

# Støttemurer av betongblokker



EN PRAKTISK HÅNDBOK

Norsk Belegningsstein har utarbeidet en praktisk håndbok som retter seg mot beskrivende ledd og entreprenører. Boken beskriver hvilke vurderinger og punkter som er nødvendige ved bygging av støttemurer med betongblokker. Håndboken beskriver en del retningslinjer, krav og praksis i Norge. Håndboken er ment som en veiledning, og erstatter ikke entreprenørenes ansvar for utførelsen av arbeidet og konsulentenes ansvar for dimensjonering av støttemurene.

Videre informasjon om prosjektering, dimensjonering, utførelse og vedlikehold finnes på Norsk Belegningsstein sin internettside, [www.belegningsstein.info](http://www.belegningsstein.info), samt hos de ulike produsentene av betongblokker, og deres egne internettsider og i brosjyrer.

Vi vil også oppfordre brukerne til å lese igjennom veiledninger og beskrivelser av ulike detaljer fra produsenten av den konkrete betongblokk som benyttes. Dette p.g.a. at denne håndboken gir en generell beskrivelse, slik at de spesifikke beskrivelser kan avvike noe fra den som gjelder for den konkrete type betongblokk, og omhandler sannsynligvis flere detaljer og situasjoner enn de som her er beskrevet.

Norsk Belegningsstein uttrykker stor takk for samarbeidet med de involverte parter.



|                 |                                                           |
|-----------------|-----------------------------------------------------------|
| Utarbeidelse:   | Stein H. Stokkebø, ViaNova Plan og Trafikk AS, Sandvika   |
| Illustrasjoner: | ViaNova Plan og Trafikk AS, Sandvika                      |
| Foto:           | Ulike deltakere i prosjektet, produsenter og leverandører |
| Trykk:          |                                                           |
| Produksjon:     | Tempi AS, Oslo                                            |

# Innhold

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| Innledning .....              | 4  |
| Prosjekter .....              | 5  |
| Funksjon .....                | 6  |
| Konstruksjon .....            | 9  |
| Isolasjon .....               | 10 |
| Drenering .....               | 11 |
| Lette masser .....            | 12 |
| Fundamentering .....          | 13 |
| Dimensjonering .....          | 14 |
| Høyde på støttemur .....      | 15 |
| Betongblokker .....           | 16 |
| Mønster .....                 | 17 |
| Leggeutstyr .....             | 18 |
| Komprimering .....            | 19 |
| Detaljer .....                | 20 |
| Rekkverk og gjerde .....      | 21 |
| Jordarmering .....            | 22 |
| Innfesting .....              | 23 |
| Legging av jordarmering ..... | 24 |
| Toleransekrav .....           | 25 |
| Viktig .....                  | 26 |
| Huskeliste .....              | 27 |
| Regneeksempel .....           | 28 |
| Andre murer .....             | 29 |
| Arbeidsrekkefølge .....       | 30 |
| Referanser .....              | 31 |

# Innledning

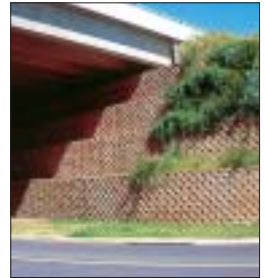
Denne håndboken henvender seg til deg som arbeider med prosjektering og bygging av støttemurer med betongblokker som frontløsning. Boken gir råd om hvordan du planlegger og bygger en støttemur med fundamentering og kurvatur slik at du oppnår et pent og sikkert resultat.

Støttemurer med betongblokker benyttes i en rekke sammenhenger, både av offentlige og private byggherrer. Støttemurer med betongblokker kombinert med jordarmering kan i de fleste tilfeller erstatte tradisjonelle plasstøpte støttemurer. Støttemurer med betongblokker kan etableres med hellende terreng i bakkant eller med trafikklaster oppå av ulik størrelse. I de fleste slike tilfeller vil det imidlertid være behov av å benytte jordarmering bak betongblokkene.



# Prosjekter

Denne siden viser bilder fra ulike prosjekter i Norge og i utlandet. Bildene viser en del av de muligheter en har ved å benytte små betongblokker i fronten kombinert med jordarmering eller andre metoder for å stabilisere jordtrykket. Ikke alle bildene er med betongblokker fra de involverte produsenter eller fra Norge, men de er tatt med for å illustreretype konstruksjoner som like gjerne kunne vært bygget med de aktuelle betongblokker dersom anbefalinger i denne håndbok følges.

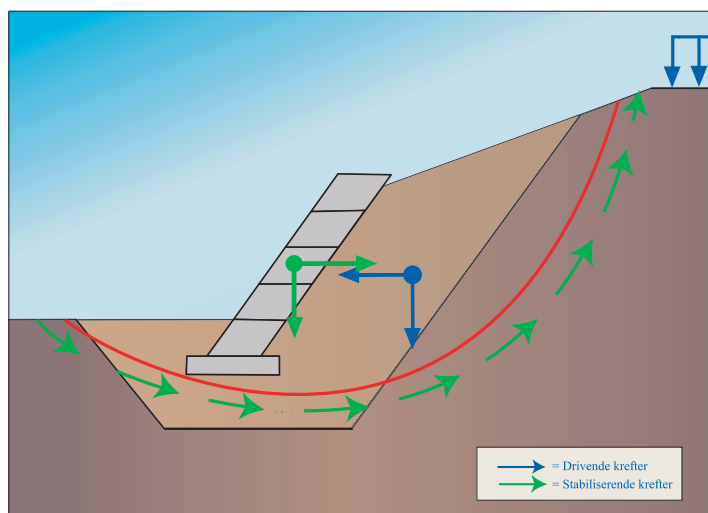


# Funksjon

Støttemurer med betongblokker defineres som en fleksibel konstruksjon på tilsvarende måte som murer av naturstein, gabioner eller andre enheter av begrenset størrelse.

Betongblokker er enheter med begrenset størrelse, og produseres i en rekke ulike former. Støttemurer skal primært utjevne nivåforskjeller og støtte opp bakenforliggende masser, slik at fronten kan etableres brattere enn massenes naturlige helningsvinkel. Dette gjelder også etablering av en støttemur som erosjonssikring foran masser som har en høy stabilitet på kort sikt, men som over tid vil erodere eller rase ut.

Betongblokkene har både funksjon som stabiliserende element og som estetisk frontkledning. I uarmerte støttemurer må betongblokkene oppfylle begge funksjonene, noe som begrenser mulig høyde på og belastning mot støttemuren. I jordarmerte støttemurer dimensjoneres jordarmeringen å ta opp jordkreftene, slik at betongblokkene primært har en estetisk funksjon som frontkledning.



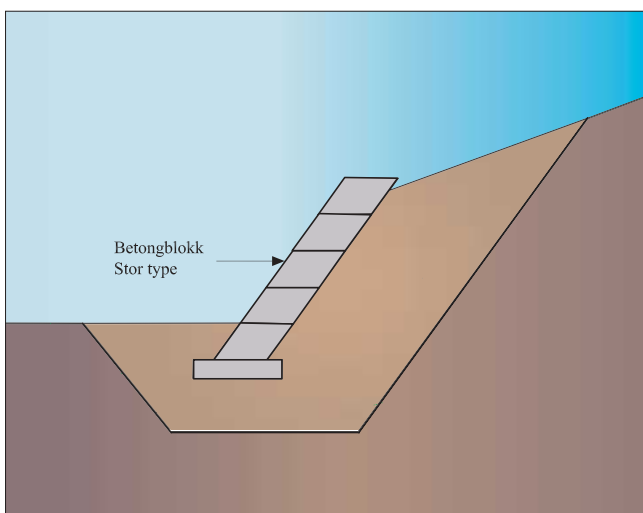
En støttemur utsettes for mange krefter, som belaster den samtidig eller hver for seg. En støttemur kan derfor bryte sammen selv om den ytre stabiliteten er tilfredsstillende.

Følgende krefter kan bl.a. virke på en støttemur:

- jordtrykk fra eksisterende masser
- jordtrykk fra tilbakefyllingsmasser
- jordtrykk fra skråning på toppen av støttemuren
- trafikklaste på terrenget bak støttemuren
- nyttelaster på terrenget bak støttemuren
- naturkrefter som frost, jordskjelv, vann, bølger og vind

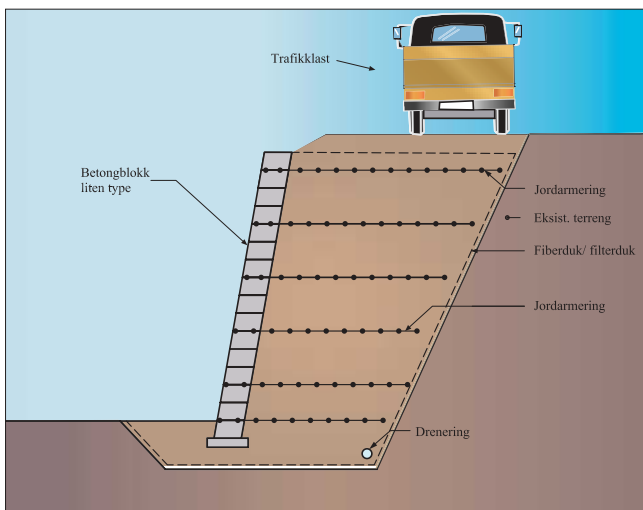
En støttemur kan bryte sammen på følgende vis:

- 1. Utglidning i bunnen.** Undergrunnen overbelastes, slik at massene gir etter og det oppstår glidning langs et plan under murens fundament. Mulige tiltak kan være å redusere belastningene på toppen av muren, velge en lavere mur, benytte lette masser i tilbakefylling, benytte jordarmering eller større lengde på jordarmeringen, forsterke fundamenteringen av muren (bredere og/eller dypere), eller en kombinasjon av flere metoder.
- 2. Utpressing av toppen.** Muren er for høy til å tåle jordtrykket fra tilbakefylte masser og øvrige belastninger. Mulige tiltak kan være å redusere belastningene på toppen av muren (helning bak muren og trafikklaster), velge en lavere mur, benytte jordarmering eller større lengde og /eller styrke på jordarmeringen, eller en kombinasjon av flere metoder.
- 3. Utpressing av midtpartiet.** Årsaker og tiltak er stort sett de samme som ved utpressing av toppen.



Den enkelte type støttemurblokk har en gitt helning i forhold til horisontalnivået dersom den legges på et horisontalt fundament. Dersom støttemuren av hensyn til stabiliteten må gis en slakere helning, må fundamentet etableres med en tilsvarende helning innover. I motsatt fall, dersom støttemuren ønskes etablert med en brattere helning enn standard helning, må fundamentet etableres med en tilsvarende helning utover.

*Støttemur som tradisjonell gravitasjonsmur med store betongblokker*



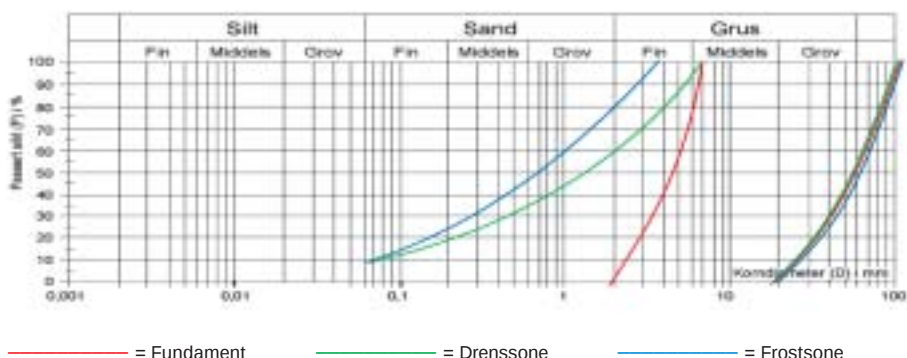
*Jordarmert støttemur med små betongblokker som front*

Betongblokkene vil gi tilstrekkelig stabilitet kun ved belastninger inntil et visst nivå. Mulig høyde på støttemuren avhenger av belastningene (skråning på terreng, trafikklast), kvaliteten på stedlige masser og betongblokkenes vekt og helning. Dersom jordtrykket overgår betongblokkenes dimensjonerende stabilitet må jordtrykket mot betongblokkene reduseres. Dette kan gjøres bl.a. ved bruk av:

- jordarmering lagt lagvis i tilbakefyllingen
- jordnagling
- slakere skråning på toppen av muren
- lettere masser som tilbakefylling
- begrensning i trafikklast og andre nyttelaster

Krav til jordarmeringens styrke og andre egenskaper, samt krav til låsing mellom jordarmering og betongblokk, er beskrevet senere. Muligheter og begrensninger ved bruk av ulike lette masser er også beskrevet senere.

Valg av sortering og kvalitet på masser i fundamentet for og bak betongblokkene har stor betydning for det endelige resultatet, spesielt for støttemurens funksjon og utseende over tid. Det er svært viktig at masser i fundamentet og i bakfyllsonen er godt drenerende og telefrie. I tillegg er det viktig at massene i fundamentet ikke er for grove, slik at avrettingen for sålen blir tilfredsstillende. Massene i en sone bak betongblokkene bør være mest mulig selvkomprimerende (d.v.s. lite spenn i graderingen), spesielt ved bruk av små, lette betongblokker. Dersom graderingen på massen i fundamentet ligger til høyre i intervallet (ref. skisse nedenfor), må den avrettes med f.eks. 4-8 mm før betongblokker eller sålebjelke legges på. Se forøvrig skisse på s. 9.



Forslag til massesortering:

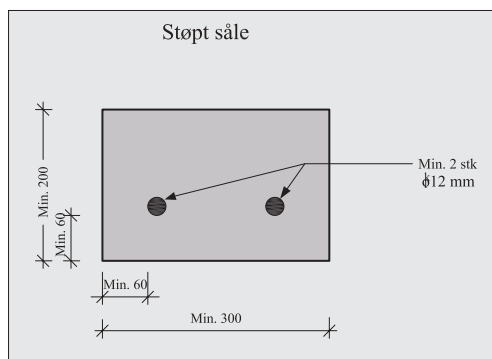
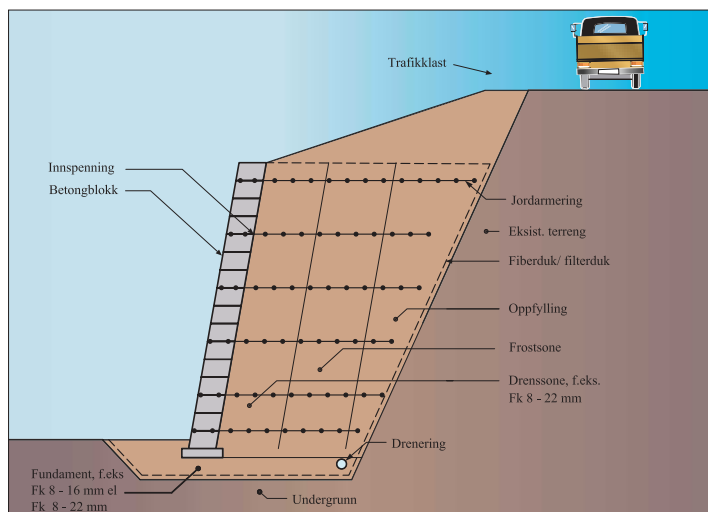
- **FUNDAMENT:** Knust fjell fraksjon f.eks. 8-16 mm eller 8-22 mm.
- **DRENSONE:** Knust fjell fraksjon f.eks. 8-16 mm eller 8-22 mm.
- **FROSTSONE:** Knust fjell, knust grus eller grus.  
Alle fraksjonene rundt f.eks. 8-22 mm, 0-32 mm, 4-63 mm, 20-120 mm.

*PS! De beskrevne forslag til massefraksjoner er kun eksempler på standard masser som kan benyttes. Normalt skal massefraksjoner som er definert i beskrivelsene benyttes eller anbefalt intervall som definert i skissen over overholdes. Avvik fra disse beskrivelser og anbefalinger skal i tilfelle avklares og avtales spesielt.*

# Konstruksjon

En støttemur med betongblokker deles normalt inn i undergrunn, fundament, frontkledning, bakfyllmasser og eksisterende terreng.

- **Undergrunn** består av stedlige masser opp til utgravd nivå og graveskråning.
- **Fundamentet** defineres som konstruksjonen fra undergrunnen opp til underkant underlag for 1. blokkrad. Fundamentet består derfor av fiberduk (+ evt. jordarmering), åpne masser, drenering, evt. isolasjon og sålefundament.
- **Bakfyllingsmassene** består av en dreneringssone mot betongblokkene, en frostsone og evt. oppfylling mot eksisterende terreng.
- **Frontkledning** består av betongblokkene inklusive ulike detaljer.
- **Jordarmeringen** består av selve jordarmeringen, løsning på innfesting i betongblokkene og evt. skjøteløsninger.
- **Belastninger** kan være hellende terreng og ulike nyttelaster, som trafikklast, naturkrefter og ulike konstruksjoner.

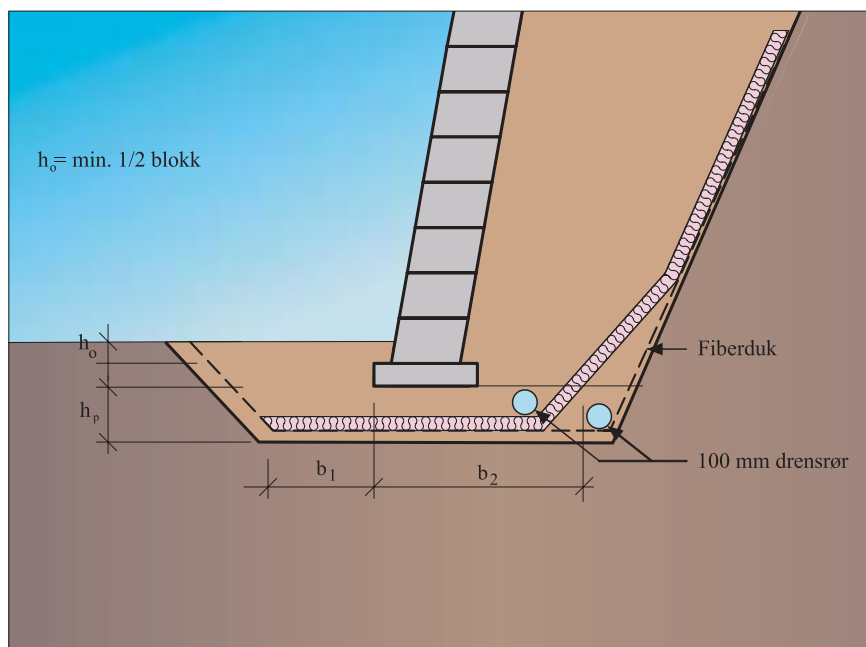


Avhengig av type mur, høyde og belastninger kan en støttemur fundamenteres på følgende måter:

- direkte på komprimert og avrettet masse, ved murhøyde < 1,0-1,5 m
- sålebjelke lagt på komprimert og avrettet masse, tilpasset type blokk,  $b * h = \text{min. } 200 * 100 \text{ mm}$
- støpt fundament lagt på komprimert masse, se skisse til venstre

# Isolasjon

Støttemurer med front av betongblokker på større murer med høyde over 1,5 m må etableres frostfritt, slik at telekreftene over tid ikke får påvirke stabilitet og utseende. Dersom undergrunnen og stedlige masser består av ikke telefarlige masser, er bruk av isolasjon normalt ikke nødvendig. Frost kan påvirke støttemuren nedenfra via terrenget i framkant av mur og fundamentet, og/eller bakfra via frontkledningen. Telebelastninger skjer når vann fryser uten mulighet til å ekspandere fritt. Dette skjer spesielt i siltige masser ved tilsig og/eller tilgang på vann. Isolasjon legges derfor i bunnen av fundamentet og eventuelt opp langs graveskråningen i bakkant. Som isolasjon benyttes oftest ekstrudert polystyren. Lette isolerende materialer som lettklinker eller skumglass kan også benyttes, da som kombinert isolasjon og drenerende masse. Isolasjonsmaterialets trykkstyrke må kontrolleres i forhold til påført belastning. Det er viktig at det benyttes godt drenerende masser inntil betongblokkene både i fremkant og bakkant for å hindre at telen tar tak i betongblokkene og løfter disse opp. Bruk av isolasjon kan derfor medføre en reduksjon i nødvendig dybde på utgraving for fundament og/eller i bakkant. Det er imidlertid viktig å være klar over at isolasjonsplatene er glattere enn massene, og har derfor dårligere friksjonsegenskaper. Dette kan ha betydning for murens stabilitet, og skal tas med i en dimensjonering av muren.



Vedørende krav til dybde og bredde ( $b_1$  og  $b_2$  på skissen over) på isolasjonen, og krav til tykkelse, trykkstyrke og bestandighet ut fra frostmengde lokalt henvises til Byggdetaljer (utgave 1-1994) nr. A 517.342, G 451.021, G 451.022, A 521.811 og til leverandørene av isolasjonsplater sine anvisninger.

# Drenering

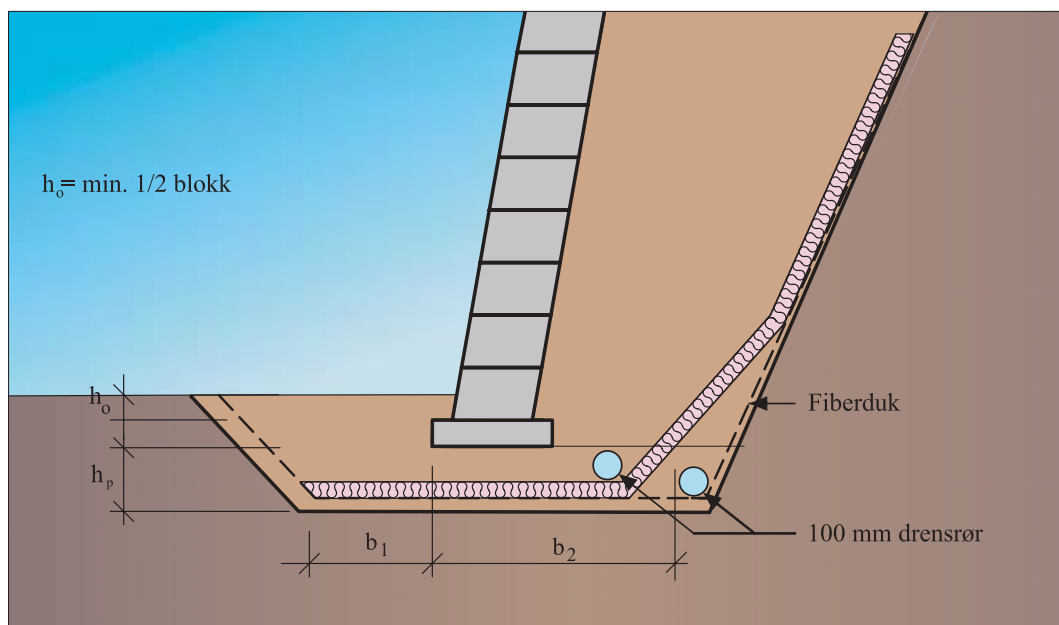
Stabiliteten og utseende til en støttemur er avhengig av at det etableres god drenering av vannet ut av konstruksjonen. Vann-situasjonen er derfor viktig å dokumentere som grunnlag for en dimensjonering.

Det er viktig å etablere en effektiv drenering under og i bakkant av støttemuren. Det benyttes derfor åpne og godt drenerende masser i fundamentet og i tilbakefyllingen. I tillegg legges det drensør på innsiden av fiberduken i bakkant av utgravingen. Dreneringen må også ledes ut av muren og inn på det øvrige drensssystem for området, ut i en bekk eller åpent terreng.



Det er svært viktig at vannet som evt. kommer fra eksisterende masser ut gjennom graveskråningen også finner veien til drensssystemet, uten at finstoff følger med. Derfor legges en filterduk mellom stedlige masser og drenerende tilfyllingsmasser. En må alltid vurdere om filterduken har tilstrekkelige egenskaper til å slippe vannet igjennom over tid uten å tettes igjen. Dersom det ligger isolasjonsplater opp langs graveskråningen, se skisse forrige side, må det legges et drensør på innsiden og et på utsiden av isolasjonsplatene.

I enkelte situasjoner kan det også være nødvendig med ytterligere drenering av stedlige masser i bakkant av støttemuren og/eller i undergrunnen. Dette kan gjøres ved å installere dype grøfter, vertikaldrenering el. tilsvarende.



# Lette masser

Begrepet lette masser betyr normalt masser som har betydelig lavere egenvekt (tyngde) enn naturlige masser som sand, grus og knust fjell. Det vil si at masser som har egenvekt  $< 10 \text{ kN/m}^3$  d.v.s. egenvekt  $< 1,0 \text{ tonn/m}^3$  komprimert masse.

Lette masser har også en betydelig isolasjons- og dreneringsevne.

Lette masser i forbindelse med støttemurer benyttes av følgende årsaker:

1. Redusere vekten mot undergrunnen for dermed å øke stabiliteten i bakfyllingen
2. Redusere jordtrykket mot fronten, for dermed å redusere mengden jordarmering eller tillate bruk av høyere uarmert mur (lette masser i tilbakefylt volum)
3. Redusere jordtrykket fra oppfylling mot mur og tilbakefylling  
Her kan lette masser brukes for å redusere steinmassene i bakfyllingen
4. Benyttet i fundamentet og i drens- og frostsone for å isolere konstruksjonen

Det finnes etterhvert en rekke alternative typer lette masser tilgjengelige. Enkelte av disse er utviklet på grunnlag av ønsket og behovet til gjenvinning. Følgende masser er mest vanlige for bruk i murer:

- Lettklinker
- Skumglass (gjenvunnet glass)
- Lettbetong, normalt vrakmasse
- Skumbetong

Det er imidlertid viktig å være klar over at bruk av lette masser i deler av en støttemur kan redusere murens stabilitet. En skal derfor aldri erstatte beskrevne typer masser eller produkter uten å foreta en teknisk vurdering av konsekvensene som endringene får.

# Fundamentering

Fundamentet er selve "bærebjelken" i en støttemur. Derfor er kvaliteten på fundamentet selve forutsetningen for en enkel installasjon og et godt resultat. Sjekk derfor nøye detaljer og beskrivelser i veiledningen for aktuell type betongblokk i forkant av oppstart. Følgende punkter er viktig å passe på og kontrollere:

- Undergrunnens kvalitet og styrke
- Type og utlegging av fiberduk, spesielt overlapp (min. 300 mm)
- Utlegging av evt. isolasjon på et avrettet underlag (legges kant i kant)
- Utlegging og komprimering av drenerende masser
- Avretting og justering av underlag for sålebjelke, støpt såle eller 1. blokkrad

Dersom undergrunnen består av bløte og/eller vannholdige masser (leire, silt, morene), må fundamenteringen av støttemuren vurderes spesielt av kyndig person. Det vil da være aktuelt å benytte et jordarmert fundament.

Dersom muren etableres med horisontale fuger og traséen heller, må fundamentet avtrappes. Det vil i slike tilfeller være best og mest fleksibelt å benytte en sålebjelke som fundament fremfor et støpt betongfundament. For å fange opp forskyvingen som skjer i stigende høydenivå må sålebjelken eller støpt såle trekkes noe inn for hvert vertikale nivå. Denne avtrappingen er vist i tabellen og formelen nedenfor. Se også skissen nedenfor.

Dette innrykket pr. rad med betongblokk finnes av formelen:  $a = h \cdot \tan \beta = h \cdot \cot \alpha$ , der:  $h$  = netto vertikal høyde på betongblokken,  $\beta$  = frontens helning med horisontalen,  $\alpha$  = frontens helning med vertikalen

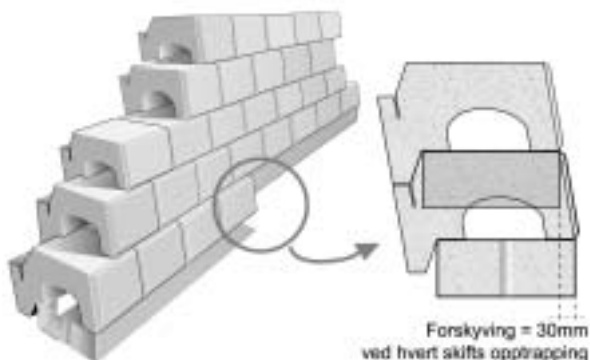
Innrykk av sålebjelke pr. 100 mm blokkhøyde blir således:

| Vinkel | 100 mm  | 200 mm   | 300 mm   |
|--------|---------|----------|----------|
| 90°    | 0       | 0        | 0        |
| 85°    | 8,7 mm  | 17,5 mm  | 26,2 mm  |
| 80°    | 17,6 mm | 35,3 mm  | 52,9 mm  |
| 75°    | 26,8 mm | 53,6 mm  | 80,4 mm  |
| 70°    | 36,4 mm | 72,8 mm  | 109,2 mm |
| 65°    | 46,6 mm | 93,3 mm  | 139,9 mm |
| 60°    | 57,7 mm | 115,5 mm | 173,2 mm |

## Eksempel:

Betongblokk-høyde = 170 mm og vinkel = 75° gir innrykk =  $170 : 100 \cdot 26,8 \text{ mm} = 45,6 \text{ mm}$ .

- Ved høyde  $\leq 1,0 \text{ m}$  kan blokkene settes rett på fundament av godt komprimert grus eller knust fjell.
- Ved høyde  $> 1,0 \text{ m}$  settes blokkene på støpt såle (se skisse) av armert betong (min. C35 m/ min. 2 stk. k12 jern) eller tilpasset betong.



# Dimensjonering

Støttemurer skal dimensjoneres i henhold til Statens Vegvesen sin Håndbok 016 – Geoteknikk i vegbygging, eller i henhold til tilsvarende metoder og krav, bl.a. Byggforsk - byggdetaljer (utgave 1-1994) nr. A 517.342 med referanser som der er nevnt. Jordarmeringens dimensjonerende styrke skal bestemmes enten ved krav definert i Håndbok 016 eller i henhold til krav i beskrivelsen definert ut fra testmetoder beskrevet i NS 3420 – kap. I4.

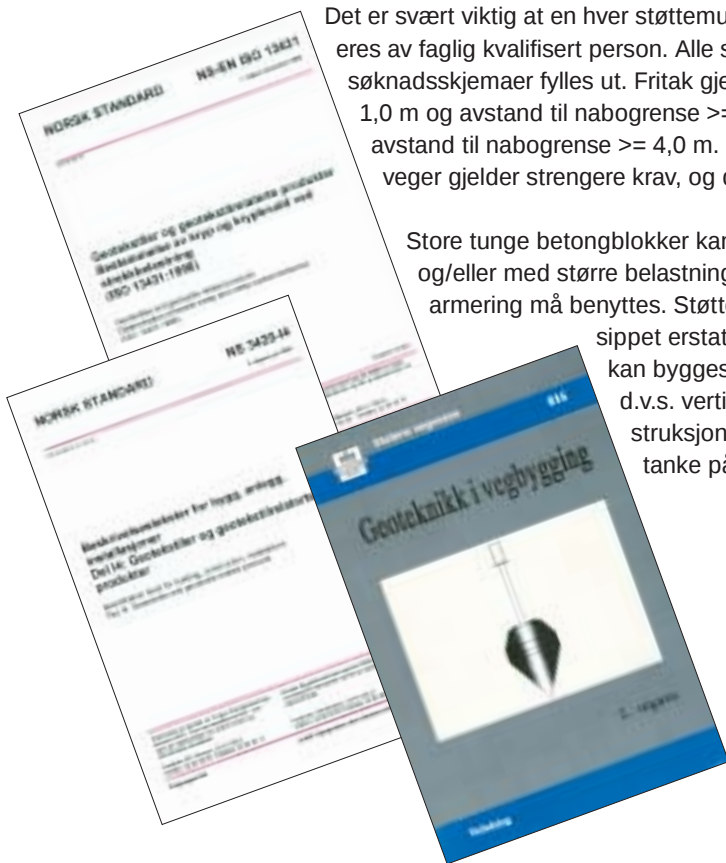
Dimensjoneringen av støttemurer skal sikre at den kortsiktige og langsiktige stabilitet er tilfredsstillende. Støttemurer skal normalt dimensjoneres for en levetid på min. 100 år. Støttemuren dimensjoneres både ut fra krav til bruddgrensetilstanden og til bruksgrensetilstanden.

Total eller ekstern stabilitet kontrolleres ved bæreevnekontroll og ved beregning av glideflater. Lokal eller intern stabilitet kontrolleres ved bestemmelse av blokkenes stabilitet og av nødvendig styrke på og lengde på jordarmeringen i de ulike nivåer. I tillegg må behovet for innfesting mellom jordarmering og betongblokk vurderes.

I tillegg er det viktig at ulike detaljer og spesielle funksjoner dimensjoneres spesielt. Dette kan være fiberdukens filteregenskaper mot stedlige masser, dreneringens kapasitet, kapasitet til rekkverk og innspenningen til jordarmeringen i betongblokkene.

Det er svært viktig at en hver støttemur over 1,5 m vurderes og dimensjoneres av faglig kvalifisert person. Alle støttemurer skal byggemeldes og søknadsskjemaer fylles ut. Fritak gjelder for støttemurer med høyde inntil 1,0 m og avstand til nabogrense  $\geq 2,0$  m, eller høyde inntil 1,5 m og avstand til nabogrense  $\geq 4,0$  m. For støttemurer som bygges mot vegger gjelder strengere krav, og disse kan være kommuneavhengig.

Store tunge betongblokker kan bygges i betydelig større høyder og/eller med større belastninger enn små betongblokker før jordarmering må benyttes. Støttemurer med betongblokker kan i prinsippet erstatte alle typer plasstøpte støttemurer, og kan bygges med helning  $\leq 90^\circ$  med horisontalen, d.v.s. vertikale. Dette krever imidlertid at konstruksjonene dimensjoneres spesielt, med tanke på jordarmering og detaljer.



# Høyde på støttemurer

En støttemur skal alltid dimensjoneres eller vurderes av faglig kvalifisert person. Dersom støttemuren har begrenset høyde, små belastninger og massene i området er gode, kan generelle veiledninger fra produsentene for dimensjoneringen benyttes. Disse veiledningene angir maksimal høyde på støttemuren bygd tradisjonelt uten jordarmering eller andre spesielle tiltak. Studer imidlertid forutsetningene i tabellene nøye.

Murer med store og tunge betongblokker i fronten gir større stabilitet enn små og lette blokker. Støttemurer med store og tunge betongblokker kan derfor bygges høyere og brattere enn med små og lette blokker.

- Støttemurer av store betongblokker, tykkelse min. 600 mm og vekt min. 300 kg, kan normalt bygges inntil 3,0 - 4,0 m høyde uten bruk av jordarmering.
- Støttemurer av små betongblokker, tykkelse min. 250 mm og vekt min. 25 kg, kan normalt bygges inntil 1,5 – 2,0 m høyde uten bruk av jordarmering.
- Støttemurer ved bruk av jordarmering kan i prinsippet, forutsatt korrekt dimensjonert, bygges i ubegrenset høyde.

En faglig gjennomgang og vurdering av prosjektet vil derfor belyse hvilken løsning som er teknisk og økonomisk optimal, tung uarmert eller lett jordarmert støttemur.

Ved bruk av jordarmering må en forsikre seg om at den typen jordarmering som er beskrevet også blir benyttet, evt. at benyttet type jordarmering har nødvendig styrke og funksjon. I tillegg er det viktig at detaljer som innspenning i betongblokken er korrekt utført, at jordarmeringen legges med største strekkstyrke fra fronten og innover (ikke langsetter muren), og at korrekt type jordarmering benyttes i de ulike lag dersom flere typer er beskrevet.

En jordarmert støttemur vil i større grad fungere som en sammensatt kloss og vil således ha tilleggs-effekter i forhold til en uarmert støttemur med tilsvarende styrke og stabilitet som:

- ekstra stabilitet p.g.a. at dimensjoneringsmetodene er noe mer konservative.
- en ekstra kapasitet mot kortvarige uforventede lokale belastninger, som vanntrykk eller kjøretøy.
- jevnere setninger og bevegelser dersom det oppstår uventede svakheter i undergrunnen.

Dersom ønsket støttemur har større høyde enn det som er mulig, kan følgende gjøres:

- redusere høyden på muren
- redusere belastningene mot muren (slakere skråning og lavere nyttelast på toppen)
- redusere helningsvinkelen på muren
- øke størrelsen på betongblokkene
- benytte lette masser i tilbakefylling (må vurdere konsekvensene)
- benytte jordarmering
- stabilisere eksisterende terreng
- kombinasjoner av flere av punktene

Følgende anbefalinger er gitt i Byggforskserien, Byggdetaljer A 517.342, utg. 1-1994, s. 7 – tabell 51:

Tabell 51  
Bruksområder og egenskaper

| Produkttype                  | Maks. murhøyde (m) | Vekt (kg) | Kommentar                                                           |
|------------------------------|--------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------|
| Trønderblokk                 | 5 – 6              | 300 – 320 | Høyder over ca. 3,5 m krever jordanker og forsterket fundamentering |
| Stor forstetningsblokk       | 5,0                | 255 – 340 | 5 m høyde krever jordanker                                          |
| Mellomstor forstetningsblokk | 3,0                | 56        |                                                                     |
| SF Stette- og støymurstein   | ca. 3,8            | 30        | Mindre høyde ved skrånende terreng                                  |
| Forskalings-/Støttemurblokk  | 3,0                | 28        | Forutsettes armert og utstøpt som vinkelstøttemur                   |
| Elverumsblokk                | 2,0                | 120       |                                                                     |
| Mini Trønderblokk            | 2,0                | 36 – 46   | Fortrinnsvís 15° helning ved 2 m høyde                              |
| Keystone                     | 15                 | 38        | Forutsetter bruk av geonett for høyder over ca. 2 m                 |

# Betongblokker

De ulike produsentene leverer en rekke ulike typer betongblokker, både i størrelse, vekt og helningsvinkel. I tillegg kan de ulike typene ofte leveres i ulike farger og strukturer på fronten.

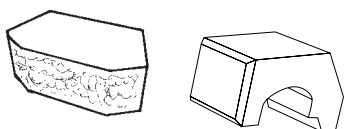
I prinsippet kan betongblokkene deles inn i 2 grupper – liten og stor betongblokk. Nedenfor er vist eksempler på ulike typer små betongblokker fra de involverte produsentene i Norsk Belegningsstein.



Østraadt Stein AS  
Rustic støttemur



ASAK Miljøstein AS.  
Asak Ministøttemur og mini exclusive



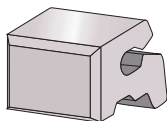
Aaltvedt Betong AS  
Keystone og Mini støttemur



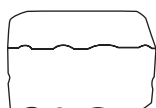
BMC Norge AS  
Scan støttemur og slottsmur



Br. Østbye AS. Østbye-blokk  
Østbyeblokk og Stor (og Mini) Trønderblokk



Lasken Stein AS  
Dekorativ støttemur og Miniblokk



Multiblokk AS  
Multiblokk

# Mønster

Betongblokker gir brukerne en rekke muligheter til å forme støttemurens utseende. I starten må det foretas et valg om blokkenes fuger og linjer skal være horisontale eller om de skal følge terrenget med en definert helning. Normalt, og det enkleste, er at blokkenes fuger og linjer velges horisontale.



*Horisontale skift*



*Mur følger helning på terrenget*

Mønster kan etableres på en rekke måter. Mest vanlig er å legge betongblokkene i forband med en forskyvning på 1/2 blokkbredde. For enkelte typer blokker kan det etableres et mønster ved å kombinere 2 ulike typer blokker. Bruk av ulike farger og/eller struktur på blokkene kan også danne grunnlag for et mønster, der til og med bokstaver og logoer kan etableres.



*Blokkene legges normalt i forband*



*Ulike typer blokker på rett mur og i kurver*



*Mønster med ulike farger.*



*Utsparing av åpninger for blomster eller lignende.*

## Leggeutstyr

Betongblokkene stables enten manuelt eller ved bruk av egnet maskinelt løfteutstyr og leggeutstyr. Betongblokker som krever maskinell installasjon har ofte løftehull i sidene eller andre detaljer tilpasset aktuelt løfteutstyr. De ulike produsentene har mer konkret informasjon om eget og egnet utstyr, og evt. utleie av dette.

De fleste små betongblokker har vekt < 35 kg. Disse kan derfor håndteres manuelt uten bruk av spesielt utstyr. For ytterligere informasjon om krav og regler i forbindelse med manuell og maskinell håndtering av betongblokker henviser vi til Arbeidsmiljølovens bestemmelser.



*Manuell legging av betongblokker*



*Maskinelt utstyr som festes til vanlig gravemaskin*

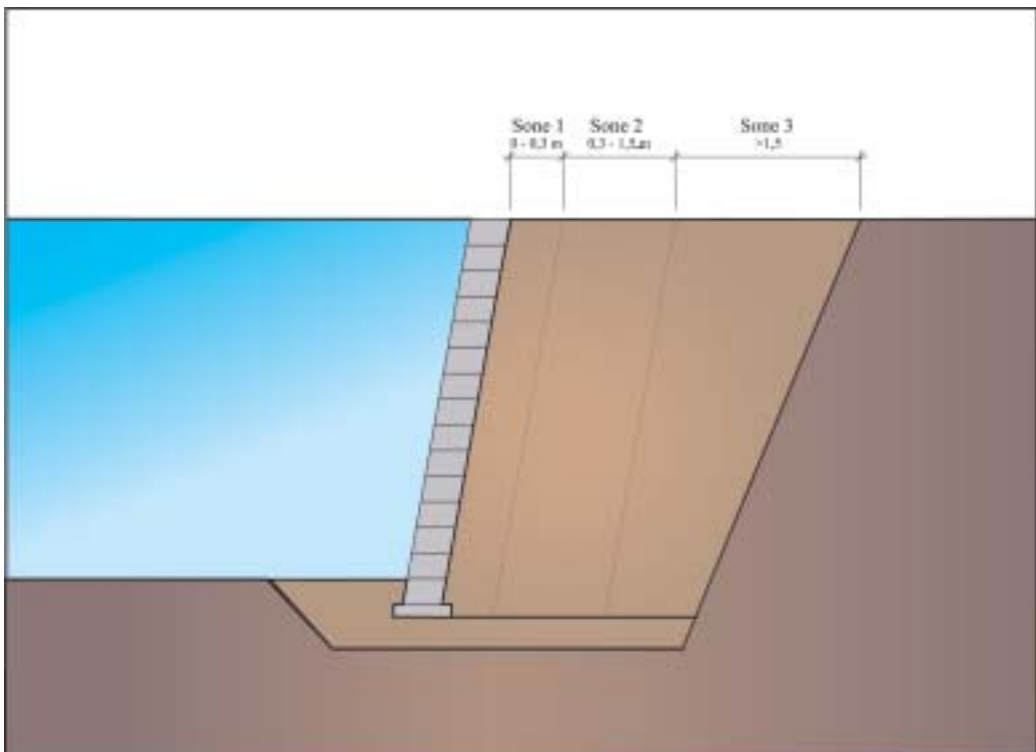
### **Kapping av blokker**

Dette gjøres med kappeutstyr beregnet for betongprodukter. De enkelte typer betongblokker har enkelte spesialblokker som 1/2-stein, buestein, hjørner, endeavslutning og toppavslutning.

# Komprimering

Massene skal komprimeres i henhold til gitte krav i beskrivelsen eller gjeldende håndbøker. Vedrørende lagtykkelser og antall overførter med ulikt komprimeringsutstyr, se f.eks. NS 3420 – F:1999 og H:1999. Følgende generelle retningslinjer kan settes opp komprimering av fundament og tilbakefylling:

- Vinterarbeidsklasse 1
- Normal komprimering
- Lagtykkelser og antall passeringer i henhold til Tabell F5 i NS 3420
- Komprimeringsutstyr tilpasses masser og type betongblokker.
- Lett utstyr benyttes  $\leq 100$  kg i sone 1, p.g.a. faren for å presse blokkene ut av stilling.



# Detaljer

Utseende og funksjon er helt avhengig av utførelsen og kvaliteten på ulike detaljer. En rekke ulike detaljer kunne vært nevnt, men vi har valgt å konsentrere oss om enkelte viktige detaljer. Vi henviser også til anvisninger og installasjonsveiledninger utarbeidet av de enkelte produsentene.



**Endeavslutninger.** Det er viktig at murens skråning ikke velges brattere enn at stedlige masser kan formes til avslutningen. Maksimal helning 1:1,5 – 1:3. Evt. kan muren knekkes inn i terrenget og la blokklagene avslutte som en avtrappet mur.



**Avtrapping.** Det kan lages terrasseringer, avtrappinger og nivåskiller i mange utførelser og etter behov. Dette kan etableres av praktiske og/eller estetiske årsaker. Ved bruk av jord på avsats må en benytte fiberduk som separasjon mellom ulike typer masser.



**Utvendig og innvendig hjørne.** Bruk av spesiallagde blokker eller standard blokk som tilpasses. Dette er avhengig av type blokk som benyttes. Dette kan også tilpasses som en overgang mot en trapp.



**Kurver.** Her vil lengden på muren langs kurven avta med høyden. Derfor må det for hvert lag benyttes noen blokker som er kappet noe i bredden. Denne avtrappingen avhenger av helningsvinkelen på muren. Se derfor produsentens veiledning før oppstart.



**Toppavslutning.** Viktig at avslutningen på toppen er stabil. Dette kan, avhengig av prosjektet, utføres med støpt drager, egen toppblokk, liming av blokkene, en bredere toppblokk eller -bjelke, eller ingen spesiell avslutning. Se derfor produsentens veiledning før oppstart.



**Andre detaljløsninger.** En rekke detaljer kan etableres med standard eller tilpassende blokker. Dette gjelder f.eks. for kurve- og helningsendring forbi stolper og konstruksjoner, innhugg for søppelkasser og tilpasninger mot trapper. Disse kan etableres som buer eller hjørner. De ulike produsentene har erfaringer og referanser på ytterligere detaljer.

## Rekkverk og gjerde

Det er ofte nødvendig å etablere rekkverk, støyskjerm eller gjerde på toppen av støttemurer. Innfestingen eller fundamenteringen av stolpene for rekkverk, støyskjerm eller gjerde kan løses på ulike måter, og er avhengig av både type betongblokk og krefter som det skal dimensjoneres for. Det er derfor viktig å gjøre seg kjent med hvilke krav som stilles til belastningene og til fundamenteringen. Sjekk derfor dokumentene nøye før bygging. Krav til form på rekkverk, støyskjerm eller gjerde kan i sin ytterste konsekvens bestemme hvilke typer betongblokker og/eller jordarmering som kan benyttes. Sjekk derfor alltid installasjonsveiledningen for den aktuelle type betongblokk som er tenkt benyttet.

Vær også klar over at krav til plassering av rekkverk, støyskjerm eller gjerde kan begrense helningsvinkelen på støttemuren eller bestemme plasseringen av støttemurens fot.



*Stolpe festet i betongblokk og/eller avslutningsbjelke. Denne løsningen er ikke mulig med alle typer betongblokker. Se produsentens veiledning.*



*Stolpe støpt ned i et rør som er plassert bak muren.*



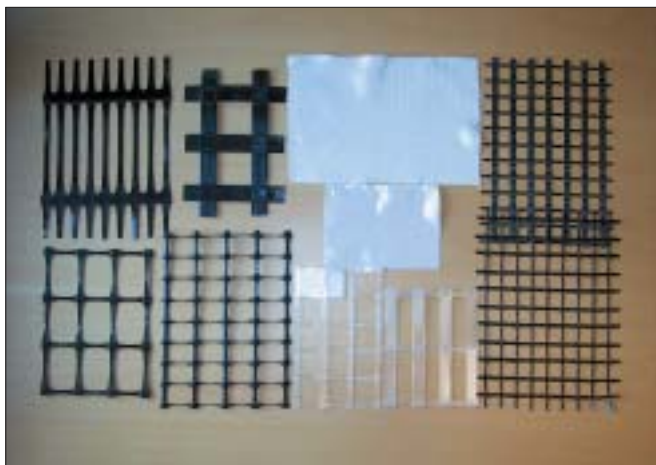
*Stolpe festet direkte i bakken, evt. med søylesko.*



# Jordarmering

Jordarmering som skal benyttes i støttemurer skal tilfredsstille alle nødvendige krav som dimensjoneringen definerer. Følgende punkter er derfor viktig å kontrollere:

- At jordarmeringen er merket i h.h.t. NS-EN ISO 10320
- At mottatte typer jordarmering er tilsvarende som beskrevet i dokumentene. Dette gjelder bl.a. beskrevne krav til styrke og funksjon.
- At jordarmeringen lagres forsvarlig på anlegget slik at kvaliteten ikke forringes og slik at de ulike typer ikke forveksles.
- At korrekt kvalitet, struktur og styrke på jordarmeringen benyttes i det aktuelle lag som installeres.
- At jordarmeringen legges i riktig retning, referert til rullretningen, fra fronten av muren og bakover.
- At alle toleransekrav for underlagets jevnhet, legging av jordarmeringen, innfesting i blokkene og komprimering etc. følges nøye.



*Det finns en rekke ulike typer jordarmering. De deles ofte inn i jordarmeringsnett og jordarmeringsduk. I tillegg deles jordarmeringsnett ofte inn i vevde/strikkede, ekstruderte og sveisede nett. De ulike typer jordarmeringsprodukter gir forskjellige egenskaper og funksjoner, som kan ha stor betydning for støttemurens endelige kvalitet. I tillegg leveres ulike kompositter av en fiberduk og jordarmering, evt. også andre produkter, som gir jordarmeringen ytterligere egenskaper.*

Jordarmeringen må vurderes ut fra krav til strekkstyrke over lang tid, friksjonsegenskaper, nedbrytningsmotstand og mulighet for innfesting og skjøting.

At tilbudt type har tilstrekkelig strekkstyrke betyr derfor ikke nødvendigvis at typen jordarmering tilfredsstiller alle beskrevne krav. For støttemurer bør følgende krav benyttes:

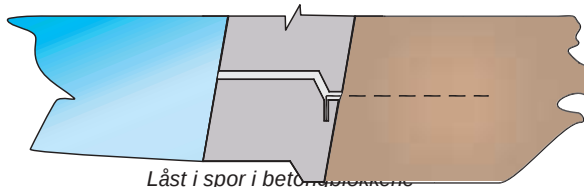
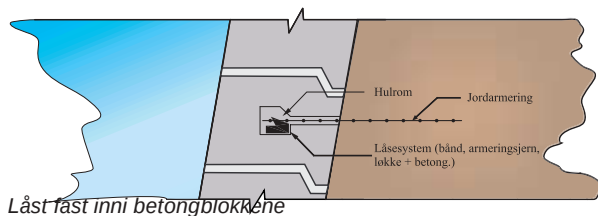
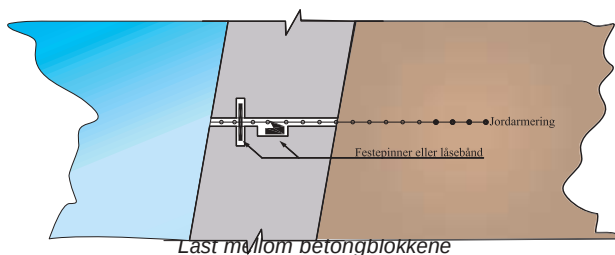
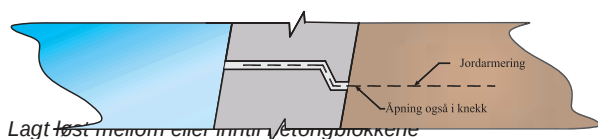
- Dimensjoneringsperiode er min. 100 år
- Maksimal kryptøyning = 1,0 % for støttemurer, og 0,5 % for brulandkar og for støttemurer med helning  $\geq 84^\circ$  (10:1). Kryptøyning defineres som tøyning i levetidsperioden etter fullført installasjon
- Dimensjonerende temperatur settes i Norge til 10 °C
- Lastfaktoren (sikkerhetsfaktor) velges  $\geq 1,3$
- Faktorer og verdier som benyttes i dimensjoneringen skal dokumenteres fra relevante tester og forsøk. Dersom relevant dokumentasjon på faktorer og verdier ikke foreligger, skal faktorer og verdier med en garantert høyere sikkerhet defineres og benyttes.

# Innspenning

Faktorer som betongblokkenes størrelse og vekt, støttemurens helningsvinkel og belastningene på støttemuren vil avgjøre kravet til forbindelsen mellom jordarmering og betongblokkene. Kravet til denne forbindelsen kan generelt defineres som følger:

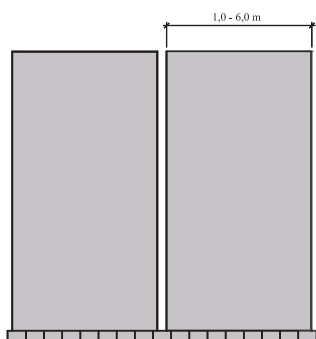
- Dersom helningsvinkelen er  $\leq 60^\circ$  og ingen trafikklast inntil muren kan jordarmeringen legges løst inntil eller mellom betongblokkene.
- Dersom helningsvinkelen er  $\leq 70^\circ$  og ingen trafikklast inntil muren, evt.  $\geq 60^\circ$  med trafikklast, må jordarmeringen minimum legges løst mellom betongblokkene.
- Dersom helningsvinkelen er  $\geq 70^\circ$  med og uten trafikklast inntil muren må jordarmeringen festes inn i eller mellom betongblokkene med en sikker skjøtemetode, d.v.s. at innspenningen har kapasitet  $\geq$  karakteristisk styrke til jordarmeringen.

Sjekk derfor på forhånd nøye i beskrivelsen hvilke krav som stilles til denne forbindelsen. Dersom jordarmeringen skal legges inn mellom betongblokkene bør det benyttes jordarmering med mest mulig jevn tykkelse på hele flaten, slik at blokkene ikke "rir" på jordarmeringen. Ulike typer betongblokker kan ha ulike innfestingsmetoder eller -løsninger. Disse kan være generelle (uavhengig av type jordarmering) eller spesifikt tilpasset en type jordarmering. Enkelte løsninger kan også omfatte spesielt utviklet festeutstyr mellom betongblokk og jordarmering. Sjekk derfor med aktuell leverandør av betongblokk før bestilling av varene.



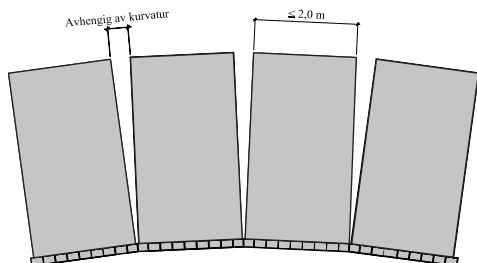
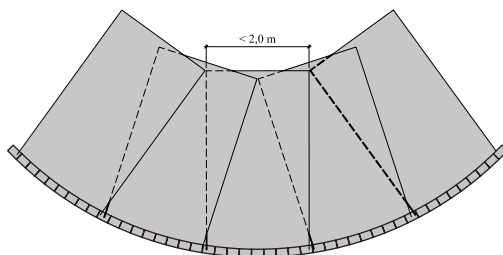
# Legging av jordarmering

Jordarmeringen skal i størst mulig grad legges vinkelrett på fronten. Dette betyr at i kurver bør det benyttes smalere bredder på jordarmeringen. Ruller med stor bredde kan imidlertid kappes for å oppnå ønsket bredde ved utlegging. I spesielt utvendig kurve vil det være en fordel å ta hensyn til en horisontal avstand mellom breddene på jordarmeringen i dimensjoneringen. Følgende skisser viser legging av jordarmeringen ved ulike kurvaturer på muren:



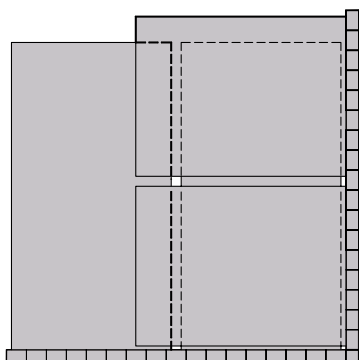
Legging av jordarmering på rettstrekning. Breddene legges kant i kant eller med beskrevet avstand.

Legging i utvendig kurve. Breddene legges med overlapp i bakkant, evt. med større avstand i fronten enn i bakkant.



Legging i innvendig kurve. Breddene legges kant i kant i fremkant og med sprik i bakkant, evt. med mindre avstand i fronten enn i bakkant.

Jordarmeringen skal ligge plant og stramt fra fronten og bakover. Det kan i enkelte tilfeller kreves at jordarmeringen strammes noe for å ta ut mulig slakk i jordarmeringen. Masse legges da på den bakre del mens jordarmeringen holdes oppstrammet.

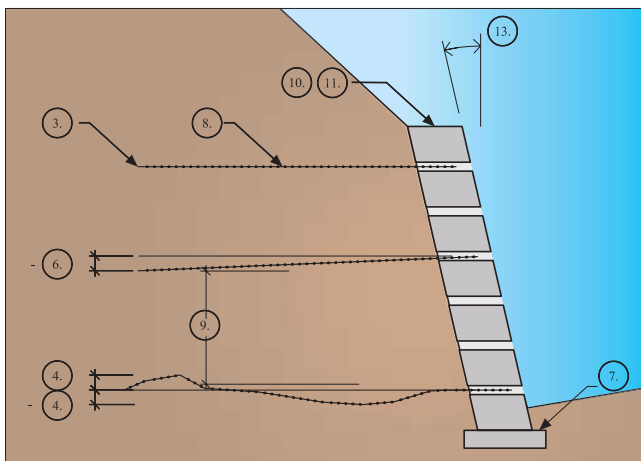


Beskrevet lengde innover eller dybde på jordarmeringen regnes fra fronten av betongblokkene og fremgår av dimensjoneringen. Se imidlertid på tegninger eller skisser for aktuelt prosjekt hva som er forutsatt. Nødvendig lengde på jordarmeringen er ikke inkludert evt. oppbretting i forkant eller i bakkant.

I hjørner legges jordarmeringen som i 2 separate murer. Lagene i de 2 retningene forsøkes forskjøvet i høyden med 1 blokkgrad, slik at det blir noe masse mellom jordarmeringen i de 2 retningene. Evt. kan jordarmeringen legges oppå hverandre i full beskrevet lengde, men dette må vurderes spesielt.

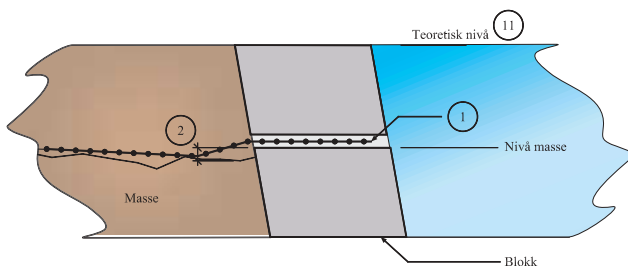
# Toleransekrav

Det er viktig at installasjonen utføres mest mulig optimalt i forhold til beskrivelsen. Overskridelser av toleransekravene vil kunne ha både estetiske, tekniske konsekvenser, og vil i værste fall kunne bety at støttemuren må demonteres og bygges på nytt. Vi vil også påpeke at toleransekravene som her er gitt kan fravike fra det som står i prosjektets dokumenter og/eller i beskrivelser fra produsenten eller leverandøren av betongblokkene eller av jord-armeringen. I så fall skal dette konfereres og avtales med ansvarlig for det aktuelle prosjekt. De her definerte toleransekrav gjelder for vanlige støttemurer. For enkelte typer konstruksjoner, som kaier og brulandkar, kan toleransekravene være strengere, ut fra konstruksjonens tradisjonelle og generelle toleransekrav. Toleransekrav er målt over en 2 m målelengde.



Følgende toleransekrav gjelder:

- |                                                |             |
|------------------------------------------------|-------------|
| 1. Jordarmering frem på blokk:                 | ± 15 mm     |
| 2. Oppfylling til nivå jordarmering mot blokk: | ± 10 mm     |
| 3. Lengde på jordarmering:                     | - 0 mm      |
| 4. Høydejevnhet jordarmering:                  | ± 40 mm     |
| (el. maks. 2,0 % av pkt. 3 når L < 2,0 m)      |             |
| 5. Beskrevet overlapp:                         | - 20 mm     |
| 6. Helning i forhold til horisontalen:         | - 5°        |
| 7. Nivå topp fundament:                        | ± 5 mm      |
| 8. Lagnivå for jordarmering:                   | ± 50 mm     |
| 9. Lagtykkelser mellom lag av jordarmering:    | + 50 mm     |
| 10. Linjeføring, avvik fra horisontal linje:   | ± 5 mm      |
| 11. Høydenivå betongblokkene:                  | ± 5 mm      |
| 12. Komprimering:                              | minimumkrav |
| 13. Vinkel på front mur:                       | ± 2°        |



# Viktig



## Grunnforhold

Kontroll av grunnforhold og masser bak støttemuren. Avklare behov og plassering av isolasjon og drenering.



## Fundamentering

Komprimering og avretting før utlegging av sålebjelke og/eller 1. rad med betongblokker.



## Kurver og linjer

Utsetting av punkter og oppfølging av linjeføring. Innmåling av knekkpunkter og høyder.



## Detaljer

Detaljer som hjørner, rekkverk og avtrapping. Sjekk med installasjonsveiledning og detaljbeskrivelse for aktuell type betongblokk.



## Belastning

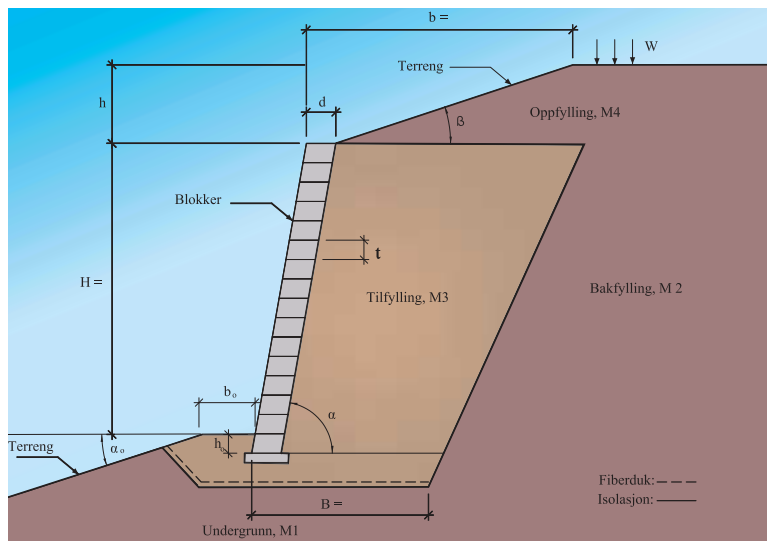
Det skal utføres egen dimensjonering for murer høyere enn 1,50 m eller ved hellende terreng eller ved trafikklast oppå muren. Dette gjøres i samarbeid med leverandør av stein/blokk og/eller jordarmeringsnett alternativt konsulent.



## Avtrapping av fundamentet

Viktig med god komprimering inn mot avsluttet fundament og korrekt forflytting av fundament innover ved stigende nivå på fundamentet.

# Huskeliste



|                         |                       |            |                 |                 |                |                 |
|-------------------------|-----------------------|------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Verdier undergrunn, M1: | $\phi =$              | $^{\circ}$ | $c =$           | $\text{kN/m}^2$ | $\gamma =$     | $\text{kN/m}^3$ |
| Verdier bakfylling, M2: | $\phi =$              | $^{\circ}$ | $c =$           | $\text{kN/m}^2$ | $\gamma =$     | $\text{kN/m}^3$ |
| Verdier tilfylling, M3: | $\phi =$              | $^{\circ}$ | $c =$           | $\text{kN/m}^2$ | $\gamma =$     | $\text{kN/m}^3$ |
| Verdier oppfylling, M4: | $\phi =$              | $^{\circ}$ | $c =$           | $\text{kN/m}^2$ | $\gamma =$     | $\text{kN/m}^3$ |
| Verdier belastning:     | Helning, $\beta =$    | $^{\circ}$ | Høyde, $h =$    | $\text{m}$      | Trafikk, $w =$ | $\text{kN/m}^2$ |
| Type blokker:           | Helning, $\alpha =$   | $^{\circ}$ | Høyde, $t =$    | $\text{mm}$     | Dybde, $d =$   | $\text{mm}$     |
| Fotstabilitet:          | Helning, $\alpha_0 =$ | $^{\circ}$ | Bredde, $b_0 =$ | $\text{mm}$     | Dybde, $h_0 =$ | $\text{mm}$     |

Beskrivelse:  $\phi$  = massens friksjonsvinkel,  $c$  = massens kohesjon,  $\gamma$  = massens densitet, tyngde

Beskrivelse:

Masse M1: .....

Masse M2: .....

Masse M3: .....

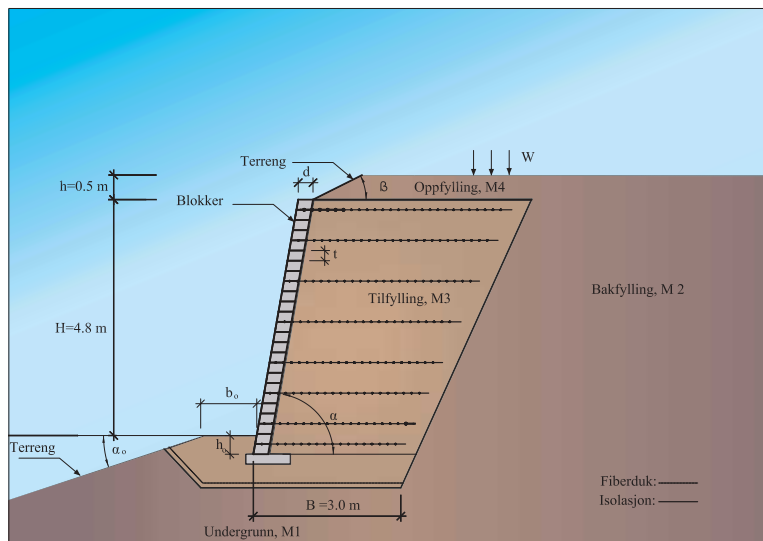
Masse M4: .....

Notater:

.....  
 .....  
 .....  
 .....

Kommentar: Det er svært viktig at en hver støttemur vurderes og dimensjoneres av kompetent person. Alle støttemurer over 1,5 m skal byggemeldes og søknadsskjemaer fylles ut. Vi vil anbefale alle om å benytte faglig kvalifisert konsulent (geoteknisk konsulent) til å foreta vurdering av stedlige masser og dimensjonering av støttemuren, spesielt vedr. vurdering og dimensjonering av jordarmering, og utfylling av søknadspapirene. Da skal konsulentarbeidets kvalitet være regulert i h.h.t. NS 8401 / 8402.

# Eksempel



|                         |                                |                                |                                  |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Verdier undergrunn, M1: | $\phi = 35^\circ$              | $c = 10 \text{ kN/m}^2$        | $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$     |
| Verdier bakfylling, M2: | $\phi = 33^\circ$              | $c = 5 \text{ kN/m}^2$         | $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$     |
| Verdier tilfylling, M3: | $\phi = 42^\circ$              | $c = 0 \text{ kN/m}^2$         | $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$     |
| Verdier oppfylling, M4: | $\phi = 33^\circ$              | $c = 5 \text{ kN/m}^2$         | $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$     |
| Verdier belastning:     | Helning, $\beta = 27^\circ$    | Høyde, $h = 0,5 \text{ m}$     | Trafikk, $w = 26 \text{ kN/m}^2$ |
| Type blokker:           | Helning, $\alpha = 80^\circ$   | Høyde, $t = 200 \text{ mm}$    | Dybde, $d = 300 \text{ mm}$      |
| Fotstabilitet:          | Helning, $\alpha_0 = 10^\circ$ | Bredde, $b_0 = 300 \text{ mm}$ | Dybde, $h_0 = 200 \text{ mm}$    |

## Beskrivelse:

- Masse M1: Fast og hard morene, mye stein, grunnvannstand ikke synlig i utgravd nivå
- Masse M2: Fast morene, noen lag av mer humus og silt, løsere masser oppover, steinholdig, ikke registrert vannføring, men noe fukt i løsere lag.
- Masse M3: Knust fjell 4-64 mm fraksjon som komprimeres, benyttes i tilfylt sone
- Masse M4: Løsere morene, noe jordholdig, en del steiner.  
Ikke registrert vannføring

Kommentar: Ikke utarbeidet geoteknisk rapport. Bygget en del andre murer i området med info, har tatt bilder på stedet ved befaring og utgraving. Tilgjengelig dybde for jordarming i bunnen er ca. 3,0 m, økende i toppen til ca. 4.0 m. Det er tenkt benyttet betongblokker av typen XX og jordarming av typen YY evt. andre produkter fra leverandør MM.

## Andre typer murer



*Forskalingsblokk*



*Limte/støpte blokkmurer*



*Pyntemur av tromla betongblokker, kubber*



*Pyntemur av belegningsstein*



*Pyntemur - knekkheller/knekkstein*



*Pyntemur - knekkheller/knekkstein*

# Arbeidsrekkefølge

1. Planlegging
  - sjekk alle aktuelle dokumenter og nødvendige parametere
2. Fundament
  - sørg for tilstrekkelig styrke på fundamentet ut fra undergrunnens styrke
  - sjekk behov for og egenskaper til fiberduk, jordarmering, isolasjon og drenering
  - sørg for å benytte masser med tilstrekkelige drenerende egenskaper
  - sørg for at massene er tilstrekkelig komprimert og avrettet
3. Såle for betongblokkene,
  - valg av støpt eller prefabrikert sålebjelke, evt. blokk direkte på massene
4. Utlegging av betongblokker og masser.
  - kontinuerlig kontroll av retning, helningsvinkel og nivå på linjeføringen
  - kontroll av bredden på blokkene i forband
  - kontroll av type blokker ved mønster
  - kontroll av komprimering og toleransekrav, maks. 2 blokknader før tilfylling av masse
  - sørg for at en kan legge så store lengder som mulig på hver blokknader
  - fyll på masser i fremkant av muren når en har lagt ut 3-4 blokknader.
  - kontroll av type og utlegging av jordarmering i de ulike skiftene
5. Avslutninger.
  - utførelse av avslutninger i lengde og topp
  - utførelse av detaljer som kurver, rekkverk etc.
  - klargjøring av muren og rydding av området, bl.a. foran og bak muren



# Referanser

1. NS EN 3420, kap. I4
2. NS EN-ISO standarder generelt
3. Håndbok 016 – Geoteknikk i vegbygging
4. Håndbok 018 – Vegbygging
5. Norsk Standard – NS 3420
6. Byggforsk, byggdetaljer – bl.a (ref. til utg.1-1994) nr.:
  - A 517.342
  - G 451.021
  - G 451.022
  - A 521.811
7. Nordic Handbook, 2003 – reinforced soils and fills
8. Materiell fra produsenter og leverandører av betongblokker
9. Materiell fra produsenter og leverandører av jordarmering
10. Materiell fra produsenter og leverandører av isolasjonsmateriell
11. Materiell fra produsenter og leverandører av lette masser
12. Arbeidsmiljølovens bestemmelser



Norsk Belegningsstein  
Et samarbeidsprosjekt mellom

ASAK Miljøstein  
Østraadt Stein  
Aaltvedt Betong  
BMC  
Brødrene Østbye  
Lasken Stein  
Multiblokk  
Norcem

[www.asak.no](http://www.asak.no)  
[www.ostraadt.no](http://www.ostraadt.no)  
[www.aaltvedt.no](http://www.aaltvedt.no)  
[www.bmc-norge.no](http://www.bmc-norge.no)  
[www.ostbye.no](http://www.ostbye.no)  
[www.laskenstein.no](http://www.laskenstein.no)  
[www.multiblokk.no](http://www.multiblokk.no)  
[www.norcem.no](http://www.norcem.no)

[www.belegningsstein.info](http://www.belegningsstein.info)