

## Vedlegg 7 - Alternative byggemetoder og materialer

Vedlegget beskriver byggemetoder og materialer som avviker fra hovedreglene i veinormalen, men som regnes som godkjente alternativer.

Følgende byggemetoder blir kort presentert:

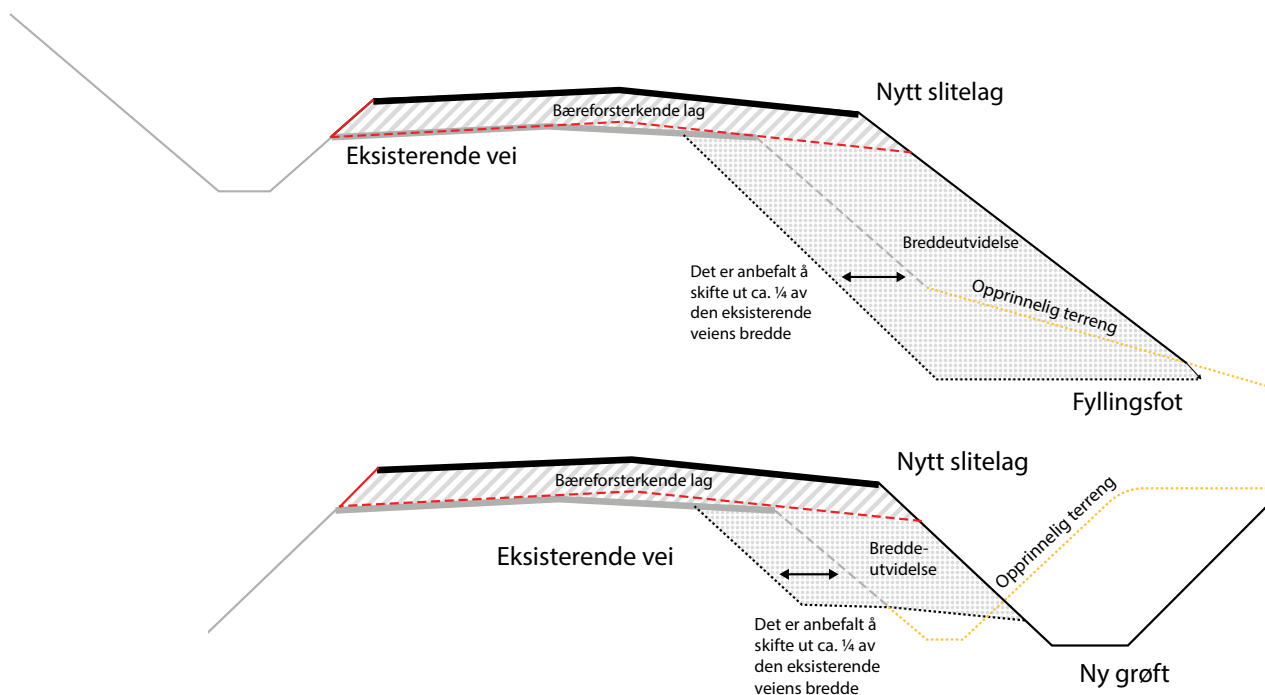
1. Sprengfjellteknikken
2. Bæreevneforsterkende behandling
  - c. Dustexbehandling
  - d. EcoX-behandling

I tillegg blir breddeutvidelse kort omtalt innledningsvis.

I vurderingen av byggemethode og tiltak for å forbedre bæreevnen bør blant annet materialkvalitet, økonomi, miljøhensyn, arealbeslag, samfunnshensyn, maskiner og produkters tilgjengelighet vurderes.

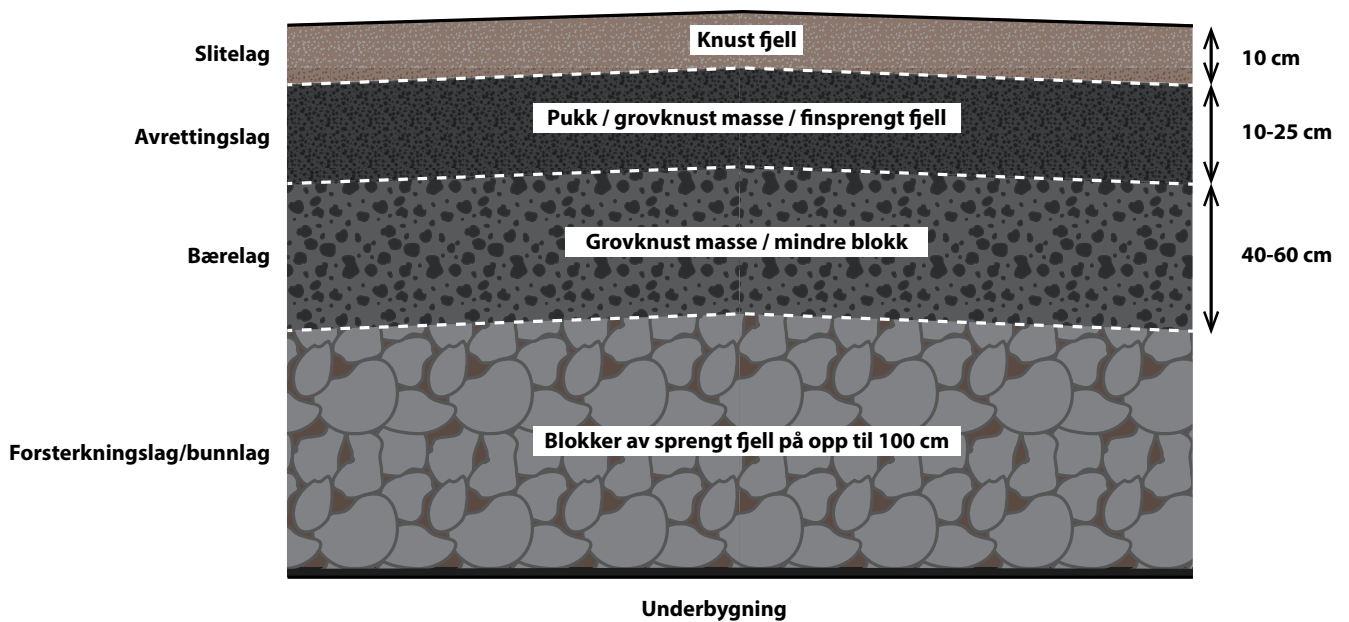
### Breddeutvidelse

For eksisterende veier som opprustes, er det ofte en utfordring med manglende veibredde ved tilføring av mer bærelagsmasse. Byggemetodene i punkt 2, Dustex og EcoX, er derfor aktuelle byggemetoder uten behov for å utvide veibredden. Der veibredden må utvides skal veiens fyllingsskråning og ny fyllingsfot renskes for vegetasjon og organisk masse, og ny grøft skal etableres der det trengs. Best resultat av utvidelsen oppnås hvis deler (1/4) av eksisterende vei blir masseutskiftet med de samme massene som benyttes i breddeutvidelsen. Tilførte masser i utvidelsen skal være av sprengt stein (friksjonsmasser) og skal komprimeres lagvis for hver 30-50 cm. Bruk av geonett og fiberduk bidrar til å stabilisere massene på ustabil grunn. Slitelag skal tilføres så det dekker hele veiens bredde og veien må opparbeides med nytt tverrfall før komprimering av toppdekket.



Figur V7.1. Effekt av tilføring av bærelagsmasser på veibredden.

# 1. Sprengfjellteknikk



| Lag                              | Nominelle størrelser (mm)       |
|----------------------------------|---------------------------------|
| Slitelag                         | 0-32                            |
| Avrettingslag                    | 20-70                           |
| Bærelag                          | 40-500                          |
| Forsterkningslag/bunnlag/fylling | Steiner og blokker opp til 1000 |

Figur V7.2. Prinsippkisse av sprengfjellteknikk med forslag til lagtykkelse og fraksjonsstørrelser.

Denne byggemetoden er aktuell både til nyanlegg og ombygging. Teknikken består av å sprengne fjellet og å snu de sprengte massene opp/ ned for å bygge opp veikroppen. Sprengt fjell hentes fra paller langs veitraseen, fjell i veitraseen eller fra større sentrale massetak jf. minerallovens kapittel 8. Stor stein og blokk benyttes som forsterkingslag etter at «byggegrop» i veilinjen er gravd ut. Videre legges bærelag av finere sprengt fjell, før toppen tettes med et avretningslag før slitelaget blir tilført på toppen. Lagene bør komprimeres i henhold til kapittel 4.4, og de skal bygges opp med tverrfall som beskrevet for veiklassene.

Forsterkningslag og bærelag bør samlet ha minimum 60 cm tykkelse. Byggemetoden avviker fra veinormalens detaljerte krav til bærelagets kornfordeling, men står omtalt i kapittel 4.4.3.3.

Utførelse: Det bør borres ned til 1 m under planum før sprenging. Det bør sprenges ut paller i hele inngrepets bredde, fremfor flå- og grøftesprenging. Da får man både dype grøfter, drenerende sprekker i fjellet og et godt drenerende bunnlag. Hele veikroppen bygges opp av knust fjell og man oppnår en klimarobust vei og veldig god bæreevne.

«Dårlige» bergarter (se tabell V7.1) kan benyttes i bærelaget, men ikke i slitelaget!

Man kan anvende ulike maskinkombinasjoner til denne metoden, gjerne avhengig av om det er nyanlegg eller ombygging og hvordan forekomsten av fjell er langs traseen. Er det nødvendig med internttransport av masser får man i tillegg en opplessingsmaskin og en transportmaskin, og det blir mer likt bruk av fjelltak underveis på veien. Avretningslaget skal valses før slitelaget kjøres på. Hvis det ikke benyttes mobilt knuseverk for å produsere ensgradert fraksjoner og slitelag, må egnet slitelag tilkjøres.

Detaljplanlegging av veien bør gjøres med den aktuelle byggemetoden i fokus for å oppnå det beste resultatet, - både teknisk og økonomisk. For sprengfjellteknikk bør planleggeren lete opp områder med fjell i dagen eller lite løsmasser, nesten motsatt av hva som var vanlig praksis tidligere.

Erfaringer tilsier at veier bygd med sprengt fjell gir en mer varig vei og det blir lavere vedlikeholdskostnader som over tid gir god privatøkonomi og samfunnsøkonomi i forhold til bruk av stede egne byggemasser av lavere kvalitet, eller transportere masser langt fra et massetak. Byggemetoden er et godt alternativ til bruk av geonett og duk med påfølgende oppbygging på steder med dårlig bæreevne.

Husk å sjekke nødvendige sprengningssertifikater og om det blir behov for å søke om tillatelse for massetak.



*Figur V7.3. Sprengte masser sorteres og kjøres ut på veianlegget. Foto: Martin Bråthen, Skogkurs.*



Tabell V7.1: Bergarters egnethet til skogsveibygging, vurdert som bærelag og slitelag. \*\*\* Meget godt egnet \*\*Godt egnet \*Lite egnet. Kilde: Tabell er utarbeidet av Ole Nashoug og hentet fra Geologi og veibygging, Skogkurs 2020).

| Bergart                                                  | Bærelag | Topp-dekke | 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 skogsbilveier                                                        |
| 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 pyntestein, 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 veibygging                                                                                         |
| 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                                                                                                                              |

## 2. Bæreevneforsterkende behandling

### 2.1. Dustexbehandling

Dustex er et produkt basert på lignin fra celluloseproduksjon. Det er biologisk nedbrytbart og ikke pålagt noen miljørestriksjoner (Borregaard LignoTech 2015). Tradisjonell bruk av Dustex til veiformål har vært som støvbindingsmiddel for grusveier, men tilføring av bindemiddel i selve veikroppen forbedrer også egenskapene til morenemasser med høyt finstoffinnhold, både med tanke på bæreevne og for å begrense den kapillære vanntransporten til finstoffrike jordarter.

Dypbehandling med Dustex kan gjennomføres ved at veien først høvles for å løse opp topplaget på veien. Deretter påføres Dustex fra spredder på tankbil eller annen maskin. Mengden tilført væske, liter pr m<sup>2</sup>, vil variere med massenes kornfordeling (finstoffinnhold). Neste steg er å fordele Dustex i veimassene. Ved å bruke en steinfres får man både knusing og blanding ned til 15-20 cm dybde, samtidig som knusingen bidrar til et mer homogent topplag. Til slutt komprimeres veien.

Det er knyttet noe usikkerhet til hvor lenge effekten av dypstabiliseringen vil vare. Dustex er biologisk nedbrytbart. Statens Vegvesen har gode erfaringer knyttet til forsøk med Dustex under topplag av asfalt, men skogsbilveiene har ikke fast toppdekke. De bæreevnemålingene som er gjennomført hittil, viser imidlertid at effekten har minimum 10 års varighet under de forhold som forsøket er gjort. Resultatene viser at behandlede strekningene holdt en stabil bæreevne. Det viser seg også at dypstabiliseringen medfører en relativt lavere bæreevnereduksjon under bløte høstforhold enn ubehandlede strekninger. Vedlikeholdspåføring av Dustex på veioverflate ga i et annet forsøk ingen synlig økning av bæreevne.

Det må anmerkes at alle disse målingene er gjort i felt med lokale variasjoner for kornfordeling og fuktighetsforhold, samt med variasjon i hvor tørt og vått det har vært i topplag/bærelag/underbygning ved registreringstidspunkt.

Mer om produktet på [borregaard.com](http://borregaard.com).



*Figur V7.4. Påføring og blanding av Dustex  
(Foto: Jan Bjerketvedt, NIBIO).*

## 2.2. EcoX-behandling

EcoX-behandling av skogsbilveier er for å øke bæreevnen i eksisterende veier eller ved nybygging i områder med finkornede masser. Hovedforutsetningene for denne metoden er at det er nok finstoff, silt og leire (minimum 15 %) og liten andel av humusstoffer. Mengden tilført væske pr m<sup>2</sup> vil variere med finstoffinnholdet.

EcoX-behandling kan gjøres som overflate- eller dyp-behandling.

Prosessen beskrives av produsenten som følger: «Finstoffet i grunnen, altså kornstørrelse på under 0,06 mm, er ladede. Det vil derfor binde seg til vannmolekyler og holde på vannet i større eller mindre grad. Ved påføring av væsken til veikroppen skjer en kjemisk reaksjon (ionebytting). Denne kjemiske reaksjonen fører til at det bundne vannet i grunnen blir omgjort til fritt vann som dreneres eller fordampes. Massen i veien blir altså fritt for vann ved at finstoffet i grunnen ikke lenger kan binde vann. Effekten er at bæreevnen øker når vannet blir borte, og ved at finstoffpartiklene lar seg presse tettere sammen (selvkonsolidering). Jordmassen blir en impregneret såle som etter hvert får en betydelig tykkelse, og denne sålen får varig høy bæreevne. Er det behov for grøfting og utskifting av stikkrenner bør det gjennomføres før selve forsterkningsarbeidet.»

Det første trinnet ved bruk av EcoX-metoden er å løse opp veiens overflate i en dybde av minimum 10-15 cm. Dette kan skje ved hjelp av en skålharv eller en fres. Deretter påføres en kjemisk væske på kjørebanelen ved hjelp av åkersprøyte-prinsippet. Denne kjemiske væsken er betydelig utblandet med vann, og utgjør ca. 4 % av det samlede væskevolum som påføres. Den kjemiske væsken har en faregrad tilsvarende maursyre. Etter at den utblandede væsken er påført, kommer en ny runde med skålharv/fres. Denne øvelsen (sprøyting og harving) gjentas en gang. Deretter kommer høvling og komprimering på vanlig måte.

Ofte er det behov for å sikre at EcoX-stoffet får virke dypere ned i veikroppen. Dypbehandling gjennomføres omtrent på samme måte som overflatebehandlingen, men det benyttes tyngre utstyr.

Metodens virkning er testet, og viser en positiv utvikling i bæreevne. Varigheten av behandlingen er noe usikker, men et forsøk viser en varighet av stoffet 13 år etter behandlingen.

Mer om produktet på [ecoroad.no](http://ecoroad.no).