

Skogsveger og skredfare - veileder



LANDBRUKS- OG MATDEPARTEMENTET



Foto: : Frode Sandersen

Skogsveger og skredfare - veileder

Tharan Fergus, Øyvind Armand Høydal, Truls-Erik Johnsrud,
Frode Sandersen, Steinar Schanche



LANDBRUKS- OG MATDEPARTEMENTET

Skogsveger og skredfare - veileder

Forfattere:

Tharan Fergus,	Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)
Øyvind Armand Høydal,	Norges Geotekniske Institutt (NGI)
Truls-Erik Johnsrud,	Skogbrukets Kursinstitutt (SKI)
Frode Sandersen,	Norges Geotekniske Institutt (NGI)
Steinar Schanche,	Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Forsidefoto:

Frode Sandersen

Layout og grafikk:

Per Håkon Granum

Produksjon:

Copyright © 2011, Skogbrukets Kursinstitutt
Honnevegen 60, 2836 Biri

ISBN: 978-82-7333-178-6



Foto: Harald Sakshaug, NVE

Forord

Veilederen Skogsveger og skredfare gir kunnskap om faren for løsmasseskred ved bygging og drift av skogsveger i bratt terreng, og hvordan slike skred kan forebygges ved riktig oppbygging av vegkroppen og riktig utforming og dimensjonering av grøfter, kulverter og stikkrenner.

Et godt tiltak for å redusere faren for skred- og flomskader er årlig ettersyn og vedlikehold av vegens drenering herunder vegbane, grøfter, kulverter.

Veger i områder med marin leire, der det kan være fare for kvikkleireskred, omtales ikke i denne veilederen. Planlegging av veger i leirområder bør alltid skje i samråd med geoteknisk fagkyndig.

Veilederen er utarbeidet på oppdrag fra Landbruks- og matdepartementet og Norges vassdrags- og energidirektorat. Skogbrukets Kursinstitutt har vært engasjert til å lede prosjektet. Veilederen er utformet i et samarbeid Norges Geotekniske Institutt, Norges vassdrags- og energidirektorat og Skogbrukets Kursinstitutt.

Vi håper veilederen vil bidra til økt aktsomhet mot skredfare ved bygging og drift av skogsveger, og kunnskap om forebyggende tiltak.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning.	8
2. Lover og regler som gjelder skogsveger og skredfare.	8
2.1 Skogeiers ansvar.	8
2.2 Bygging av skogsveger trenger tillatelse.	9
2.3 Vegeiers vedlikeholdsplikt.	9
2.4 Kommunens ansvar.	9
3. Løsmasseskred og skogsveger	10
3.1 Løsmasser.	10
3.2 Typer løsmasseskred.	10
3.3 Skred og stabilitet langs veger.	11
3.4 Naturlig stabilitet og nedbør.	11
3.5 Erosjon og masseføring.	13
3.6 Naturlig dressystem i dalsider og endringer som følge av veg.	13
3.7 Skogskjøtsel i skredutsatte områder.	14
4 Hydrologi og flomberegning.	15
4.1 Data og beregning av avrenning og vannføring.	15
4.2 Flomberegning.	16
4.3 Flomberegning i svært små nedbørsfelt 0,2 - 0,5 km ² . Den rasjonelle formel.	17
5. Vegens utforming og drenering	19
5.1 Vegkroppen.	19
5.2 Skråninger.	19
5.3 Grøfter.	20
5.4 Kulverter, stikkrenner, gjennomløp og rør.	21
5.5 Frost, tele og isgang.	28
5.6 Erosjonssikring av kulvertutløp.	28
5.7 Terrengekjøring ved skogsdrift – enkle driftsveger.	32
6 Vegvedlikehold.	34
6.1 Kantrydding.	34
6.2 Grøfter.	34
6.3 Kulverter og stikkrenner.	34
6.4 Forming av kjørebanelen.	34
Ord og uttrykk.	36
Referanser.	37
Vedlegg 1.	38

1. Innledning

Anlegg av veger i bratte lisider kan føre til løsmasse-skred, særlig ved at vegene endrer den naturlige dreneringen i lia. Vannet blir dermed ledet til områder der ikke er naturlig dreneringsveg, eller til bekker og andre dreneringsveger som ikke har stor nok kapasitet til å lede vannet. Dette fører til erosjon som i neste omgang kan utløse skred. Også godt planlagte og anlagte veger kan føre til skred dersom vedlikeholdet av grøfter og stikkrenner forsømmes og disse går tette.

Enkelte skred forårsaket av skogveger har medført store skader på bebyggelse og veger. Det er derfor god grunn til å vise aktsomhet ved bygging og drift av skogveger i bratt terreng. Skredene ved Mel, Telemark i 1982 og 1983 ble utløst på nybygget skogsbilveg i bratt liseide, 35° helling med løsmasser. Snøsmelting i fjellet og 60 mm nedbør dagen før, førte til utrasing av løsmasser i grøft og tetting av stikkrenner som utløsende faktor for skredet. Skredet i Innfjorden, Romsdal i 1991 skyldes at løsmasser tettet stikkrennene på en skogsveg og vannflommen utløste skredet. I 1997 gikk det et nytt skred i den samme lia.

Normaler for landbruksveger med byggebeskrivelse
Landbruks- og matdepartementet (1997) gir retningslinjer for utforming av vegen i henhold til vegklassenes tekniske standard. Tiltak i veganlegget kan gjøres for å redusere skaderisikoen ved ekstrem nedbør og flom.

Vurdering av skredrisiko bør være med i forvaltningsprosedyren i utsatte områder. Dette gjelder særlig der vegen går i bratt terreng eller i leirterreng der det kan være fare for kvikkleireskred. Der vegen skal gjenoppbygges etter det har gått skred er det fornuftig å søke å avklare hvorfor det har gått skred og gjenoppbygge vegen slik at en unngår nye skredhendelser.

2. Lover og regler som gjelder skogsveger og skredfare

Alle som eier en veg har et ansvar for vegen og bruken av den, og vegens virkninger på omgivelsene. I områder med mulig skredfare må det utvises særlig aktsomhet ved planlegging, bygging og vedlikehold av skogsveger. Kommunen må som myndighet for godkjenning av skogsveger kreve at skredfare er undersøkt og tatt hensyn til.

2.1 Skogeiers ansvar

Skogeier har et sjølstendig ansvar for å påse at skogsveger og andre terrenginngrep ikke medfører skade på omgivelsene og fare for liv og helse, for eksempel utløsning av skred. Dette fremgår bl.a. av grannelova, der det i § 2 heter:

”Ingen må ha, gjera eller setja i verk noko som urimeleg eller uturvande er til skade eller ulempe på granneeigedom. Inn under ulempe går òg at noko må reknast for farleg.”

Dette ansvaret følger også av vannressursloven. De fleste skogsveger vil på en eller annen måte endre den naturlige dreneringen av vassdrag. Selv små vassdrag uten årssikker vannføring er definert som vassdrag etter vannressursloven. Alle tiltak i vassdrag som endrer vassdragets leie, strømretning og hastighet definert som vassdragstiltak. For vassdragstiltak gjelder kravet:

”Enhver skal opptre aktsomt for å unngå skade eller ulempe i vassdraget for allmenne eller private interesser”, og videre: ”Vassdragstiltak skal fylle alle krav som med rimelighet kan stilles til sikring mot fare for mennesker, miljø eller eiendom.”

Aktsomhetskravet gjelder både nye inngrep og ved drift og vedlikehold av eksisterende anlegg.

Forbud eller andre restriksjoner mot vegbygging pga. skredfare kan følge av kommuneplanens arealdel eller reguleringsplan (hensynssoner med bestemmelser). Restriksjoner på vegbygging kan også følge av at områder er vedtatt som verneskog etter skogloven § 12. Hogst og vegbygging i områder med verneskog er underlagt lokal meldeplikt og streng vurdering. Dette må sjekkes med kommunen.

Selv om skogsveger er unntatt fra byggesaksbehandling etter plan- og bygningsloven, gjelder

likevel regelen i byggt teknisk forskrift om at tiltak skal prosjekteres og utføres slik at byggverk, byggegrunn og tilstøtende terreng ikke utsettes for fare for skade eller vesentlig ulempe som følge av tiltaket. Også kravene i arbeidsmiljøloven og den tilhørende byggherreforskriften om sikker utførelse av arbeid gjelder for bygging av skogsveger.

Dersom skogsvegen er anlagt slik at den er særlig utsatt for skred eller annen naturskade, eller dersom vegegen ved sin konstruksjon eller utførelse er sårbar for skred eller annen naturulykke, kan styret for Statens naturskadefond foreta avkorting i en evt. naturskadeerstatning etter naturulykke som har rammet vegegen. Det kan i slike tilfeller være aktuelt med hel eller delvis avkorting i erstatningen.

Når skogeier overlater planlegging og bygging av skogsveger til andre, må han/hun påse at planlegger og utfører ivaretar ansvaret som følger av disse reglene. Planleggere og entreprenører som utfører arbeid på vegne av grunneier, har deretter det samme ansvaret som grunneier for at hensyn til sikkerhet og miljø blir ivaretatt.

2.2 Bygging av skogsveger trenger tillatelse

Bygging og ombygging av vegger til skogbruksformål kan bare gjennomføres etter tillatelse fra kommunen (skogloven § 7). *Forskrift om planlegging og godkjenning av veier for landbruksformål* gir nærmere krav til søknader, planlegging og tilsyn. Ved behandling av søknader skal det legges vekt på hensynet til miljøverdier og andre interesser som blir berørt av vegframføringen. Både grunneier og kommune har et ansvar for å påse at planene tar tilstrekkelig hensyn til omgivelsene, herunder fare for skred.

Dersom bygging av skogsveger medfører så store inngrep i vassdrag at det går ut over allmenne interesser må det vurderes om tiltaket krever tillatelse også etter vannressursloven. For nødvendige tiltak i forbindelse med vanlige kulverter, grøfter og stikkrenner trengs normalt ikke slik tillatelse. NVE kan i tvilstilfeller avgjøre om slik tillatelse trengs.

Søknader om bygging av skogsveg føres inn på SLFs søknadsskjema SLF-902 B og sendes kommunen. Til nå har det vært stilt få spesifikke krav til vurdering av skredfare i forbindelse med slike søknader. Dette fritar ikke skogeier fra det ansvaret han/hun har for å

unngå økt fare for skredskader, herunder fare som kan gjøre skade på naboeiendom. I rubrikken "Annet" under "3. Kjente miljøverdier" bør en derfor gi opplysning om vurdering av mulig skredfare.

På **skrednett.no** finnes det kart for snøskredfare ("aktsomhetskart for snøskred"). De identifiserte områdene med mulig snøskredfare dekker som hovedregel også områder med mulig jord- og flomskredfare. Ved vegbygging innenfor disse aktsomhetsområdene må skredfaren vurderes, og tiltak som nevnt i denne veilederen følges opp. Ved vegbygging som kan gi økt fare for skred mot bebyggelse må personer med skredfaglig kompetanse utrede nærmere hvor og hvordan vegegen skal bygges for at den skal være sikker.

2.3 Vegeiers vedlikeholdsplikt

Når det gis offentlig tilskudd til vegbyggingen plikter eieren å vedlikeholde vegegen til den standarden som den opprinnelig ble bygget. Kommunen skal i nødvendig utstrekning kontrollere at tiltakene er gjennomført i tråd med forutsetningene. Dette følger av *Forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket*.

2.4 Kommunens ansvar

Kommunen skal påse at søknader er så godt opplyst som mulig, og innhente de uttalelser som er nødvendige. For nye vegger i områder med mulig skredfare mot bebyggelse må kommunen kreve nøyere vurdering av skredfaren etter reglene i byggt teknisk forskrift. Kommunene bør avslå søknader om vegger som ikke tar tilstrekkelig hensyn til skredfare eller stille vilkår for linjeføring og teknisk utforming.

3. Løsmasseskred og skogsveger

Skredhendelser langs skogsveger er ofte forårsaket av at veginngrepet har endret den naturlige dreneringen i lia. I perioder med sterk nedbør eller snøsmelting kan vann på avveier gi erosjon og skred. Der skredmassene når bebyggelse, offentlige veger eller jernbaner, kan konsekvensene være store.

3.1 Løsmasser

Skred utløses vanligvis i de finkornede løsmassene. Silt holder på kapillært vann, og massene kan være fuktige selv i tørre perioder. Dette betyr også at mengden vann som skal til for å mette siltige masser er mindre enn for grus og grov sand, som regnes som selvdrenerende masser.

Hvilke typer skred som går hvor er avhengig av klima, terrengforhold og grunnforhold. Under våre forhold forekommer skred i bratt terreng hovedsakelig i 3 typer løsmasse:

- **Morenemateriale:** Avsatt mer eller mindre direkte av breis under og ved slutten av siste istid. Materialet er lite sortert og inneholder oftest en del finstoff. En stor del av våre skogsområder ligger i områder med morenemateriale.
- **Glasifluvialt materiale:** Materiale avsatt i og av vann i avsmeltningsperiodene ved slutten av siste istid. Består gjerne av grus og sandig materiale.
- **Innsjøavsatt materiale:** silt og finsand (kvabb, mjele). Dette er materiale avsatt i bredemte innsjøer som i dag er uttappet.

Under marin grense finner en marin leire og enkelte steder kvikkleire. Leire kan ha stort vanninnhold og ved overbelastning kan leira kollapse og bli flytende. Veger i leirområder omtales ikke i denne veilederen. Planlegging av veger i leirområder bør alltid skje i nært samarbeid med geotekniker.

Ut fra kornstørrelse vil jordartene klassifiseres som leire, silt, sand eller grus. Styrken til en jordart er i hovedsak avhengig av finstoffinnholdet. Finstoff har evne til å binde og suge til seg vann. Dette er kritisk i forhold til faren for utglidning. Grovere materiale er mer selvdrenerende og gjerne mer kantet, og vil vanligvis være mindre skredutsatt.

Tabell 1: Kornstørrelser for forskjellige materialer

Materialtyper	Diameter
Blokk	> 600
Stein	60mm - 600mm
Grus	2mm - 60mm
Sand	0,06mm - 2mm
Silt	0,002mm - 0,06mm
Leire	<0,002mm

3.2 Typer løsmasseskred

Løsmasseskred deles inn i følgende typer:

- **Flomskred:** Flomskred er et hurtig, vannrikt, flomlignende skred som opptrer langs klart definerte dreneringsveier (elve- og bekkeløp, raviner, gjel eller skar). Vannmassene kan rive løs og transportere store mengder løsmasser, større steinblokker, trær og annen vegetasjon i og langs løpet. Flomskred skiller seg fra jordskred ved at vanninnholdet er større og bevegelsesformen mer flytende.
- **Jordskred:** Tørrere masser enn flomskred der indre friksjon i massene gir mer glidende bevegelsesmønster. Skredbanen kan utvide seg nedover fjellsida avhengig av terrengformen.
- **Leirskred:** Leirskred har andre geotekniske egenskaper enn friksjonsjordarter og gir annen bruddutvikling enn jordskred. De kan starte i relativt slakt terreng.

Andre skredtyper som også er aktuelle i skogsterreng er snøskred og sørpeskred. Mange steder er skog med på å binde snødekket og redusere muligheten for at skred løsner. Fjerning av skog kan derfor øke faren for slike skred.

Det finnes mange overgangsformer mellom de ulike skredtypene. For eksempel kan et jordskred i en sideskråning utvikle seg til flomskred hvis skredmassene går ut i et elveløp. Steinsprang kan føre til brudd i løsmassedekket nedenfor.

3.3 Skred og stabilitet langs veger

I tørr tilstand vil grus lagt i en fylling legge seg opp med sideskråning 35°. Vi sier at materialet har en karakteristisk indre friksjonsvinkel på 35° når den er tørr. Fuktes og mettes grusen med vann, reduseres friksjonsvinkelen. Sand har typisk friksjonsvinkel på rundt 33°, mens silt har friksjonsvinkel ned mot 30°. På ei vegfylling som belastes vil bæreevnen være avhengig av friksjonsegenskapene i massene. Bæreevnen avtar og fare for brudd øker jo større del av friksjonskreftene som brukes til å holde fyllingen. I en skråning med siltmasser på 30° brukes alle friksjonskrefter til å holde fyllingen, og bæreevnen er i prinsippet 0.

I massetak kan en se steile skjæringer av siltig materiale som står nær vertikalt. Dette skyldes at materiale har sug. Så lenge materialet er tørt bindes partiklene sammen.

Stabiliteten til massene i en naturlig skråning er derfor avhengig både av type masse, vanninnhold og skråningshelning. Vanninnholdet avhenger av dybde til fjell, oppstrøms areal og dreneringsforhold, og sjølsagt av forutgående nedbør eller snøsmelting. De fleste naturlige jordskred løses ut i terreng brattere enn 30°, og bruddet utvikles gjerne fra en sone med vanntilsig. Når løsmasser i lengre tid kan ligge like bratt som sin egen friksjonsvinkel, skyldes dette at røtter er med å binde opp jorda og at vegetasjonen beskytter mot erosjon.

For veger kan en skille mellom lokalstabilitet som gjelder selve vegkroppen med tilhørende skjæring og fylling, og områdestabilitet som omhandler stabilitet utenfor området som er direkte påvirket av vegen. I friksjonsjordarter er områdestabilitet vesentlig et problem nedstrøms (lavere enn) vegen, mens en under marin grense, i leire, kan en utløse skred fra nedsiden ved at brudd i massene forplaner seg oppover i løsmassene. Slike bakovergrepene skred er typisk for kvikkleireskred.

En skjæring fører gjerne til en brattere skråning enn

den naturlige skråningen. Tabellen nedenfor gir retningslinjer for største helning på skjæringer og fyllinger med og uten overflatetiltak. For finsand og silt vil det vanligvis være behov for å beskytte skjæringa. Regn i seg selv er nok til å erodere skjæringer, gjenfylle grøfter og endre dreneringsveger.

Tabell 2: Største helning for skjærings og fyllingsskråninger for veger. (Figurene 242.1 og 251.1 Statens vegvesen, håndbok 018)

Materiale	Største helningsvinkel uten overflatetiltak	Største helningsvinkel uten overflatetiltak
Stein	1:1,5	1:1,25
Grus	1:2	1:1,5
Sand	1:2	1:1,5
Finsand og silt	1:3	1:2

Vegfyllinger kan ofte bygges uten spesielle overflatetiltak, men dette forutsetter at fyllinga bygges ut med komprimering av gode friksjonsmasser og godt forankret fyllingsfot.

Ved dosing og bygging i bratte ller er det vanskelig å oppnå en god forankring av fyllingsfoten. For å oppnå god stabilitet bør vegetasjon og organisk materiale fjernes fra fyllmassene og fra områder der fyllinga skal etableres. Det kan være aktuelt å etablere en flate for fyllingsfoten. I særlig bratt terreng bør en unngå å legge vegbanen ut på fylling. I stedet bør en utvide skjæringen slik at hele vegbanen blir liggende i skjæring. Massen som fjernes avlaster terrenget, og veg og terreng vil bedre kunne tåle trafikklast.

3.4 Naturlig stabilitet og nedbør

I upåvirkede nedbørfelt har en siden isen forsvant for ca. 10.000 år siden, hatt en rekke ekstreme nedbørsituasjoner med flommer og skred som har formet terrenget. Terrenget har derfor fått en viss bestandighet mot nedbør- og smelteepisoder. En kan si det har utviklet seg en slags balanse mellom terreng og klima. Renner i skogsterreng kan være et tegn på tidligere flom- og jordskred, og dette kan være en indikasjon på at det er potensiell fare for nye skred i tilsvarende terreng.

På begge bildene, figurene 1 og 2, ser en løsmasserenner i hogstfeltene. Disse rennene samler vann og er en del av det naturlig utviklete systemet for



Figur 1. Vegen riktig plassert i lisen for gode taubanedrifter og terrasseveger. På oversiden av vegen utløses store areal med traktorterreng. Løsmasserennene kommer godt fram på hogstfeltet til høyre.

Foto: Truls-Erik Johnsrud.

drenering av overflatevann i liene. Hvis dreneringsarealet og dermed vann-tilstrømningen til hver av rennene ikke øker, vil heller ikke skredaktiviteten sannsynligvis øke. De naturlig skapte rennene har gjort terrenget mer bestandig mot skred. Områdene mellom rennene er ikke tilpasset like stor vannmengde som rennene, og disse områdene vil kunne bli ustabile hvis de blir utsatt for konsentrerte vannutslipp.

Erfaringsmessig vil faren for skred øke markert i nedbørepisoder med døgnnedbør større enn 50-års døgnnedbør (døgnnedbør ved 50 års returperiode). Langs vestkysten av landet tilsvarer dette rundt 6-8 % av årsnedbøren. Forutgående nedbør og snøsmelting er også av betydning, fordi det skal mindre nedbør til før det oppstår ustabile forhold dersom massene er vannmettet på forhånd. Skredhyppigheten i områder med kystklima er høyest på høsten, mens det i innlandet går flest skred om våren i forbindelse med nedbør, snøsmelting og teleløsning. Langs kysten vil det være størst skredfare under langvarig og kraftig regnvær som kan vare flere i døgn. I innlandsklima vil skredfare vanligvis oppstå ved kraftig regnvær av kortere varighet, typisk rundt 4-6 timer.

På samme måte som i ei veggroft vil det over tid samle seg masse og organisk materiale i renner og bekkeløp. Disse massene kan være tilgjengelig for erosjon under etterfølgende kraftige regnværperioder.



Figur 2. Liside med adkomstveg og samleveger på hyllene. Løsmasserennene viser den naturlige dreneringen i lia.

Foto: Truls-Erik Johnsrud



Figur 3. Eksempel på bruk av teregne for å hindre erosjon fra overflatevann. *Foto: NGL.*

3.5 Erosjon og masseføring

Vann har evne til å løse opp finstoffer og transportere masser både i vannet og ved bunntransport. Finsand er lettest eroderbart, silt og leire mer motstandsdyktig på grunn av kapillære krefter. Morenemasse består av både fin og grovt materiale, og dersom finstoff vaskes ut, kan også grovere masser forflyttes. For å unngå erosjon i f.eks. vegfyllinger er det en fordel med velgraderte masser. I velgradert masse får en filter-virkning som hindrer utvasking av enkeltpartikler, og en får dannelse av erosjonshud som er motstandsdyktig mot erosjon. Dimensjonering av erosjonssikring i grøfter og ved kulvertutløp er omtalt i kapittel 5.

I elver og bekker vil en i praksis alltid ha en viss masseføring, der det under normale forhold er en balanse mellom materiale inn og ut av løpet. Ekstreme hendelser kan føre til et plutselig brudd i bunnmaterialet og utrasning fra elvebreddene. En slik destabilisering av bunnmaterialet i bratte vassdrag gir gjerne flomskred.

For å unngå erosjon på bratte grusveier kan en etablere nedsenkede stål- eller trerenner på tvers av vegen for å lede vann sikkert ut til sidene av veien, fortrinnsvis til innsiden av vegen. Slike renner er nærmere omtalt i kap. 5.4.

Både vegfyllinger og skjæringer samt naturlige skråninger der overflatevann konsentreres kan være kilder for flomskred. Også hjulspor på hogstflater med brudd i det organiske topplaget vil være potensielle kilder for erosjon og dermed flomskred.

3.6 Naturlig drencsystem i dalsider og endringer som følge av veg

I ei dalside vil en vanligvis ha en rekke bekker som vegen må krysse, og der det derfor må legges kulverter. Dersom løsmassene er godt drenerte, eller en er i et tørt område, kan en stor del av avrenningen også foregå i grunnen. I dalsider med få eller ingen definerte bekker vil avrenningen i skogshellinga foregå hovedsakelig som diffust sig av grunnvann. I tørrværs-perioder er sannsynligvis vegggrøftene tørre og avrenningen kan synes å være problemfri. Problemet oppstår under nedbør- og avsmeltningsepisoder der vannet avskjæres av grøfter og ledes langs skråningen til nye punktutslipp.



Figur 4. Overbelastning av naturlige løsmasserenner etter hogst og ekstrem nedbør.
Foto: Truls-Erik Johnsrud.



Figur 5. Skogsvegen skrår lia på en lengre strekning. Mye av nedbøren går som diffust sig ned lia. Ved bygging av skjæringer avskjæres både overflatevann og grunnvannsiget i løsmassene. Vannet får dermed en annen fordeling nedenfor vegen enn opprinnelig. Dessuten vil masser fra skjæringene lett kunne fylle grøfta og tette kulverter. *Foto: NGI.*

En skogsveg vil vanligvis bli planlagt med minst mulig masseforflytning og skjæring på innersiden. Ei skjæring ned i løsmasser vil samle mer vann i grøftene enn det som kun renner på overflaten. Omfang av drencsystemet må derfor også vurderes under bygging. Ei vegskjæring med grøft i bunn virker som ei takrenne både for overflatevann og sigevann i grunnen. Veg som bygges opp av stedlige masser, vil bryte utvaskede drenerende soner i grunnen og virke tettere enn uforstyrrede masser. I forbindelse med vegbygging vil det være en utfordring å opprettholde den naturlige drenceringen og unngå at vann blir konsentrert ut i skråningen nedenfor vegen i større mengder enn det som er naturlig.

En annen kjent problemstilling er at en veg får lavpunkter med kulvertplasseringer slik at vann konsentreres og ledes ut i terreng der det opprinnelig ikke er naturlig bekk eller drensveg.

Dette kan gi opphav til økt skredfare for nedenforliggende arealer, selv ved små vannmengder.

I en periode ble det utført storstilt drenering av myrer i Norge. Raskere avrenning (mindre naturlig demping) gir større flomtopper. Effekten av disse drenstiltakene er sannsynligvis mindre i dag, men en skal også være oppmerksom på de samme effektene ved anlegging av hyttefelt.

3.7 Skogskjøtsel i skredutsatte områder

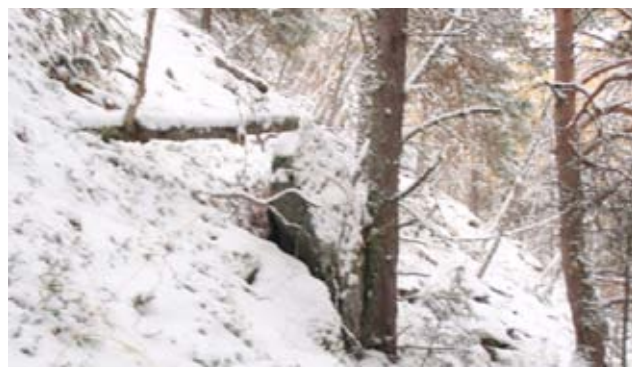
Skog bidrar til å dempe skredfare både ved å binde jord, stanse steinsprang og hindre utløsning av snøskred og jordskred. Basert på fordeler med skog i områder med skred, bør en ha en plan for skogskjøtsel.

For skog og skogskjøtsel kan en liste opp følgende fordeler (+) og ulemper (-) i forhold til skred:

- + Steinsprang dempes i skog og reduserer rekkevidden til mange mindre enkeltblokker
- + Røtter binder torv og øvre jordlag utsatt for grunne skred og erosjon
- + Planter sørger for vannopptak og sug i jorda, og vegetasjonen demper påvirkningen av nedbør direkte på marka
- + Hindrer utløsning av snøskred
- Skog kan virke drivende på jordskred ved rotvelt og opprivning av det erosjonsbeskyttende humuslaget

Avvirking av skog over større områder i bratt terreng kan øke skredfaren. Størrelsen på hogstflater bør derfor vurderes i forhold til skredfare. I Norge er det vanligvis tynt jorddekke og flathogst alene fører sjelden til skred. Det er kjørespor og sår i terrenget etter skogsmaskiner og vegbygging som gir konsentrasjon og angrepspunkter for vann som er problemet.

Det er ikke noen fasit på hvilke treslag som er gunstig for å redusere skredfare. Dette er avhengig av lokalt jordsmonn og klima. Vanligvis er blandingsskog med ulik alderssammensetning positivt for å redusere skredfaren.



Figur 6. Stor stein glidd ut og stoppet mot furulegger, begge trærne. Foto:NGI



Figur 7. Furuskog med spor etter steinsprang. Skogen er vanskelig tilgjengelig for avvirking og bør ha status som verneskog – mot stein og snøskred. Ved snauhost ville lia gi potensielle utløsningsområder for snøskred. Foto:NGI

Lokal historie og naturlig suksesjon virker ofte inn på utviklingen av skogbestandet. En planlagt avvirking eller kjøtsel av skogen bør baseres på artskunnskap kombinert med lokal kunnskap. Skredmateriale kan gi tilførsel av mineraler i et ellers næringsfattig jordsmonn og i tiden mellom skred kan ulik skog naturlig etableres. Or er en pionerart som indikerer at andre arter ikke har rukket å etablere seg. Basert på hvilke arter som er etablert gir skogen en indikasjon på tidligere skredaktivitet

4 Hydrologi og flomberegning

Ved bygging av skogsveger er det viktig å ha kjennskap til avrenningsforholdene (hydrologien) i området der vegen skal bygges. Kunnskap om flommer og flom-beregning er også viktig når vi skal dimensjonere grøfter, kulverter og erosjons-sikring i forbindelse med veger.

Alle tverrsnitt i en elv eller en bekk samsvarer til et tilhørende nedbørfelt, og avrenningen er den totale vannmengden som renner ut fra et nedbørfelt. I tillegg til varighet og intensitet i nedbør, type nedbør (snø eller regn) og snøsmelting er størrelsen på avrenningen på et bestemt tidspunkt avhengig av nedbørfeltets størrelse, form, topografi og andel innsjøer og plasseringen av dem i nedbørfeltet. Også vegetasjonsforhold, eventuell frost i bakken, tykkelsen på løsmassedekket, markfuktighet, grunnvannsnivå og fordampning har betydning. Avrenningen varierer fra region til region i landet avhengig av de klimatiske forholdene. Det er for eksempel større avrenning på kysten av Vestlandet enn på Østlandet.

4.1 Data og beregning av avrenning og vannføring

Nedbør og andre klimafaktorer måles av Meteorologisk institutt (www.met.no og www.eklima.no), mens vannstand og vannføring måles av NVE (www.nve.no). Nedbør måles ved ca 500 stasjoner og vannstand og vannføring måles ved ca 600 målestasjoner i Norge. Data fra disse er grunnlag for å beregne avrenning, flommer og for å utarbeide flomstatistikk.

Det er vanlig å måle og oppgi mengde nedbør i millimeter. 1 mm nedbør over et areal på 1 m² tilsvarer 1 liter vann eller 1000 m³ pr km².

Vannføring måles indirekte ved å måle hastigheten på vannet og tverrsnittet på løpet som vannet strømmer gjennom, og oppgis i liter per sekund (l/s) eller kubikkmeter per sekund (m³/s). På målestasjoner for vannføring har man på forhånd funnet en sammenheng mellom forskjellige vannføringer og vannstander i elva, og man måler bare vannstanden. Det overføres daglig data fra ca. 350 målestasjoner til NVE, og vannføringen beregnes automatisk.

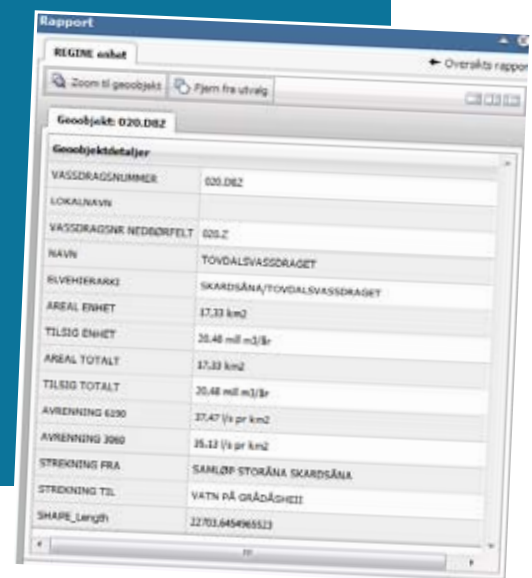
Avrenning oppgis i l/s/km². NVE har beregnet midlere årsavrenning for perioden 1961-90 for hele

Norge. Resultatene er tilgjengelige via internett på NVEs karttjeneste (<http://www.nve.no/no/Vann-og-vassdrag/Databaser-og-karttjenester>), eventuelt som trykte kart. Ved avlesing av «isohydater» (avrenningskoter) finner vi årlig middelvannføring for perioden 1961-90 hvor som helst i landet i l/s/ km². Figur 8 viser et utsnitt av ett slikt kart. Årlig middelavrenning varierer i Norge fra under 10 l/s/ km² (300 mm/ år/ km²) til over 130 l/s km² (4000 mm/år/km²).

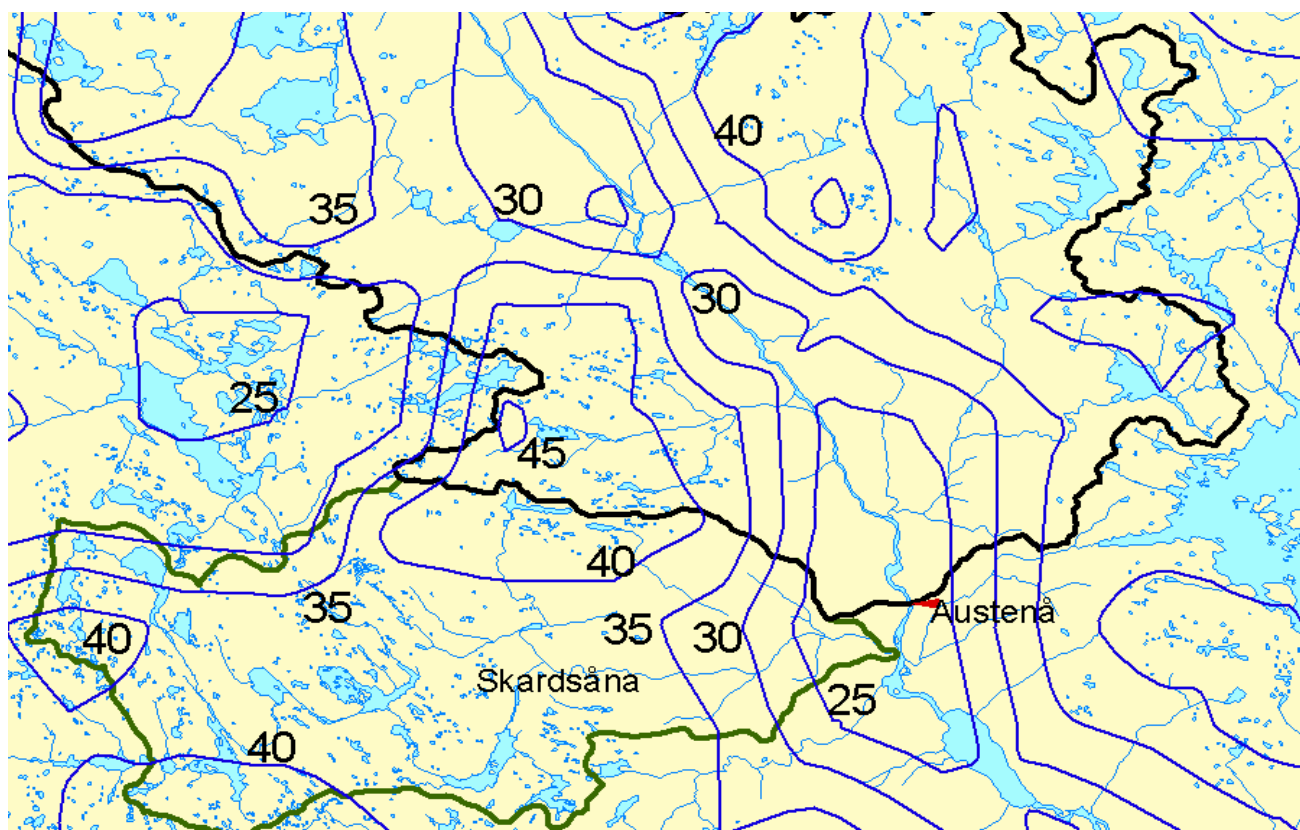
Finne nedbørfelt og årsavrenning på NVE Atlas:

Gå til nettsiden atlas.nve.no og zoom inn til ønsket område. Merk av for *Nedbørfelt* og så *REGINE enhet* og *Hydrologiske data* og så *Avrenning* i menyen til venstre. Da får man opp nedbørfelt, delnedbørfelt, beregnede isohydater og punkter for årsavrenning. REGINE er REGIster over NEdbørfelt og består av tilsammen ca. 20 000 enheter. Alle enheter har et unikt id. Ved å klikke på informasjonknappen i menyraden over kartet og så på ønsket delnedbørfelt på kartet får man opp informasjon om nedbørfeltet (REGINE enheten) inkludert feltstørrelse og avrenning (se under). Avrenningen oppgis i l/s/km². Middelvannføring fås ved å gange avrenning med areal.

Eksempel (se fig. 8): Nedbørfeltet til Skardsåna, som er en liten sideelv til Austenå, er markert med grønn strek. Basert på verdiene i kartet er det beregnet en årlig middelavrenning på 37 l/s/ km² for nedbørfeltet til Skardsåna. Middelvannføringen for et nedbørfelt beregnes ved å foreta en vektning av arealene som ligger mellom de ulike isohydaterne. For Skardsåna, som har et nedbørfelt på 17,3 km², blir årlig middelvannføring ca. 0,64 m³/s (37 l/s km² · 17,3 km²). Generelt må en anta en usikkerhet på minst 20 % for felt hvor det ikke er direkte målinger av vannføring. Usikkerheten knyttet til slike beregninger øker med avtagende feltstørrelse, og for felt som er mindre enn noen km² må en regne med at usikkerheten er større enn 20%.



Rapport	
REGINE enhet	
Zoom til geobjekt	Fjern fra utvalg
Geobjekt: 020.D82	
Geobjektetalljer	
VASSDRAGNUMMER:	020.D82
LOKALNAVN:	
VASSDRAGS NR NEDBØRFELT:	020.Z
NAVN:	TOVDALSVASSDRAGET
ELVEKFRANKI:	SKARDSÅNA/TOVDALSVASSDRAGET
AREAL ENHET:	17,33 km ²
TILSG ENHET:	20,48 mill m ³ /s
AREAL TOTALT:	17,33 km ²
TILSG TOTALT:	20,48 mill m ³ /s
AVRENNING 6200:	37,47 l/s pr km ²
AVRENNING 3000:	35,13 l/s pr km ²
STREKNING FRA:	SAMLØP STORÅNA SKARDSÅNA
STREKNING TIL:	VATN PÅ GRÅDÅHEI
SHARE_tmgj01:	22701645466513



Figur 8. Utsnitt av avrenningskart for normalperioden 1961-90 for øvre del av Tovdalsvassdraget. Isohydater (avrenningskoter) er markert med blå linjer og er gitt i enheten l/s km². På kartutsnittet er det en variasjon i avrenning fra 25 til 45 l/s km² med de laveste verdiene nær dalbunnen i hovedvassdraget. Fra: *Vassdragshåndboka, NVE.*

4.2 Flomberegning

Beregning av flommer er et omfattende tema. NVE gir opplysninger og råd til de som trenger assistanse. Både NVE og konsulentbransjen kan også utføre både enkle og mer kompliserte flomberegninger. Der kostnadene og eller konsekvensene av feildimensjonering av stikkrenner, grøfter og kulverter er store er det nødvendig å benytte fagfolk med hydrologisk og meteorologisk kompetanse til beregning av flommer og nedbørsintensitet med ulike gjentaksintervall.

Stikkrenner og kulverter skal dimensjoneres etter flommer med et gjentaksintervall mellom 20 og 50 år. Gjentaksintervallet er et mål på hvor mange år det i gjennomsnitt er mellom hver gang en bestemt flomvannføring overskrider. En flom med et gjentaksintervall på 20 år (Q_{20}) har en sannsynlighet på 1/20 eller 5 % for å finne sted et hvilket som helst år. Tilsvarende vil en 50-års flom ha en sannsynlighet på 2 % (1/50) for å finne sted et hvilket som helst år. Det er tilfeller hvor store flommer har kommet på hverandre over flere påfølgende år.

Det skiller ofte mellom flomberegninger i svært små nedbørfelt (<0,5 km²), små nedbørfelt (<20 km²) og store nedbørfelt som kan være flere tusen kvadratkilometer store. Flomberegningen skjer i hovedsak etter følgende metoder:

- Flomberegning på grunnlag av frekvensanalyse av vannføringsdata fra representative målestasjoner.
- Flomberegning på grunnlag av regionale flomformler.
- Flomberegning på grunnlag av en hydrologisk modell som ut fra et gitt nedbørførsløp simulerer et flomforløp.
- Flomberegning på grunnlag av avrenningskoeffisienter (den rasjonelle formel) og regnintensitet.

For bygging av skogsveger vil metoder for små nedbørfelt være mest aktuelle, det vil si de to nederste metodene. Alle metodene for flomberegning

er beskrevet i Vassdragshåndboka (NVE, 2010) og vi gjengir et kort utdrag av flomberegning ved hjelp av den rasjonelle formell.

4.3 Flomberegning i svært små nedbørfelt 0,2 - 0,5 km². Den rasjonelle formel

Den «rasjonelle formel» benyttes ofte til enkle overslag for dimensjonering av avløpsledninger i tettsteder. Denne metoden anbefales ikke benyttet for felt større enn 0,2 - 0,5 km².

Avrenning Q i m³/s er gitt ved:

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

C = avrenningsfaktor (dimensjonsløs)

i = dimensjonerende nedbørintensitet, (l/s/km²)

A = feltareal i km²

Avrenningsfaktoren C , som er et uttrykk for den totale nedbørmengden i et område som renner bort som overflatevann, er avhengig av flere forhold ved nedbørfeltet som vegetasjonsdekke, fall, grunnforhold og utbygging. Denne faktoren varierer erfaringsmessig fra opp mot 0,9 i urbane områder og områder med bart fjell, til ned mot 0,1 i parker og områder med dyrka mark, se tabell 3.

Dimensjonerende nedbørintensitet (i) må bestemmes for et gitt gjentaksintervall og med en varighet lik feltets konsentrasjonstid t_c (se under). Nedbørintensitet for ulike gjentaksintervall og varighet kan man finne på nettsiden www.eklima.no under fanen statistikk og hyppighet for nedbør og ved å velge rapporten 'nedbørintensitet – returperiode – (sammenhengende nedbør)' og deretter velge data for en representativ nedbørsstasjon. Det er ikke nødvendigvis en nedbørsstasjon som er i nærheten av nedbørfeltet som er den mest representativ, og valg av stasjon bør gjøres i samråd med hydrolog/ meteorolog.

Tabell 3. Avrenningskoeffisient C for nedbørfelt med forskjellig dekke.
Fra: Vassdragshåndboka, 1998.

Overflatetype	Avrenningsfaktor
Betong, asfalt, bart fjell og lignende	0,6 – 0,9
Grusveger	0,3 – 0,7
Dyrka mark og parkområder	0,2 – 0,4
Skogsområder	0,2 – 0,5

Konsentrasjonstiden (t_c) er tiden vannet bruker fra ytterst i feltet til utløpet/ målestedet. Denne tiden varierer mellom ulike felt avhengig av både størrelse og egenskaper ved nedbørfeltet (sjøareal, urbaniseringsgrad, høydeforskjell i feltet osv.). For naturlige felt (f.eks. skogsområder) kan følgende formel brukes:

$$t_c = 0,6 \cdot L \cdot H^{-0,5} + 3000 \cdot A_{se}$$

der:

L = lengde av feltet, m

H = høydeforskjellen i feltet, m

A_{se} = Effektiv sjøprosent (A_{se}) defineres som $100 \cdot \sum (A_i \cdot a_i) / A^2$, der a_i er innsjø i 's overflateareal i km², A_i er det totale feltarealet til samme innsjø i km² og A er hele nedbørfeltets areal.

Eksempel på beregning med den rasjonelle formel:

Vi skal finne en flom med 20 års gjentakintervall i en liten sidebakk til Austenå i Tovdalsvassdraget. Nedbørfeltet er 0,5 km² og skogkledd. Det har en høydeforskjell på 75 meter og er ca. 800 m lang og det er ingen innsjøer i nedbørsfeltet.

Konsentrasjonstiden beregner vi til ca 55 minutter.

På www.eklima.no bestiller vi rapport for nedbørsintensitet for forskjellig varighet og gjentakintervall. Vi velger nedbørsstasjon Hylestad – Brokke og får opp en tabell for nedbørsintensitet i l/s/ ha med forskjellig varighet og gjentakintervall. Tabell 4.

Tabell 4. Nedbørsintensitet, varighet og gjentakintervall for nedbørstasjonen Hylestad- Brokke i Valle Kommune, Aust Agder.

Returperioder(år); Nedbørintensitet(l/s-ha)

40140 HYLESTAD - BROKKE

Periode: 1971 - 1981

Antall sesonger: 11

År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.
2	223,5	200,1	177,5	139,6	103,4	82,4	70,2	53,2	42,9	35,7	27,6	22,4	18,2	11,4
5	285,1	251,6	214,6	166,4	121,5	96,8	86,4	68,2	53,4	43,4	33,1	27,3	21,4	13,5
10	325,8	285,6	239,2	184,1	133,4	106,3	97,2	78,1	60,3	48,6	36,7	30,6	23,5	14,9
20	364,9	318,3	262,8	201,1	144,8	115,5	107,4	87,6	67,0	53,5	40,1	33,8	25,6	16,2
25	377,3	328,7	270,3	206,5	148,5	118,4	110,7	90,6	69,1	55,0	41,3	34,8	26,2	16,6
50	415,5	360,6	293,3	223,1	159,6	127,4	120,8	99,9	75,6	59,8	44,6	37,8	28,2	17,9
100	453,4	392,3	316,2	239,6	170,7	136,3	130,7	109,1	82,0	64,6	48,0	40,9	30,2	19,2
200	503,9	426,6	338,0	251,4	178,3	143,1	138,7	116,9	89,7	69,9	52,9	43,7	32,0	21,0

Vi velger så en nedbørsintensitet som har 60 minutters varighet (ca lik konsentrasjonstiden i feltet) og 20 års gjentakintervall. Denne har en intensitet på 53,5 l/s/ ha, det vil si 5350 l/s/ km².

Vi bruker avrenningskoeffisient for skogsområde, 0,4 og kan så beregne flom med 20 års gjentakintervall:

$$Q_{20} = 0,4 \cdot 5350 \text{ l/s/km}^2 \cdot 0,5 \text{ km}^2 = 1070 \text{ l/s} = \text{ca } 1 \text{ m}^3/\text{s}.$$

En nedbørsintensitet med 50 års gjentakintervall og 60 minutters varighet har en intensitet på 59,8 l/s/ha, dvs. 5980 l/s/km².

$$Q_{50} = 0,4 \cdot 5980 \text{ l/s/km}^2 \cdot 0,5 \text{ km}^2 = 1196 \text{ l/s} = \text{ca } 1,2 \text{ m}^3/\text{s}.$$

5. Vegens utforming og drenering

Normaler for landbruksveier med byggebeskrivelse (Landbruksdepartementet 1997) beskriver vegkroppens konstruksjon og vegens geometriske utforming. Avvik fra Normalens krav til skjæringer, fyllinger og drenering, og manglende hensyn til jordarter og hydrologi i vegkorridoren går igjen der skoglig aktivitet har utløst løsmasseskred. Enkelt sagt: Vegens dreningssystem kollapser og vannet tar nye vegar.

5.1 Vegkroppen

Normalene stiller krav til massenes kornfordeling i bærelag og slitelag. Til bærelag brukes ofte usortert, stedegegn egnet masse. Til slitelag brukes bearbeidet masse, og i stigning fra 10 % og brattere skal det brukes knust masse. Denne står bedre mot slitasje og vannets graving.

For å drenere vegkroppen bygges de enkelte lagene opp med tverrfall som vist i figur 9.

5.2 Skråninger

Alle skråninger skal utformes med en hellingsvinkel som er mindre enn massenes naturlige rasvinkel. Største skråningshelling for skjæring og fylling er vist på figur 9.

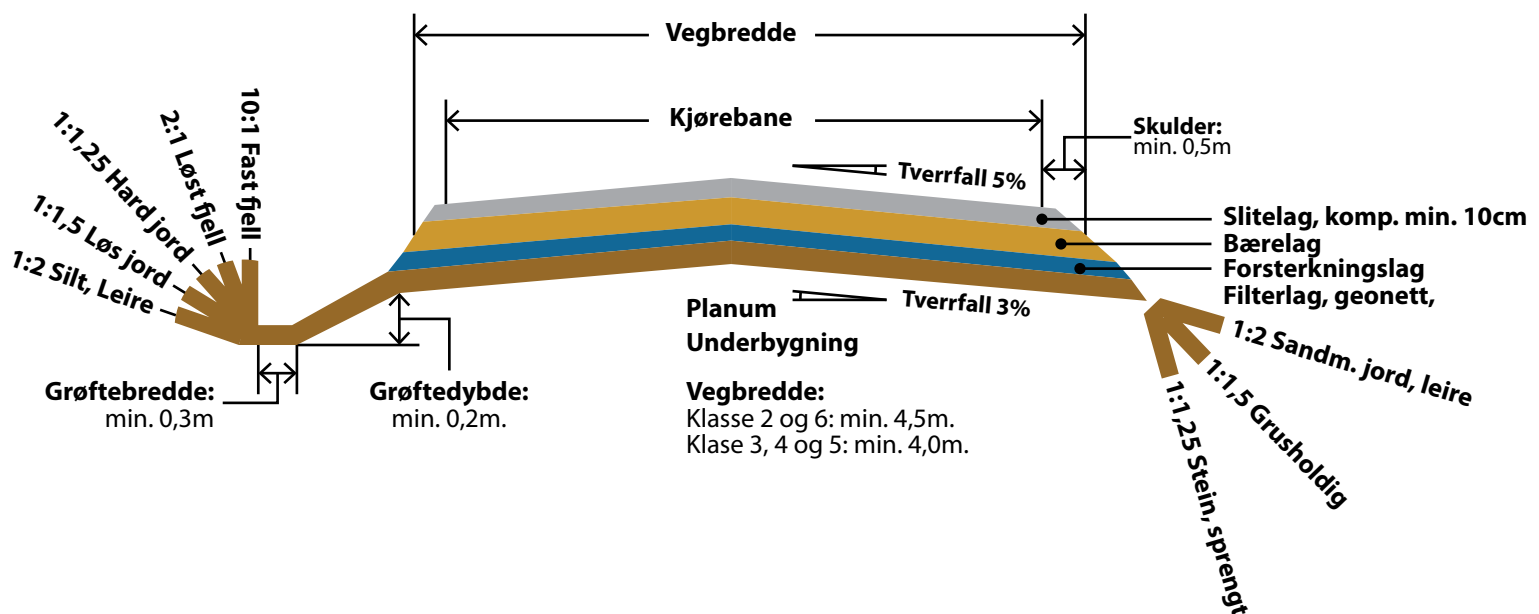
Skogen skal være ryddet minst 2 meter utenfor grøftekant, skjæringstopp og fyllingsfot. Skjærings-skråninger skal renses for torv, stein, røtter og annet som kan rase ned i grøfta.

I skjæringer med løse, ustabile jordmasser skal det mellom grøft og skråning lages plass for rasmasser. På spesielt vanskelige steder må det brukes forstøtningsmur eller andre sikringstiltak.

I områder med stort vannsig i lia kan avskjæringsgrøft, dvs. terrenggrøft ovenfor skjæringen, være et sikringstiltak.

Tabell 5. Omregningstabell for helning oppgitt på forskjellige måter

Omregningstabell	%	°	g
10:1		84°	94 ^g
2:1	200%	64°	71 ^g
1:1,25	80%	39°	43 ^g
1:1,5	67%	34°	37 ^g
1:2	50%	27°	30 ^g



Figur 9. Vegkroppen. Fra: Normaler for landbruksveier med byggebeskrivelse

5.3 Grøfter

Grøftedybden skal være minimum 20 cm under planum for å drenere ut vegkroppen, og bunnbredden minimum 30 cm. Grøfter og grøftedybden skal tilpasses de stedlige dreneringsforhold (overflatevann, grunnvann og ekstraordinært tilsig). Eksisterende bekker og grøfter skal holdes intakte.

Grøftene skal gis jevnt fall og renskes i bunn og sider. Framstikkende fjell og større steiner fjernes. Under vanskelige grunnforhold skal grøftene steinsettes for å hindre utgraving og erosjon.

Erosjonssikring av grøfter

Der grøften får stort fall og der den drenerer større flater kan vannhastigheten og vannmengden bli så stor at det er nødvendig å erosjonssikre grøfta, dvs. steinsette den slik at vannet ikke river med seg jord og løsmasser.

Tabell 6 kan brukes til å finne hvilke vannhastigheter grøfter med forskjellige dekke tåler før vannet eroderer i massene. Manningstallet er et måltall for ruheten i løpet.

Vannhastigheten ($V - m/s$) og vannføringen ($Q - l/s$) kan beregnes ved hjelp av følgende to formler:

$$V = Q/(A \cdot 1000)$$

og

$$Q = M \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot L^{1/2} \cdot 1000$$

der:

$$Q = \text{grøftas vannføring, l/s}$$

$$M = \text{Mannings tall}$$

$$A = \text{tverrsnitt av grøfta, m}^2$$

$$R = \text{hydraulisk radius av grøfta } A/P, m$$

$$P = \text{våt omkrets av grøfta, m}$$

$$L = \text{lengdefall, m/m}$$

Regneeksempel:

For en grøft tilvarende den i figur 14 med dybde 0,28 m, bredde ca 2m og bunnbredde 0,5 m er tverrsnittet $A = 0,35 \text{ m}^2$, våt omkrets $P = 2 \text{ m}$ og hydraulisk radius $R = A/P = 0,176 \text{ m}$. Lengdefallet er 0,04.



Figur 10. Motfylling og steinsetting av bekkeløp i skredjord av fyllitt. Foto: Truls-Erik Johnsrud

Tabell 6. Vannhastigheter og Manningstall for grøfter med ulik dekke.

Fra: Statens vegvesen, Håndbok 018

Kledningsmateriale i grøft	Mannings tall M	Vannhastighet uten fare for erosjon m/s
Betongkledning	50 – 80	2,5 – 5,0
Asfaltet dekke	60 – 75	2,0 – 5,0
Steinsetting (jevnt utlagt)	30 – 60	2,0 – 5,0
Grus	30 – 50	1,0 – 1,5
Småstein	30 – 50	1,2 – 2,0
Jord uten vegetasjon	25 – 30	0,5 – 0,8
Jord med lett vegetasjon	20 – 30	0,5 – 1,2
Ujevn steinkledning	25 – 30	1,5 – 3,0
Jord med kraftig vegetasjon	15 – 25	1,0 – 2,0
Naturlig bekk og elv	5 – 40	-

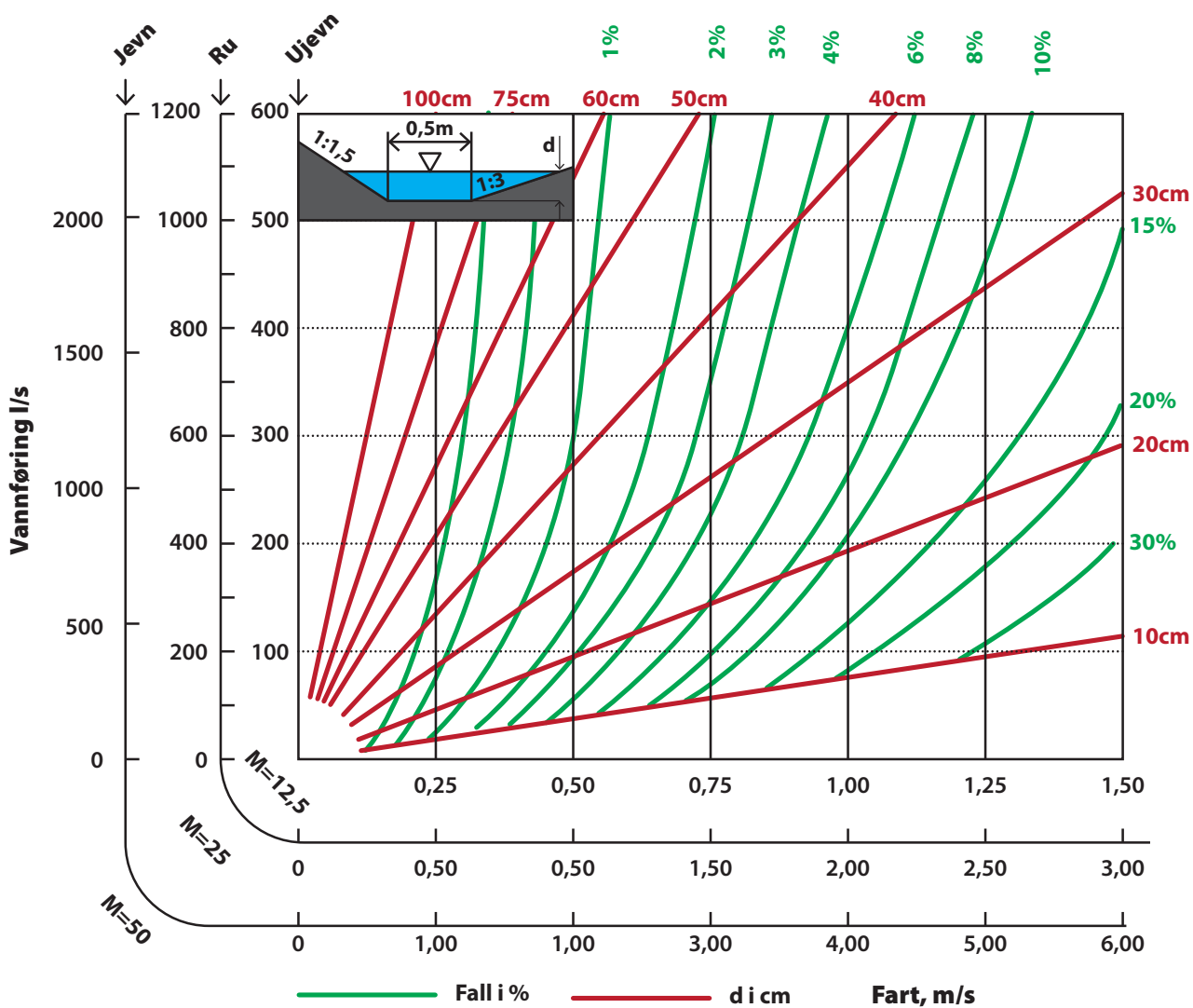
I en grøft med ru dekke er Manningstallet ca 25 og vannføringen beregnes til:

$$Q = 25 \cdot 0,35 \text{ m}^2 \cdot 0,176^{2/3} \text{ m} \cdot 0,04^{1/2} \cdot 1000 = 550 \text{ l/s}$$

Vannhastigheten kan beregnes til:

$$V = 550 \text{ l/s} / (0,35 \text{ m}^2 \cdot 1000) = 1,57 \text{ m/s}$$

Vannføring og hastighet kan og leses av figur 11 for grøfter med forskjellig dybde og fall og med ulik ruhet.



Figur 11. Vannføring og hastighet for grøfter med forskjellig dybde og fall og med ulik ruhet. Fra: Statens vegvesen, Håndbok 018.

5.4 Kulverter, stikkrenner, gjennomløp og rør

Kulverter er vanngjennomløp på tvers av vegen med overliggende fylling og åpent inn- og utløp. Stikkrenner er kulvert med maksimum 1000 mm fri åpning.

Kulverter skal dimensjoneres etter nedbørs- og avrenningsforholdene i området til en flomstørrelse som gjentar seg i gjennomsnitt hvert 25 – 50 år, (Q_{25-50}).

Krav til minste indre diameter (ID) er 300 mm. I nedbørsrike områder og bratt terreng anbefales det å øke indre diameter til minst 400 mm. Kulverter skal dimensjoneres og legges i samsvar med prosjekteringsplanen for vegen. En må tilstrebe å bevare alle

eksisterende bekkeløp. Det vil si at en legger kulverter og stikkrenner i alle bekkedaler og terrengsøkk og unngår sammenføring av flere bekker. For renner som kun har drenefunksjon fra vannlommer og små tilsig kan rør med indre diameter ned til 150 mm benyttes.

Kulverter bør følge bekkens lengderetning. Kunstig vinkel ved innløp og utløp bør unngås.

Kulverter som skal ta grøfte- og avløpsvann bør legges i ca 60° vinkel i forhold til grøften og ikke vinkelrett for å spare lengde. Rørene skal være tilstrekkelig lange slik at vegbredden ikke reduseres. Rørene bør være selvrensende, dvs. ha et fall på 3-7 %. Større helling kan føre til utvasking ved utløpet.

Ved kryssing av fiskeførende vannløp skal det brukes konstruksjoner som gjør at fisken kan passere uten hinder (se håndboken «Slipp fisken fri» DN Håndbok 22-2002).

Avstanden mellom kulvertene skal tilpasses topografien og terrengets naturlige drenering.

Ved veger i lange lisider og områder med mulig skredrisiko og ved stor nedbørsintensitet, er det viktig å bruke kort avstand mellom rennene og rør med tilstrekkelige dimensjoner. Innløpet må sikres med steinsatte sedimentasjonsgrøper og utløpene erosjons-sikres der dette er nødvendig (se under).

I bratt terreng ($>55\%$, $>30^\circ$) bør en erosjonsforebygge ved å bruke store dimensjoner dvs. å dimensjonere til 100 års-flommen (Q_{100}) med minstekrav på indre diameter 400 mm.

Dimensjonering og hydraulisk utforming av kulverter

Når vannføringen er funnet (kapittel 4) kan kulverten, røret gjennom vegen dimensjoneres. Normalt dimensjonerer en røret slik at det ikke skal fylles med vann (frispeilstrømming).

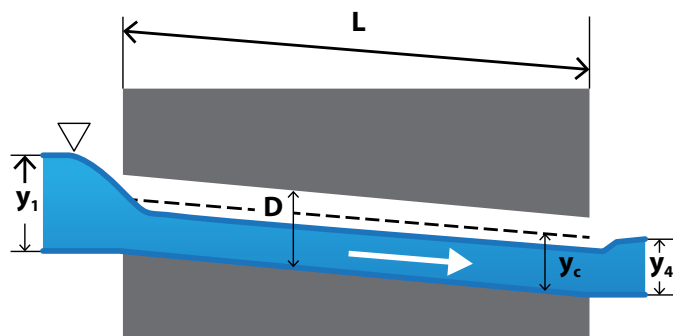
Kapasiteten til kulverter kan enten være styrt av forholdene kun ved innløpet (innløpskontroll) eller av kulverten som helhet (utløpskontroll). Kulverter med stort eller middels stort fall ($>10 - 20\%$) samt korte kulverter har vanligvis innløpskontroll, mens utløpskontroll er karakteristisk for lange kulverter med lite fall.

For vannløp på landbruksveger er kapasiteten oftest knyttet til innløpet som funksjon av:

- Rørdiameter
- Innløpets utforming
- Vannstanden ved innløpet

Ved innløpskontroll er kulvertens kapasitet gitt ved vannstanden ved tilløpet y_1 og innløpets (rørets) diameter/dimensjon D og geometri. I strømmingen som i figur 12 er det fritt vannspeil i innløpet. Dette vil være tilfellet inntil vannstanden i tilløpet til kulverten tilsvarer $y_1/D \approx 1,2$ (Berg, A. 1992).

På landbruksveger søker vi frispeilsstrømming for å hindre opphoping av flytende gjenstander i tilløpet og for å ha en viss reservekapasitet dersom innløpet



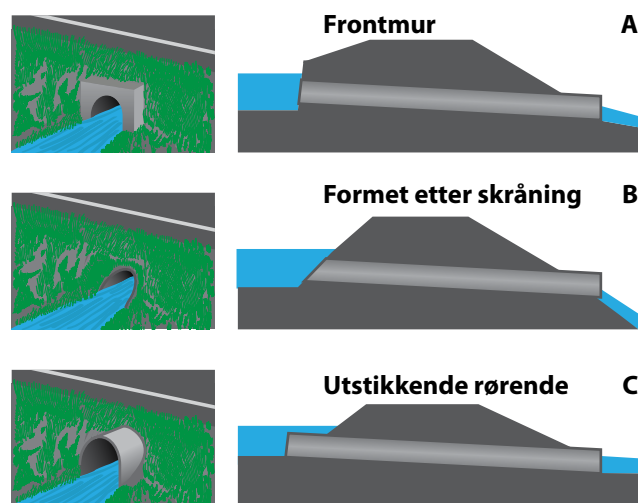
Figur 12. Kulvert med innløpskontroll.

Fra: Vassdrags håndboka, NVE

allikevel dykkes, d.v.s. vannet står over innløpet. I dimensjonering regner vi faktoren $y_1/D = 1,0$.

Kapasiteten på rørene finner vi i tabeller, se vedlegg hvor en går inn ved rørdimensjon og fall.

Geometrisk utforming av innløpet er av betydning for kapasiteten. Innløp formet som en avkortet kjegle eller konisk ring øker kapasiteten. På landbruksveger vil en neppe konstruere den enkelte stikkrenne spesielt. Noen utforminger bør vi likevel være oppmerksomme på, se fig. 13.



Figur 13. Innløpets utforming og kapasiteten på kulverten. Fra: Vassdrags håndboka, NVE.

A. Frontmur, rett vinkel på rørets lengderetning og rett rør. Vingemur gir liten effekt på rørformede kulverter. Hydraulisk kapasitet: 100%

B. Innløpet formet etter helling på grøfteskråningen. Hydraulisk kapasitet: 97%

C. Utstikkende rørende. Hydraulisk kapasitet: 85%

Enkel dimensjonering av vannløp – tverrsnittarealet

En enkel måte å vurdere rørdimensjonen er å måle tverrsnittarealet, A_c i m^2 på vannløpet. I terrenget (eller i vegetasjonen) kan en se hvor høyt vannet har gått ved stor vannstand/flo.

$$(B_1 + B_2)/2 \cdot D = A_c.$$

B_1 = bredden på løpet ved høyeste vannstand

B_2 = bredden på bunnen av vannløpet

D = Dybden ved høyeste vannstand (normal + flo)

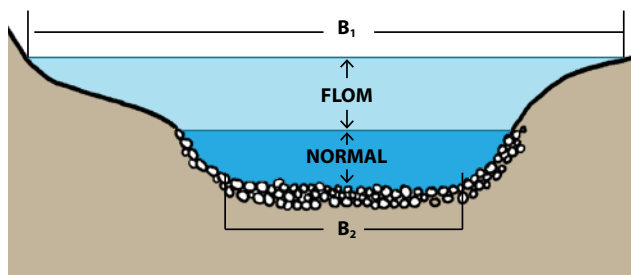
Kulvertkryssninger ved lavpunkt - forebyggende tiltak i flom- og skredutsatte områder

I et hvert lavpunkt på vegen må en påse at kulverten er tilstrekkelig stor, og det må gjennomføres regelmessig tilsyn og vedlikehold for sikre at kulvertene er åpne.

Innløp til kulverter skal vanligvis være nedsenket og steinsatt foran innløpet for å samle opp slam og sand (sandfang). Under normale værforhold vil slike tiltak vanligvis virke etter sin hensikt. Ved ekstreme nedbørhendelser derimot er det svært vanskelig å sikre seg mot gjentetting av kulvertinnløpet, fordi masseføringen i grøftesystemet overstiger kapasiteten til sandfanget. Mengden masse som er tilgjengelig for erosjon i ei skjæring og i grøfta er som regel langt større enn grøftekapasiteten.

Et alternativt forebyggende tiltak er å legge vegen som et steinsatt lavpunkt over enkelte kulverter slik at vann kan renne over vegen uten å erodere dersom kulverten går tett. Figur 15 illustrerer dette. Hensikten er at veien skal være inntakt selv etter at kulverten har gått tett eller har for liten kapasitet i forhold til avrenningen. Dette vil sikre at drens vannet slippes kontrollert ut på ønskede steder med naturlig drenering. Det er oftest bedre at vegen skades noe i slike planlagte og tilrettelagte lavpunkter enn at grøfta leder vann ukontrollert videre med mulighet for langt større skader lengre ned i grøftesystemet.

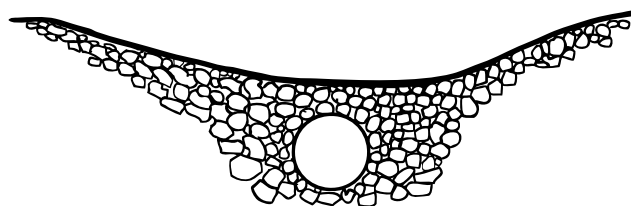
Flombru er et alternativ til store kulverter eller bru på permanente veger. Fylling med kulverter blir støpt inn i armert betong. Betongdekket går opp over øvre flomnivå for å hindre utgraving av vegen.



Figur 14. Tverrsnittarealet på en bekk, med og uten flo. Fra: Skogbrukets Kursinstitutt

Tabell 7. Tverrsnittarealet ved rørdiameter.

Tverrsnittarealet, A_c m^2	ID, mm
0,071	300
0,126	400
0,196	500
0,283	600
0,385	700
0,502	800
0,646	900
0,785	1000
1,130	1200
1,539	1400
2,010	1600
2,543	1800
3,140	2000



Figur 15. Senket og steinsatt lavpunkt over veg. Fra: Skogbrukets Kursinstitutt.

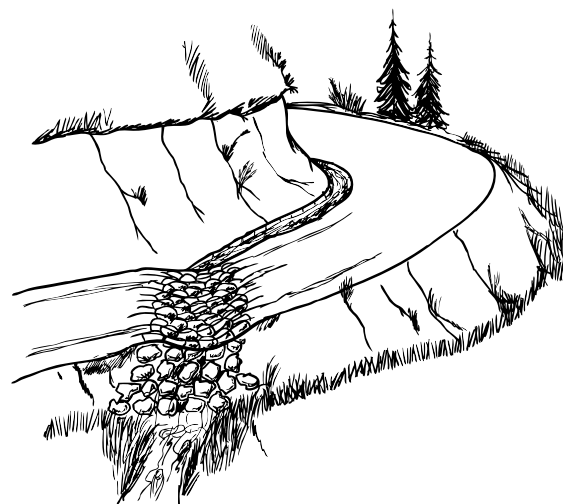


Figur 16. Flombru. Foto: Truls-Erik Johnsrud.

Traktorveger

Ved kryssing av flombekker på traktorveger kan et vad (steinsatt overflate i bekkens nivå) være et alternativ til stikkrenne/kulvert. Steinsettingen må være solid nok til å tåle store flommer.

I lengre, bratte stigninger vil en steinrenne (dump av grovere stein på tvers av vegen) redusere vannhastigheten i vegbanen og fungere som overflaterenne/stikkrenne.



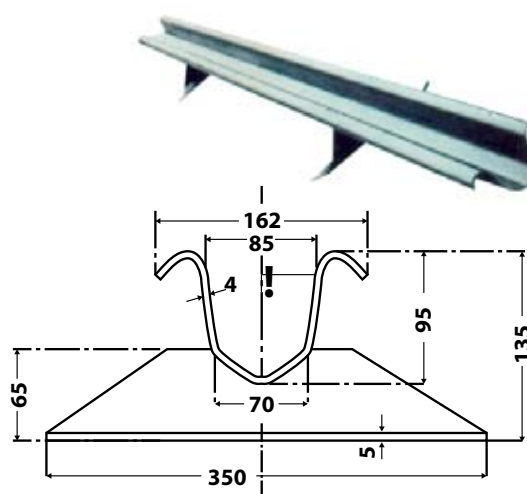
Figur 17. Steinrenne. Fra: Skogbrukets Kursinstitutt.

Overflaterenner

Overflaterenner vil avskjære regn og smeltevann som renner i vegen og er mest aktuelt på bratte veger i område med hyppig, stor nedbørsintensitet. For å være selvrennende bør vegens stigning være over 10%. Overflaterenner krever spesiell oppmerksomhet ved vedlikehold av vegbanen (brøyting, høvling og grusing).

Rennene er produsert av galvaniserte stålprofil. Armco vegrekkverk profil er brukt, men profilet har stor åpning 194 mm og ubehaglig å kjøre over med personbil. En renne produsert i Østerrike har bedre egenskaper. Trerenner av plank har mindre holdbarhet.

Dersom det finnes gode sidegrøfter og stikkrenner, bør overflaterennene legges innover mot vegens øvre kant. Sand og grus fra vegbanen vil samles i grøften



Figur 18. Overflaterenne fra Østerrike. Fra: Katalog: www.interforst.at

og kan legges inn i vegbanen igjen. Der det ikke er gode sidegrøfter og stikkrenner legges overflaterennene utover, mot vegens nedre kant. Der det kan være fare for erosjon må utløpet erosjonssikres, se kapittel 5.6.

Tabell 8. Erfaring med legging av overflaterenner. *Fra: Skaar, R. 1986 og 1987.*

Vegens stigning	Avstand mellom rennene	Vinkel til vegens tverrlinje
10 %	35m	25 - 30°
12 %	30m	25 - 30°
14 %	25m	15 - 25°
16 %	20m	15 - 25°
18 %	15m	15 - 25°

Rør

Normaler for landbruksveger med byggebeskrivelse setter krav til rørtyper og legging av rørene. Kravene følger Norsk Standard for de aktuelle rørtypene, plast, stål og betong.

Skjøter skal være tette for å unngå erosjon i fundament og omfyllingsmassene. Rørene skal være merket i henhold til standarden.

Plastrør


Rørene skal tilfredsstille kravene for trykkløse overvannsledninger av:

- NS 2961 PE (Polyetylen)
- NS 2962 PP (Polypropylen)
- NS 2963 PVC-U (Polyvinylklorid)
- NS-EN 14364 GUP (Glassfiberforsterket umettet polyester)

Ringstivheten skal være minst 8,0 kN/m²:

Merket SN 8.

Deformasjon ved legging skal være mindre enn 8 %. (Det anbefales ≤ 5 %.)

Rør og rørdeler skal være merket. 

Nordic Poly Mark er en felles nordisk sertifisering av plastrør.

Stålrør

Til stålrør brukes spiralfasete korrugerte rør for mindre dimensjoner og boltede rør for større konstruksjoner. Det er spesifiserte krav til korrugering og platetykkelse.

Ved bruk av stålrør må en ta hensyn til vannets surhetsgrad og mekanisk slitasje (abrasjon) ved valg av overflatebehandling. Fallet i røret bør være 1 – 6 % (< 10 %).

- Varmgalvanisering (sink), pH 5,0 – 9,0
- Epoxy, tilleggsbeskyttelse utenpå varmgalvaniseringen, pH 4,0 – 10,0.
- Trench Coat, varmgalvanisert stålrør laminert med en HDPE film. Tåler pH < 5 og vannhastighet ≤ 4,5 m/s.

Betongrør

- Rørene skal tilfredsstille kravene i normer angitt av Basalgruppen (betongprodusent gruppe)
- NS 3121: 2003 Rør og rørdeler av betong
- NS 3139: 2003 Kummer av betong
- Rørene skal ha tetningspakning.

Leggeanvisning

Der det oftest slurves ved bygging og vedlikehold av landbruksveger er ved legging av stikkrenner, med de konsekvenser dette får for drencsystemet over tid og ved stor belastning. De mest vanlige feil og mangler er dårlig eller manglende fundamentering av rørene, dårlige omfyllingsmasser og feil komprimering, og for liten overdekning.

Normaler for landbruksveger med byggebeskrivelse har en generell leggeanvisning for rør.

- Setninger: Rørene legges i grøften med en overhøyde på 5 cm i midten av vegen for å kompensere for setninger.
- Fundament: På fast bunn med sand og grus (morene) legges røret i grøftebunnen, på fjell og stein legges røret på et avretningslag av finpukk og grus og på telefarlig grunn på en grusseng med filterlag. På løs grunn, leire, silt og torv legges røret på en minst 10 cm tykk grusseng som hviler på en flåte av plank, geonett eller geoduk.
- Omfylling: Omfyllingsmassen skal være grusblandet, telefritt materiale. Største kornstørrelse er: Plast og stål 50 mm og betong 150 mm. Omfyllingsmassen legges i sjikt og komprimeres (fot-tråkkes) jevnt på begge sider av røret og opp til 20 cm over røret. Komprimeringssjikt: Stål og betong, 10 – 40 cm tykkelse. Plast maks 20 cm tykkelse i hvert sjikt.
- Overdekning: Minste overdekning over røret, bestående av vegens bærelag og slitelag er for stålør 30 cm og for plast og betong 50 cm. For største overdekning for den enkelte rørtype og dimensjon henviser vi til produsentens spesifikasjoner.

Utløpet skal normalt bygges så langt ut at rørenden helt eller minst 4/5 av diameteren ligger utenfor fyllingsskråningen. Er lysåpningen i røret over 1 meter skal minst 1/3 av diameteren ligge utenfor fyllingsskråningen. Større rør bør skrånkjæres med skråningshellingsen.

Vannet må gis fritt løp etter røravslutning.

Fallet påvirker vannhastigheten. Fallet bør være slik at røret rensker seg selv for sand og grus,

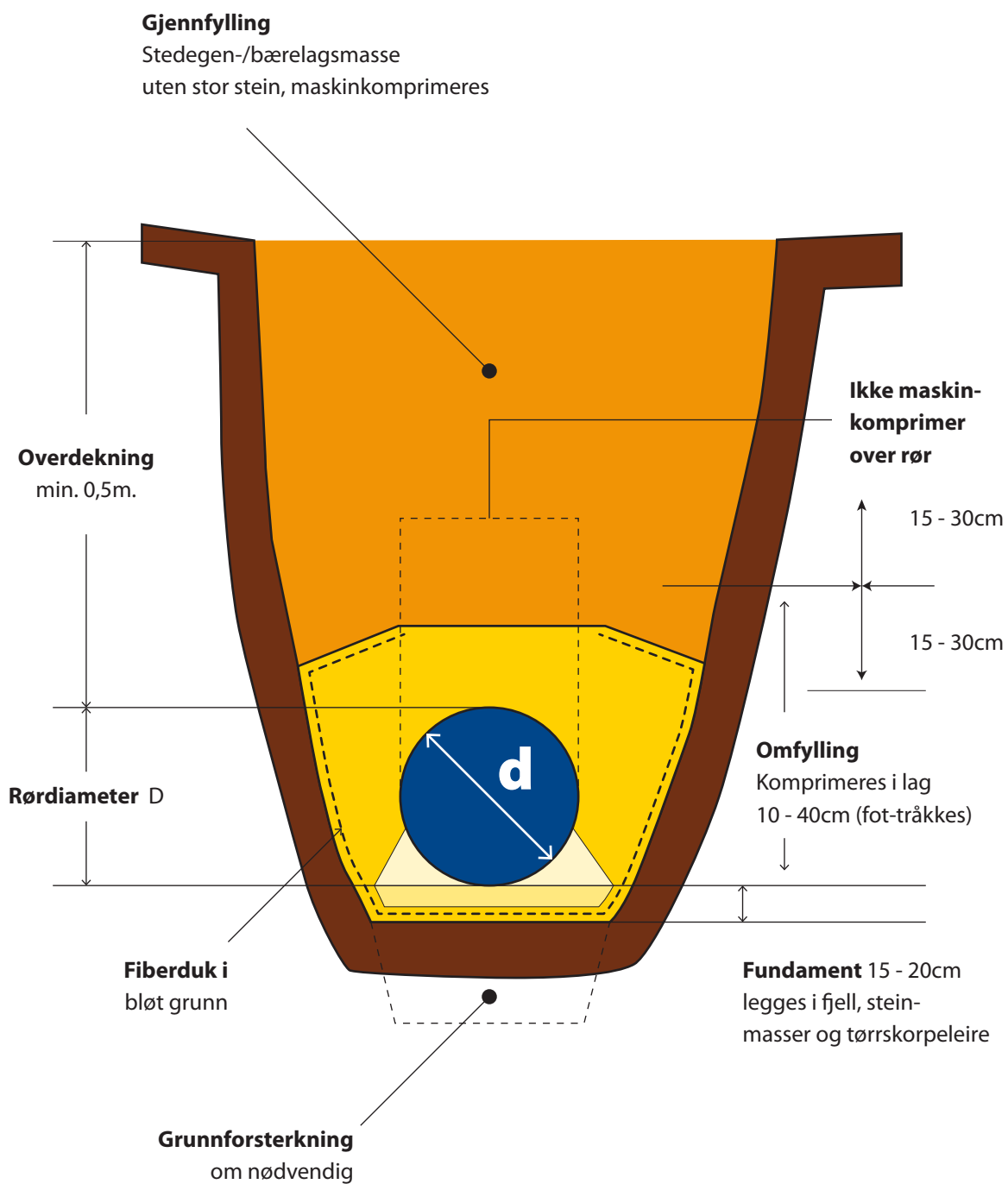


Figur 20. Stikkrenne med steinsetning og trapper i utløpet.
Foto: Truls-Erik Johnsrud.

(selvspyling), men ikke så stort at vannhastigheten gir uønsket slitasje. Selvspyling oppnås ved 10 ‰ fall for små rør til 5 ‰ fall for større rør. Ved erosjonsfare ved utløpet bør fallet være lite. Vannets gravende krefter øker med hastigheten og vannmengden i vannløpet. Utsatte skråninger må steinsettes og energidreper anlegges, f.eks. ved trapper eller steinheller på tvers av vannløpet.

Normaler for landbruksveger avviker noe fra nyere spesifikasjoner. Vi henviser til:

- Statens Vegvesen, Håndbok 018.
- Betongrør: Basal Leggeanvisning, www.basal.no
- Plastrør: Leggeanvisning for plastrør, DnP www.pif.no Dnp oppslagsverk.



Figur 19. Leggeanvisning for rør.
Fra: *Normaler for landbruksveger med byggebeskrivelse, LMD.*

5.5 Frost, tele og isgang

I områder med kjøving og igjenfrosne stikkrenner er montering av tineslange et godt tiltak. En $\frac{3}{4}$ - 1" slange legges i røret og henges opp ved innløpet og tettes med en kork. Ved utløpet legges slangen så det ikke kommer inn vann som kan fryse. Ved å kjøre damp/varmt vann gjennom slangen åpnes et hull i isen så vannet kan begynne å renne. Brukes smeltevann til tining bør slangen være noe tykkere.

Isgang med tetting av kulvert fører ofte til oppdemning og utgraving av veien eller at vannet tar nye veier. Overløp oppe i fyllingen kan redusere risikoen.

5.6 Erosjonssikring av kulvertutløp

Ved utløpet av kulverter og stikkrenner, og også ved utløpet av overflaterenner, kan vannet ha stor hastighet. Består bunnen av finkornede masser kan det dannes store erosjonsgroper. Det kan føre til undergraving av kulvertutløp og vegskråning. Derfor er det viktig å sikre utløpet mot erosjon.

Erosjonssikring ved utløpet av større kulverter er beskrevet i NVEs «Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein» (NVE, 2009) og Vassdrags håndboka (NVE, 2010). Enkel steinplastring under utløpet som passer for mindre kulverter er beskrevet her.

Ved fri utstrømning fra kulverten vil hastigheten være gitt av vannmengde, dimensjon, friksjon, helning og lengde på kulverten. Tabell 9 viser vannhastighet ved utløpet av rørkulverter i plast og betong med forskjellige dimensjoner, lengder og fall ved dimensjonerende kapasitet. Tabellen viser at det er fare for erosjon allerede ved en kulverthelning på 15 ‰, slik at området nedstrøms kulverten må sikres der det er løsmasser som kan eroderes.

Figur 23 viser den maksimale vannhastigheten som kan tillates ved ulike partikkelstørrelser dersom vi skal unngå erosjon.



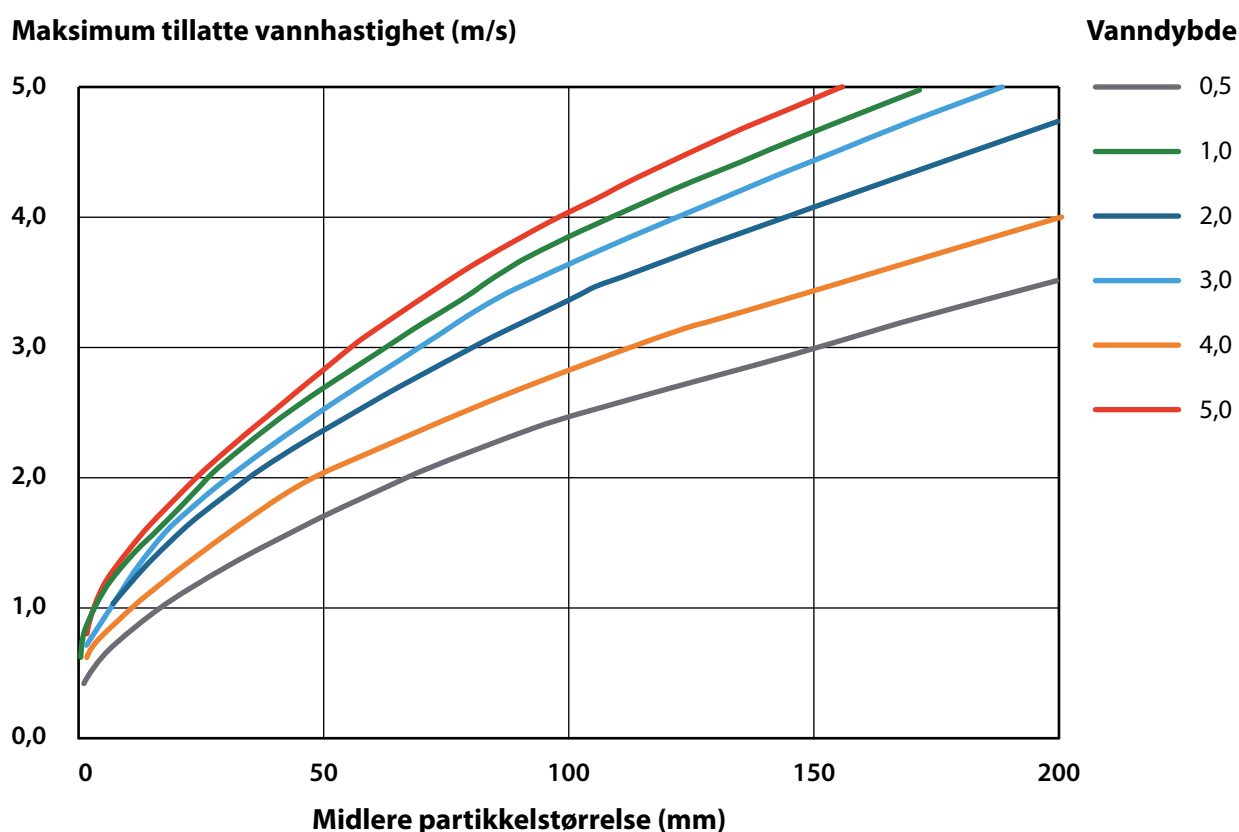
Figur 21. Stikkrenne med tineslange.
Foto: Truls-Erik Johnsrud.



Figur 22. Kulvert i bekk med overløp.
Foto: Truls-Erik Johnsrud.

Tabell 9. Vannhastighet, m/s ved utløpet av rørkulverter i plast og betong med forskjellige dimensjoner, lengder og fall ved dimensjonerende kapasitet. Fra: *Vassdragshåndboka, NVE.*

Dimensjon		Betongrør M=80						Plastrør M=100					
L	D	Helning ‰						Helning ‰					
m	mm	5	10	15	20	30	50	5	10	15	20	30	50
8	400	1,4	1,8	2,0	2,2	2,5	2,9	1,6	1,9	2,2	2,4	2,8	3,4
	800	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,7	2,3	2,6	2,9	3,3	3,9	4,9
	1200	2,7	3,0	3,2	3,4	3,7	4,2	2,8	3,1	3,6	4,0	4,9	6,2
	1600	3,1	3,4	3,6	3,8	4,1	4,6	3,2	3,5	4,2	4,8	5,8	7,4
	2000	3,5	3,8	4,0	4,2	4,5	4,9	3,6	3,9	4,8	5,5	6,6	8,5
24	400	1,4	1,8	2,1	2,3	2,7	3,2	1,6	2,1	2,4	2,7	3,1	3,7
	800	2,1	2,7	3,0	3,3	3,8	4,5	2,4	2,9	3,3	3,7	4,3	5,4
	1200	2,7	3,3	3,6	3,9	4,4	5,2	3,0	3,5	4,0	4,5	5,3	6,6
	1600	3,2	3,7	4,1	4,4	4,9	5,8	3,4	3,9	4,6	5,2	6,2	7,8
	2000	3,6	4,1	4,5	4,8	5,3	6,2	3,8	4,3	5,1	5,8	7,0	8,8



Figur 23. Maksimale vannhastighet som kan tillates ved ulike partikkelstørrelser dersom vi skal unngå erosjon. Fra: *Vassdragshåndboka, NVE.*

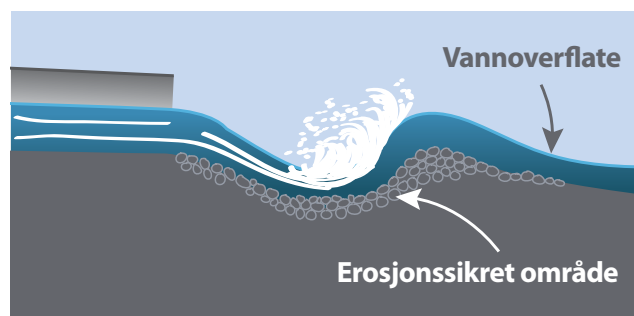
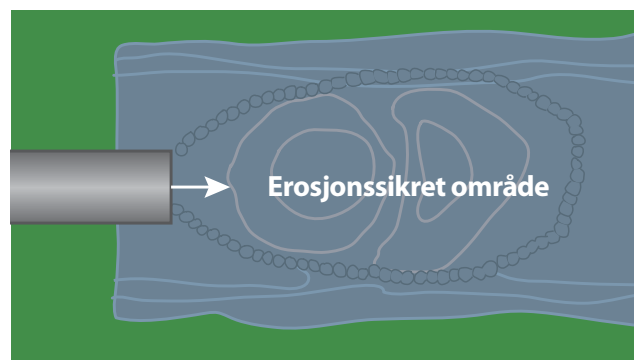
Figur 24 viser sikring med fleksibel steinplastring som i noen grad blir formet av strømmen til en gunstig form. Dette kan brukes ved utløpet av stikkrenner og mindre kulverter uten store vannhastigheter (> 2 m/s).

Landbruksdepartementet (LMD) utga i 1975 en serie typetegninger for kulvertutløp. Figurene 25 og 26 viser to løsninger, en med støpt energidreper for utløpshastigheter mindre enn 2 m/s, og en med steingrop for utløpshastigheter opptil 7 m/s.

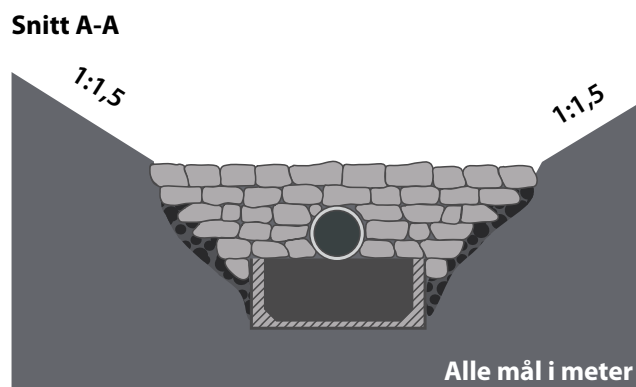
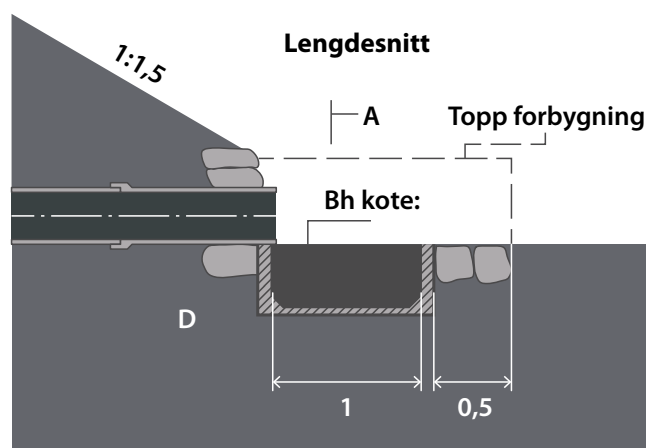
Tabell 10. Kulvertdiameter, vannhastighet og mulige tiltak ved utløpet.

Fra: Vassdragsåndboka, NVE

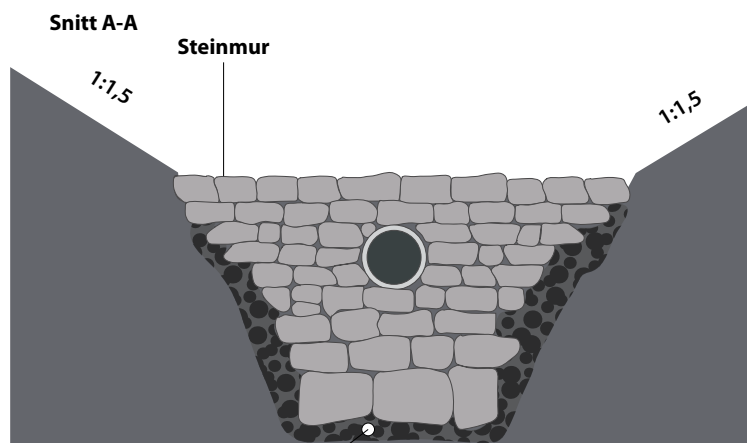
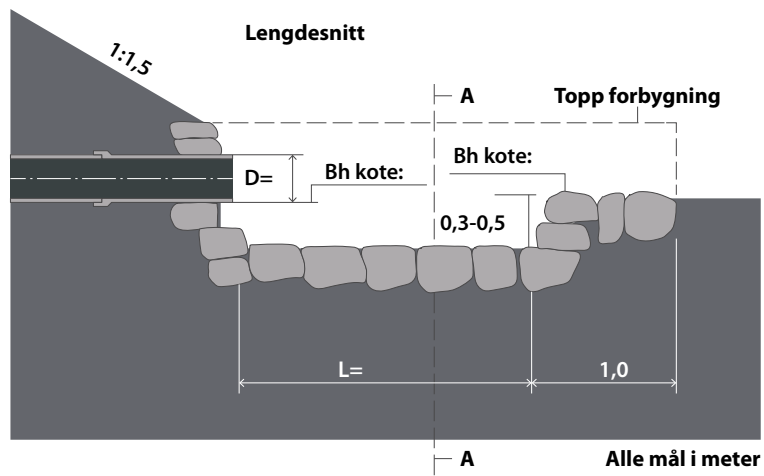
Kulvertdiameter mm	Typisk hastighet m/s	Tiltak ved utløp	Eksempel på utforming
< 600	2 – 3	Plastring eller betongkum	Figur 25 og 26
600 – 1000	3 – 4	Tynge steinsetting	Figur 26 og Vassdragsåndboka
>1000	> 4	Spesielle energidreper	Se Vassdragsåndboka



Figur 24. Sikring med fleksibel steinplastring. Fra Vassdragsåndboka, NVE



Figur 25. Sikring av utløp med betongkum. Fra: LMD.



Filtermasse (kornstørrelse avpasset etter steinstørrelse og underliggende masse)

Forhold mellom vannhastighet (V) i rørledningen og lengde (L) av grop.

V m/s	<2	2-4	4-7
L	1	2	3

Figur 26. Sikring av utløp med steinsetting. Fra: LMD.



Figur 27. Kjørespor ved terrengkjøring.
Foto: Truls-Erik Johnsrud.

5.7 Terrengkjøring ved skogsdrift – enkle driftsveger

I bratt terreng blir det kjørt med skogsmaskiner enten rett opp og ned ved opp til 40 % helling, eller på midlertidige planerte driftsveger i lisisiden. Ved kjøring på torv og finkornige jordarter blir det kjørespor. Økt vanninnhold reduserer bæreevnen. Vannet følger kjøresporene og erosjonen øker med bratthet og vannmengde. Kjøresporene og driftsvegene kan endre den naturlige dreneringen i lisisiden.

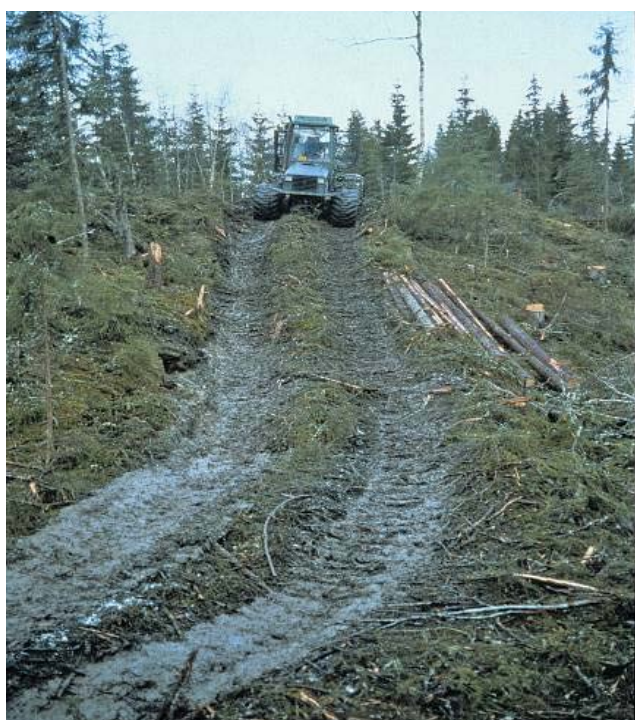
I bratt terreng hvor en får vanngraving i kjøresporene bør en om mulig flate ut driftsvegen med visse mellomrom for å redusere vannhastigheten og få avsatt utgravet finmasse. Dette er særlig viktig ned mot opparbeidet veg for å unngå å tette igjen grøfter og stikkrenner.

Miljøstandarden Levende Skog pålegger skogbruket å reparere kjøreskader i terrenget. Vann fra kjørespor bør dreneres ut på fastmark eller myr for å filtrere ut sedimentene før vannet når ned i bekker og vann.

Risikoen for erosjon og løsmasseskred bør være med i vurderingen av om skogen kan drives som traktordrift med tette driftsveger i løsmassene eller som taubane-drift til opparbeidede skogsbilveger.



Figur 28. Driftsveg – skogsdrift med gravemaskin, hogstmaskin og lastetraktor i bratt terreng.
Foto: Norsk institutt for skog og landskap.



Figur 29. Barlagt basveg på silt/leirjord. Drift av 250m³ tømmer i nedbørrik periode. *Foto: Per Instøy.*



Figur 30. Utflating av kjøresporene.
Foto: Nils Olaf Kyllø.



Figur 31. Reparasjon av kjøresporene etter terrengkjøring, figur27. Grøften ble drenert ut i ei myr.
Foto: Nils Olaf Kyllø.

6 Vegvedlikehold

Klima og trafikken sliter på vegen. Vannet følger hjulsporene i slitelaget og erosjon er den største nedbrytende klimafaktoren. Vegkanter som gror igjen, dårlig drenering, grøfter og stikkrenner som forfaller, og bratte skråninger med utglidninger er blant de vanligste feil og mangler på landbruksveger. På veger som er bygget med offentlige tilskudd er vegeier forpliktet til å opprettholde vegen i den standard, vegklassen den er bygget. Kommunen er her kontrollinstans.

6.1 Kantrydding

Kantrydding er første bud i vegvedlikeholdet. Vegbredden skal opprettholdes og dreneringen fungere. Lys og luft må inn så vegen tørker opp om våren og etter nedbørrike perioder.

Det skal være fritt for høyere vegetasjon og greiner minst 1 m utenfor grøftkanten, dvs. minst 2 m utenfor kjørebane på hver side. I svinger og vegkryss må ryddebredden økes for å gi tilstrekkelig sikt.

Kantrydding utføres mest effektivt med et ryddeaggregat montert i krana på en redskapsbærer, traktor, skogsmaskin, mindre hjullaster o.l. eller et akkumulerende fellehode for å samle virke til biobrensel.

6.2 Grøfter

Noe av det viktigste for å få en landbruksveg til å fungere er gode grøfter og kuv på vegbanen så vannet renner av. Graskanten på vegskulderen og vegetasjon i grøftkanten tar fort overhand og hindrer avrenning fra vegbanen samtidig som masseutglidning fra grøftkanten og sideskråninger tetter igjen grøfta. Krattrydding og grøfterensk bør gjøres regelmessig.

Masseutglidninger ned i grøfta skjer oftest i sterke nedbørperioder. Spesielt utsatt som følge av overflateavrenning er skråninger med mye finstoff og lav infiltrasjonskapasitet. Reparasjoner er vanskelige så lenge massene er vannholdige. Ofte lønner det seg å vente med å fjerne masse og påføre nye til de stedlige massene har tørket opp. Partier som sklir ut må stabiliseres med motfylling. Fyllingen virker som en motvekt og massene må være grovere enn de massene som skal holdes på plass. Motfyllingen må ligge på et solid fundament som ligger lavere enn grøftebunnen.



Figur 32. Masseutglidning ut i grøft og vegbane.
Foto: Nils Olaf Kyllø.

Grøfterensk

Med en stikkspade kan en utrette mye forebyggende grøfterensk. Ved større grøftedybder og vanskeligere masser er gravemaskin det mest effektive. Gode vegmasser sorteres ut og legges tilbake i kjørebane. Annen masse deponeres utenfor vegen og jevnes ut med terrenget eller kjøres bort.

6.3 Kulverter og stikkrenner

Kulverter dimensjoneres under prosjektering av vegen. Underdimensjonerte og tette kulverter har ført til betydelige skader på vegen og omgivelsene ved intensiv nedbør og flom.

Kulverter ettersees hvert år. Innløpet og utløpet må rennes for vegetasjon og løsmasser som hindrer vannløpet. Rennene kan fort bli tettet igjen av løsmasser, kvist o.l. Sandfanget ved innløpet rennes. Disse bør være minst 2 m lange, 50 cm dype og så brede som mulig. Rørene bør ha så stort fall at vannstrømmen renser røret for sand og grus ved selvspyling. Deformerte og skadde rør i skiftes ut.

6.4 Forming av kjørebane

Kjørebane formes under vegbyggingen ved avretting av bærelaget med tverrfall og dosering før slitelaget legges på. Tykkelsen på slitelaget skal være minst 10 cm.

Høvling gjøres for å opprettholde egenskapene til slitelaget. Grusen som trafikken har kastet ut føres tilbake og blandes. Kjørebane jevnes ut og tverrfallet

bygges opp. Vegetasjonen på vegkanten fjernes. Høvling bør utføres når kjørebane er fuktig.

Til tyngre oppretting av vegbane kreves tung veghøvel (min 10-15 tonn). Skjæret må ha rikelig med masse å arbeide med og gå dypere enn bunnen på de dypeste hullene/hjulsporene.

Traktormontert planeringsskjær, slodd og planskraper er godt egnet for lettere vedlikehold. En får en god bearbeiding av massene på overflaten, men har vanskelig for å skjære dypt nok ved større hull.

Drammensslodden (gummislodden) er satt sammen av dekkbaner fra buss/lastebildekk som står på tvers og er bundet sammen med ståltau. Den trekkes etter en traktor i stropper. Dekk-kantene river opp grusen og ved å skråstille slodden blir grusen ført inn i vegbanen. Ved flere overkjøringer er den effektiv til å fjerne graskanten på vegskulderen og bearbeide slitelagsgrusen i vegbanen. Den river i liten grad opp større stein og vil skli over overflaterenner. Rennene må da renskes for grus etterpå.

6.5 Vintervedlikehold

Snøgrøfter

På veger som er vinterbrøytet bør brøyttekanten freses eller høvles ut over veggroften før snøsmeltingen tar til. Smeltevannet får da en mulighet til å renne ned i grøfta og ikke følge vegbanen. Til opptak av snøgrøfter er kantfres eller tyngre veghøvel godt egnet.

Tining av stikkrenner

Tette stikkrenner kan forårsake stor vann og erosjons-skader på et veganlegg samtidig som trafikkfarlige situasjoner oppstår. Et tidlig tegn på at stikkrenna er frosset igjen er oppdemming i grøfta og isdannelse inn i vegbanen. Et frossent rør må tines før snøsmeltingen setter inn. Det er om å gjøre å få til et lite hull. Når vannet først har begynt å renne utvides hullet og isen forsvinner. Isen smeltes ved å føre en slange med damp innover i røret.

Montering av tineslange i stikkrenner letter arbeidet med renner som ofte fryser igjen.



Figur 33. Kvist fra hogst har tettet stikkrenna.
Foto: Truls-Erik Johnsrud.



Figur 34. Drammensslodden, et effektivt og billig redskap til forebyggende vegvedlikehold.
Foto: Truls-Erik Johnsrud.

Ord og uttrykk

Abrasjon:

Mekanisk slitasje av materialers overflate som oppstår ved friksjon med partikler som beveges med vind, is, bølger og vann.

Dosing:

Masseforflytning, utgraving med bulldoser.

Erosjon:

Utgraving av materiale forårsaket av naturen, særlig vann og vind, og hvor mer materiale fjernes fra et sted enn det tilføres.

Friksjonsjordarter:

Grovkornige jordarter, sand og grovere der størstedelen av jordartens skjærstyrke skyldes friksjon mellom kornene.

Frispeilsstrømning:

Strømning i kulvert hvor det er fritt vannspeil mot luft i innløpet.

HDPE film:

Høyintensitetpolyetylen film.

ID:

Indre rørdiameter på kulvert/stikkrenne

Infiltrasjonskapasitet:

Jordartens evne til å oppta vann.

Innløpskontroll:

Kapasiteten på en kulvert er styrt av utformingen av kulverten og vannprofilen kun ved innløpet. Karakteristisk for korte kulverter med stort eller middels fall.

Isohydater (avrenningskoter):

Linjer på kart som beskriver areal med samme avrenningsverdi.

Konsentrasjonstid t_c:

Konsentrasjonstiden er den tiden vannet bruker fra ytterst i feltet og fram til det punkt hvor vannmengden skal beregnes.

Korrugering:

Bølge eller knekkprofil på plater for å øke stivheten i konstruksjonen.

Kulvert:

Vanngjennomløp på tvers av vegen med overliggende fylling og åpent inn- og utløp. Lysåpning inntil 2,5 m. Kulvert med lysåpning større enn 2,5 m betegnes som bru. Kulvert med opp til 1 m lysåpning betegnes som stikkrenne.

Mannings tall:

Et måltall for ruheten på ledningsmaterialet i et vannløp.

Nedbørintensitet, i:

Nedbøren som faller på et areal i løpet av en tidsperiode, målt i l/s km².

Planum:

Overflaten av underbygningen i vegkroppen.

Returperiode:

Gjentaksintervall som mål på hvor mange år det i gjennomsnitt er mellom hver gang en bestemt flomvannføring overskrides.

$Q_{25} = 25$ år $Q_{100} = 100$ år.

Sandfang:

Sedimentasjonsgrøper eller kum hvor bunden ligger 80-100 cm dypere enn utløpsrøret for at sand, slam osv. skal holdes tilbake slik at avleiring og tetting av vannledningen unngås.

Stedegen masse:

Naturlige løsmasser i vegtraseen og sidetak som brukes, ofte ubearbeidet til oppbygging av vegkroppen.

Stikkrenne:

Kulvert med maksimum diameter/lysåpning på 1 m.

Utløpskontroll:

Kapasiteten på en kulvert er styrt av utformingen av kulverten og vannprofilen i kulverten og ved utløpet. Karakteristisk for lange kulverter med lite fall.

Vegkorridoren:

Under planleggingen en grovplassering av vegen i terrenget slik at vegen kan prosjekteres gjennom strategiske punkter og fange opp transportbehovet fra de enkelte driftsområdene terrenget er inndelt i, traktor- og taubanedrift.

Velgradert masse:

Masse av naturgrus eller knust fjell som fyller spesifikke krav til korngradering, kornform og mekanisk styrke.

Referanser

Berg, A., Lunde, T. og Mosevoll, G. 1992. Flomberegninger og kulvertdimensjonering. SINTEF, NHL 1992 Rapp. nr. STF60 A92101, ISBN 82-595-7415-2.

Direktoratet for naturforvaltning 22-2002: Slipp fisken fram! Fiskens vandringsmulighet gjennom kulverter og stikkrenner. DN Håndbok 22-2002, ISBN 82-7072-443-2.

Jenssen, L og Tesaker, E. 2009. Veileder for dimensjonering av erosjonssikring av stein. Veileder 4. 2009. Norges vassdrags- og energidirektorat.

Vassdragshåndboka. Håndbok i vassdragsteknikk. (Red. T. Fergus, K.A. Hoseth, og E. Sæterbø). Tapir Akademisk Forlag 2010, ISBN 978-82-519-2425-2

Johnsrud, T-E. 1997: Terrengskader ved skogsdrift. En veileder i miljøvennlig drifts-teknikk. Prosjekt: Driftsmetoder i bratt terreng og på bæresvak mark i Midt-Norge, Skogbrukets Kursinstitutt 1997, ISBN 82-7333-096-6.

Skaar, R. 1986: Overflaterenner på skogsbilveier. Artikkel, Skogeieren nr 9 1986.

Skaar, R. 1987, NISK: Rapport fra samnordisk prosjekt om veivedlikehold.

Statens vegvesen, 2011:Vegbygging. Håndbok 018. Vegdirektoratet, 2011, ISBN 82-7207-564-4

Vedlegg 1.

Kapasitet, vannmengde l/sek: Dobbelteveggede PEH anleggør

Fall 0/00	Nominell diameter								
	DV 100	DV 150	DV 200	DV 250	DV 300	DV 400	DV 500	DV 600	
	102	150	202	253	302	402	500	600	Målt innerdiameter
1,0	2,3	6,5	14,5	26	42	90	165	260	Ca. 1 m/s
1,5	2,7	7,6	18,0	32	50	112	200	330	
2,0	3,8	9,5	21,0	38	62	130	240	380	
2,5	4,0	11,0	24,0	44	70	150	265	440	
3,0	4,3	12,0	26,0	49	77	165	300	465	
3,5	4,6	13,0	29,0	52	85	180	320	520	
4,0	5,0	14,0	31,0	56	90	195	350	560	Ca. 2 m/s
4,5	5,3	15,0	33,5	60	95	210	370	600	
5,0	5,6	16,0	35,0	64	102	220	395	640	
5,5	6,0	17,0	37,0	67	108	230	410	660	
6,0	6,3	18,0	39,0	70	112	240	435	700	
6,5	6,5	18,5	41,0	74	121	255	450	710	
7,0	6,9	19,0	42,0	76	125	260	460	750	Ca. 3 m/s
8,0	7,3	21,0	46,0	85	131	290	510	800	
9,0	8,0	22,0	48,0	90	140	310	540	850	
10,0	8,5	24,0	51,0	95	150	320	570	900	
15,0	10,0	29,0	65,0	120	185	380	700	1150	
20,0	12,0	34,0	75,0	135	220	470	820	1300	
25,0	14,0	38,0	84,0	150	250	530	950	1500	Ca. 5 m/s
30,0	16,0	43,0	95,0	170	280	590	1080	1650	
35,0	17,0	45,0	100,0	185	300	640	1150	1800	Ca. 6 m/s
40,0	18,0	50,0	110,0	200	320	690	1200	2000	
45,0	19,0	55,0	120,0	220	340	720	1300	2100	
50,0	21,0	58,0	125,0	230	360	770	1380	2200	
60,0	23,0	62,0	140,0	250	400	820	1500	2500	
70,0	25,0	70,0	150,0	280	440	920	1680	2700	
80,0	27,0	73,0	165,0	300	470	1000	1800	2800	
90,0	29,0	80,0	170,0	320	500	1080	1900	3000	
100,0	31,0	85,0	190,0	340	540	1150	2000	3300	
150,0	37,0	100,0	230,0	420	670	1400	2500	4000	
200,0	44,0	120,0	270,0	490	800	1650	3000	4800	

Vannhastighet ved 10°C



LANDBRUKS- OG MATDEPARTEMENTET

Skogsveger og skredfare - veileder

ISBN: 978-82-7333-178-6

August, 2011