kun ekstrakostnadene for en slett overflate i de nederste meterne mot grøfta som vil kunne tilfredsstille R761s krav på maks utspring 0,3 m. Det må sprenges/pigges for å få eksponert overflata.

Altså vil sprengning med glatt kontur (prosesskode 22.21 + 31.32) med tilhørende avviksmåling få ca. halve prisen som sømboring (prosesskode 22.21 + 22.22 + 31.32) og vaiersaging (NS 3420 post FH2.3 + GE8.2). Men faren for at hullavvikene er for store og man må bore nye hull med påfølgende ny avviksmåling er store ved bruk av sprengning med glatt kontur. Da vil prisen fort nærme seg samme kostnad som for sømboring og vaiersaging. Vaiersaging er den mest forutsigbare metoden. Det betyr at alle mulige metoder sannsynligvis vil havne ut med omtrent samme kostnad, men at vaiersaging er mest forutsigbar og kanskje vil gi det beste resultatet. Dette må uansett vurderes fra prosjekt til prosjekt.

Dimensjonering av nødvendig bredde på fanggrøft er gitt i håndbok N200 Vegbygging. Gjeldene krav er vist i figuren nedenfor.



På bakgrunn av rapporten fra Norconsult foreslås nå krav til bredde på fanggrøft som vist i figur 3 i rundskrivet.

Bakgrunn for kurvene i **Feil! Fant ikke referanse kilden.** er simuleringer av nedfall fra skjæringer og er nærmere beskrevet i rapporten til Norconsult. Simuleringene er basert på noen forutsetninger:

- Alle steinene faller fra toppen av skjæringen
- Steinene som faller ned har en «regulær» form
- Hard bergtype er benyttet, noe som gir lengre utløpslende enn mykere bergarter

Alle disse momentene bidrar til en konservativ tilnærming til falltesten. Utgangspunktet er at det ikke bør være steiner i kjørebanelen ut fra et trafiksikkerhetshensyn. På grunn av momentene ovenfor som medfører konservative resultater, har vi valgt å legge 90 %-fraktilen til grunn for foreslåtte krav ut fra en totalvurdering av sikkerhet, økonomi og arealbruk.

For nær vertikal bergskjæring (10:1) er kurvene for grøfteskråning 1:4 og 1:5 sammenfallende. For bergskjæring 4:1 med grøfteskråning 1:4 og 1:5 er kurvene sammenfallende opp til ca. 10 m. Ved 30 m høyde på bergskjæringen er forskjellen ca. 1,2 m i bredde på fanggrøft. For bergskjæring 2:1 er avviker kurvene for grøfteskråning 1:4 og 1:5 med mellom 0,60 – 0,80 m avhengig av skjæringshøyden.

For bergskjæring med helning 4:1 og 2:1 er grøfteskråning 1:5 valgt som dimensjonerende. Grøfteskråning 1:4 gir noe reduserte krav til bredde på fanggrøft, men 1:5 er valgt for alle grøfteskråninger som en dimensjonerende verdi.

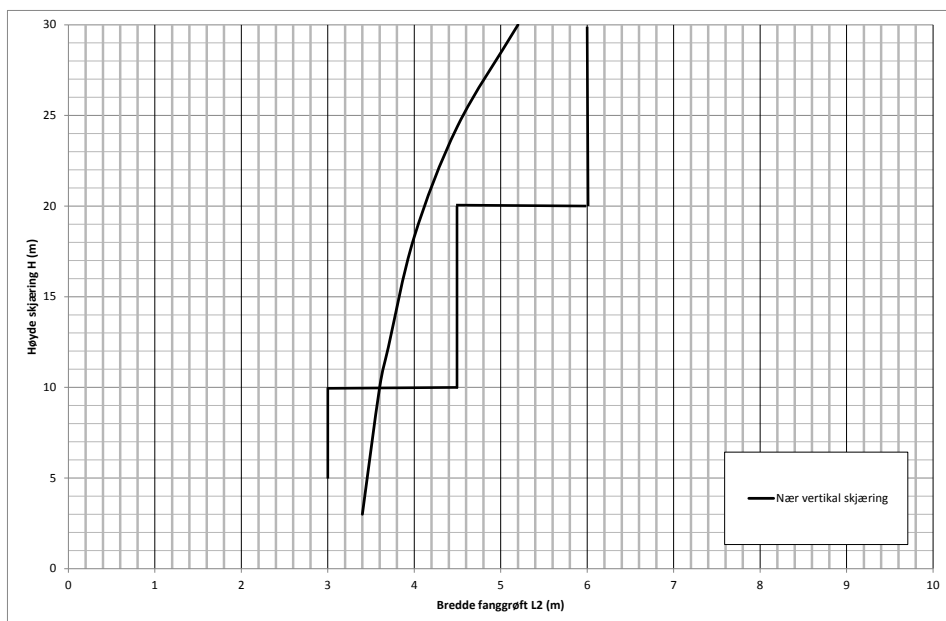
#### **Vurdering av nye krav i forhold til gjeldende krav**

De nye kravene er presentert som sammenhengende kurver. Gjeldende krav er angitt i trinn avhengig av skjæringshøyde. Dette medfører at det blir sprang i forskjellen mellom nye og gjeldende krav der de trinnvise kravene avsluttes.

Vertikal skjæring:

- 5-10 m skjæringshøyde: de nye kravene medfører ca. 0,5 m bredere fanggrøft
- 10-20 m skjæringshøyde: de nye kravene medfører 0,4 til 0,8 m smalere fanggrøft
- >20 m skjæringshøyde: de nye kravene medfører 1,8 m smalere fanggrøft ved skjæringshøyde 20 m. Når skjæringshøyden øker, avtar forskjellen mellom kravene

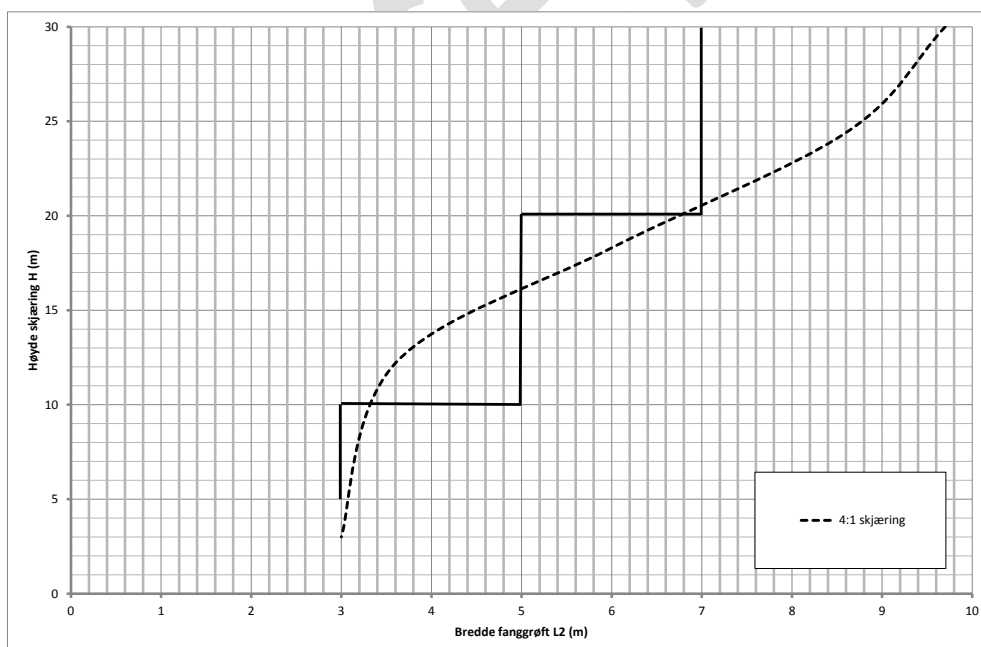
I figuren nedenfor er gjeldende krav sammenstilt med forslaget til nye krav.



#### Skjæring 4:1:

- 5-10 m skjæringshøyde: de nye kravene medfører ca 0,1 m bredere fanggrøft
- 10-20 m skjæringshøyde: de nye kravene medfører 1,6 m smalere fanggrøft ved skjæringshøyde 10 m, og 1,8 m bredere ved skjæringshøyde 20 m
- 20-30 m skjæringshøyde: de nye kravene er omtrent sammenfallende ved 20 m og øker til 2,6 m bredere fanggrøft ved skjæringshøyde 30 m

I figuren nedenfor er gjeldende krav sammenstilt med forslaget til nye krav.

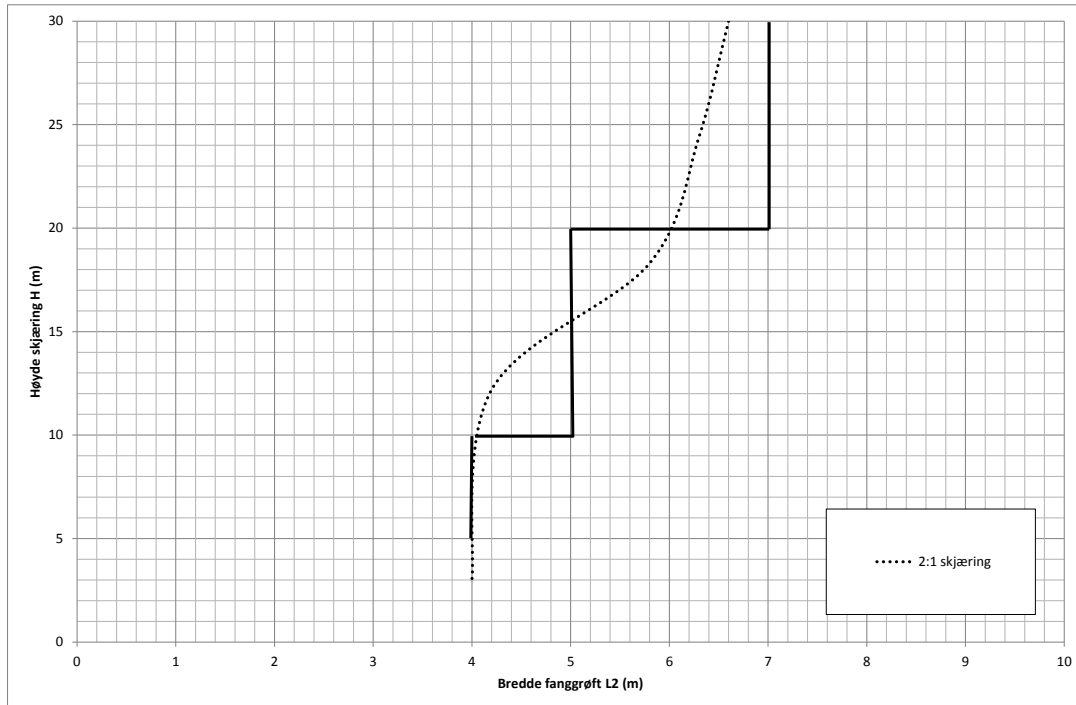


#### Skjæring 2:1:

- 5-10 m skjæringshøyde: de nye kravene sammenfaller med gjeldende krav

- 10-20 m skjæringshøyde: de nye kravene medfører 1,0 m smalere fanggrøft ved skjæringshøyde 10 m, og 1,0 m bredere ved skjæringshøyde 20 m
- 20-30 m skjæringshøyde: de nye kravene medfører 0,4 til 1,0 m smalere fanggrøft

I figuren nedenfor er gjeldende krav sammenstilt med forslaget til nye krav.



## 6. Øvrige krav

### Sikthindrende skjæringer

Der skjæringen hindrer tilstrekkelig sikt i henhold til siktkrav i håndbok N100, bør man enten øke horisontalradien eller øke avstanden ut til skjæringen der det er mulig. Dette må vurderes fra prosjekt til prosjekt ut fra hensynet til kostnader ved sprenging/vegbygging og grunnerverv.

### Terrenggrøft

Det har vist seg at terrenggrøfter brukes i for liten utstrekning for å forhindre erosjon og is skjøving. Vi ønsker derfor å ha med en påminnelse om at terrenggrøfter kan løse en del av disse utfordringene.