



SKOGKURS

Skogkurs veileder

[www.skogkurs.no](http://www.skogkurs.no)

September 2020



# Geologi og vegbygging



# Geologi og vegbygging - Veileder

Forfattere: Martin Bråthen, Steinar Lyshaug og Ole Nashoug.

Redaktør: Martin Bråthen

Layout: Nina Ree-Lindstad

Forsidefoto: Dag Okkenhaug Bævre/Kystskogbruket

ISBN: ISBN: 978-82-7333-225-7 Geologi og veibyggning – Skogkurs veileder

Utgave av september 2020

Copyright © 2020 Skogkurs

---

## Ord og begrep

Er det ord og begreper du ikke skjønner, eller vil vite betydningen av, anbefaler vi at du tar en titt i [Statens vegvesen sin Håndbok N200](#), Vedlegg 13 - Ordforklaringer. Evt. Ordforklaring på s. 50 i [veinormalene](#).

# Innhold

Formål.....	4
Bakgrunn.....	4
Krav til veikropp på en skogsbilvei .....	5
<b>Undergrunn/planum</b> .....	<b>6</b>
Krav til byggematerialer .....	7
<b>Krav til materialet - løsmasser</b> .....	<b>9</b>
<b>Krav til materialet – berg</b> .....	<b>9</b>
<b>Kvaliteten av massene - sikteprøve</b> .....	<b>9</b>
Ulike byggematerialer .....	15
<b>Bearbeiding av løsmasser</b> .....	<b>19</b>
Bergarter .....	22
<b>Berggrunn og vegbygging</b> .....	<b>22</b>
Dårlig byggemateriale - konsekvenser .....	31
Massetak .....	32
<b>Hvordan opprette massetak?</b> .....	<b>32</b>
<b>Love og regler</b> .....	<b>33</b>
Sprengfjellteknikk.....	36
Jordklassifisering - observasjoner i felt, en kort oppsummering .....	37
Kilder.....	38
Vedlegg 1: Mineraler og bergarter – Visuelle egenskaper .....	39
Vedlegg 2 -Visuell klassifisering av materialer .....	42
Vedlegg 3 – Enkle tester for å bestemme jordart og telefarlighet .....	43

# Formål

Dagens skogbruk er i stadig utvikling, og med våtere klima og mer etterspørsel etter tømmer, er skogsbilveienes standard og utbredelse helt avgjørende. Det er pr. i dag tillat med 24 meter lange og 60 tonn tunge tømmerbiler på mange offentlige veier og trenden går mot tyngre totalvekt. Dette setter store krav til skogsbilveiene i forhold til bæreevne, utforming og stabilitet året gjennom.

Denne veilederen skal gi deg innsikt og råd om hvordan man bør gå frem, dersom man er litt usikker på hvilke løsmasser eller bergarter som egner seg når man skal bygge ny, bygge om eller ruste opp skogsbilveier.

## Bakgrunn

Hvilke masser som skal benyttes som byggematerialer, er situasjonsbetinget i forhold til hvor du er i landet. Er du på Østlandet (Innlandet) finner man ofte gode stedege løsmasser med tilfredsstillende egenskaper, men, er du under marin grense og langs kysten generelt, bør stort sett fjell benyttes, i sprengt eller knust form. Dette skyldes i hovedsak massenes mangel på bæreevne, evne til å holde på vann og telefarlighet, noe som ofte kan sees i sammenheng av typen masser på stedet (se side 12 om tele). Dersom man er heldig og kommer borti løsmasser som kan benyttes, er det viktig å finne ut om massene faktisk egner seg til formålet.

Til oppbygging av skogsveier må man avveie kostnadene ved å bruke rimelige stedege masser, enten bearbeidet eller ubearbeidet, og om kvaliteten er god nok, i forhold til å kjøpe bearbeidede masser med god kvalitet. Det handler om å oppnå gode løsninger som ikke går ut over sikkerhet og kvalitet. Det anbefales at [profesjonelle veiplanleggere](#) tar seg av vurderinger som påvirker egenskapene til veien.

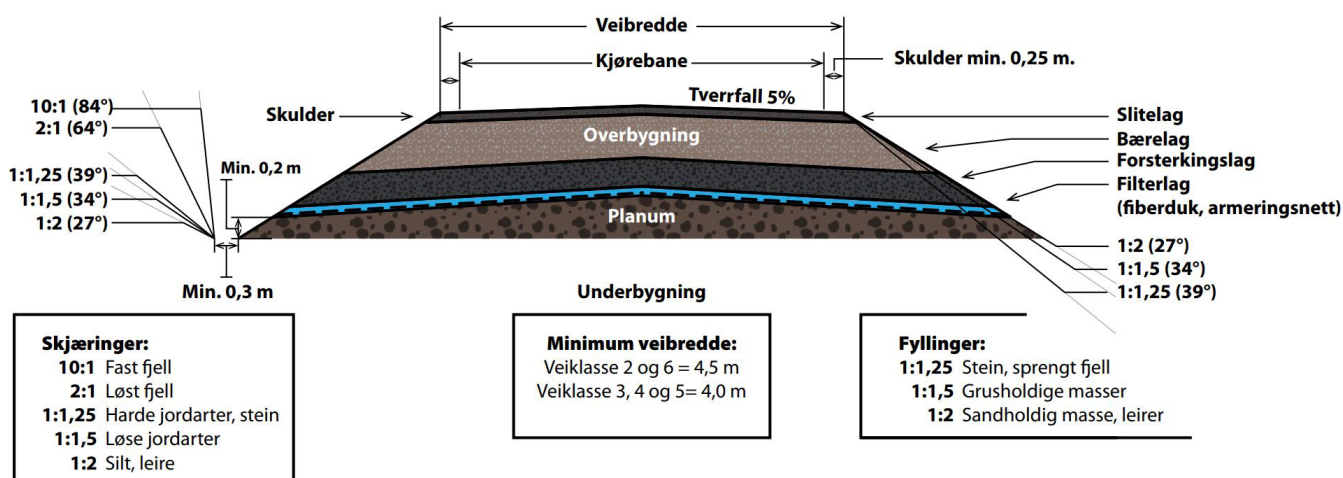
Ønskede egenskaper til veien	Krav til løsmassene
Høy bæreevne	Kraftig, bærende kornskjelett Tilstrekkelig, men ikke overflødig bindstoffinnhold for å holde massene sammen Dårlig sortering
Lav teleaktivitet	Lavt innhold av bindstoff og materiale finere enn fin sand og grov silt
Erosjonssterk overflate	Dårlig sorterte masser med god balanse mellom bærende kornskjellet og bindstoff
Uten slag hull	Åpne, grovkornet og godt drenerte bærelagsmasser med lavt bindstoffinnhold
Uten vaskebrett	Masser med høyt innhold av bindstoff



# Krav til veikropp på en skogsbilvei

En veikropp bygges vanligvis opp av et forsterkningslag/bærelag og et slitelag, jf. figur 1. Under forsterkningslaget kan det i visse tilfeller være behov for et filterlag (fiberduk). Sammen utgjør disse lagene veiens overbygning. Overbygningen skal fordele laster fra trafikken til undergrunnen, slik at det ikke oppstår skadelige eller uakseptable deformasjoner. Som eksempel nevnes at landbruksbilvei (veiklasse 3) skal kunne trafikkeres med lass hele året med begrensninger i teleløsningsperioden og i perioder med spesielt mye nedbør.

Hvordan en skogsbilvei skal bygges, inklusive kravet til kvalitet på de ulike lagene, er nærmere beskrevet i [Normaler for skogsbilveier med byggebeskrivelse](#) (også omtalt som veinormalene).



Figur 1 - Tverrprofil av veikroppen (hentet ifra veinormalene).

## Undergrunn/planum

Geologiske vurderinger starter med undergrunnen.

Noen masser er helt utelukket å benytte til oppbyggingen av veikroppen: leire, torv og vegetasjonsmasser samt mineraljord/humus (helst ikke noe mer enn noen få prosent med humus). Undergrunn av leire og torv regnes som ugunstige underlag. På marint underlag vil ofte siltmassene med tiden jobbe seg opp i bærelagsmassene. Grøfting blir viktig, og her må det enten benyttes et filterlag av egnede masser (f.eks. sand), men best egnet er å benytte fiberduk for å skille massene. Les mer om geosynteser i [veinormalene](#) – vedlegg 2. Øking av lagtykkelse i overbygningen kan også gi ønsket effekt, som f.eks. på morene med mye finstoff. Dette for å øke opptørking av veikroppen og redusere kapillær vanntransport.

På partier med torv eller myr er også behovet for å skille massene stort. I mange tilfeller kan det være aktuelt å kavlelegge (bruke tømmerstokker) med et avrettingslag, for så å bruke fiberduk og geonett (combigridd) som veikroppen lages oppå. Det er viktig at tømmeret blir liggende under vannspeilet i myra. I andre tilfeller, på tørrere myrer, kan grønfting og bruk av geosynteser være tilstrekkelig.

På bedre underlag, som fjell, morene og grus, kan veien bygges opp av stedegne løsmasser, om løsmassene er av god nok kvalitet. Egenskapene og behandlingsgraden (harping og knusing), god drenering, samt bruk av geosynteser vil kunne avgjøre tykkelsen på de ulike lagene (ref. [veinormalene](#) og [Statens vegvesens Håndbok N200](#)).

Drenering og legging av stikkrenner er meget viktig. Her: en opprusting av skogsbilvei under marin grense i Ullensaker. Undergrunnen setter forutsetningene for hvilke masser du bør bygge opp veien med og lagtykkelsen.  
Foto: Romeriks Allmenningene v/ Johannes Enersen





# Krav til byggematerialer

I dette kapittelet går vi kortfattet igjennom viktige momenter fra «Normaler for landbruksveier – med byggebeskrivelse» som har med geologi og bæreevne å gjøre. Er du godt kjent med veinormalene kan du vurdere å gå rett til side 15.

Det stilles ulike krav til byggematerialene, alt etter hva det skal brukes til.

Vi forholder oss til [Skoglova](#) § 7 og [Forskrift om planlegging og godkjenning av landbruksveier](#) § 1-2.a – som definerer landbruksvei og hva som ligger til grunn ved bygging og ombygging/opprusting: = [Normaler for landbruksvei med byggebeskrivelse](#):

- Forsterkningslaget skal bestå av bæredyktige, ikke telefarlige, og godt drenerende materialer med god kornform.
- Bærelaget skal bestå av velgradert materiale med god stabilitet og bæreevne. Tykkelsen skal variere etter materialets kvalitet og etter type undergrunn. Før slitelaget legges på, skal tverrfall, minst 5 %, være opparbeidet og bærelaget komprimert. Se grensekurver for bærelag i figur 5 og bærelagstykkelser i figur 7.
- Slitelaget skal være minst 10 cm tykt ferdig komprimert, og utjamnes over hele veibredden. Slitelaget kan normalt bestå av knust masse eller velgradert sortert naturgrus.

Massene som brukes i de ulike lagene, kan enten bestå av løsmasser eller av knust fjell.

## Slitelaget

Slitelagsgrusen på skogsbilveger har normalt en korngradering på 0–32 mm. Har vegen stor personbiltrafikk bør en finere korngradering ned til 0–16 mm benyttes. Kjørbanen vil ellers bli ubehagelig å kjøre på.

Forsøk med grovere slitelag 0–35 mm, 0–50 mm og 0–70 mm viser at vedlikeholdet ved stor trafikk blir omtrent det samme for de forskjellige korngraderingene. Det er viktig at finstoffinnholdet i de grove massene er stort nok for å hindre grusutkast. Grove slitelag opp til 0–80 mm krever en annen form for vedlikehold enn fingrusrike slitelag 0–20 mm som høvles 1–2 ganger pr. år.

Grove slitelag med lite trafikk behøver ikke høvles før det har blitt så mye løst materiale og spordannelse at vegen er ubehagelig å kjøre på. På veger med minimal trafikk kan det gå flere år mellom hver gang dette oppstår. Da bør man høvle med en tung, 16 tonn veghovel. Etter høvling bør vegen



[Veinormalene](#)

komprimeres med en middels tung vibrovalse, 5–8 tonn, for å oppnå gode og langvarige resultater.

## Bærelaget

Bæreevnen er avhengig av at mellomfraksjonen er godt gradert, dvs. at alle kornstørrelser i fraksjonen forekommer relativt jevnt fordelt. Ugunstig kornfordeling kan gi dårlig bæreevne, særlig i nedbørsrike perioder. Nedbørsmengden og -intensiteten varierer mye i ulike deler av landet. Områder med mye nedbør må ta høyde for å dimensjonere opp bærelagsdimensjonen for å sikre bruk av veien selv når det er bløtt. I naturgrus er ofte innholdet av sand for stort. Vi får en sandpukkel i kornfordelingsdiagrammet. Ved dårlig sammenbinding, er massene i mellomfraksjonen mer utsatt for erosjon. Grovfraksjonen over 20 mm har betydning for massenes bæreevne fordi gruspartiklene utgjør en del av det bærende kornskjellettet. Høyt innhold av knusestein i fraksjonen gir mulighet til å lage grus av ønsket kvalitet. Knust fjell er klart best egnet til formålet.

## Rasvinkel

Geologiske materialer er forskjellig med hensyn til stabilitet og evne til å kitte seg sammen, noe som har betydning for hvor bratt veikroppen kan være ned i grøfta og hvor mye masse som må benyttes for å få en stabil skjæring eller fylling, og ikke minst få tilstrekkelig bæreevne i veikroppen (fylling). [Veinormalene](#) definerer minimums helningsforhold på ulike masser. Til eksempel kan en fjellskjæring være nær 90 grader, mens sprengt fjell ikke skal være over 63,4 grader. Leire og silt må ha slake skjæringer, under 26,5 grader, for å gi tilstrekkelig stabilitet og redusere fare for ras. Fyllingskravene er strengere, her er det ikke akseptert å benytte silt og leire! Se figur 1. Til omregning av fallforholdet (stigning /lengde) i figuren kan denne [kalkulatoren](#) være til hjelp. Nedenfor er det et par filmer som viser utlegging av masser:



Video 1 - Informasjonsfilm om veivedlikehold med blant annet utlegging av slitelagsgrus fra 2:38.



Video 2 - Utlegging av bærelagsforsterkende masser på en velteplass der veien er kjørt i filler. Tips: Utfør dette tiltaket før drifta for å kunne benytte skogfond.



## Krav til materialet - løsmasser

Brukbarheten av naturlige og resirkulerte masser (som f.eks. ved opprusting) bedømmes hovedsakelig ut fra korngradering og geometriske og mekaniske egenskaper som kornform og motstand mot nedknusning og bergartens hardhet. Kornfordelingen kan si noe om forventet bæreevne, teleaktivitet, eroderbarhet, flyteegenskaper, fare for vaskebrett eller slag hull m.m. Ved bruk av naturlige masser enten tilkjørt eller hentet fra massetak langs veilinjens, bør kornfordelingen undersøkes. Sidetak for overbygningsmasse skal begrenses til så få steder som mulig.

## Krav til materialet – berg

Massene laget av berggrunn, såkalt knust fjell, vil med unntak av noen få berggrunnstyper gi tilfredsstillende kvalitet til bruk i veikroppen. Knuste masser av fjell sees i de fleste tilfeller som et bedre materiale en løsmasser. Grunnen er blant annet at fraksjonene blir skarpkantede og materialet er lite telefarlig, selvfølgelig med unntak. Knuste masser til bruk som slitelagskvalitet må dessuten igjennom et knuseverk, noe som gir muligheten til å påvirke kornfordelingskurven.

De ulike berggrunnstypene er nærmere omtalt i kapittelet om berg på side 29.

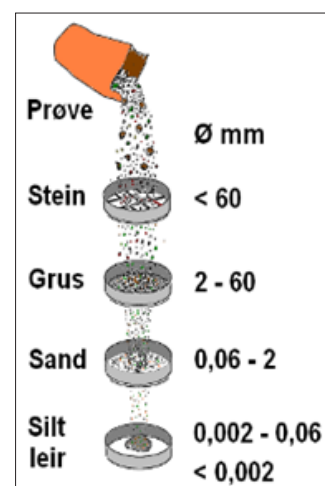
## Kvaliteten av massene - sikteprøve

For at massene skal være egnet til de ulike lagene i veikroppen, må resultatene fra sikteprøven havne innenfor angitte grensekurver i kornfordelingskurvene angitt i «[Normaler for landbruksvei – med byggebeskrivelse](#)», som i eksemplene på side 10 og 11. Det er ulike krav for de ulike veiklassene, man finner i de ulike grensekurvene i kapittel 3 i veinormalene. Les mer om sikteprøver her: [Kornfordeling ved sikting - Statens vegvesens Håndbok 014](#).

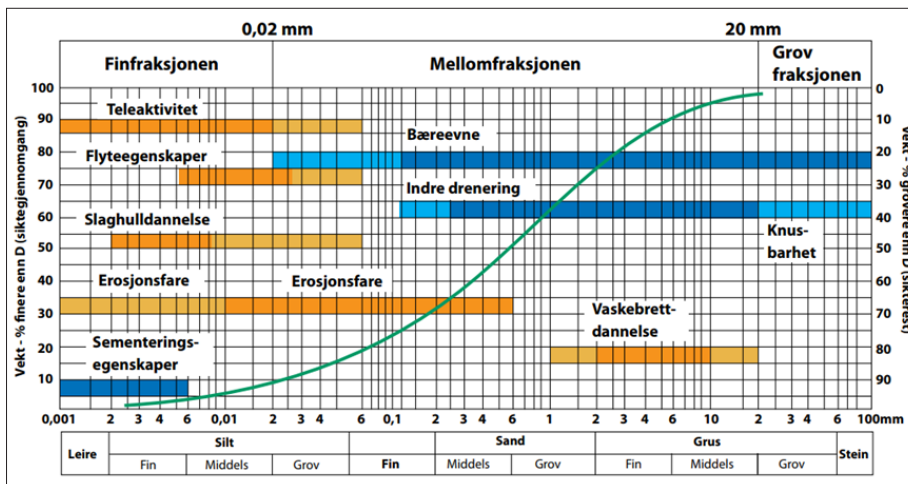
Målet er å oppnå god fordeling av ulike kornstørrelser som skal sikre sammenkitting, lite vanninnhold og god evne til å fordele last. I en sikteprøve blir tørre masser ristet igjennom ett sett med sikter, siktesatser, med ulike sikteåpninger som massene skal passere, se figur 2.

Fordelingen av de ulike fraksjonene som har passert hver sikt gir grunnlaget for tegning av en kornfordelingskurve. Kornfordelingskurven forteller om spredningen av kornstørrelser og mengden av dem i massene. Grenseverdiene for kravene i veinormalene kan i stor grad forklares av figur 3.

Et godt slitelag må ha et bærende kornskjellet og gode sedimenterende egenskaper. Bærelaget må bestå av korn med god bæreevne og indre drenering, dvs. lite telefarlig materiale. Massene må være stabile enten ved forkiling av knuste masser eller sedimentering med finere fraksjoner.



Figur 2 – Illustrasjon av hvordan sikteprøven fungerer



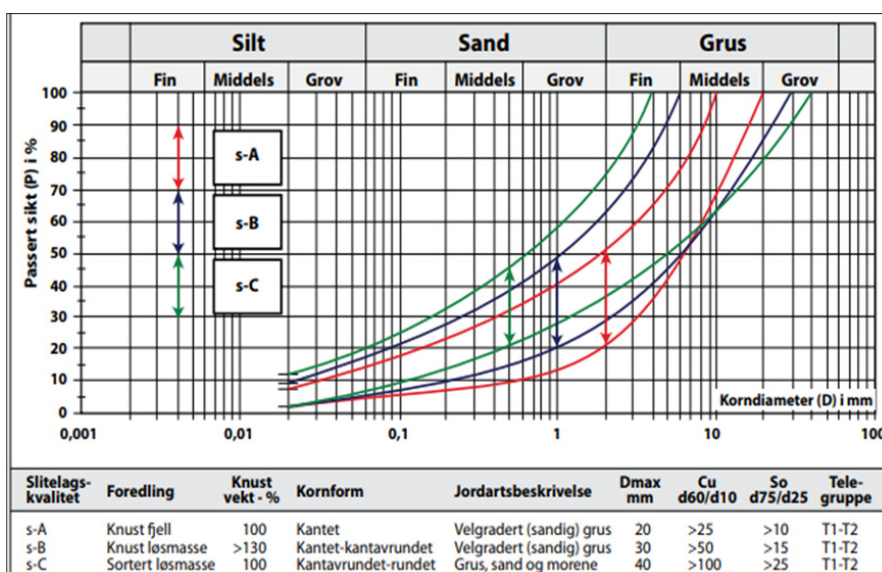
Figur 3 – Kornfordelingsdiagram, opptegning av en grusprøve 0–20 mm (grønn kurve). Grovfraksjonen, D, større enn 20 mm er tatt ut av prøven. De vegtekniske egenskapene er plassert innen det kornstørrelseområde hvor de opptrer.

Det kan være lurt å kontrollere graderingstallet  $C_u$  - om massene består av fraksjoner med forskjellig størrelse (velgradert) eller hovedsakelig en størrelse (ensgradert), og om hovedfraksjonene av prøven er godt sortert  $S_o$  ( $\log(Q_{75}/Q_{25})$ ). Sorteringstallet sier noe om steilheten til kurven i diagrammet. Det er krav til både  $C_u$  og  $S_o$ , dette kan ses av kornfordelingskurvene. Se til eksempel nederst til høyre i figur 4 og 5. Les mer om  $C_u$  og  $S_o$  i vedlegg 5 i [veinormalene](#).

Massene skal graderes som følgende for veiklasse 3, for slitelag og bærelag (figur 4 og 5):

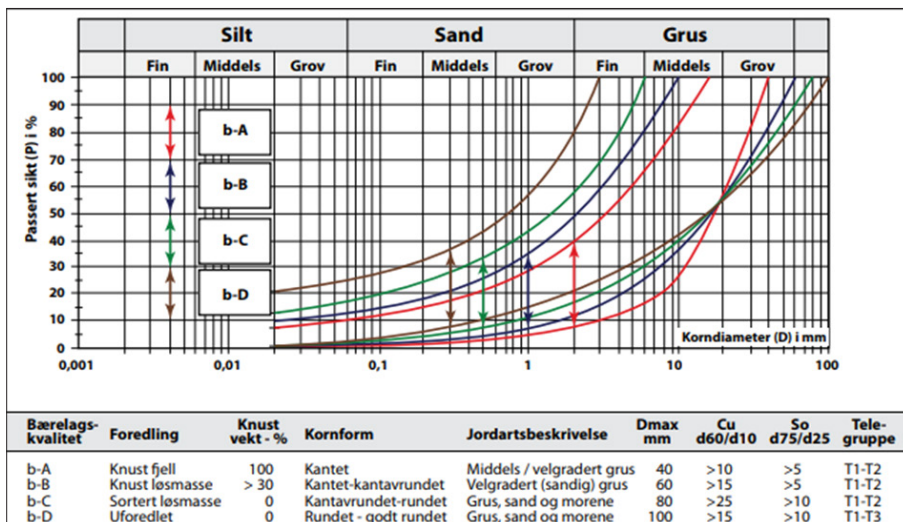
$C_u = d_{60}/d_{10}$	Betegnelse
< 5	Ensgradert
5 – 15	Middel gradert
>15	Velgradert

Figur 4 – Graderingstall (for eksempel, se presentasjon fra [Multi-consult/Sweco](#) for Norsk geoteknisk forening, side 6).



Figur 4 – Grensekurver og krav til slitelag i veiklasse 3.





Figur 5 –Grensekurver og krav til bærelag i veiklasse 3.

Figur 4 er et eksempel på en siktekurve hentet fra veinormalene som viser grensekurver for slitelagsmasser, der det skilles mellom tre kvalitetsklasser som angis med ulike farger:

- s-A: Knust fjell - rød
- s-B: Knust løsmasse - blå
- s-C: Sortert løsmasse - grønn

Tilsvarende er bærelagsmassene delt inn i fire kvalitetsklasser, se figur 5:

- b-A: Knust fjell - rød
- b-B: Knust løsmasse - blå
- b-C: Sortert løsmasse - grønn
- b-D: Uforedlet materiale -brun

Bæreevnegruppe i underbygningen	Telegruppe
1. Fjellskjæring og steinfylling	T1
2. Velgradert grus og sand, grusig sandig materiale	
3. Ensgradert sand	
4. Grus, sand og morene med lite finstoff	T2
5a. Grus, sand og morene med mye finstoff	T3
5b. Feit fast leire og tørrskorpe	
6. Silt og leire	T4
7a. Bløt silt og leire	
7b. Torvmark	

Figur 6 – Bæreevne i undergrunn og telefarlighet.

Det er viktig at massene faller innenfor anbefalt område! Legg merke til at mellom grensekurvene for de ulike kvalitetene gis et vidt slingringsmonn for sammensetning av de ulike fraksjonene, men for å oppnå god kvalitet på veien bør kornkurven ligge mest mulig parallelt med grensekurven for den aktuelle massekvaliteten.

Når massene tilfredsstillter kornfordelingskravene i veinormalene, må man videre finne ut hvor tykt lag (komprimert) som kreves for å oppnå tilfredsstillende bæreevne, figur 7. Dette bestemmes i stor grad av hvilke masser underbygningen/trauet består av (vegetasjon, mineraljord, humus, stubber m.m. er fjernet og utgangspunktet for veikroppen med grøft er anlagt), i tillegg til kvaliteten på slite- og bærelagsmassene. Start derfor med å fastslå hvilken bæreevnegruppe det er i underbygningen. Denne er inndelt i 7 grupper, figur 6. Estimer deretter fremtidig trafikkbelastning på veien:

1. Normal trafikkbelastning skal tåle full belastning i nedbørsrike perioder og moderat belastning i teleløsningen.

2. Liten trafikkbelastning skal tåle moderat belastning i nedbørrike perioder og små belastninger i teleløsningen.

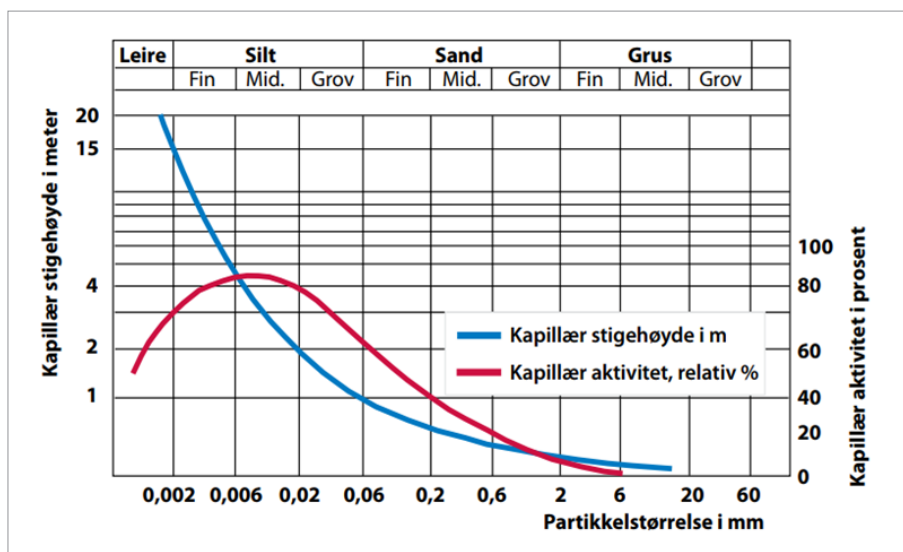
Det kan være lurt å være bevisst på at valg av byggemetode kan ha mye å si for kornfordelingen etter anleggsperioden. Ved mye og tung anleggstrafikk kan andelen finstoff i veien øke til nivåer som kan få negative effekter for veiens bæreevne og øke risikoen for tele. Finstoffmengden av de fineste fraksjonene mindre enn 0,063 mm øker med ca. 2 % ved transport og komprimering (kilde: [Anleggsmaskinen.no](http://Anleggsmaskinen.no))

## Telefarlighet

Innledningsvis ble det nevnt at steder under marin grense må bygge opp veien med tilkjørte masser. Dette henger sammen med mengden finstoff - silt og leire, som har evne til å suge opp vannet fra underliggende lag, såkalt kapillær vannoppsug, figur 8. Selv med dype grøfter vil vann bli sugd opp i veikroppen og redusere bæreevnen. Disse massene er dessuten telefarlige, figur 9 og 10.

Slitelagskvalitet, 10 cm tykkelse					
	s-A	s-B	s-C	s-A	s
	10	10	15	15	1
	10	15	20	15	2
	15	20	25	25	2
	20	30	35	30	3
	15	15	20	20	2
	15	20	25	25	2
	25	30	30	30	3
	30	40	45	45	5
	20	20	25	25	2
	25	25	30	30	3
	35	35	40	40	4
	45	50	55	55	6
	25	25	30	30	3

Figur 7 – Det er 14 hovedgrupper for bærelagtykkelser, fordelt på estimert trafikkbelastning. Hver av hovedgruppene inneholder de forskjellige slitelagskvalitetene (3 stk.) og bærelagskvalitetene (4 stk.). Bærelagstykkelsen leses av i krysningspunktet for de valgte kvalitetene.



Figur 8 - Sammenheng mellom kornstørrelse og vannets kapillære aktivitet.

## Tele

Når jorden fryser, vil islinser oppstå. Is tar mer plass enn vann i flytende form, omtrent 10 %, og dermed oppstår det en heving. Ved tining, teleløsning, vil deformasjonene gå tilbake, men på grunn av overskudd av smeltevann som ikke får fritt avløp, vil veien som følge av telefarlige materialer gi redusert bæreevne. Når telen går ut av veikroppen er bæreevnen på veien på sitt laveste. Teleskader oppstår lett både på grunn av deformasjoner som følge av telen i seg selv (spenninger i veien), men mest på grunn av belastninger som fører til deformasjoner og blanding av massene i veiens ulike lag. Masser som ikke er telefarlige vil ikke bli utsatt for heving og synkning når jorden fryser og tiner.

Hvis store fraksjoner, som store steiner, blir liggende i veikroppen, spesielt på bæresvak grunn, vil telehiv og skader på veien lett oppstå. I veinormalene står følgende: «Maks steinstørrelse skal ikke overstige halve lagtykkelsen» og det forutsettes at disse partiklene ligger nederst i veikroppen. Og det henvises til Statens vegvesen, [håndbok 018](#), nå [N200 - Vegbygging](#).

Det er en vanlig praksis at for eksempel kommunale veier får telerestriksjoner i teleløsningsperioden på våren. Da blir det restriksjoner på veien med hensyn til last og kjøring. Skogsbilveier (klasse 3-5) skal være stengt i teleløsningsperioden(e).

I vedlegg 2 er noen enkle metoder for å vurdere telefarlighet av jordarten.

Telegruppe	Jordart	Av materiale < 20mm.		
		Masse-%		
		< 0,002 mm	< 0.02 mm	< 0.2 mm
Ikke telefarlig	T1	Grus og sand	< 3 %	
Lite telefarlig	T2	Grus, sand og morene	3-12 %	
Middels telefarlig	T3	Grus, sand og morene	>12 %	< 50 %
		Leire *gjelder leire	> 40 % *	
Meget telefarlig	T4	Silt, leire og morene	< 40 %	> 50 %

Figur 9 – Andelen finstoff regnet i % av kornfordelingsfraksjonen 0 – 20 mm av jordprøven, definerer telefarlighet for de 5 jordartene. T4 er meget telefarlig, mens T1 ikke er telefarlig.

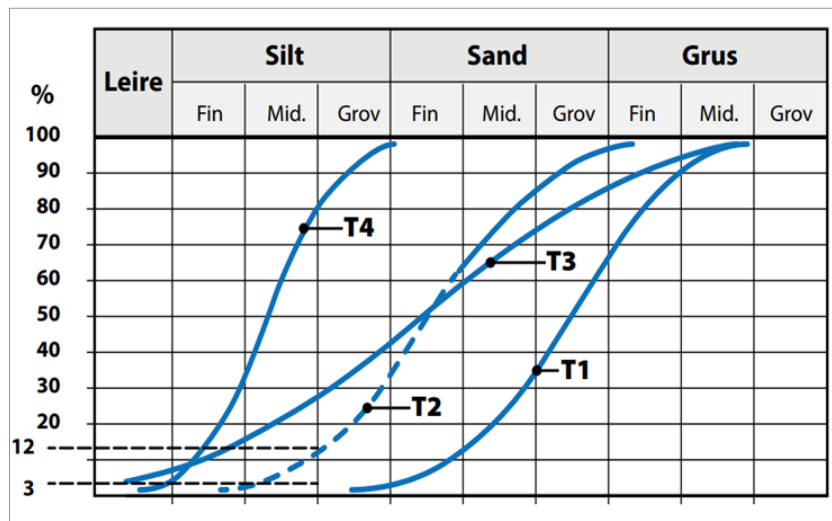
	Grunnforhold: Sannsynlig T3-T4 materialer	Grunnforhold <sup>1)</sup> : Sannsynlig T1-T2 materialer
Grunnforhold fra kvartærgeologisk kart	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tykk morene</li> <li>- Randmorene</li> <li>- Elveavsetning</li> <li>- Breeelv- og bresjø-/innsjøavsetning</li> <li>- Hav- og fjordavsetning, strandavsetning, tykt dekke</li> <li>- Marin strandavsetning</li> <li>- (Vindavsetning og fyllmasse – vurderes spesielt)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tynn morene <sup>2)</sup></li> <li>- Hav- og fjordavsetning, strandavsetning, tynt dekke <sup>2)</sup></li> <li>- Skred- og forviringsmateriale</li> <li>- Tynt humus/torvdekke</li> <li>- Bart fjell</li> <li>- (Torv/myr - vurderes normalt av geotekniker)</li> </ul>

Figur 10 – Denne tabellen fra Statens vegvesens håndbok N200 side 212, kan benyttes til å vurdere telefarlighet ut i fra informasjonen man henter fra kvartærgeologiske kart.

<sup>1)</sup> Hvis veglinjen går i grensen mellom grunnforhold T3-T4 og T1-T2, skal området klassifiseres som T3-T4.



Ut fra fastsettelse av byggegrunn, sikteprøver og kvalitetsbestemmelse av de tiltenkte massene, vurdering av trafikkbelastning og bestemmelse av veiklasse på fremtidig vei ref. veinormalene, kan man vurdere hvor egnet massene faktisk er og om man har nok tilgjengelig. Noen tiltak kan iverksettes for løsmasser der kornfordelingskurven ikke sammenfaller med kravene i veinormalene. Harping (se side 19) sørger for at store fraksjoner sorteres ut, og ved for lite finstoff kan knusing (se side 20) av massene resultere i tilfredsstillende kornfordeling. Det er vanskelig å tilpasse finstoffinnholdet ved for mye finstoff.



Figur 11 - Eksempel på kornfordelingskurver for jordmaterialer i ulike telegrupper. Statens vegvesens håndbok N200 har et annet eksempel på side 212.

## Drenering – et tiltak som alltid må vurderes

I veinormalene står det at «Grøfter og grøftedybde skal tilpasses de stedlige dreneringskrav (overflatevann, grunnvann, ekstraordinært tilsig)». Minimumskravet er en dybde på grøfta på 20 cm under planum og 30 cm bred i bunn. Grøfta bør nesten uten unntak legges dypere og breiere! Stedvis kreves grøftesprengning eller pigging. Det viktige er å få vannet ut av veikroppen og vekk. Vannveien er vel så viktig å konstruere bra som selve veikroppen. Ved en forsterkning av grusvei vil alltid første steg for å øke bæreevnen og/eller redusere faren for telehiv, være å drenere eller åpne grøftene for å senke grunnvannsstanden eller fjerne tilsig av vann. Herav å legge mange nok stikkrenner med tilstrekkelig diameter jf. veinormalene og etter forholdende på stedet (herav nedbørmengde og intensitet, stigning og type løsmasser). Drenering bør utføres ett år før nye tiltak iverksettes.

Løsmassers sammensetning vil ha stor betydning for dreneringsevnen. Reine sand og grusforekomster er selvdrenerende. Masser som inneholder mye silt og leire har dårlig gjennomstrømmelighet (permeabilitet), og vannet vil bruke lang tid på å bevege seg nedover i massene. Blandingsinnhold er vanligst, og masser som morene vil ofte ha dårlig indre drenering alt avhengig av finstoffinnholdet. Heldigvis beveger vannet seg ofte raskere i horisontalretning enn vertikalretning i lag med mye finstoff (tette lag) (kilde: [Norsk Landbruksrådgivning v/ T.Tajet](#)). Det er derfor viktig med dype og breie grøfter med riktig fall slik at vannet kommer seg ut av veikroppen og ledes vekk.

# Ulike byggematerialer

Både løsmasser og fjell kan benyttes i overbygningen. Løsmasser kan være knust, sortert eller uforedlet, mens fjell knuses og sorteres.

## Geologisk kunnskap

De fleste av oss har en viss kjennskap til bergartene og løsmassene i vårt område, men når utbredelse og kvalitet skal vurderes, blir ofte denne kunnskapen mangelfull. Å lære seg dette i all hast er ikke enkelt. Når vi skal bygge skogsbilveger stilles det ulike krav til bærelag og toppdekke, derfor er det nyttig å - så tidlig som mulig - søke kontakt med landbrukskontoret i kommunen, landbruksavdelingen hos Fylkesmannen, fylkeskommunen eller en geolog. Sistnevnte er det få av ute i distriktene. Vi har i dag kun fire fylkesgeologer i Norge:

- Vestfold og Telemark fylkeskommune har en geologistilling på deling
- Nordland fylkeskommune
- Hordaland fylkeskommune
- Rogaland fylkeskommune

Vi har også andre miljøer med geologisk kompetanse:

- Gea Norvegica Geopark med hovedkontor i Porsgrunn. Organisasjonen omfatter fylkene Vestfold og Telemark og kommunene Larvik, Kragerø, Bamble, Porsgrunn, Skien, Siljan og Nome.
- Magma Geopark i Rogaland har hovedsete i Egersund. Geoparken strekker seg gjennom i alt fem kommuner i Rogaland og Vest-Agder.
- Trollfjell Geopark – et samarbeidsprosjekt mellom kommunene Brønnøy, Vega, Vevelstad, Sømna, Bindal og Leka.
- Høgskolene kan også ha geologer som bør kunne bistå ved henvendelse.
- De fleste av våre universiteter har geologer og kan svare på spørsmål.

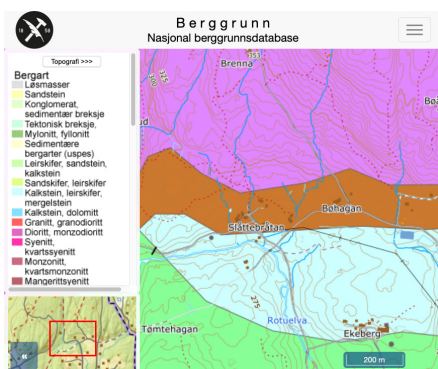
## Norges Geologiske Undersøkelse (NGU)

NGU er en sentral institusjon når det gjelder kunnskap om geologi generelt. Institusjonen sitter inne med berggrunnskart og løsmassekart over hele landet, men har også en relativ fylldig database over eksisterende massetak og pukverk, hvilke bergarter det drives på og til hvilken kvalitet. Av kartmaterieell er dette vesentlig i målestokk 1:250 000, men de er gjennomgående detaljrike og korrekte.

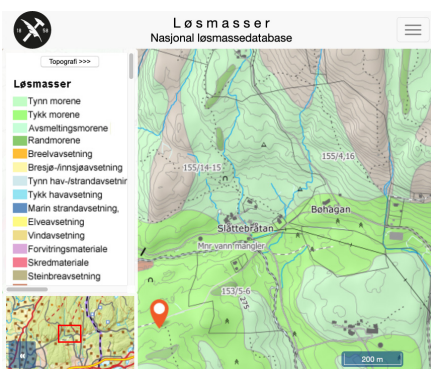
Berggrunnskart over ditt distrikt, samt grus- og pukkkforekomster finner du på NGU-database. Kart og data: [ngu.no](http://ngu.no).



NGU-logo



Figur 12: [Berggrunnskart](#): Zoom inn på ønsket område og klikk for å få opp mer informasjon om bergarten.



Figur 13: Gå inn på [løsmassekartet](#), zoom inn til ønsket område og klikk for å lese mer om løsmassene.



Figur 14: Søk opp et [massetak](#) for å lese deg opp om innhold, kvalitet og mineraler.

Lenken som viser kartlaget Grus og pukk, er fin å benytte for flere ting. En kan vurdere lønnsomheten av å benytte tilkjørte masser, og en kan eventuelt trykke inn på de nærmeste grus-/pukkverkene for å lese faktaarkene som eksisterer. Disse faktaarkene forteller ofte noe om hva massetakene inneholder, kvalitet og mineralsammensetning. Dette kan til en viss grad overføres til et veianlegg med lokalt massetak, under de forutsetninger at bergartene/løsmassene er de samme (ref. kartlagene). En bør allikevel utføre en rekke tester for å konstatere kvaliteten:

1. **Hardhetstest:** Benytt en hammer og knus noen steiner for å se hvor harde de er og hvordan steinene blir etter å ha blitt knust – kornformen (se side 37). Om steinene sprekker opp i få, men harde fraksjoner, kan dette tyde på gode egenskaper med tanke på mekanisk slitasje. Om steinene knuses mer eller mindre fullstendig og fraksjonene blir leiraktige, så er ikke dette en bergart å anbefale på et veianlegg.
2. **Slipetest:** En slipetest er omfattende etter normalene Statens vegvesen og NGU følger ([et eksempel fra NGU](#)), men prinsippet kan gi indikasjoner på massenes kvalitet. Med et avskjær eller en «rein» snittflate av materialet du vil undersøke, vil du ved å se i lupe/forstørrelsesglass kunne sjekke blant annet porøsitet, sprekker og sprekkmønster.
3. **Farge:** Dette er ikke en god indikasjon, men ofte er lyse bergarter hardere enn mørke. Unntakene er mange. Les mer om ulike bergarter under kapittel «Bergarter» på side 22 og under visuelle egenskaper i Vedlegg 1.
4. **Glimmer:** Ideelt bør ikke bergarten som benyttes inneholde mer enn 6-8 % glimmer (for materiale i toppdekket). Ved høyt innhold av glimmer i finfraksjoner bør materialets egnethet vurderes med hensyn blant annet til vannømfintlighet. Ofte bør kravet til maks mengde av finstoffinnhold skjerpes ved høy forekomst av glimmer.

### Glimmer i bergartene

Innholdet av glimmer kan være avgjørende for egenskapene til bergarten, siden glimmer er vannømfintlig når den knuses ned. Slitasjemotstanden blir lav selv om bergarten har god nedknusingsmotstand. Noen glimmerrike bergarter kan fungere bra som bærelag, så lenge man har kontroll på vannet og bærelaget får ligge i ro.

Stein med glimmer. Foto Wikimedia





## Løsmasser

Løsmasser er jordsmonn dannet etter siste istid (2-3 millioner år gamle). Typiske løsmasser er grus, sand, leire, torv, morene- og forvittringsmateriale som ligger ovenpå den faste berggrunnen. Løsmasser kan brukes til både forsterkningslag, bærelag og slitelag.

Fraksjon	Inndeling	Størrelse (mm)	Kommentar
Blokk		> 600	
Stein		600-60	
Grus	Grov	60-20	
	Middels	20-6	
	Fin	6-2	
Sand	Grov	2-0,6	Kan sees
	Middels	0,6-0,2	
	Fin	0,2-0,06	
Silt	Grov	0,06-0,02	Gnisser/knaser når «tygges»
	Middels	0,02-0,006	Kan ikke sees
	Fin	0,006-0,002	Kan ikke kjønes
Leire		< 0,002	

Følgende er ofte vanlig fordeling av fraksjonene i morene:

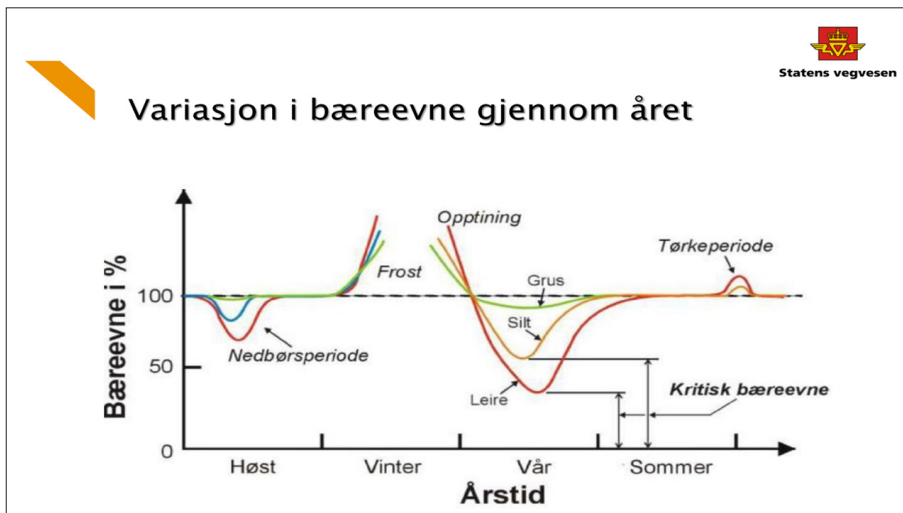
Fraksjon	Andel (%)
Leire	10
Silt	35
Sand	45
Grus	10

### Rulletesten gir en rask indikasjon på leireinnhold.

Ta litt av en jordprøve, tilsett litt vann og rull ut ei pølse. Prøver med høyt leireinnhold kan ruller smalere før pølsa brister enn tilsvarende prøver med lavt leireinnhold. Benytt skyvelær til å måle diameter.

Diameter på rulleprøva (mm)	Leireinnhold (%)
3	5-10
2	10-25
1-1,5	25-40
1	40-60
<1	>60

Det kreves mye erfaring for å kunne gi en pålitelig vurdering av gruskvalitet i felt og om hvor egnet den er til lokaliteten der den skal benyttes. Geologi, klimaforhold, planlagt periode på året med belastning og topografi er noen momenter som må vurderes. Grus til veibyggingsformål kan hentes fra forskjellige avsetningstyper på forskjellige steder i terrenget. På en veistrekke kan man finne lommer av grusforekomster som ikke er å finne på de geologiske kartene, men som absolutt kan være egnet til veibygging.



Figur 15 - Bæreevnen varierer gjennom året og med nedbørsmengde og tørke. Kilde: Statens vegvesen.

Ved bruk av utelukkende grus og sandmasser bør massene ha grovt kornskjellet masser som fyller tomrommene, og mindre korn og fraksjoner helt ned til leirstørrelse. For å få ønsket binding av fraksjonene bør massene ha noe plastiske egenskaper. Om massene inneholder mye grovsand i toppdekket, vil vaskebrett oppstå.

Løsmassene som skal benyttes anbefales å knuses. Avrundede korn (ubehandlet) bør ikke overstige 60% og andelen helt eller delvis knuste korn bør overstige 30%. Dette for å oppnå god stabiliteten i veien.

Knust fjell har vanligvis bedre egenskaper, som stabilitet, enn masser av knust naturgrus. Spesielt er dette gjeldende i telefarlige områder (avhenger av undergrunn og klima – vann og kulde). Selv om kornfordelingskurven blir noe «dyp» for knust fjell, vil egenskapene være tilfredsstillende (N200).

## Morene

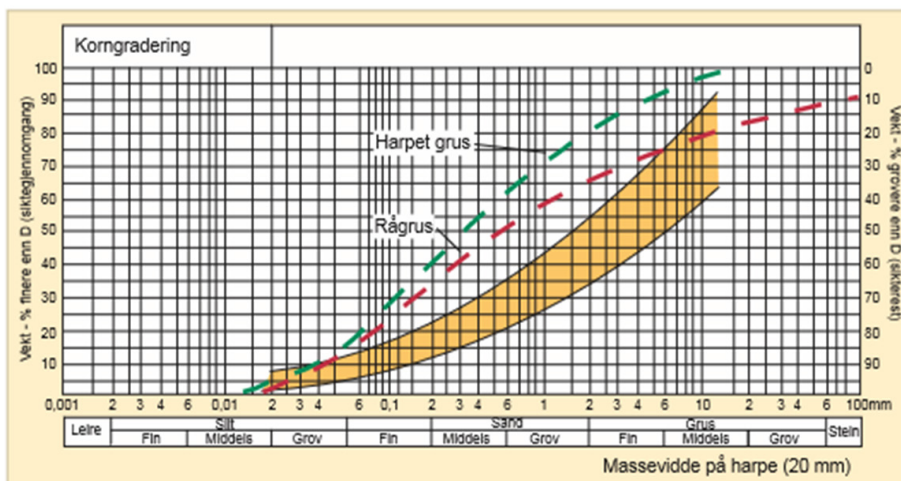
Hva med morene? Morene er så mangt: bunn-, nedsmeltings-, side- og endemorene. De ulike morenetyper varierer noe i sammensetning, men felles er usorterte masser av alle kornstørrelser. Videre avhenger det en del av hva slags bergtyper morenen er bygd opp av (ofte en stor miks, men stort sett dominerer den lokale berggrunnen), innholdet av finstoffer og om fraksjonene er avrundede eller skarpkantet. Stort sett er de skarpkantet. Ofte inneholder morenemassene mer finstoffer en ønskelig, spesielt morener i kambrosilur-områder med skifer, kalkstein og sandstein (kilde: [Høgskolen i Vestfold](#)). [Slike områder](#) er vanlig å finne i Oslofeltet, på Vestlandet og i Trondheimsfeltet, Nordlandsprovinnsen, Troms og Finnmark.



Figur 17 - Morene. Kornstørrelsen er svært varierende. Foto: Karl Ragnar Gjertsen.







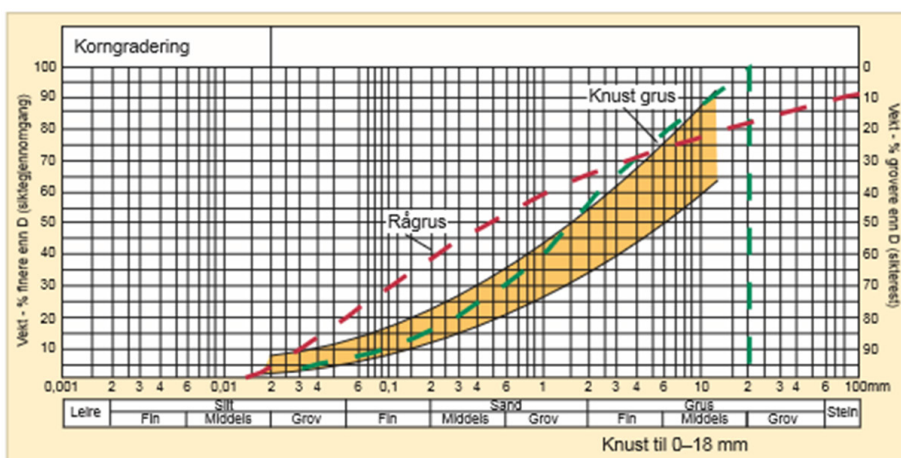
Figur 18 - Kornfordelingskurvene for rågrusen og forbedringen ved knusing sammenliknet med idealkurven for slitelagsgrus.

## Knusing

Materiale som knuses til skogsveiformål i Norge er enten morene, andre former for løsmasser, eller fjell. Knusing gir en kvalitetsforbedring av byggematerialet nesten uansett hvilken massetype som er utgangspunktet.

Tre egenskaper ved grusen påvirkes:

- Kornfordelingen blir mer gunstig. Ved knusing brytes de største partiklene ned i mindre fragmenter slik at kornfordelingskurven forandres, alltid til det bedre. For grovkornet rågrus med mye knusestein kan man oppnå en slitelagsgrus tilnærmet ideell kornfordeling, selv om utgangsmaterialet er mindre godt. Vist med grønn kurve, knust grus i figur 9.
- Kornformen blir alltid skarpkantet, stenglig eller skifrig (se side 37). Knusing av for eksempel elvesortert gneis med runde korn kan gi godt resultat fordi kornformen endres fra kuleform til skarpkantet.
- Behovet for bindestoff reduseres. Rågrustyper som mangler bindestoff er uegnet til slitelagsgrus. Knusing øker bindestoffinnholdet noe, men ikke alltid nok til å tilfredsstille kravene i idealkurven. På grunn av at kornformen endres til det bedre, avtar behovet for bindestoff.



Figur 19 - Kornfordelingskurvene for rågrusen og forbedringen ved knusing sammenliknet med idealkurven for slitelagsgrus.



Egnet rågrus til byggemateriale kan være lite tilgjengelig. Knusing av fjell er da et alternativ og man kan framskaffe meget godt byggemateriale. Med transportable knuseverk nær veganlegget reduseres massetransporten, og med et gitt volum kan knust masse prismessig konkurrere med naturgrus. De gode egenskapene ved knust fjell gjør at masseforbruket kan reduseres.

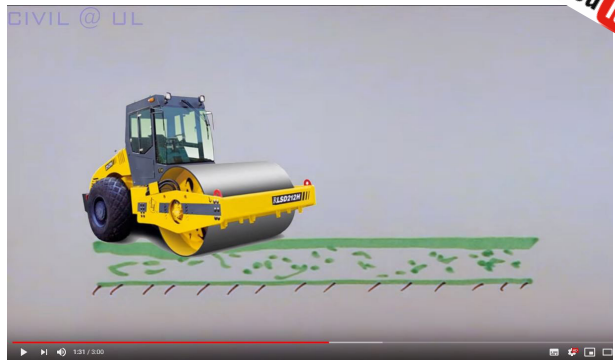
## Valsing

Komprimering av de ulike lagene, uavhengig av type masse, vil føre til at lagene står bedre mot trafikkbelastning. Valsing vil redusere flyting den første tiden. Best effekt oppnås med vibrasjonsvals, men valg av utstyr er kritisk. Tungt og kraftig komprimeringsutstyr kan myke opp svak undergrunn som bløt leire. Her bør en lett vals benyttes. Det er også viktig å vite materialets hardhet og evne til å motstå slitasje. Svake og porøse bergarter kan lett knuses ned ved bruk av for stor vals og/eller ved for mange passeringer med valsen. Grus som vales må være fuktig for å hindre separasjon.



YouTube

Video 4 – Videoen viser et stort mobilt knuseverk.



YouTube

Video 5 – I videoen forklares komprimering og hvorfor det er viktig (på engelsk).

Foto: Kystskogbruket





# Bergarter

Ved knusing av fjell, er kvaliteten på sluttproduktet avhengig av bergart og håndteringen av massene under produksjonen. Skal for eksempel knust fjell benyttes til slitelag, må varen leveres usiktet. Dersom finmaterialet (subbusen) er siktet fra, reduseres kvaliteten betraktelig. Knust fjell kan legges ut i tynnere lag enn vanlig knuste løsmasser. Knust fjell fremstilles i første rekke ved å sprengte fjellpartier, men også ved pigging av knauser m.m.

Hvilke bergarter som egner seg til skogsbilveibygging er et ofte stilt spørsmål. Det vil være forskjellige krav til hvilke bergartstyper som kan benyttes i Statens vegvesens regi og hvilke bergarter som vi kan benytte oss av til bygging av gode skogsbilveier.



Opprusting av eksisterende vei. Her er knust fjell benyttet til å forsterke bæreevnen.  
Foto: Martin Bråthen

## Berggrunn og vegbygging

Vårt land har en lang og mangfoldig geologisk historie. Det har bidratt til mange ulike bergarter av vekslende kvalitet. Mest kjent og utbredt er gneis, granitt, sandstein og gabbro. Alle disse er generelt gode bergarter for vegbygging, men enkelte har også sine svakheter. De vi bør holde oss vekk fra er alunskifer, svartskifer, fyllitt, glimmerskifer og mørk leirskifer. I vedlegg 1 er det ei liste over de vanligste mineralene og bergartene, og hvordan disse kan kjennes igjen visuelt.

Enkelte landsdeler er blitt utsatt for spesielle geologiske prosesser, noe som har skapt omvandlede og nye bergarter. Dette gjelder det såkalte Oslofeltet som strekker seg fra Oslofjorden og inn i Mjøsområdet. Dette representerer



et innsynkningsområde påvirket av jordskjelv og vulkanisme med dannelse av nye bergartstyper. I Trondheimsfeltet kan en også vise til omdannede bergarter sterkt påvirket av «kollisjonen» med Grønland for millioner av år siden. Dette har bidratt til et enkelte regioner har en komplisert geologi med mange ulike bergarter innen et begrenset område. En titt på fargeforklaringen på NGUs kartblad Hamar viser 119 forskjellige bergarter, og av disse er det 22 ulike gneis/granittiske!

Gode bergarter skal domineres av mineralene kvarts og feltspat. Våre fleste gneis/granittiske bergarter, sandsteiner og gabbro er godt egnet for bygging av skogsbilveger. Det er disse som er mest utbredt i landet. Kort beskrivelse av situasjonen i de ulike fylker (etter fylkesinndelingen fra 2017):

### **Østfold fylke**

Med unntak av Jeløya består store deler av Østfold av grunnfjellsbergartene gneis/granittiske bergarter i en rekke varianter med hensyn til mineral-sammensetningen. Generelt er de fleste godt egnet for vegbygging, men enkelte soner i gneisen kan ha større mengder av glimmer som er lite ønskelig i toppdekke. Lokalt forekommer noen gabbroforekomster nordøst for Mysen, ved innkjøringen til Moss og ved Larkollen. Dette er bra bergarter som byggeråstoff. Iddefjordgranitten sydvest i fylket har også god standard.

Det kan tilføyes at det i dette grunnfjellsområde forekommer en rekke pegmatittganger. Disse skiller seg ut fra de forøvrigte lyse gneis/granittiske bergartene, som mørke striper eller belter (på 1 til 5 meter). Ofte er de steile eller står på skrå i hovedbergarten. De er lett kjennelige i vegskjæringene langs E6. Som basalter er dette bra bergarter, men enkelte av de kan også ha større anrikninger av glimmer som er mindre bra.

### **Hedmark fylke**

Grunnfjellsbergartene gneis, granitt og gabbro dominerer de syd og sydøstlige deler av fylket syd for Elverum. Alle disse er velegnet for skogsbilvegbygging. Langs vestsiden av Glomma mellom Løten og Brandval forekommer et belte med vulkansk bergart (rhyolitt). Denne er meget hard og har spesielt gode kvaliteter. Gabbro-forekomstene som ligger som «øyer» og høydedrag i grunnfjellsområdet er generelt meget godt egnet for skogsbilvegbygging.

De sentrale deler av Mjøsområdet består av skifer og kalkstein. Noe av kalksteinen kan benyttes som bærelag, men normalt så henter en bedre og mer egnede masser fra sandsteinsområdene nord for Moelv, og grunnfjellsområdene syd og øst for de sentrale deler av Hedemarken. Ringsakerkvartsitten i de sydlige deler av Hedmarksvidda er godt egnet, men ved at dette er en ren kvartsbergart stilles det spesielle krav til knusingen for å få mest mulig finstoff i toppdekke.

De midtre deler av fylket mellom Elverum og Alvdal, svenskegrensen i øst og Rondane i vest består av grunnfjell, sandstein og skifer. I syd ligger grunnfjellet i de lavereliggende dalfører, over disse kommer smale soner med alunskifer, og på toppen sandsteinen (som såkalte skyvedekker). Fra Storsjøen og i sydøstlig retning mot Nordre Osa er det et større område med alunskifer. Ser en bort fra alunskiferen er øvrige bergarter velegnet som byggemateriale for skogsbilveger.

Områdene nordvest i fylket, vest for Glommavassdraget mellom Folldal, Tynset og Røros, består av glimmerskifer, fyllitt og gråvakke. Alle disse er lite egnet for bygging av skogsbilveger.

## **Oppland fylke**

Bergartene på vestsiden av Randsfjorden mellom Fluberg og Jevnaker består av granodiorittisk gneis. Det samme har vi på østsiden mellom fjorden og Hunnselva ned til Brandbu. Bergarten er velegnet som byggemateriale for skogsbilveger. Området Brandbu - Jevnaker og Grua består av alunskifer og kalkstein, som er lite egnet som byggemateriale.

Syd for Einafjorden, mot Gran og Brandbu, er det et belte med glimmerrike grunnfjellsbergarter. Glimmerinnholdet kan være i overkant av hva som ønskes i toppdekke.

De sydøstlige deler av fylket mot Hurdalen og Mjøsa består av ulike syenitt- og ekerittbergarter. Disse varierer i kvalitet med hensyn til mengde fordelingen av mineralene feltspat og kvarts. De med høyest kvartsinnhold er best.

Kalkstein-/skiferforekomstene i Gjøvik, Østre og Vestre Toten er lite egnet for vegbygging med unntak av Mjøskalksteinen på høydedraget ved Bøverbru. Denne kan benyttes som bærelag, men ikke som toppdekke.

Bergartene nord for Lillehammer-Gjøvik-Dokka og Fagernes veksler mellom ulike sandsteinsbergarter, alunskifer/fyllitt og gabbroide bergarter nordvest i fylket. Sandsteinbergartene og gabbro er velegnet for vegbygging, men kvartsitten som toppdekke setter større krav til knuseprosessen.

## **Akershus fylke**

De nordlige, østlige og sydlige deler av Akershus består av ulike gneis/granittiske grunnfjellsbergarter. Generelt er disse godt egnet som råstoff for skogsbilveger, men glimmerinnholdet i gneisen (på Romerike) kan være i meste laget for bruk i toppdekke. Gabbroforekomstene i området anses å tilfredsstillende kravet til skogsbilveger.

Vest for Nannestad i nord og Nittedal i syd forekommer Oslofeltbergarter

med syenitt og ekeritt. Innholdet av nok kvarts er en forutsetning for å benytte disse i toppdekke.

## Vestfold fylke

Fylket består av Oslofeltbergarter som domineres av dyperuptivene Drammensgranitt og ulike syenitt-, ekeritt- og rombeporfyrbegarter. Drammensgranitt og rombeporfyrt samt et mindre område med omdannet silurisk sandstein har gode kvaliteter. Et rikt innhold av kvarts er nødvendig for at både syenitt og ekeritt skal ha tilfredsstillende kvalitet. Larvikitt - vår nasjonalbergart - er bedre egnet som prydstein enn som råstoff for vegbygging, men kan benyttes som bærelag.



Eksisterende vei er sprengt opp ved opprusting. Her er sorteres og benyttes steinmassene for å bygge opp en god bæreevne.

Foto: Martin Bråthen

## Buskerud fylke

Helt nordvest i fylket, i Hallingdalen og Hemsedalen, preger gneis-/granittiske bergarter dalbunn og liser. Kommer en opp på flatene på 900 til 1000 m o.h. (seter-områdene) ligger det fyllitt og sandstein (kvartsitt) om hverandre. Både gneis, granitt og sandstein er velegnet som råstoff til skogsbilveger. Det samme kan sies om grunnfjellsbergartene i de midtre deler av fylket ned til Jevnaker - Tyrifjorden - Kongsberg.

I de sydøstlige områder av fylket, ved Tyrifjorden, Drammen og Eikeren dominerer Oslofeltbergartene med bl. a. ekeritt og syenitt. Med det rette kvartsinnhold tilfredsstiller disse kravet som råstoff til skogsbilveger. Rombeporfyrbegartene langs østsiden av Tyrifjorden har meget god kvalitet i motsetning til skiferforekomstene nord og syd for sjøen, og i området langs Drammenselva og Øvre Eiker. Kalksteinen bør holde kravet som bærelag.

## Telemark fylke

Fylket domineres av grunnfjellsbergarter fra kysten og helt inn på Hardangervidda. Gneis-/granittiske bergarter dominerer, men fra Rjukan og nordover



mot Hallingdal går et belte med ryolittiske lavabergarter. Alle disse, og ikke minst sistnevnte, har gjennomgående en god kvalitet med hensyn til råstoff til skogsbilveger. I de østre deler av fylket mellom fylkesgrensen og en linje mellom Notodden og Langesund opptrer Oslofeltbergarter med ulike syenittbergarter. Disse har en vekslende kvalitet, men kvartsitten og basalten øst for Skien og Porsgrund er av meget høy standard. Kalksteinspartiet vest for denne forekomsten holder trolig kravet som bærelag.

### **Aust-Agder fylke**

Fylket har bare grunnfjellsbergarter av god kvalitet. De viktigste er: granitt, kvartsdioritt, sandstein, øyegneis, finkornet gneis og mindre områder med gabbro–amfibolitt.

### **Vest-Agder fylke**

Fylket domineres av ulike gneis-/granittiske bergarter. Bergartene er generelt gode for vegbygging, men glimmerinnholdet i enkelte gneiser kan overstige kravet til et tilfredsstillende toppdekke. I de kystnære områdene i sydvestre del av fylket er det et mindre område med anortositt og norittiske bergarter. Begge er godt egnet som råstoff for vegbygging.

### **Rogaland fylke**

I de midtre områder av Boknafjorden og i de høyereliggende områder inn mot Aust Agder opptrer fyllitt i større og mindre områder. Bergarten er lite egnet til vegbygging i motsetning til anortosittiske bergarter ved Sauda og kystområdene ved Egersund. For øvrig har fylket gode gneis-/granittiske bergarter.

### **Hordaland fylke**

Fylket har et mylder av bergarter. De dårligste finner en i spredte områder på nordsiden av Hardangerfjorden. Her forekommer større og mindre områder med leirskifer, glimmerskifer og fyllitt. Sistnevnte finner vi også i de høyereliggende områder mot Hardangervidda.

I de lavereliggende områder langs fjordarmene er det gneis-/granittiske bergarter og kvartsdioritt, alle gunstige som råstoff for vegbygging.

### **Sogn og Fjordane fylke**

Ytre del av Sognefjorden består av gneis og glimmergneis. Sistnevnte bergart kan være dårlig egnet som toppdekke. Ved Leikanger går det et belte med fyllitt i sydvestlig og nordøstlig retning mot Skjolden. Videre østover kommer en inn i Jotundekke med gabbroide- og granodiorittiske bergarter. Begge velegnet for vegbygging.

Partiet mellom Sognefjorden og Nordfjord domineres av ulike gneisbergarter, det meste av god kvalitet. Mindre partier har glimmerskifer og glimmerrik gneis, begge lite egnet for toppdekke. Fjellområdene rundt Ålfotbreen består av devonsk sandstein. Denne er velegnet for vegbygging.

### **Møre og Romsdal fylke**

De syd og sydvestlige deler av fylket syd for Trollheimen består av gneis, dels granodiorittisk og øyegneis, alle av god kvalitet som råstoff for vegbygging. Det samme kan også sies om bergartene i de kystnære områdene nord i fylke. Selv om disse er presset inn i en parallellstruktur som går i NØ-SV retning, er kvaliteten god nok for vegbygging. I Surnadalen er det innslag av grønnstein og glimmerskifer. Sistnevnte er lite egnet for vegbygging.

### **Sør-Trøndelag fylke**

Områdene øst for Orkdalen og Trondheim mot Røros domineres av glimmerskifer, gråvakke, kalkskifer og fyllitt, som er lite egnet som byggeråstoff. Lokale områder består av kvartsdioritt og grønnstein som er velegnet. Det samme kan sies om et mindre parti med sandstein- og granittbergarter langs svenskegrensa.

I de kystnære områdene veksler bergartene mye. Jevnt over holder bergartene dioritt, kvartsitt, grønnstein og granodiorittisk gneis god kvalitet. Lokale områder på Fosen med fyllitt og glimmerskifer er mindre bra.

### **Nord-Trøndelag fylke**

De kystnære områdene ved Namsos og Rørvik består av gneis-granittiske bergarter velegnet for vegformål. Lenger inn i landet mot Namdalen og Snåsavatnet følger dalbunnen striper med glimmerskifer og fyllitt som er mindre bra.

Øst for Trondheimsfjorden og Namdalen mot svenskegrensa er det en rekke bergarter av ulik kvalitet. De beste er granodioritt, gneis, grønnstein, kvartsdioritt og gabbro. Av motsatt kvalitet følger fyllitt og glimmerskifer.

### **Nordland**

De sydlige deler av Nordland nord til Saltdalen domineres av marmor, glimmerskifer, granitt og kvartsdioritt. Disse ligger i en parallellstruktur som går i nord-syd retning. Normalt kan marmoren benyttes som bærelag, men ikke som toppdekke. Glimmerskiferen er lite egnet til begge formål, mens granitt og kvartsdioritt er velegnet. Generelt danner de harde bergarter høydedrag og fjellområder, mens skiferen danner dalstrøkene.

Området mellom Saltdalen og fylkesgrensen til Troms domineres av

gneis-/granittiske bergarter og glimmerskifer med noe innslag av marmor. Sistnevnte bergarter finner vi også mellom Sørfolda og Sagfjorden, og nord og syd for Ofotfjorden. Ved Råna er det et mindre område med gabbro. Denne bør være velegnet for vegbygging.

## **Troms fylke**

De kystnære områdene med Senja, Kvaløya, Ringvassøya og Vanna består av granittiske bergarter, samt noen mindre områder med gabbro. Alle velegnet for vegbygging. Det samme kan også sies om bergartene langs svenskegrensen. I de sentrale deler av fylket dominerer glimmerskifer og marmor. I Målselv mellom Andselva og Rundhaug forekommer et belte med granitt og grønnstein velegnet som byggemateriale, som Lyngsfjella med sine harde og seige gabbroide bergarter.

## **Finnmark fylke**

Bergartene i Finnmark kan inndeles i tre hovedgrupper: de kystnære, de midtre og de indre (som omfatter viddeområdene og Pasvikdalen) mot grensa til Finland. Halvøyene som stikker ut mot Barentshavet mellom Altafjorden og Vardø består vekselvis av kvartsitt og glimmerskifer, fyllitt og leirskifer. De sistnevnte representerer dårlige bergarter for vegbygging. Derimot holder gabbrobergartene vest og nord for Altafjorden god kvalitet.

De midtre deler av fylket mellom Alta og Tana domineres av kvartsrik sandstein godt egnet for vegbygging. Syd for denne, mot viddeområdene, går det en smal stripe med alunskifer.

Finnmarksvidda og Pasvikdalen domineres av gneis-/granittiske bergarter med innslag av noe kvartsitt. Alle er velegnet som råstoff for skogsbilveger.

Legging av fiberduk for å separere gamle masser fra nye ved veiopprusting. Foto: Romeriks Allmenning v/Johannes Enersen.





Tabellen viser forenklet oversikt over bergartenes egnethet som råstoff i skogsbilveger, som bærelag og toppdekke. \*\*\* meget godt egnet, \*\* godt egnet, \* lite egnet

Bergart	Bærelag	Toppdekke	Kommentarer
Gneis	***	**	Glimmerinnholdet i gneisen i toppdekket bør ikke overstige 10 %
Granitt	***	***	
Granittisk gneis, stedvis mylonittisk	***	***	
Granittisk gneis med glimmerskifer	**	*	
Granodiorittisk gneis	***	***	
Glimmerskifer	*	*	
Gabbro	***	***	Bergarten varierer noe i kvalitet, men generelt velegnet for bygging av skogsbilveger
Ryolitt	***	***	Vulkansk bergart. Stiller spesielle krav til knusing for å få tilfredsstillende innhold av finstoff i toppdekket
Mjøskalkstein	***	*	Mjøs-kalksteinen er massiv og egnet som bærelag, men ikke som toppdekke
Alunskifer, svartskifer, leirskifer, fyllitt og gråvakke	*	*	Dårlig egnet
Kvartsitt	***	***	Godt egnet, men som toppdekke stilles det spesielle krav til knusing for å oppnå nok finstoff
Sandsteiner for øvrig	***	***	Skiftende kvaliteter, men generelt gode nok
Brumunddalsandstein	*	*	Lett-forvitret ørkensandstein
Rombeporfyr	***	***	Generelt god, men varierer i kvalitet
Hornfelts	***	***	Metamorf bergart. Oppvarmet kalkstein. Riktig knusing viktig for et godt toppdekke
Basalt	***	***	Meget god. Riktig knusing viktig for godt toppdekke
Syenitt	***	**	Kvartsinnholdet varierer, det samme med kvaliteten
Kvartssyenitt	***	***	Kvartsinnholdet over 10 %. God kvalitet
Drammensgranitt	***	***	God kvalitet
Larvikitt	***	*	Variant av syenitt, rik på feltspat. Best egnet som pyn-testein, men kan benyttes som bærelag
Ekeritt	**	*	Domineres av feltspat, ubetydelig med kvarts
Dioritt	***	**	Begrenset kvartsinnhold
Kvarts-dioritt	***	***	God kvalitet
Noritt	***	***	Gabbroid dypbergart, seig og velegnet for vegbygging
Anortositt	***	***	Størst forekomst i de sydøstlige kystnære områder av Rogaland. Hvis bergarten har mer enn 10 % kvarts kalles den kvartsanortositt. Meget god
Devonsk sandstein	***	**	Lokale områder på Vestlandet og på Fosen
Grønnstein	***	***	Omdannet basalt eller diabas. Godt egnet
Marmor	***	*	Kun som bærelag

# Alternative masser

I noen tilfeller kan det dukke opp situasjoner der andre masser kommer opp som alternativer. Krav til kornfordeling for gjenbruksmaterialer er som for øvrige materialer brukt til samme formål.

## Knust asfalt

Gjenbruksasfalt eller asfaltgranulat kan benyttes som bærelag og til forkilingsmasse eller som dekke (slitelag). Asfaltgranulatets renhet skal dokumenteres. Det skal også dokumenteres at materialet ikke inneholder miljøgifter, som f.eks. steinkultjære. For å oppnå tilfredsstillende korngradering, minske hulrom og minske sannsynlighetens for deformasjoner, bør steinmaterialer av tilfredsstillende kvalitet tilsettes, men ikke mer enn 30 % i forhold til asfalten (kilde: [Statens vegvesen håndbok N200](#) kap. 622.4).

Knust asfalt kan være et godt alternativ til «vanlig» slitelagsgrus. Den blir hard og binder seg veldig bra, men den kan være vanskelig å høvle siden det kan løsne «flak» som sitter sammen.

## Betong

Betong kan benyttes som forsterkningslag. Ved bruk av gjenbruksbetong må renhet også her dokumenteres. Det er imidlertid lov til å ha innslag av f.eks. tegl, asfalt, glass m.m. etter bestemmelser i NS-EN 11-933. Ofte er det nødvendig med et forkilingslag av knuste steinmasser ved bruk av betong som forsterkningslag (kilde: [Statens vegvesen håndbok N200](#) kap. 522.12).

## Bindemidler for å øke bæreevnen

Det er en rekke alternativer som kan øke bæreevnen på en vei med mye finstoffer, f.eks. [Dustex](#) og Groundeco, for å nevne noen. Ved dypstabilisering vil de kjemiske stoffene kitte sammen massene og redusere risiko for fritt vann i veikroppen. Ved å frese veilegemer med for mye stein og grove fraksjoner oppnås dessuten bedre kornfordelingskurve.



Video 6 - I videoen knuses det asfalt



Video 7 – Video av overflatestabilisering og dypstabilisering av veien. Her av produktet Dustex, men prinsippet er likt også for de andre produktene.

## Geosynteter

Les mer om geosynteser i [veinormalene](#) – vedlegg 2, eller ved å klikke inn på følgende lenker for å se noen eksempler:

Geosynteser: [geosyntia.no/veiarmering](http://geosyntia.no/veiarmering)

Fiberduk: [geosyntia.no/fiberduk](http://geosyntia.no/fiberduk)

Geonett: [viacon.no](http://viacon.no)

Noen leverandører:

[byggros.com](http://byggros.com)

[viacon.no](http://viacon.no)

# Dårlig byggemateriale - konsekvenser

En landbruksvei skal bygges som et langsiktig anlegg med en levetid på minst 20-30 år, før veien som følge av tidens tann, trafikkslitasje eller endret bruksmønster og utstyr har behov for en opprusting. En solid og smart bygd vei som er godt vedlikeholdt vil kreve mindre investeringer ved en opprusting. Om massene som benyttes til å bygge om en landbruksvei er av mangelfull kvalitet med tanke på slitestyrke, kornfordeling og form, vil dette garantert få følger i ettertiden. Kortsiktige konsekvenser kan være at skogbruksmyndigheten ikke godkjenner veianlegget før utbedringstiltak gjennomføres. Dette kan koste dyrt. Veien kan bli godkjent, men etter hvert som tiden går, oppstår tele og vannskader, og når veien blir belastet oppstår kjørespor, skader på stikkrenner, slag hull og vaskebrett. Til slutt er veien ubehagelig å kjøre på og tømmertransportørene kan kreve kippe eller vanskelighetstillegg for å få fraktet ut tømmer. Veien kan dessuten være ufremkommelig store deler av året, noe som reduserer fleksibiliteten i når avvirkning er mulig. Skadene er dyre å rette, og det er enda dyrere å ruste opp veien til den stand som den skulle vært i. Om du har fått bevilget tilskudd til veianlegget kan dette helt eller delvis bli trukket tilbake som følge av at veien ikke ble bygd i henhold til veinormalene. Hvis for eksempel en bratt fylling sklir ut som følge av at massene er runde og har feil kornfordeling (dårlig sammenkitting og masser som lett kan flytte på seg) kan i verstefall skade på utstyr og person oppstå (f.eks. [Snøås-dommen](#) i Drangedal). Det gjør deg eller [veiorganisasjonen](#) ansvarlig for ulykken og det vil oppstå erstatningsansvar. Les mer om ansvar i heftet «[Private skogsbilveier – ansvarsforhold](#)».

Konklusjonen er at masser av dårligere kvalitet bør unngås. Det er langsiktig mest lønnsomt å strekke seg for å oppnå god veikvalitet i henhold til veinormalene. Men i noen tilfeller kan dårligere kvaliteter være eneste alternativ for å få de økonomiske forutsetningene til å gå opp eller at det er få alternative masser i nærheten. Vær da bevisst på ditt ansvar og ta forhåndsregler. Gjør tiltak som forbedrer massene så godt det lar seg gjøre, benytt mer masse en minimumskravene i veinormalene, og vær streng på når veien kan benyttes og ikke. Sett opp bom og informasjon. Et minimum bør være å benytte profesjonell veiplanlegger til å prosjektere veien og lage byggeplan. Finn din nærmeste profesjonelle veiplanlegger på [Skogsvei.no](#).



Her ser vi et forsøk på å forsterke bæreevnen på en vei ved å tilføre grovt slitelag. Forsøket kan anses som mislykket. Massene i veikroppen er såpass dårlige at tydelige hjulspor har oppstått kort tid etter utført tiltak. Legg merke til målebåndet midt på bildet. Moralene er å unngå bruk av dårlige masser da dette vil medføre stort vedlikeholdsbehov og stor sannsynlighet for behov for reparasjon/opprusting.



# Massetak

Et massetak i nærheten av dine skogsbilveier kan være lønnsomt og praktisk, både med tanke på anleggelse av veien og fremtidig vedlikehold. Dette krever at massene er av tilfredsstillende kvalitet. Med kvalitet menes blant annet bergart, mulighet til standplass for et mobilt knuseverk og pallehøyde. Til og med det offentlige kan ha interesse av at det opprettes lokale massetak for å spare øvrig infrastruktur, forurensning m.m.

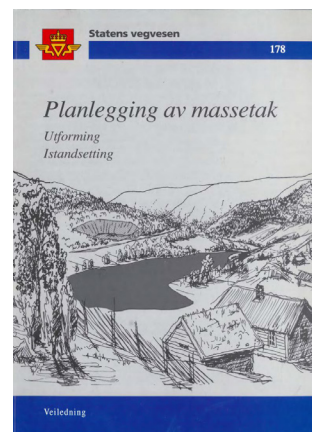
Det er krav om å ha en plan om hvordan massene skal tas ut og hvordan massetaket skal se ut etter bruk. Det er ikke akseptert at steiner og blokker ligger rundt i terrenget etter gjennomført sprengning. For å unngå dette bør matter benyttes. Ved kritiske og omfattende sprengningsarbeider skal det kontraktfestes at entreprenør har den nødvendige ekspertise (kilde: [Skogsveibygging med miljøhensyn](#)).

Statens vegvesen har et gammelt veiledningshefte – [Planlegging av massetak](#) som kan inspirere til å utforme planlagt massetak på en fornuftig måte med tanke på flerbrukshensyn, samt hvordan massetaket kan se ut etter endt drift (s.39-44).

For massetak av berg må sprengningen utføres på en riktig måte, borreavstand og ladning, slik at de utsprengte massene kan benyttes til fyllings- og bærelagsmasser i veianlegget. For å oppnå avrettings- og slitelagskvalitet må det benyttes et mobilt knuseverk, hvis ikke disse massene kan tilføres fra et annet sted.

## Hvordan opprette massetak?

For å få lov til å opprette et massetak på din eiendom må det søkes til landbrukskontoret i din kommune jf. [Forskrift om planlegging og godkjenning av landbruksveier](#), og det må vedtas en godkjenning. I skjemaet som må fylles ut for å få godkjent et veibygging- eller opprustingsprosjekt, skal massetaket markeres geografisk og det planlagt uttak i m<sup>3</sup> må fastsettes. Det er kommunen som behandler søknaden, men den blir også sendt til høring til Fylkesmannen. Forutsetningene for at du kan opprette et massetak, er at massene kun benyttes til søkt



Statens vegvesen sitt hefte om «Planlegging av massetak».



Video 7 – Film av rettet sprengning uten matter. Lite masser blir kastet ut i terrenget (kilde: Paul Anders Lia ).



Video 8 – I filmen utføres sprengning på et skogsbilveianlegg. Det er også et eksempel der matter kanskje burde vært benyttet da en del stein og blokker havner et godt stykke unna området der massene skal benyttes (kilde: Fjellsprengern Leif Ihlang AS).

veianlegg og nærliggende landbruksveier der landbruksandelen kan bevises som en betydelig del i veien (minst 50 %). Massene kan derfor ikke selges til andre formål eller til landbruksveianlegg som ikke er nærliggende. Om massene skal selges eller om landbruksandelen i veien er for lav, må [plan- og bygningsloven](#) med tilhørende forskrifter følges, med blant annet krav om reguleringsplan og utbyggingsavtale (jf. kap.12 og kap.17). Dette medfører gebyrer, lang saksbehandlingstid, krav om omfattende planlegging og flere skjemaer som må fylles ut enn ved å benytte landbruksveiforskriften.

### Meldingsplikt ved uttak over 500 m<sup>3</sup>

«Ved all uttak over 500 m<sup>3</sup> masse skal det sendes melding til Direktoratet for mineralforvaltning senest 30 dager før oppstart, jfr. mineralloven § 42.»  
Les mer ved å klikke på denne koblingen: [dirmin.no](http://dirmin.no).

### Grense på 10 000 m<sup>3</sup>

«Etter mineralloven § 43 krever et samlet uttak på mer enn 10 000 m<sup>3</sup> masse, samt ethvert uttak av naturstein, driftskonsesjon fra Direktoratet for mineralforvaltning med Bergmesteren for Svalbard (DMF)». Søknad om driftskonsesjon skjer på et eget skjema som finnes på [dirmin.no](http://dirmin.no).

## Lover og regler

Å bygge en skogsbilvei, både med eller uten et massetak krever at en rekke lovverk, forskrifter, plandokumenter og sertifiseringsavtaler følges. Noen av de mest sentrale nevnes i rask rekkefølge: [veglova](#) (definerer hva som er privat vei), [jordlova](#) (åpner for veibygging med hensyn til landbruksformål), [skogbrukslova](#) (gir klare retningslinjer for hva som må til for å bygge/ombygge en landbruksvei) og [forskrift om planlegging og godkjenning av landbruksveier](#) (konkretiserer krav og forutsetninger for å bygge landbruksveier). I sistnevnte forskrift kommer det frem at vi må forholde oss til [Normaler for landbruksveier med byggebeskrivelse](#). Norsk [PEFC skogstandard](#) har dessuten et eget kravpunkt, 4 Skogsveier, som skal sikre at miljømessige forhold ivaretas.

Videre er spesielt [naturmangfoldloven](#) av betydning. Kommunen skal [vurdere](#) omsøkt tiltak etter de miljørettslige prinsippene i naturmangfoldlovens §§ 8 – 12. Kommunen skal vurdere påvirkningen på naturmangfoldet av selve veitraséen, med grøfter og veiskulder og eventuelle nye massetak langs veien.

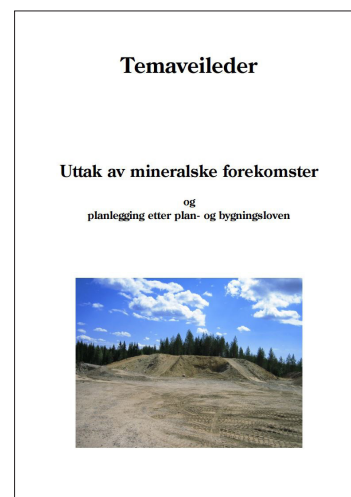
Andre viktige lovverk med tilhørende forskrifter er:

- [Friluftsløven](#)

Gir tilgang til fri ferdsel i naturen, noe som innebærer aktsomhet overfor tredjeperson. Dette kan innebære sikringstiltak.



Heftet ”Praktisk bruk av naturmangfoldloven ved behandling av skogsbilveier”



I dette heftet forklares også en rekke forskrifter i nevnte lover som også gjelder for massetak opprettet etter landbruksveiforskriften. Se side 13-20.



- [Kulturminneloven](#)

Krav om å undersøke og opplyse om kulturminner.

- [Vannressursloven](#)

Vassdragsmyndighetene må kontaktes. De har hjemmel i § 20 bokstav e til å gi fritak fra krav om konsesjon for tiltak i forbindelse med et vassdrag.

- [Reindriftsloven](#)

Håndtering av samiske interesser i mineralsaker - særskilte regler for Finnmark, les mer [her!](#)

- [Forurensningsloven](#)

Gjør seg gjeldende spesielt i friluftsområder, i nærheten av bosetninger og i tilknytning til vassdrag. Forurensning kan være støy, rystelser og støv. Som eksempel vil det ved bruk av mobilt knuseverk ofte stilles krav til fangdam for å forhindre avrenning.

- [Grannelova](#)

Reglene om varsel og granneskjønn i grannelovens §§ 6-8. Det kan også bli snakk om krav om erstatning hvis noen lider skade av veibyggingen som tiltak etter § 9. F.eks. kan et massetak som forsyner veier i nærområdet medføre endret bruk og slitasje av en felles tilkomstvei. Dessuten kan sprenging medføre rystelser som kan forvolde skader på nærliggende bygg m.m.

- [Mineralloven](#)

Definerer hvilke masser som kan utvinnes og krav til sikring av massetak og gruver.

Andre relevante lovverk og forskrifter finner du på [lovdata.no](#).

Fangdam anlagt i et massetak i forbindelse med skogsbilveibygging i Østfold. Foto: Martin Bråthen, Skogkurs





## Kommunens landbruksavdeling bestemmer

Skogbruksmyndighetene fastsetter forutsetningene for vedtak om utvinning av masser: om det skal stilles krav til behandling av avfallsmasser (fangdam), spesielle sikringstiltak, sette krav til driftsperiode og avslutning, om hvilke landbruksveier i området som kan benytte masser fra massetaket, spesielle føringer for etterbruk av området, krav til sletting av sidetak og andre massetak m.m.

### Sikring av massetaket

Minerallovens § 49 setter krav om at massetaket og driften ikke skal komme til fare for mennesker, husdyr eller tamrein. Sikringsplikten gjelder mens virksomheten pågår, ved midlertidige driftsopphold og etter endt drift. Det stilles også krav om sikring av gamle tiltak utført av andre, f.eks. sikring av massetak etter eiendommens forrige eiere.

Etter endt drift er det krav om opprydding, jf. minerallovens § 50, samt at det i forskrift om planlegging og godkjenning av landbruksveier § 1-1 står at planlegging og bygging av landbruksveier også skal legge vekt på hensynet til miljøverdier som naturmangfold, landskap, kulturminner, friluftsliv, naturfare og andre interesser som blir berørt av veiframføringen. Det er laget en veileder – [Skogsbilveibygging med miljøhensyn](#). Her står det blant at veianlegget, herunder massetaket, ikke skal virke skjemmende. Det står også at det ikke tolereres at steiner og blokker blir liggende spredt i terrenget. Denne veilederen forholder forvaltningsmyndighet (kommunen) seg til når veianlegget skal godkjennes, noe som kan få betydning for om veien blir godkjent eller om det kommer krav om utbedringer. Dette kan dessuten gi utslag i utbetaling av tilskudd, der kontroll skjer etter tilskuddsforskrifter ([forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket](#)), vegnormaler og plandokumenter.

Fangdam – les mer:

- NIBIO.no – [Fangdammer og renseparker](#)
- Klimakommune.no - [Fangdammer](#)



Et mobilt knuseverk i et massetak i Østfold. Legg merke til sikringen i bakgrunnen. Foto: Martin Bråthen, Skogkurs

# Sprengfjellteknikk

Ved å benytte borerigg montert på gravemaskin kan veien lages ved at man sprenger seg frem i terrenget. En annen stor graver vil, under de forutsetningene at sprengningen har blitt utført med riktig borreavstand og riktig ladning, kunne sortere og vende massene slik at de grøvste massene blir benyttet til fyllingsmasser og forsterkningsslag, mens de finere fraksjonene benyttes til bærelaget. Massene bør komprimeres med vibrovals.

Slitelaget må kjøres på i fra et eksternt massetak enten i forbindelse med veianlegget eller i et nærliggende massetak.

Vannveien er vel så viktig å anlegge ved sprengningen, og sprengdybden må tilpasses oppbygningen av veikroppen.

Sprengfjellteknikken er enn så lenge lite dokumentert, og det kreves mye erfaring for å anlegge en god vei som tilfredsstillende kravene til veinormalene. Du kan lese om et eksempel om en entreprenør som benytter sprengfjellteknikken i Skog 8/18, s. 54-56.



Borerigg til graver.  
Foto: Martin Bråthen,  
skogkurs



Veitraseen er sprengt ut,  
nå må massene sorteres  
og veikroppen bygges opp.  
Foto: Martin Bråthen,  
Skogkurs



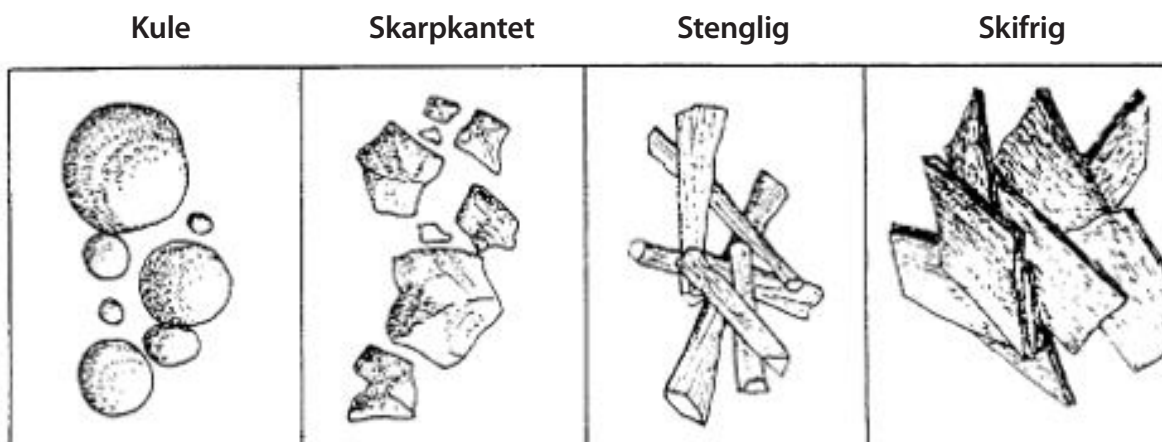
En vei bygget med teknikken "sprengfjellteknikk".  
Foto: Martin Bråthen,  
Skogkurs

# Jordklassifisering - observasjoner i felt, en kort oppsummering

På et veianlegg bør følgende vurderes: hvilke tilgjengelige masser finnes. Er det tilsynelatende nok egnede masser i og langs hele veilinjen, eller må massetak opprettes eller masser tilføres fra andre steder for å sikre veiens kvalitet?

Her prøver vi kort å gjengi enkle metoder for hva som lett kan vurderes i felt for å klassifisere hvilke jordtyper man står overfor i traseen til et veianlegg.

1. Farge – Fargen kan si noe om hvilken bergart/mineraler du står overfor og gi en antydning på hardhet. Vurder etter listen i vedlegg 1, men vel så enkelt er det å benytte NGU sine kart, se kapittel «Norges geologiske undersøkelse (NGU-Trondheim)», s. 15-17. Du bør spesielt se etter glimmer og kalk, som er svake mineraler som det ikke bør være for mye av i veien.
2. Finstoffinnhold og konsistens – Er det mye leire eller silt i massene? Benytt rullemetoden eller ta et tygg. Ulike metoder for vurdering kan ses i vedlegg 2 og 3.
3. Kornform – Kornform indikerer avsetningsmetode og om massene har vært vannbehandlet (runde) eller knust (skarpkantet).



Figur 20. De fire vanligste kornformene. Det finnes en rekke overgangsformer mellom disse.



# Kilder

- [Anleggsmaskinen.no](http://Anleggsmaskinen.no) – Forvirrende finstoffkrav i den øverste massen, 2015
- [Høgskolen i Vestfold](#). Prestvik, O & Trømborg, D. (15.02.2019) – Undervisning i geologiske emner:
- [Norsk Landbruksrådgivning v/ T.Tajet \(Udatert\)](#) – Drenering, en presentasjon av Norsk Landbruksrådgivning
- [Norsk Geoteknisk Forening](#) – en presentasjon av Multiconsult og Sweco: «Jordklassefisering», 2016
- [Normaler for landbruksveier](#) - med byggebeskrivelse, Landbruksdirektoratet, 2016
- [PEFC Skogstandard](#)
- [Praktisk bruk av naturmangfoldloven ved behandling av skogsaker](#) – Veileder. Landbruksdirektoratet, 2015:
- [Skogsveibygging med miljøhensyn](#) – Veileder. Landbruksdepartementet
- Snøås-dommen i Drangedal:
  - [Skogbrand](#)
  - [NORSKOG](#)
- [Uttak av mineralske forekomster](#) Statsministerens kontor – Temaveileder
- Statens Vegvesen:
  - [Håndbok N200, Vegbygging](#)
  - [Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger - Håndbok V221](#)
  - [Geoteknikk i vegbygging – Håndbok V220](#)
  - [Kornfordeling ved sikting](#) - Statens vegvesens Håndbok 014 – Laboratorieundersøkelse
    - [Presentasjon av NGI](#) ang. sikteprøve, kornfordeling m.m. på grunnlag av håndbok 014
  - [Håndbok 178](#) - Planlegging av massetak
  - [Håndbok R211](#) Feltundersøkelser
  - [Vegoverbygning](#) – belastninger, nedbrytning og dimensjonering – en presentasjon laget av Geir Berntsen.
  - [Håndbok V220](#) - Geoteknikk i vegbygging
- Tore Østeraas (1990), Skogsveier -Byggematerialets veitekniske egenskaper. Vurdering av gruskvaliteter i felt. Skogbrukets Kursinstitutt.
- Tore Østeraas (1984), Skogsveger - Det geologiske grunnlaget. Landbruksforlaget.
- Truls-Erik Johnsrud (2007), Veivedlikehold, Skogbrukets Kursinstitutt.
- Andre (anbefalte) kilder i temaet geologi:
  - R. Selmer Olsen:
  - [Ingeniørgeologi. Del1](#). Generell geologi.
  - [Alminnelig geologi og ingeniør geologi](#). J. Låg
  - [Berggrunn, jord og jordsmonn](#) (Landbruksforlaget).

# Vedlegg 1: Mineraler og bergarter – Visuelle egenskaper

Kilde: Side 321-323 i [Feltundersøkelser – Retningslinje, Håndbok R211](#). Statens Vegvesen, Vegdirektoratet 2018.

Tabell Vedl.2-2. De viktigste mineraler og deres visuelle egenskaper.

Mineral	Farge	Form	Kløvretninger	Hardhet	Strekfarge	Finnes i bergartene
Feltspat	Lys grå til hvit eller rødlig grå	Uregelmessig kornet eller prismatisk	2, av og til 3 nær terning	6	Hvit	Magmatiske, de fleste metamorfe, gråvakke, arkose
Amfibol	Svart, dyp brungrønn, grågrønn	Uregelm. kornet eller langprismatisk stenglig, fibrig	1-2, vinkel ca. 60/120°	5-6	Hvit til lys grønnlig	Magmatiske, metamorfe
Pyroksen	Svart, dyp brungrønn, grågrønn	Uregelmessig kornet eller kortprismatisk	1-2, vinkel ca. 90°	5-6	Lys grønnlig til brunlig	Magmatiske, enkelte metamorfe
Kvarts	Hvit til grå	Uregelmessig kornet	Ingen	7	Hvit	Enkelte magmatiske, metamorfe, sandstein, kvartsitt
Olivin	Olivengrønn til gulgrønn	Uregelmessig kornet	Svakt utviklet	6,5-7	Hvit	Magmatiske uten kvarts
Serpentin	Grønn til gulgrønn	Kornet eller fibrig	Svake	3-4	Grønnlig hvit	Metamorfe (omdannet olivin)
Kalkspat	Hvit til grå, gulaktig, brunaktig	Uregelmessig kornet	3 gode, rombohedralt	3	Hvit	Sedimentære, metamorfe. Bruser med saltsyre.
Dolomitt	Hvit til grå, gulaktig, brunaktig	Uregelmessig kornet	3 gode, rombohedralt	3(4-5)	Hvit	Sedimentære, metamorfe. Bruser med saltsyre.
Glimmer	Grålig hvit eller svartbrun	Sjiktig, plateformet	1 god	2-3	Hvit eller lys grønnlig til brunlig	Metamorfe. Elastiske enkeltsjikt typiske. Ofte "metallisk" glans
Kloritt	Grågrønn til gråsvart	Sjiktig, skjellaktig, kornet	1 god	1-2,5	Hvit til lys grønnlig til grå	Metamorfe. Ikke elastiske enkeltsjikt
Epidot	Grønn, gulgrønn, brungrønn	Uregelmessig kornet til prismatisk	1	6-7	Gråaktig	Metamorfe
Granat	Rødbrun, grønnbrun, svart	Runde korn, ofte med krystallform	Ingen	6,5-7,5	Hvit til blek rødbrun	Metamorfe
Kis (Ulike typer)	Metallisk gul, grå eller blåaktig m.m.	Kornet, men også andre former: Sjiktig, terning, oktaeder m.m.	1-3	1-6	Mørk grå til svart	Eruptive, metamorfe Av og til også i svart leirstein
Leir-mineraler	Hvit til grå, nyanser i grønt, brunt og blått	Kryptokrystallint, sjiktig	-	0-1	-	Omdanningsprodukter, hovedsakelig etter feltspat. Lyse typer er ofte svellende ved opptak av vann.

Tabell Vedl.2-3. De viktigste bergartstyper (fortsetter neste side).

Type og navn	Minerallinnhold	Ca. volum %	Struktur	Andre karakteristika
<b>Magmatiske</b>				
Basalt	Pyroksen (og amfibol) Feltspat (1 type) Olivin	50-80 40-10 0-10	Homogen, av og til porfyrisk eller porøs. Middelskornet	Mørk grå til grønnlig grå, massiv. Lavabergart.
Diabas	Som basalt. Lysere varianter har mer feltspat	Se over	Homogen, som regel finkornet	Mørk grå til grønnlig grå, massiv. Lavabergart. Opptrer som gangbergart.
Porfyr	Variierende med feltspat, pyroksen, amfibol og/eller kvarts	Varierer	Homogen, porfyrisk. Krystaller av ett mineral klart større enn grunnmassen som er finkornet	Porfyrisk med feltspat, pyroksen eller kvarts. Lavabergart eller gangbergart. Grå til brunlig grå, rustød eller grønnlig grå
Pegmatitt	Kvarts, feltspat, glimmer, m.m.	Varierer	Svært grovkornet. Ofte krystaller i størrelse på flere cm	Hvit, grå, rødlig grå mest vanlig
Tuff	Slam og støvpartikler med ulik sammensetning	Varierer	Finkornet til amorf, skifrig lite fast eller glassaktig med fragmenter	Grå til brunlig i sjikt. Vulkansk sedimentær. Fragmenter av lavabergarter forekommer. Ligger mellom lavastrømmer.
Granitt	Feltspat (2 typer) Amfibol Glimmer Kvarts	50-70 20-0 0-20 30-10	Homogen, middelskornet. Finkornet = aplittisk	Lys grå til rødlig grå. Kan ha svak skifrig struktur (foliasjon) ved dannelse fra metamorfe b.a. "gneisgranitt"
Dioritt	Feltspat (1 type), amfibol	Varierer	Homogen, som granitt	Hvitaktig til grå
Granodioritt	Feltspat (2 typer), (pyroksen), glimmer, kvarts			Rødlig grå
Kvartsdioritt	Feltspat (1 type)			Lys grå
Syenitt	Feltspat (2 typer) Amfibol Glimmer Kvarts	60-80 30-10 10-0 0-10	Homogen, middelskornet	Grå til rødlig grå
Gabbro	Pyroksen Feltspat (1 type) Olivin	70-50 30-20 0-30	Homogen, middelskornet	Mørk grå til grønnlig grå eller brunlig. Av og til "lagdelt" med dioritt eller peridotitt. Grå, grågrønn. Brun ved forvitring.
Peridotitt	Olivin Pyroksen	70-30 30-70	Rundete korn, middelskornet	Lys grå til grå, rødlig eller gulaktig.
<b>Sedimentære</b>				
Kvarts-sandstein	Kvarts Feltspat, kalkspat, m.m.	90-100 10-0	Benket eller noe skifrig	Grå i nyanser, samt grønnlige eller rødlige. Sedimentasjonsstrukturer forek.
Gråvakke (sandstein) Arkose	Kvarts Feltspat Andre mineraler	Varierer	Benket eller noe skifrig	Variable farger. Sedimentasjonsstrukturer forek. Rundete b.-fragmenter forek.
Konglomerat	Bergartsfragmenter, "boller" i sandstein, gråvakke eller siltstein	Varierer	Boller fra 1 eller flere b.a., svakere skifrig/lagdelt	










Tabell Vedl.2-3. De viktigste bergartstyper (fortsetter fra forrige side).

Type og navn	Minerallinnhold	Ca. volum %	Struktur	Andre karakteristika
Siltstein Leirstein	Kvarts, feltspat, leirmineraler, organiske rester (kullstoff), m.m.	Variierer	Utpreget skifrig og lagdelt. Finkornet til amorf.	Grå til nesten svart. Grønne og røde varianter ved innhold av jernoksyder. Svarte, ofte med svovelkis og/eller gips. Sedimentære strukturer. Strekprøve er svart ved innhold av kullstoff.
Kalkstein	Kalkspat/dolomitt Feltspat, kvarts, m.m.	80-100 20-0	Benket eller lagdelt. Finkornet til amorf.	Hvit til grå, varianter rødlige, grønnlige eller gulbrune. Bruser med fortynnet saltsyre.
<b>Metamorfe</b>				
Kvartsitt	Kvarts Feltspat Andre mineraler	90-100 10-0	Kornig eller glassaktig. Svakt skifrig eller benket	Hvit til grå, splintrig brudd. Mer feltspat: arkose/sparagmitt
Fyllitt	Glimmer og kloritt Feltspat, kvarts, kalkspat, granat, m.m.	> 50 Variierer	Sterkt skifrig, bløt som regel finkornet til middelskornet. Ofte sterkt foldet	Middels grå til nesten svart, grønnlig til brunlig grå.
Glimmerskifer	Glimmer Feltspat, amfibol, kvarts, granat, kalkspat, m.m.	> 50 Variierer	Skifrig, middelskornet, men ofte variabel kornstørrelse og/eller lagmessig sammensetning	Grå i nyanser, ofte i grønt eller brunt.
Gneis	Feltspat, kvarts, amfibol, pyroksen, glimmer, granat, m.m.	Variierer	Oftest noe skifrig båndet eller benket. Inhomogen med variabel kornstørrelse	Nyanser i grått, rødlige feltspatrike, mørke bånd med amfibol, pyroksen og glimmer.
Amfibolitt	Amfibol Feltspat Glimmer, granat, kvarts, m.m.	> 50 < 40 Variierer	Noe skifrig eller massiv homogen. Middelskornet	Mørk grå til svart eller grønnlig grå. Ofte som bånd eller større kropper i gneis.
Grønnstein	Amfibol, (pyroksen) Feltspat, glimmer, (kloritt), serpentin, epidot, m.m.	> 50 Variierer	Massiv eller noe skifrig. Middelskornet.	Grågrønn. Omdannet gabbro (dioritt) eller basalt.
Marmor	Kalkspat, dolomitt Kvarts, feltspat, granat, m.m.	80-100 20-0	Benket, middelskornet.	Hvit til grå, marmorert også i gult, rødt, grønt eller brunt etter tidligere lagflate. Løses i saltsyre
Hornfels	Kalksilikater, feltspat, pyroksen, granat, kvarts, m.m.	Variierer	Glassaktig, benket og båndet. Finkornet.	Nyanser i grått, ofte marmorert i grønt, gult eller brunt. Som oftest omdannet fra ulike skifre ved høy temperatur.
Serpentinit Kleberstein	Serpentin Karbonater, talk, kloritt, m.m.	> 50 Variierer	Massiv middelskornet, eller som linser/kropper/bånd med varierende kornstørrelse.	"Fet" å ta på. Farger i grønt og gult, som oftest brunforvitret overflate. Omdannet fra olivin. Kleber: overveiende grå marmorert.

# Vedlegg 2 -Visuell klassifisering av materialer

(kilde: Statens vegvesen Håndbok R211 Feltundersøkelser)

Klassifisering →	Ikke telefarlig T1	Litt telefarlig T2	Middels telefarlig T3	Meget telefarlig T4	
<b>Materiale</b>	Grus og sand < 3% < 0,02 mm	Grus, sand, morene > 3% < 0,02 mm < 12% < 0,02 mm	Grus, sand, morene > 12% < 0,02mm < 50% < 0,2mm **** Leire > 40% < 0,02mm	Silt, leire, morene < 40% < 0,002mm > 12% < 0,02m og > 50% < 0,2mm	Tilstar ↓
<b>Bæreevne-klasse</b>	II* III ** IV ***	IV	V	VI	
 Se <b>SE</b>	Alle korn synlige	De fineste kornene er ikke synlig	De fineste kornene er ikke synlig  **** Kornene ikke synlig	Kornene er ikke synlige	Torr
 Tygge <b>TYGGE</b>			**** Kornene knaser ikke	Kornene knaser	
 Falle <b>FALLE</b>	Klump av det fineste materialet går i stykker etter fall på ca. 100 mm	Klump av det fineste materialet kan deles i mindre stykker etter fall på ca. 100 mm	Klump går i stykker etter fall på 100-150 mm  **** Torket klump er fast og sterk	Torket klump kan deles i mindre stykker ved fall på 200 mm	Torr
 Trykke <b>TRYKKE</b>	Klump av det fineste materialet går i stykker ved lett trykk	Klump av det fineste materialet krever et visst trykk for å gå i stykker	Klump av det fineste materialet krever et trykk for å gå i stykker  **** Leiren lar seg ikke trykke i stykker	Klump kan trykkes i stykker	Torr
 Rulle <b>RULLE</b>	Det fineste materialet lar seg ikke rulle ut til tynn pølse	Det fineste materialet lar seg vanskelig rulle ut til tynn pølse	Det fineste materialet kan ruller ut til en tynn pølse  **** Leiren lar seg rulle ut og er plastisk	Lar seg rulle ut men virker "kort"	Fukti
 Riste <b>RISTE</b>	Det kan komme vann til overflaten	Overflaten blir våt	Overflaten blir våt  **** Overflaten blir ikke våt	Overflaten blir våt	Fukti
 Risse <b>RISSE</b>	Faller fra hverandre	Smuldrer lett	Melete, spor	Ujevnt melete spor	Torr

# Vedlegg 3 – Enkle tester for å bestemme jordart og telefarlighet

(kilde: Statens vegvesen Håndbok V220, s.13-4)

R211 Feltundersøkelser		Behandling av materialet						
Bæreevne-gruppe	Materiale	Telefarlighets-gruppe	1 Se	2 Tygge	3 Falle	4 Trykke	5 Rulle	6 Riste
I	Fjell							
II-III	Grusmaterialer Sandmaterialer ≤ 3 % < 0,02 mm*	T.1	Alle korn er synlige.		Tørket klump av det fineste materialet går i stykker etter fall på ca. 10 cm.	Tørket klump av det fineste materialet går i stykker ved det minste trykk.	Fuktig materiale av det fineste materialet lar seg ikke rulle ut til en tynn "pølse"	Det kan komme vann til overflaten som ikke forsvinner ved trykk.
IV	Grus og sand med litt finstoff. Morenegrus > 3 % ≤ 12 % < 0,02 mm*	T.2	De fineste korn er ikke synlige.		Tørket klump av det fineste materialet går ikke i stykker etter fall på 10 cm. Den kan dele seg opp i mindre stykker.	Tørket klump av det fineste materialet krever et visst trykk for å gå i stykker.	Fuktig prøve av materialet lar seg vanskelig rulle ut til en tynn "pølse"	Overflaten av fuktig prøve blir våt, men ved trykk forsvinner vannet.
V	Grus og sand med meget finstoff, sand og siltig morene > 12 % < 0,02 mm* < 50 % < 0,2 mm	T.3	De fineste korn er ikke synlige.		Tørket klump går ikke i stykker etter fall på 10 - 15 cm.	Tørket klump av det fineste materialet krever et noe større trykk for å gå i stykker.	Fuktig prøve av fineste materialet kan ruller ut.	Det kommer vann ut til overflaten, men det forsvinner ved trykk.
VI	Leire med mer enn 40 % < 0,002 mm			Leiren knaser ikke mellom tennene.		Leiren lar seg ikke trykke i stykker.	Lar seg rulle ut til en tynn streng.	Inntet vann på overflaten.
VII	Siltig leire, silt < 40 % < 0,002 mm, > 12 % < 0,02 mm, > 50 % < 0,2 mm	T.4	Kornene er ikke synlige.	Knaser mellom tennene.	Tørket klump går ikke i stykker etter fall på 20 - 30 cm. Den kan dele seg opp i mindre stykker.	Tørket klump kan trykkes i stykker.	Fuktig klump lar seg rulle ut, men virker "kort".	Overflaten blir våt, ved trykk blir overflaten matt.
VIII	Meget bløt leire - Myr							

\* Regnet av materiale mindre enn 19 mm.

Figur 15.431-3 Visuell klassifisering av materialer





**SKOGKURS**  
Skogbrukets Kursinstitutt

**Skogbrukets Kursinstitutt**  
Honnevegen 60, 2836 Biri  
post@skogkurs.no  
+47 908 88 200  
[www.skogkurs.no](http://www.skogkurs.no)

**Forfattere:** Martin Bråthen, Steinar Lyshaug og Ole Nashoug.

**Grafikk og layout:** Nina Ree-Lindstad

**Biri, september 2020**



[facebook.com/skogkurs](https://facebook.com/skogkurs)



[youtube.com/skogkurs](https://youtube.com/skogkurs)