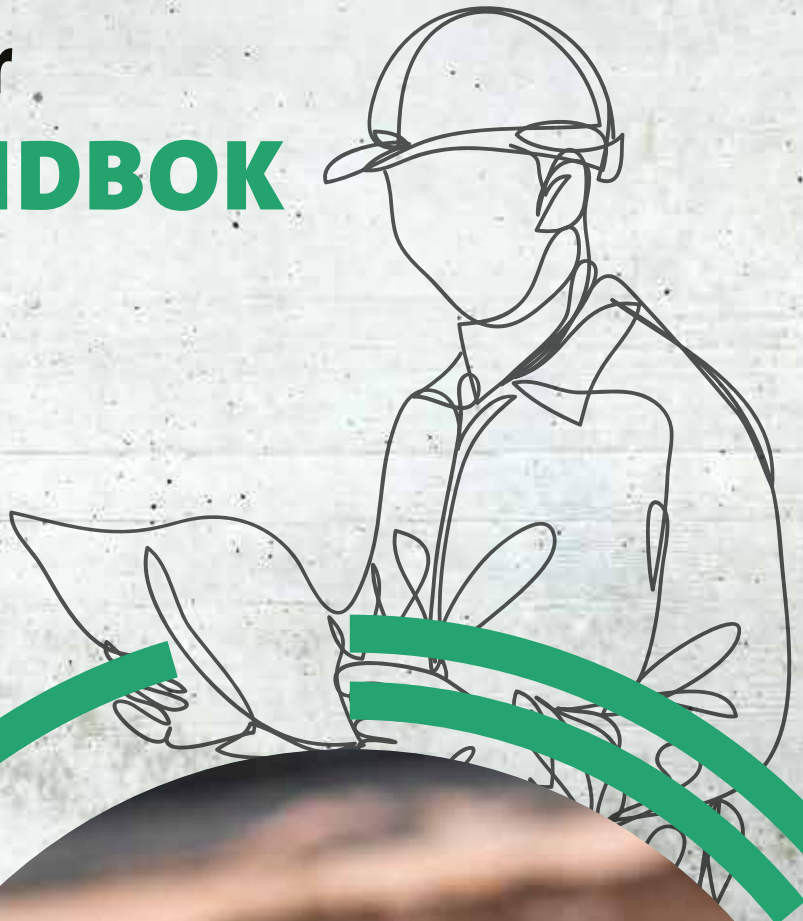


Leca[®] Lettklinker **TEKNISK HÅNDBOK**

LECA[®] LETTKLINKER
et naturlig lett fyllmateriale
som kan gjenbrukes



INNHALDSFORTEGNELSE



1. MATERIALETS EGENSKAPER

1.1	Beskrivelser og krav	Side 7
1.2	Densitet	Side 7
1.3	Kapillær stighøyde	Side 7
1.4	Mekaniske egenskaper	Side 8
1.5	Andre tekniske egenskaper	Side 9
1.6	Termiske egenskaper	Side 10
1.7	Brannpåvirkning	Side 10
1.8	Kjemiske egenskaper	Side 10

2. VEI- OG JERNBANEFYLLINGER

2.1	Om løsningene	Side 13
2.2	Utlegging	Side 15
2.3	Komprimering	Side 16
2.4	Innfesting av rekkverk	Side 18
2.5	Beregning av veifylling	Side 19

3. TUNELL

3.1	Om løsningene	Side 21
3.2	Utførelse	Side 21
3.3	Prinsipptegning	Side 22

4. TILBAKEFYLLING

4.1	Om løsningene	Side 25
4.2	Utlegging av tilbakefylling	Side 25
4.3	Eksempel på beregning	Side 27

5. KOMPENSERT FUNDAMENTERING

5.1	Om løsningene	Side 29
5.2	Prinsipp	Side 29
5.3	Utlegging	Side 30
5.4	Eksempel på beregning	Side 31

6. OVERVANN OG KLIMATILPASSING

6.1	Om løsningene	Side 33
6.2	Overvannsmagasiner	Side 34
6.3	Filtrering og biofiltrering	Side 34

7. GRØNNE TAK

7.1	Om løsningene	Side 37
7.2	Jordforbedring	Side 39

8. LECA LETTBETONG

8.1	Lettbetong	Side 41
8.2	Sementstabilisert lettklinker	Side 42
8.3	Utlegging	Side 43

9. KUNSTGRESSBANER

9.1	Om løsningene	Side 45
9.2	Sportfyller	Side 46

10. VA-LEDNINGER

10.1	Om løsningene	Side 49
10.2	Utlegging	Side 49
10.3	Eksempler på bruk	Side 49

11. GULV PÅ GRUNN

11.1	Om løsningene	Side 53
11.2	Utlegging av gulv	Side 54
11.3	Eksempler og skisser	Side 55

12. ROT

12.1	Om løsningene	Side 57
------	---------------	---------

LEVERING OG UTLEGGINGSMETODER

Tipping, sekker og blåsing	Side 58
----------------------------	---------



Kompansert fylling Finland

INNLEDNING

Lett, ekspandert leire – Leca® Lettklinker – har blitt brukt som fyllmasse til geotekniske formål rundt om i Europa siden 1958.

Leca® Lettklinker er et sterkt, granulært keramisk materiale med innvendige luftfylte porer. Naturlig leire pelleteres, tørkes og ekspanderes i roterovn. Resultatet er Leca-kuler mellom 0 og 32 mm, som siktes i ulike graderinger.

Egenskapene til Leca® Lettklinker er et godt alternativ for en rekke geotekniske utfordringer og bruken kan løse mange problemer samtidig. Lav vekt, høy styrke og enkel håndtering har gjort Leca® Lettklinker til et velkjent og konkurransedyktig byggemateriale.

Leca® Lettklinker er ekspandert leire, et uorganisk, bestandig og naturlig materiale.

Leca® Lettklinker brukes blant annet til:

- Lette tilbakefyllingsmasser
- Jordtrykksreduksjon
- Frostisolasjon
- Overvannshåndtering
- Oppbygging av terreng
- Sikring mot setninger

Leca® Lettklinker kan graves opp og ombrukes til nye geotekniske formål.

Leca® satser på bærekraft og jobber for å minimalisere sitt miljømessige fotavtrykk og arbeider kontinuerlig med å redusere utslipp.



Leca® Lettklinker er et motstandsdyktig materiale. Det er frost- og kjemikaliebestandig over tid og kan ikke brytes ned biologisk.



Et naturlig lett fyllmateriale

Leca® Lettklinker er et lett fyllmateriale som består kun av vanlig leire.

Våre produkter av Leca® Lettklinker har mange fordeler til bruk innen bygg, infrastruktur og klimatilpasning. Blant annet gir materialet komfort og velvære i hjemmene våre gjennom sin evne til å isolere mot både støy og kulde.

For infrastrukturformål er det klare fordeler med Leca® Lettklinker og materialet benyttes fra alt til lastreduksjon i konstruksjoner, til drenering for beskyttelse mot vannmasser. I tillegg gir produktets lave vekt og enkle håndterbarhet, positive innvirkninger på sikkerhet, arbeidsmiljø og transport.

Leca Norge jobber kontinuerlig med å redusere miljøavtrykket og vi har klare planer for fremtiden. Vårt mål er å redusere det industrielle CO₂-fotavtrykket med 50 % innen 2030 – sammenlignet med 2017.

Fordi bærekraftbegrepet omfatter mer enn kun karbonfotavtrykk, har vi en portefølje av EPDer (**Environmental Product Declarations er utstedt av EPD-Norge**) som beskriver livssyklusen til våre produkter, fra vugge-til-grav.

Vi legger om produksjonen til å benytte biobrensler og vi optimaliserer transporten for å redusere CO₂-avtrykk.

EPDer er å finne på: www.epd-norge.no

Ombruk av Leca® Lettklinker

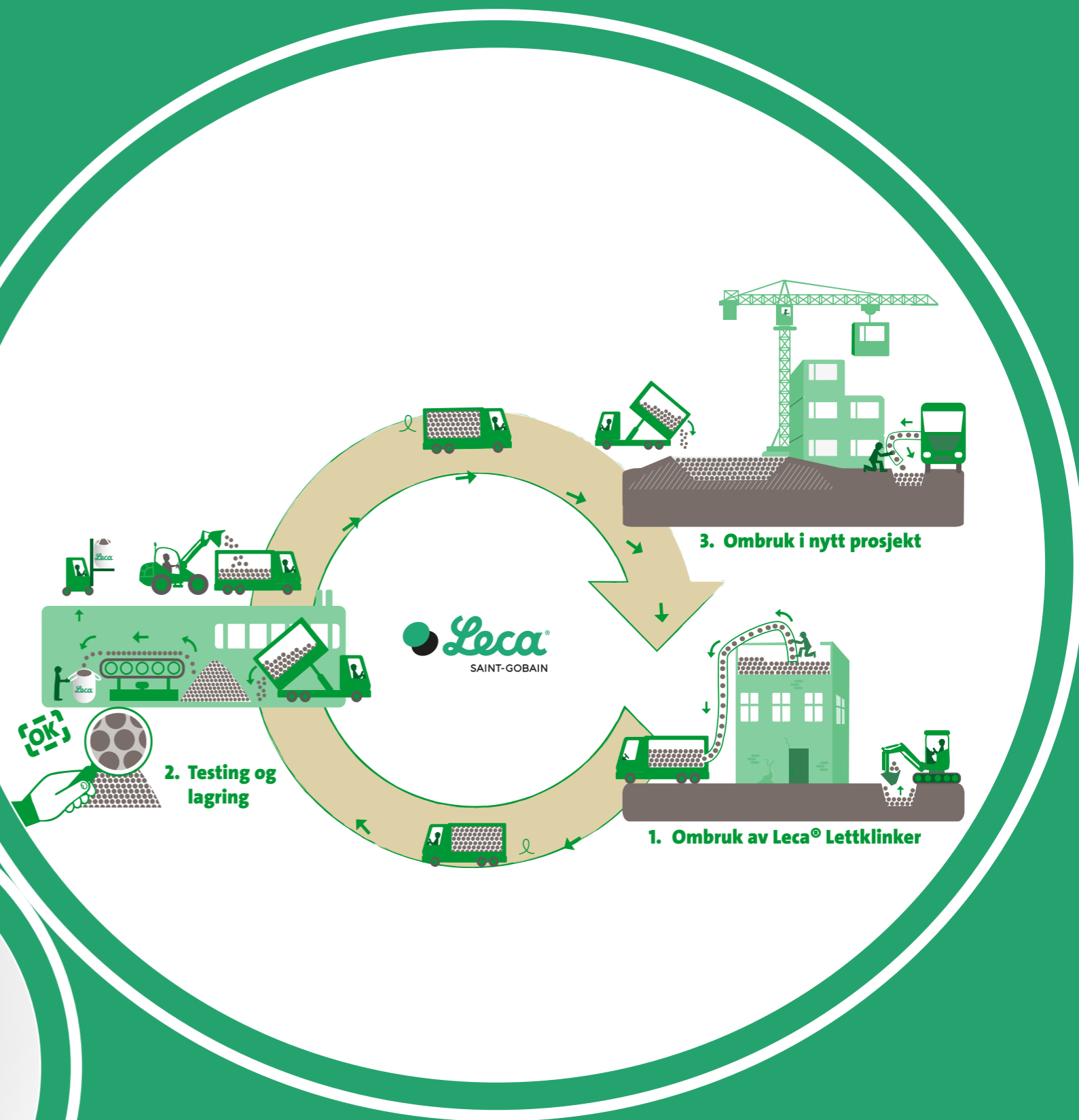
I et klimaperspektiv er ombruk bedre enn nyproduksjon og medfører lavere utslipp. Leca® Lettklinker kan ombrukes eller material- gjenvinnes. Avfall fra

byggeprosjekter kan dermed reduseres. Finner man Leca® Lettklinker under rehabilitering eller riving kan massene leveres inn for ombruk,

og vi kan også hente brukt lettklinker om det er gunstig. Leca® Lettklinker har vært benyttet i over 60 år i veifyllinger, så vi forventer god tilgang på ombruksmateriale.

Det tas prøver av ombrukt materiale for å kontrollere kvaliteten og for å sikre at det ikke inneholder urenheter. Leca Norge kan utstede en begrenset ytelseserklæring for ombrukte masser som er klare for gjensalg.

Å lage byggematerialer krever energi. Siden Leca® Lettklinker er lett, sterk og evigvarende, gir disse egenskapene reduksjon av energiforbruk i både byggefasen, transport og i ferdige konstruksjoner. Disse miljøfordelene viser vi i våre EPDer.



Leca® Lettklinker kan brukes mange ganger. Alt materiale som benyttes i konstruksjoner i dag har et potensiale for ombruk i fremtiden, igjen og igjen. Leca Norge har derfor etablert programmet «Tur & Retur», som er vår ombruks-løsning for løsmasser av Leca® Lettklinker.





**Brannsikring og
isolasjon
mellom etasjer**

Byhaven
Fredrikstad

For mer informasjon se:
SINTEF Teknisk Godkjenning
TG 2051 Leca ISO 8/20.



1. MATERIALETS EGENSKAPER

1.1 Beskrivelser og krav

For beskrivelser og krav ved bruk av lettklinker i Norge, se Statens Vegvesen Håndbok N200 Vegbygging og BaneNor Teknisk Regelverk.

EN 15732 *Lette fyllmasser og varmeisoleringsprodukter til anleggsformål - Lettklinker basert på ekspandert leire (LWA)*, er den europeiske standarden som regulerer materialkravene til lette fyllmasser for geotekniske formål. Ytelseserklæring (DoP) og CE-merking etter EN 15732 viser at Leca® Lettklinker oppfyller gjeldende krav til kvalitet og robusthet for infrastrukturformål.

NS-EN 1997-1 Eurokode 7: *Geoteknisk prosjektering*, er standarden som regulerer beregninger og dimensjonering med lettklinker.

Leca® Lettklinker er et friksjonsmateriale. Det betyr at når materialet bygges inn i en konstruksjon, tilsvarende stivhetsegenskapene konvensjonelle friksjonsmaterialer, som for eksempel pukk. Se tabell 1.

Leca® Lettklinker velges til geotekniske formål grunnet sin lave vekt, som kun er 15-20 % av vekten til konvensjonelle masser. Etter utlegging vil den beregningsmessige tyngdetettheten til Leca® Lettklinker øke noe på grunn av at vann absorberes i materialet.

Statens vegvesen Håndbok N200 angir beregningsmessig tyngdetetthet $\gamma = 4,0 \text{ kN/m}^3$ for sortert og $\gamma = 4,5 \text{ kN/m}^3$ for usortert lettklinker. Disse verdiene er generelle og konservative, og inkluderer sikkerhetsmarginer for å dekke variasjon i materialkvalitet, håndtering og utførelse. Basert på dokumenterte egenskaper for Leca® Lettklinker, samt erfaring fra utførte prosjekter med definert fraksjon og kontrollert utførelse, kan det i mange tilfeller benyttes lavere beregningsmessige verdier.

For Leca® Lettklinker anbefales derfor følgende verdier for drenert fylling:

$\gamma = 3,5 \text{ kN/m}^3$ (usortert)

$\gamma = 4,0 \text{ kN/m}^3$ (sortert)

1.2 Densitet

Leca® Lettklinker 8/20 har i utgangspunktet tørr bulkdensitet på ca. 245 kg/m^3 . Etter lossing og komprimering øker bulkdensitet til $280\text{-}330 \text{ kg/m}^3$. For å beregne tyngdetetthet til en lettklinkerfylling i praksis, må det også tas hensyn til vann som absorberes av kulene, vann på kornoverflaten og eventuelt gravitasjonsvann mellom kulene. Vannopptak er en langsom prosess, og maksimal densitet oppnås først etter flere år.

For riktige betraktninger er det viktig å ha kontroll på følgende egenskaper:

- Tørr bulkdensitet
- Tyngdetetthet
- Volumendring ved komprimering
- Friksjonsvinkel
- Isolasjonsevne
- Deformasjon/trykkstyrke

1.3 Kapillær stighøyde

Det er viktig å vurdere grunnvannstanden i fyllingen og de generelle forholdene i grunnen.

Kapillær stighøyde, eller kapillaritet, er et mål for vannabsorpsjon over tid. Leca® ISO 8/20 har kapillærbrytende coating som reduserer vannabsorpsjon. Maksimal kapillær stighøyde er på 75 mm (iht. NS-EN 1097-10). Derfor brukes Leca® ISO 8/20 når det er nødvendig med kapillærbrytende sjikt, for eksempel i fundamenter, tilbakefyllinger mot bygninger og i infraprojekter.

1.4 Mekaniske egenskaper

Tabell 1. Typiske verdier for dimensjonering med Leca® Lettklinker

MEKANISKE EGENSKAPER DEKLARERT I HENHOLD TIL GEOTEKNISK STANDARD EN 15732	Verdi	Enhet
Nominell tørr densitet (usortert 0/32 mm)	275 ± 15 %	kg/m ³
Nominell tørr densitet (sortert 8/20 mm)	245 ± 15 %	kg/m ³
Beregningsmessig tyngdetetthet i fylling (usortert 0/32 mm)	4,0*	kN/m ³
Beregningsmessig tyngdetetthet i fylling (sortert 8/20)	3,5*	kN/m ³
Beregningsmessig tyngdetetthet mot oppdrift (usortert 0/32 mm)	3,0**	kN/m ³
Beregningsmessig tyngdetetthet mot oppdrift (sortert 8/20 mm)	2,5**	kN/m ³
Karakteristisk friksjonsvinkel***	39	°
Karakteristisk utvendig porøsitet****	45–55	%
Volumreduksjon ved komprimering**	8–12	%
Termiske egenskaper (tørr, sortert/usortert)	0,104/0,12	W/mK
Trykkstyrke (10 % deformasjon, usortert 0/32 mm)	>1300	kPa
Trykkstyrke (10 % deformasjon, sortert 8/20 mm)	>750	kPa
Syklisk lastmotstand (2 millioner sykluser ved 120 kPa)*****	<0,5	%
Stivhetsmodul****	150	MPa

- * Se kapittel 1.1 beskrivelse og krav
- ** I henhold til Statens Vegvesen Håndbok N200
- *** Friksjonsvinkler (ϕ) beregnet i statisk triaksialtest med ulike trykk, 20-120 kPa (NGI)
- **** Stivhetsmodul (M_v) beregnet i syklisk triaksialtest ved 150 kPa (NTNU)
- ***** RISE



Ytelseserklæringer og produktdatablader er å finne på: www.leca.no

1.5 Andre tekniske egenskaper

Oppdrift

Oppdrift er sjeldent et problem i lettklinkerfyllinger, men ved fare for oversvømmelser i en nylagt fylling må oppdrift vurderes. I en normalsituasjon vil en drenert Leca-fylling få et gitt fuktinnhold over tid. Beregningsmessig tyngdetetthet på ca 3,5 kN/m³ (sortert) og 4,0 kN/m³ (usortert) kan medberegnes. Med porøsitet (eksternt porevolum) på ca. 45 % vil resulterende oppdrift bli på hhv. 2,0kN/m³ (sortert) og 1,5 kN/m³ (usortert).

::::> Se kapittel 5 for regneksempel

Setninger

Ved setningsberegning for en lettklinkerfylling er beregningsmessig tyngdetetthet den kritiske parameteren. Effekten av at maksimal romvekt ikke opptrer før flere år etter etablering av fyllingen kan imidlertid ha positiv betydning. En gradvis romvektsøkning når fuktinnholdet i lettklinkeren øker, gir underliggende bløte masser tid til å konsolidere uten signifikant økning i internt poretrykk.

Jordtryksreduksjon

Bruk av Leca® Lettklinker som lett fyllmasse gir en betydelig reduksjon i horisontalt jordtrykk sammenlignet med andre typer tilbakefyllingsmasser.

I tidligere laststandard NS 3479 «Prosjektering av bygningskonstruksjoner - Dimensjonerende laster» er det i Anneks E gitt en veiledning for jordtryksberegninger (forenklet modell) som kan benyttes for beregninger med Leca® Lettklinker for fyllingshøyder mindre enn 3 meter.

::::> Se kapittel 4 for mer informasjon

Kompensert fundamentering

Målet med masseutskiftingen er å unngå tilleggslast på grunnen, slik at det ikke skal oppstå setninger som kan gi skader på den ferdige konstruksjonen.

::::> Se kapittel 5 for mer informasjon



1.6 Termiske egenskaper

Leca® ISO 8/20 er underlagt tilsyn hos SINTEF, som pr. dd. verifiserer $\lambda = 0,104 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ i tørr tilstand.

Tabell 2 oppgir varmeledningsevne (varmekonduktivitet) for bruk i U-verdiberegninger der materialet forventes å ha høyere fuktighet.

Tabell 2. Varmeledningskonduktivitet ved ulike fuktforhold og bruksområder.

Som varmeisolasjon	λ_d (W/mK)
Gulv på grunn i oppvarmet bygning	
Isolasjonslag over kapillærbrytende lag	<0,11
Kapillærbrytende og drenerende lag	0,15
Utvendig mot vegg under terreng	0,15
Utvendig varmeisolasjon (Fjernvarmerør, kunstgressbane o.l.)	0,15
Som frostsikring (frostkapasitet for aktuelle fuktinnhold medregnet)	Se SVV N200
I grunnen utvendig drenert	0,12
Under gulvet i uoppvarmet bygning	0,12

1.7 Brannpåvirkning

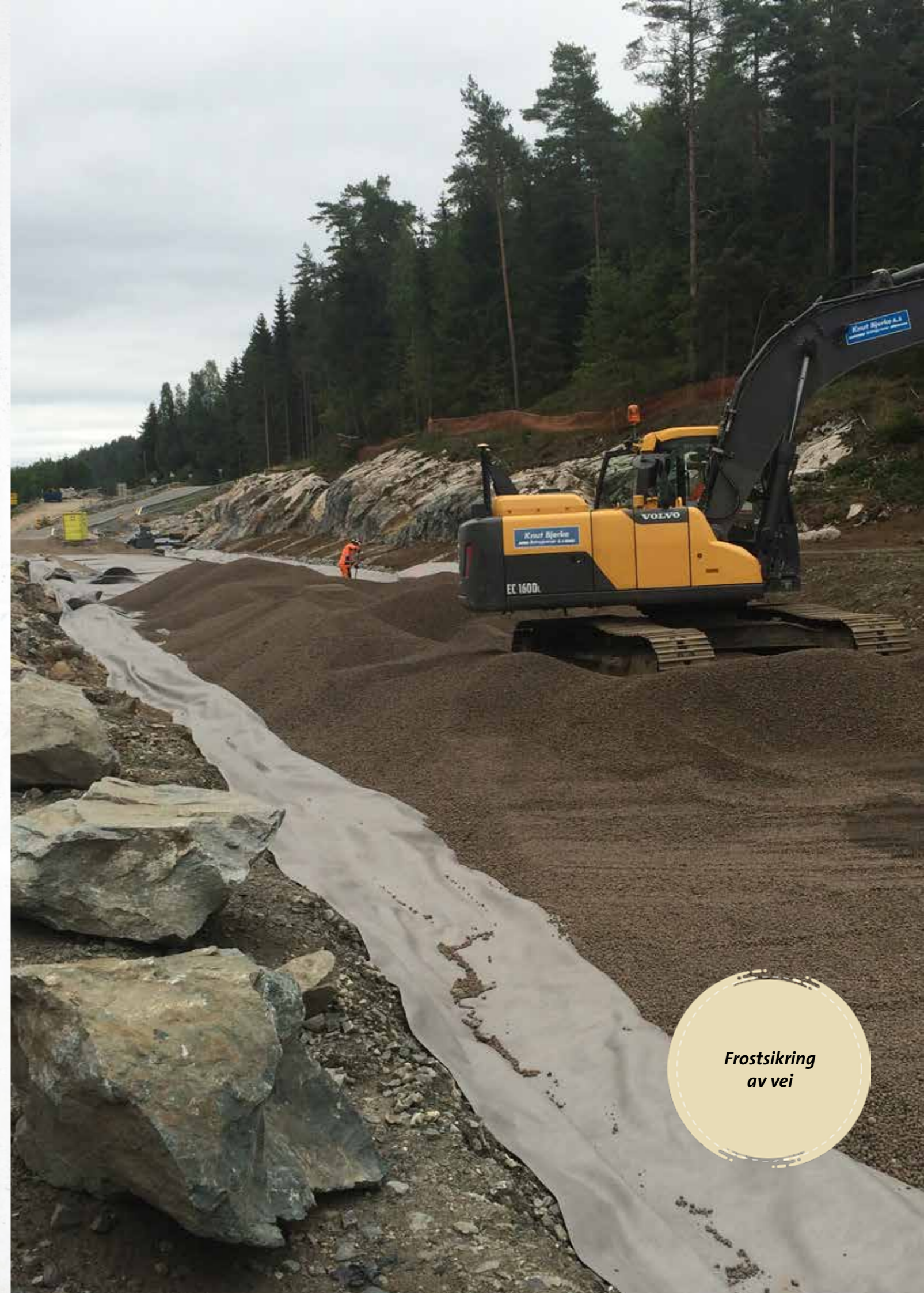
Leca® Lettklinker er et ikke-brennbart materiale og faller under klassifiseringen Euroclass A1 (Commission Decision 2000/605/EC).

Materialets motstand mot varme kan sammenlignes med hardbrent tegl. Smelting begynner ved $1150 \text{ }^\circ\text{C}$.

1.8 Kjemiske egenskaper

Leca® Lettklinker er et uorganisk keramisk produkt, fullstendig inert mot andre materialer. Materialet påvirkes ikke av kjemikalier som finnes på byggplasser. Leca® Lettklinker inneholder ingen gasser eller aggressive stoffer og er fullstendig nøytralt.

Andelen av løselige svovelforbindelser er mindre enn 0,02 prosent. Materialet har en svak basisk reaksjon fra kalk, og har lav bufferkapasitet.



Frostsikring
av vei



**Kompansert fylling
(Pga. Kvikkleire)**

Nye E6 - Trondheim

2. VEI- OG JERNBANEFYLLINGER

2.1 Om løsningene

Leca® Lettklinker har vært brukt i vei- og jernbanefyllinger siden sekstitallet med gode resultater.

Materialet oppfyller anvisningene og kravene i Statens Vegvesens Håndbok N200, BaneNor Teknisk Regelverk, samt det svenske Trafikverkets tekniske krav for lett fylling i TK Geo og i AMA Anläggning.

Veifyllinger med lettklinker kan bygges opp i sjikt på rundt 1,0 m før komprimering. Lettklinker kan utlegges uten støttefylling. Det skal imidlertid være utlagt en støttefylling opp til tilsvarende nivå som klinkeren før den til slutt komprimeres.

For Leca® Lettklinker er deformasjonen etter 2 millioner dynamiske belastningssykluser på 120 kN/m² ca. 0,5 prosent. For å CE-merke etter geoteknisk standard, EN 15732, må motstand mot syklisk deformasjon bli testet jevnlig av en sertifisert tredjepart (RISE).

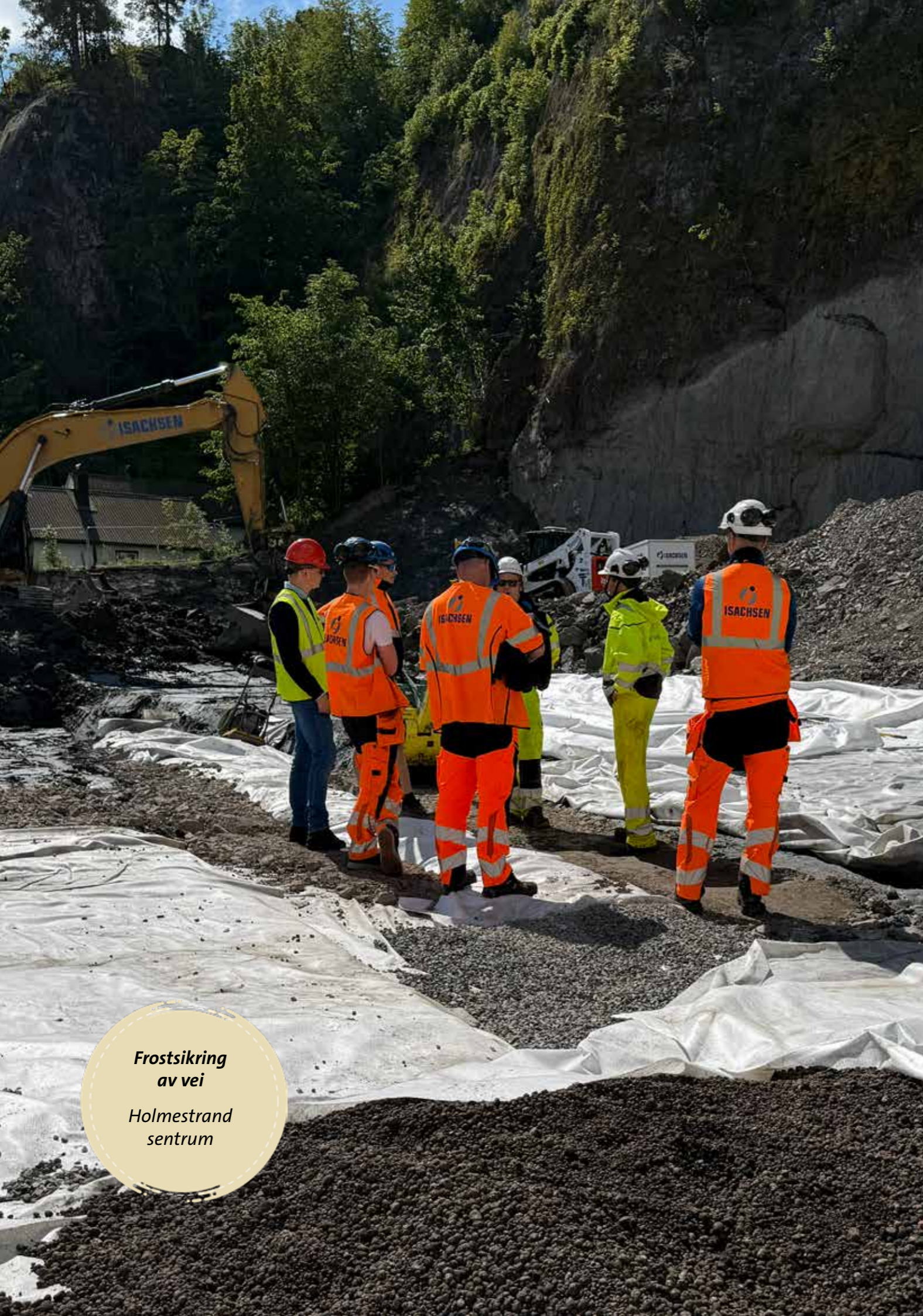
En riktig lagt og komprimert fylling med overbygg gir en solid konstruksjon med ingen, eller svært små, setninger i løpet av sin levetid. Ved dimensjonering av overbygning etter dagens veinormaler,

er lettklinker plassert i bæreevnegruppe 4. Tykkelse av overbygning skal normalt ikke være mindre enn 0,5 m inkludert dekke. Leca® Lettklinker viser dog minimal deformasjon av overflate på vesentlig tynnere overbygninger. Sideskråning skal ha maksimal helning på 1:1,5. Utkiling i lengderetning utføres med skråning 1:10 dersom spesielle forhold ikke tilsier noe annet.

Det er en fordel å velge geotekstil/fiberduk som gir best utnyttelse av lettklinkerens porøsitet og permeabilitet, for eksempel nålfiltet tekstil.



**Frostsikring
Follobanen**



**Frostsikring
av vei**
Holmestrand
sentrum

2.2 Utlegging

Jernbane

Hellingen på laget med lettklinker må være 1:1,5 eller slakere i henhold til illustrasjon 1. Støttefylling legges med et sjikt på 0,8 m og en helling på 1:2 eller slakere. Over lettklinkeren skal det være et nedre ballastlag på minst 0,7 meter.

Vei

Hellingen på lettklinkeren må være 1:1,5 eller slakere. Iht. SVV N200 skal støttefylling legges med et sjikt på minst 0,8 m og helling på 1:2, eller slakere. For å unngå ising ved frost grunnet raske temperatursvingninger skal ikke lettklinker plasseres nærmere overflaten enn 0,5 m. Overbygningshøyder er anvist i SVV N200.



Leca® Lettklinker leveres med tippbil og kan med fordel tippes i kanten på gropen.



Når bunnen av trauret er klar, kan det ruller ut geotekstil før fyllingen av lettklinker. Materialskillende lag av geotekstil/fiberduk brukes mot støttefyllingen og over lettklinkerfyllingen. Geotekstiler bør minst ha bruksklasse N2.

Tabell 4. Eksempler på overbygningshøyde

VEIKATEGORI	Høyde overbygning av ikke-stabilisert materiale	Bruksklasse geotekstil
Veikategori A, ÅDT ≥ 2000	0,6 m	N3
Veikategori B, mindre veier og gater på tettsteder	≥0,5 m	N3
Veikategori C, gang-/sykkelveier, parkeringsplasser	≤0,25 m	N3, N2

2.3 Komprimering

Leca® Lettklinker komprimeres lagvis ved bruk av egnet maskinelt utstyr eller vibroplate. Komprimeringen utføres til tilstrekkelig komprimeringsgrad er oppnådd. Under normale forhold vil dette tilsvare en volumreduksjon i størrelsesorden 8–12 %, der 12 % representerer maksimal anbefalt komprimeringsgrad. Dette oppnås normalt etter om lag 4–5 overfarer, avhengig av utstyr og utførelse.

Overbearbeiding av Leca® Lettklinker bør unngås, da økt komprimering kan føre til nedknusning av materialet og økning i underkorn. Dersom materialet tippes i hauger, anbefales det at overflaten avrettes før komprimeringen starter, for å sikre jevn belastning og ensartet komprimering.

Der beltegående maskiner ikke kommer til, komprimeres hvert lag med platevibrator. I slike tilfeller er normalt 4–5 overfarer per lag tilstrekkelig for å oppnå anbefalt komprimeringsgrad.

Ved fyllingshøyder på inntil 1 meter eller lavere



Fyllinger med lettklinker kan bygges opp i sjikt på ca. 1,0 m før komprimering. Lettklinker kan legges uten støttefylling, men før komprimering utføres er det gunstig med en støttefylling opp til samme nivå som lettklinkeren. Komprimering utføres med tilstrekkelig antall overfarer med beltemaskin med lav statisk linjelast, tilsvarende et effektivt kontaktrykk i størrelsesorden 10–20 kPa. For lettklinkerfyllinger med tykkelse under 1,0 m kan komprimeringen utføres ovenfra i forbindelse med komprimering av den ustabiliserte overbygningen.

Overbygninger mot faste konstruksjoner kan alternativt komprimeres med tilstrekkelig antall overfarer med platevibrator med inntil 50 kN/m² grunntrykk (direkte på overbygning). Rett på lettklinker gjelder 5 kN/m² grunntrykk.

Ved komprimering kan det frigjøres støv og fine partikler. Leca® Lettklinker kan med fordel vannes lett under arbeidet for å redusere støvdannelse på arbeidsplassen.

Anbefalt komprimeringsutstyr

Håndholdt platevibrator

- Vekt: 90–100 kg
- Antall overfarer: ca. 4
- Vibroplate med buet front anbefales, da dette gjør det enklere å snu platen.

Beltegående utstyr (gravemaskin / dozer)

- Anbefalt beltetrykk: min. 20 – maks. 50 kPa
- Med beltebredde på 700 mm vil dette tilsvare en maskin på ca. 30 tonn.
- Beltetrykket er avgjørende for belastningen. Ved beltebredde under 600 mm må maskinens vekt vurderes for å unngå overskridelse av anbefalt trykk.

Ved fyllingshøyder mer enn 1 meter



Lettklinkerfyllinger ≥ 1 m totalhøyde legges ut i sjikt på maksimalt 1 m før komprimering. Hvert sjikt med lettklinker komprimeres av en beltegående maskin med beltetrykk på inntil 50 kN/m².



Neste sjikt på 1 meter med lettklinker tippes på plass. Gjenta som i illustrasjon 1 før bærelaget legges ut.



Overbygninger mot faste konstruksjoner kan alternativt komprimeres med tilstrekkelig antall overfarer med platevibrator med inntil 50 kN/m² grunntrykk.



Komprimering mot faste konstruksjoner som brofester utføres med platevibrator med inntil 5 kN/m² grunntrykk. Hvert sjikt på 1 m med lettklinkerfylling komprimeres med tilstrekkelig antall overfarer.



Det siste sjiktet med lettklinkerfylling på 1 m kan komprimeres ovenfra i forbindelse med komprimering av den ikke-stabiliserte overbygningen. Komprimering utføres med tilstrekkelig antall overfarer med vals med statisk linjelast på 10 til 20 kN/m² eller tilsvarende komprimeringseffekt.

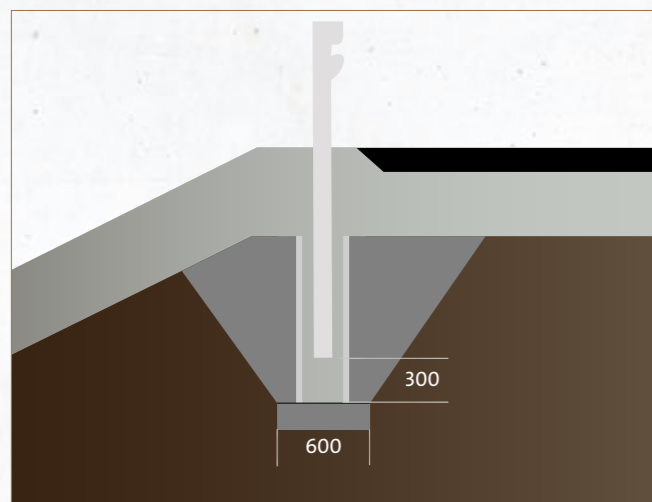
2.4 Innfesting av rekkverk-, belysning- og kjøreledningsfundament i lettklinkerfyllinger

Fundamenter i fyllinger av lettklinker skal utformes med hensyn til mulige belastninger. Utformingen av stolpefundamenter i lettklinkerfyllinger skal godkjennes av Statens Vegvesen.

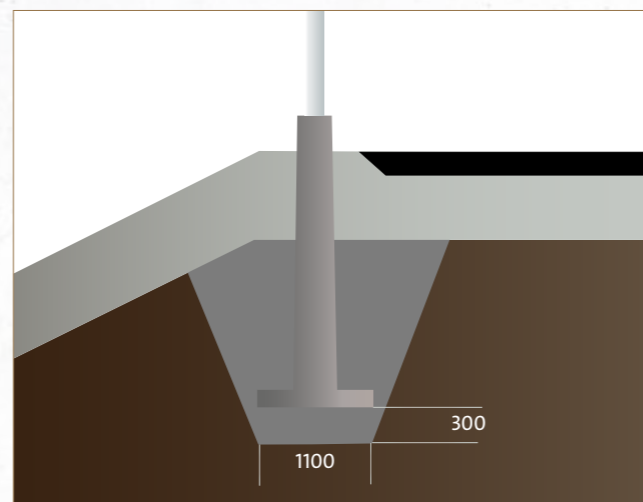
Ved innfesting av rekkverk kan det benyttes foringsrør for bedre lastopptak. Disse kan også slås langt ned, og i lavere fyllinger helt ned til grunnen. Til større fundamenter, for eksempel til kjøreledninger, kan det brukes plasstøpte plater.

Det legges armering rundt fundamentet, som plasseres på lettklinkerfyllingen. Deretter støpes det en betongplate som holdes på plass av overbygning / nedre ballastlag.

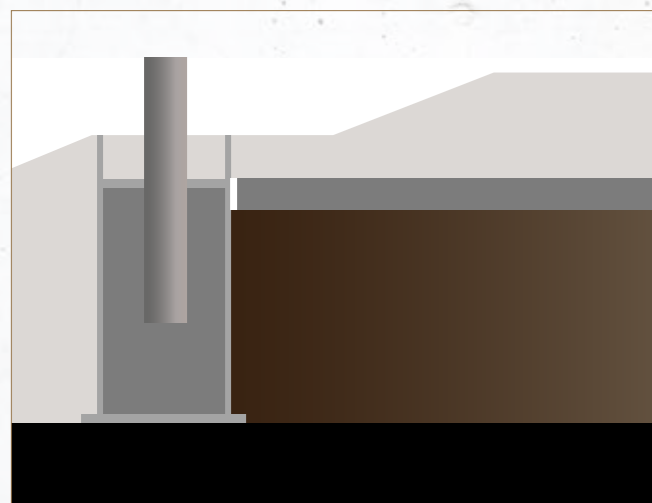
Settes et fundament direkte i lettklinker-massen må forventede horisontale laster være lave, f.eks. trafikkskilt. Hvis fyllingen allerede er lagt, kan en mateskrue eller stolpehullgraver benyttes til å lage hull for foringen før støping. *Se eksempler i figurer 1-4.*



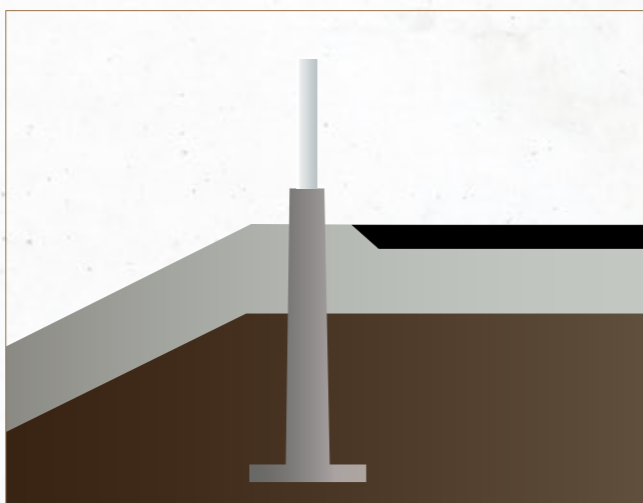
Figur 1. Innfesting av rekkverk til fundament i Leca® Lettklinker



Figur 3. Belysningsfundament i Leca® Lettklinker

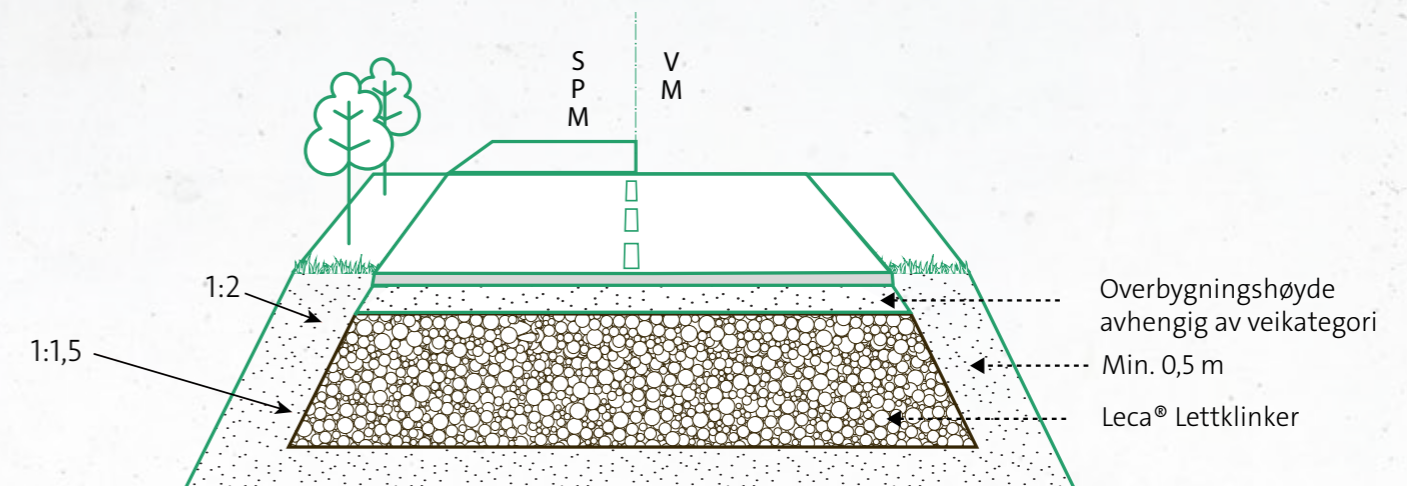


Figur 2. Kjøreledningsfundament (betongrør diameter 1200 mm, understøping med grovbetong armert med diameter 8 s 200 mm)



Figur 4. I tilfeller med lette konstruksjoner og lav vindlast kan foringsrøret settes rett ned i Leca Lettklinker. F.eks støyskjermer.

2.5 Eksempel på beregning av veifylling



Eksempel på lettklinker i veifylling

Det skal bygges en veifylling på setningsutsatt grunn. Overflaten på fyllingen skal være 2 meter over eksisterende grunn. Akseptabel tilleggslast er totalt 20 kN/m², som tilsvarer dimensjonerende trafikkbelastning, så i eksemplet er det derfor ikke nødvendig å ta hensyn til trafikkbelastning.

Grunnvannstanden er høyst 1,5 meter under eksisterende bakkenivå.

Et alternativ med lett fylling av Leca® Lettklinker utredes.

Tyngdetetthet eksisterende grunn ($\gamma_{\text{eksisterende grunn}}$):
20 kN/m³

Tyngdetetthet overbygningmasser (γ_{overbygg}):
18 kN/m³

Langtids tyngdetetthet Leca® Lettklinker (γ_{Leca}):
3,5 kN/m³

Fyllingens totalhøyde: 2,0 m

Overbygningstykkelse over Leca-massene: 0,6 m

Tykkelsen på veifyllingsmassen: 1,4 m

Beregning av lettklinker i veifylling

Belastningen fra veifyllingen må ikke overskride eksisterende belastning fra grunnen. Derfor må en del av den eksisterende grunnen graves ut og erstattes med Leca® Lettklinker.

Belastning fra veifylling på 2 m, hvorav 1,4 m er Leca® Lettklinker og 0,6 m er overbygning:

$$\begin{aligned} & (\gamma_{\text{overbygg}}) \cdot 0,6 \text{ m} + (\gamma_{\text{Leca}}) \cdot 1,4 \text{ m} = \\ & 18 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,6 \text{ m} + 3,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,4 \text{ m} = \\ & 10,8 \text{ kN/m}^2 + 4,9 \text{ kN/m}^2 = 15,7 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Lasttillegget fra fyllingen (15,7 kN/m²) må kompenseres.

Hver meter eksisterende grunn som erstattes med lettklinker, kompenseres som følger:

$$(\gamma_{\text{eksisterende grunn}}) - (\gamma_{\text{Leca}}) = (20 \text{ kN/m}^3) - (3,5 \text{ kN/m}^3) = 16,5 \text{ kN/m}^2$$

Last som skal kompenseres: 15,7 kN/m²

$$(15,7 \text{ kN/m}^2) / (16,5 \text{ kN/m}^3) = 0,95 \text{ meter}$$

Dersom 0,95 m (dybde) av eksisterende grunn graves ut og erstattes med Leca® Lettklinker, har man kompensert for ekstrabelastningen fra veifyllingen bestående av 1,4 m lettklinker og 0,6 m overbygningmateriale.



Forstsikring av rør
Hestnestunellen

3. TUNELL

3.1 Om løsningen

Leca® Lettklinker benyttes i forbindelse med vann- og frostsikring av vei- og jernbanetuneller.

Leca® Lettklinker velges gjerne fordi det kan blåses direkte på plass i konstruksjonen fra bil med blåseaggregat. Dette er svært effektivt og tidsbesparende. Materialet kan dermed legges ut i trange områder i tunneller der det ellers er ressurskrevende og vanskelig å komme til med annet maskinelt utstyr. For konstruksjon av tunneller benyttes Leca® Lettklinker også som løsning for:

- frostsikring av veibane
- isolering av brannvann
- tilbakefylling av tunellportaler og kulverter

Leca ISO 8/20 er et produkt som egner seg utmerket for å løse de ulike problemstillingene man har i tunneller. God isolasjonsevne og lav densitet, i tillegg til at produktet er blåsbart, gir en meget konkurranse dyktig løsning. Ved bruk rundt tunellportaler og kulverter vil dette kunne redusere tverrsnittet på bærende konstruksjonselementer og dermed gi store kostnadsbesparelser. Benyttet som vann- og frostsikring eller til isolering av brannvann har man ett produkt som både er isolerende og drenerende for å få en vel-fungerende konstruksjon.

3.2 Utførelse

Drens- og brannvannsledninger legges vanligvis i samme grøft på et avrettet komprimert fundament av pukk. Utover dette kreves ingen spesielle forarbeid. Lecaen blåses direkte på plass i konstruksjonen, rundt og over rørene i angitt tykkelse.

Før videre arbeid med overliggende bærelag legges en geotekstil (fiberduk) over Lecaen. Videre komprimering, utover det som allerede er oppnådd med blåsing, gjøres direkte på de overliggende massene.

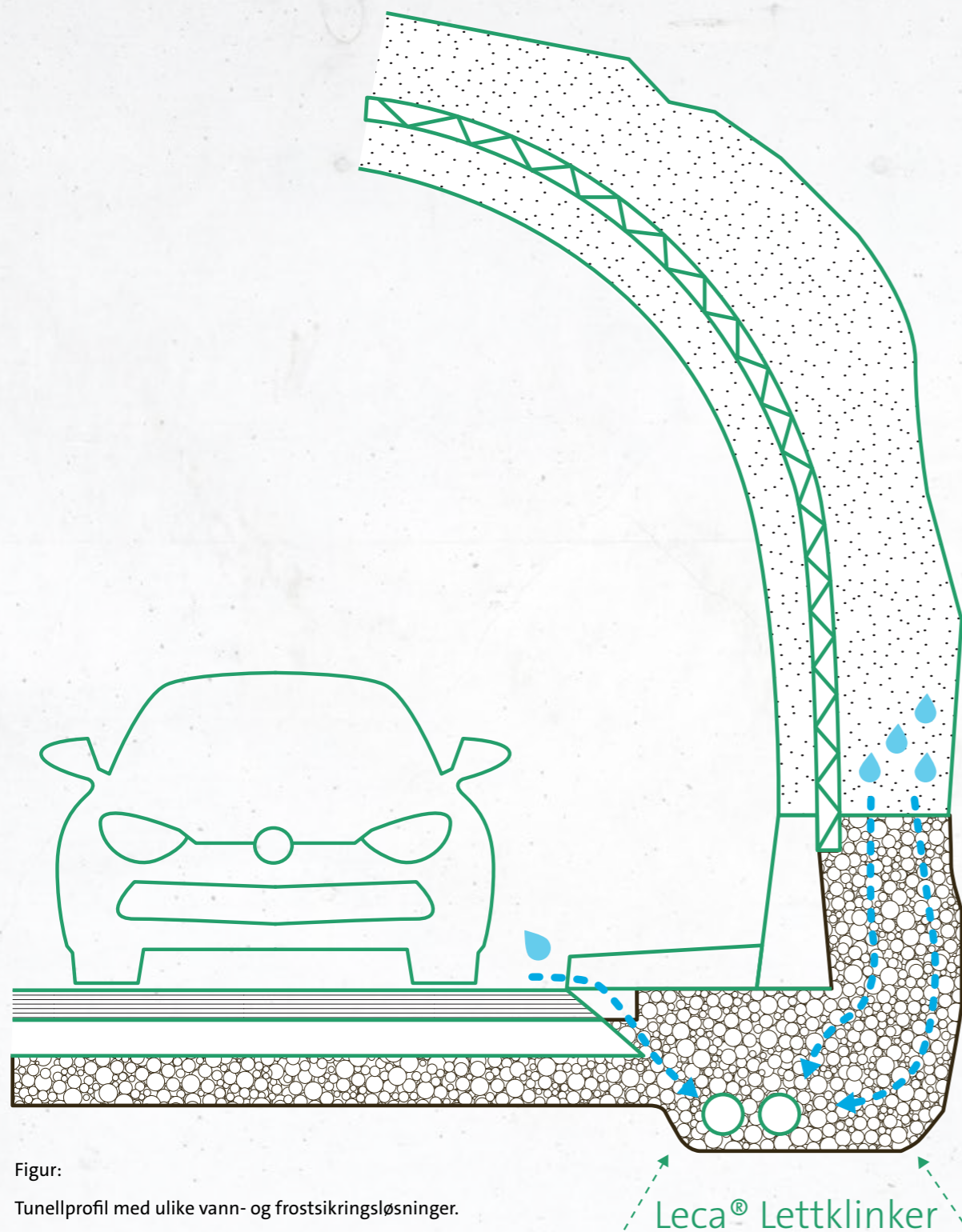


Håloglandsveien - innblåsing av Leca i rørgate for SKANSKA



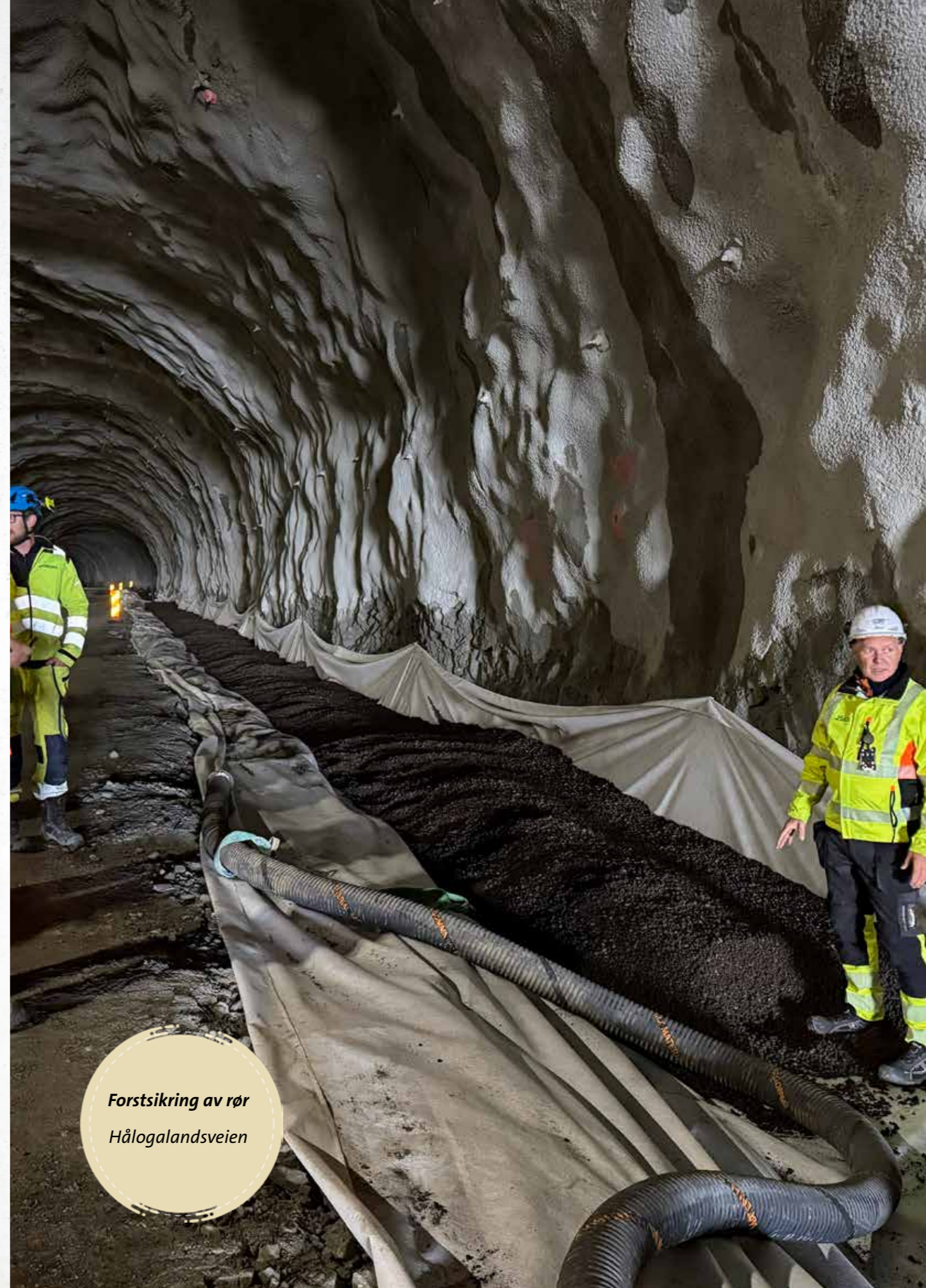
E6 Bjørum-Skaret - Prinsipp ledningsgrøft med frostisolasjon

3.3 Prinsipp tegning

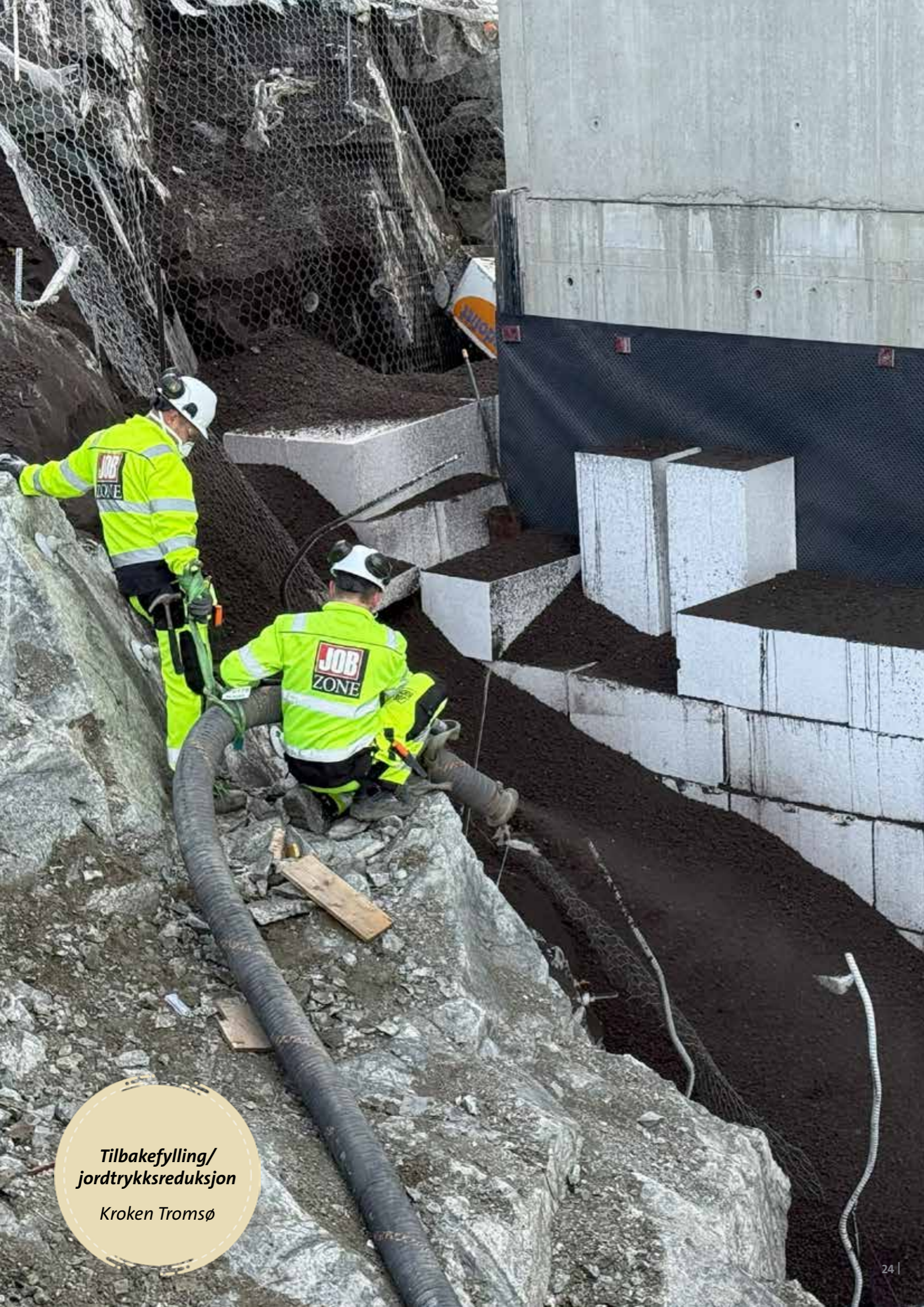


Figur:
Tunellprofil med ulike vann- og frostsikringsløsninger.

Leca® Lettklinker



Forstsikring av rør
Hålogalandsveien



Tilbakefylling/
jordtrykksreduksjon

Kroken Tromsø

4. TILBAKEFYLLING

4.1 Om løsningene

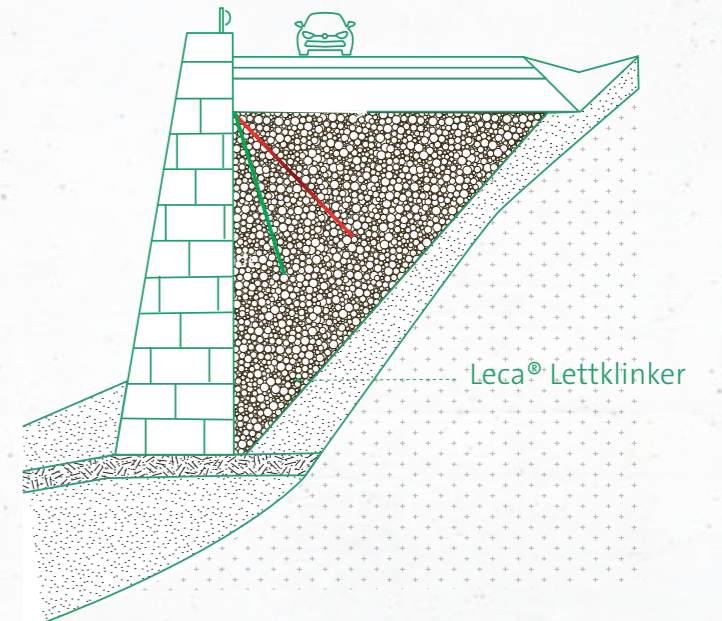
Leca® Lettklinker 8/20 egner seg utmerket til å redusere jordtrykk. Den lave vekten kan redusere jordtrykket med opptil 80 prosent sammenlignet med fyllinger av konvensjonelt materiale (ikke inkludert overbygning da denne vil variere). Dette gjør det mulig å redusere tverrsnittet på bærende konstruksjonselementer og kan derfor gi store kostnadsbesparelser.

Ved bruk av Leca® Lettklinker 8/20 eller Leca® ISO 8/20 blir tilbakefyllingen lett, drenerende og isolerende. Rundt huskropper der det brukes lett tilbakefylling for å redusere trykket, kan man ofte spare på annen isolasjon. Det betyr at man i de fleste tilfeller trenger bare ett produkt for å få en velfungerende konstruksjon.

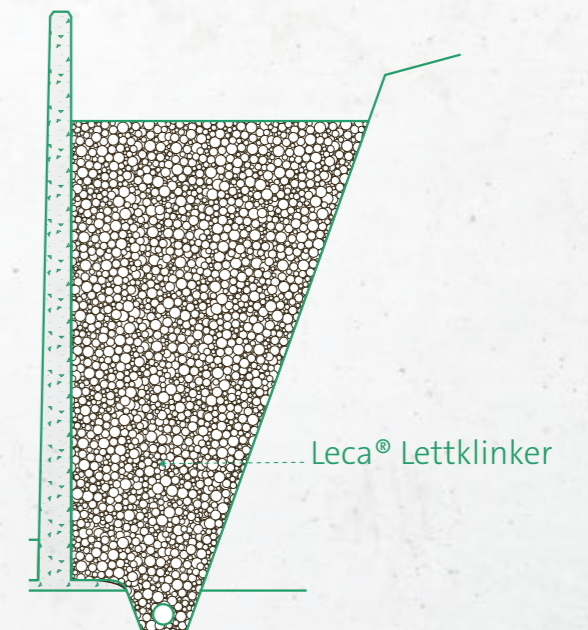
4.2 Utlegging av tilbakefylling

Det er viktig å understreke at løsningene forutsetter at den eksisterende skråningen eller byggegropen er stabil. Skråningen må også være fri for grener, bygningsrester og andre gjenstander.

Ved tilbakefylling mot huskropp: Dersom det er skjøter mellom elementer i konstruksjonen som skal tilbakefylles, skal disse håndteres og eventuelt tettes med et egnet produkt før tilbakefylling med Leca® Lettklinker 8/20 eller Leca® ISO 8/20.



Tilbakefylling mot huskropp. Rød strek er jordtrykket med pukk, grønn strek er jordtrykket med lettklinker.



Tilbakefylling mot grunnmur, husvegg, støttemur og mur



Huskropp: Geotekstil legges ut som materialskillende lag mot bakskråningen i byggegroven ved behov. Tilsvarende materialskillende lag kan benyttes ved tilbakefylling bak støttemur eller brofeste.



Utlegging: Avhengig av tilgjengelighet kan materialet tip-pes på plass. Ved vanskelig tilgjengelighet kan materialet blåses på plass for rask utførelse. Erfaringsmessig vil ~2/3 av det totale komprimeringspotensialet oppnås ved utlegging ved blåsing.



Komprimering av lettklinker ved tilbakefylling: Ved tilbakefylling og mindre flater inn mot faste konstruksjoner skal komprimering utføres med platevibrator. Til overflater som ikke skal benyttes til trafikk, anses denne komprimeringen som tilstrekkelig. Total kompresjon blir ca. 10-12 prosent ved bruk av platevibrator.



Når ønsket nivå er nådd, brettes geotekstilen over fyllingen, og det bygges opp en passende overbygning avhengig av overflatens bruksformål.

4.3 Eksempel på beregning av tilbakefylling

En huskropp av prefabrickerte betongelementer skal tilbakefylles fra underkanten av husveggen og 3,0 meter opp. På toppen av fyllingen ligger det et 0,4 m tykt lag med grus. Over bakkenivå skal det også tas hensyn til en ekstrabelastning på 10 kN/m².

Eksempel

Fyllingen er over tre meter bred. Dersom bredden er mindre og de underliggende massene (f.eks. fjell) ikke utgjør aktivt jordtrykk, blir belastningen mot husveggen vesentlig mindre enn i dette eksemplet.

Total dybde på fylling: 3,4 m

$$\rho_{\text{grus}} = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$\rho_{\text{Leca}} = 3,5 \text{ kN/m}^3 \text{ (beregningmessig tyngdetetthet for langtidsfuktig miljø)}$$

$$q = \text{dimensjonert ekstrabelastning: } 10 \text{ kN/m}^2$$

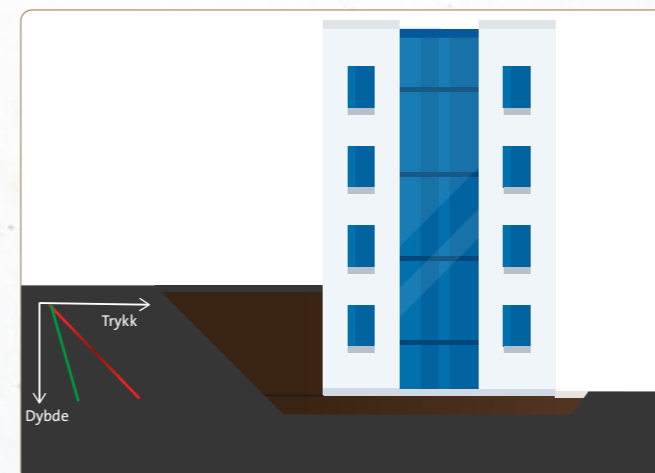
Nevnte materialer er alle drenerende, og det er ikke et poretrykk (u) som påvirker spenningsnivåene.

$$\sigma_v = \text{vertikal spenning (kN/m}^2)$$

$$\sigma_h = \text{horisontal spenning (kN/m}^2)$$

$$K_{0, \text{grus}} = 0,5 \text{ (jordtrykkskoeffisient for grus)}$$

$$K_{0, \text{Leca}} = 0,5 \text{ (jordtrykkskoeffisient for Leca® Lettklinker)}$$



Jordtrykk mot vegg

— Jordtrykk med tunge masser

— Jordtrykk med Leca® Lettklinker

Beregning av jordtrykk på materialer med overbygning

Jordtrykk for tilbakefyllingen kun med grus:
Grusdybde = 3,4 m (inkl. overkant av fylling)

Vertikal spenning:

$$\sigma_v = \rho_{\text{grus}} \cdot H_{\text{grus}} + q = 18 \text{ kN/m}^3 \cdot 3,4 \text{ m} + 10 \text{ kN/m}^2 = 71,2 \text{ kN/m}^2$$

Horisontal spenning:

$$\sigma'_h = K'_0 \cdot \sigma'_v = 0,5 \cdot 71,2 \text{ kN/m}^2 = 35,6 \text{ kN/m}^2$$

Jordtrykk fra 0,4 m grus på fra overkant av fylling

Vertikal spenning:

$$\sigma_v = \rho_{\text{grus}} \cdot H_{\text{grus}} + q = 18 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,4 \text{ m} + 10 \text{ kN/m}^2 = 17,2 \text{ kN/m}^2$$

Horisontal spenning:

$$\sigma'_h = K'_0 \cdot \sigma'_v = 0,5 \cdot 17,2 \text{ kN/m}^2 = 8,6 \text{ kN/m}^2$$

Jordtrykk fra 3,0 m lettklinker + 0,4 m grus på topp:

Grusdybde = 0,4 m fra overkant fylling

Lettklinkerdybde = 3,0 m (under grus)

Vertikal spenning:

$$\sigma_v = \rho_{\text{grus}} \cdot H_{\text{grus}} + \rho_{\text{Leca}} \cdot H_{\text{Leca}} + q = 18 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,4 \text{ m} + 3,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 3 \text{ m} + 10 \text{ kN/m}^2 = 27,7 \text{ kN/m}^2$$

Horisontal spenning:

$$\sigma'_h = K'_0 \cdot \sigma'_v = 0,5 \cdot 27,7 \text{ kN/m}^2 = 13,9 \text{ kN/m}^2$$

Reduksjon av jordtrykk fra kun 3,4 m grus versus 3 m lettklinker + 0,4 m grus, inkl. ekstrabelastning:
(35,6 kN/m² - 14,6 kN/m²) / (35,6 kN/m²) = 0,61

Med lettklinker reduseres jordtrykket fra den totale konstruksjonen med 61 %

Figuren til venstre viser jordtrykket mot vegg med og uten Leca® Lettklinker 8/20 som tilbakefylling.

Linjene indikerer en betydelig reduksjon av jordtrykket mot vegg. Reduksjonen reduserer risikoen for sprekkdannelse og andre skader på konstruksjonen.



**Kompensert
fundamentering**
Tofte Brannstasjon

5. KOMPENSERT FUNDAMENTERING

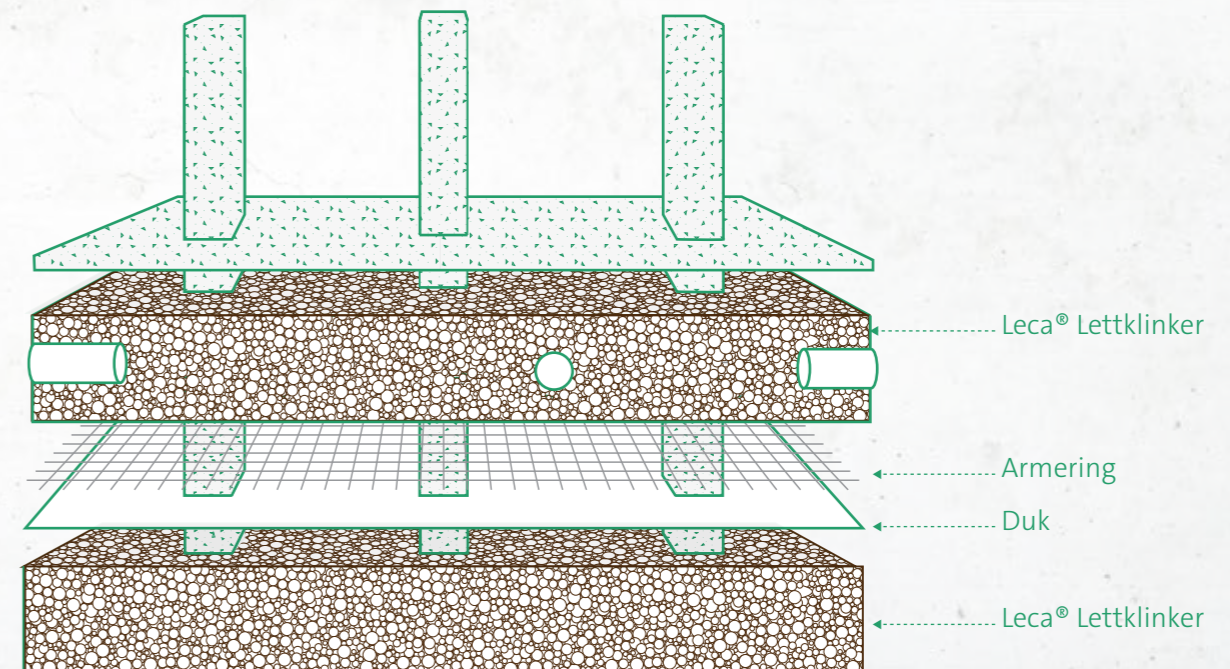
5.1 Om løsningene

Stabilitetsproblemer er vanlig i områder med vanskelige grunnforhold. Slike utfordringer kan løses ved å bruke Leca® Lettklinker som fyllmateriale. Den lave vekten reduserer den ekstra belastningen på underlaget, og grunnens stabilitet kan dermed opprettholdes uten å måtte grave dypere. Dette er tid og ressursbesparende.

Leca® Lettklinker sin trykkstyrke er tilstrekkelig til å kunne erstatte pukk og stein. Til byggetekniske formål har lettklinker en dimensjonerende tyngdetetthet på ca. 1/5 av tradisjonelt friksjonsmateriale, men har tilsvarende stivhetsgenskaper.

5.2 Prinsipp

Ved kompensert fundamentering graves det først opp tunge masser i grunnen som erstattes med lette masser av Leca® Lettklinker. Slik oppnås redusert belastning på grunnen, og den lette fyllingen kan derfor belastes ytterligere, for eksempel med bygningsmasse, uten at det går ut over den totale tillatte lasten på grunnen.



5.3 Utlegging

Eksisterende masser graves ut i henhold til dokumentasjon fra ansvarlig geotekniker for å oppnå ønsket lastkompensasjon.

Når bunnen av gropen er avjevnet, skal grener, bygningsrester og andre løse gjenstander fjernes før geotekstil legges ut. Hvis utleggingen av Leca® Lettklinker skjer om vinteren, må eventuell snø og is måkes vekk. Materialskillende lag av geotekstil bør vurderes mot traubunnen og over lettklinkerfyllingen som vist i bildene under.

Fylling med lettklinker kan legges i sjikt på rundt 1,0 m før komprimering. Til slutt legges geotekstil over lettklinkerfyllingen som vist i bildene under. Ved utlegging av fyllinger med Leca® Lettklinker bør mye stående vann unngås. Hvis vanndybden overstiger halve høyden på fyllingen, risikerer man at lettklinkeren flyter opp.

Lettklinkerfyllinger med mer enn 1 m totalhøyde legges ut i sjikt på maksimalt 1 m før komprimering.

Hvert lettklinkersjikt komprimeres med tilstrekkelig antall overfarer med en beltegående maskin med beltetrykk på høyst 50 kN/m². Ved trange forhold kan man alternativt utføre tilstrekkelig antall overfarer med platevibrator med inntil 5 kN/m² grunntrykk.

For lettklinkerfyllinger mindre enn 1 m kan hele komprimeringen av lettklinkeren utføres ovenfra i forbindelse med komprimering av den ikke-stabiliserte overbygningen. Komprimering utføres med tilstrekkelig antall overfarer med beltemaskin med lav statisk linjelast, tilsvarende et effektivt kontakttrykk i størrelsesorden 10–20 kPa.

5.4 Eksempel på beregning av fundament

Det skal oppføres en bygning som utgjør en jevnt fordelt belastning på 10 kN/m². Grunnen i området er setningsutsatt, og evnen til å bære ekstra last er vanskelig å vurdere, så full lastkompensasjon er ønskelig. Grunnvannstanden er 1,5 m under bakkenivå. Hvor mye jord må graves ut for å kompensere for belastningen med Leca® ISO 8/20?

Eksempel

Tyngdetetthet eksisterende grunn ($\gamma_{\text{eksisterende grunn}}$): 19 kN/m³
Langtids tyngdetetthet Leca® Lettklinker (γ_{Leca}): 3,5 kN/m³

Last som skal kompenseres (q): 10 kN/m²

Dybden på materialet som skal erstattes med Leca® Lettklinker, beregnes som følger:

$$\frac{q}{\gamma_{\text{bef. mark}} - \gamma_{\text{leca}}} = \frac{10 \text{ kN/m}^2}{19 - 3,5 \text{ kN/m}^3} = 0,65 \text{ m}$$

Full lastkompensasjon oppnås ved å grave ut 0,65 m av jorden og fylle igjen med Leca® ISO 8/20.

Kontroll av oppdrift

Hvis grunnvannet i eksemplet plutselig stiger til overkanten av lettklinkerfyllingen, hvor mye knust materiale med en tetthet på 18 kN/m³ må til over lettklinkerfyllingen for at den ikke skal flyte bort før huset er på plass?

Beregningsmessig tyngdetetthet mot oppdrift, Leca® Lettklinker: 2,5 kN/m³

Løftekraft for aktuell dybde (0,65 m) beregnes: 2,5 kN/m³ · 0,65 m = 1,63 kN/m³

Overbygning av grus som tilsvarer oppdriften:

oppdrift/ $\rho_{\text{grus}} = (1,63 \text{ kN/m}^2) / (18 \text{ kN/m}^3) = 0,091 \text{ m}$

Dvs. 9 cm overbygning er tilstrekkelig for å motstå eventuell løftekraft fra lettklinkeren.

Merk: Mindre setninger gir lavere påkjenninger på konstruksjonen. Dette kan gi besparelser i forbindelse med dimensjonering og armering, for eksempel av en betongplate.





Overvannshåndtering

Meierikvartalet
Lillestrøm

6. OVERVANN OG KLIMATILPASNING

6.1 Om løsningene

Leca® Lettklinker kan bidra til fordrøyning, infiltrasjon og drenering i systemer laget for lokal overvannshåndtering. Vannstrømmen bremses midlertidig gjennom den åpne porestrukturen til materialet, i tillegg til bidraget fra planter, vekstmedier og permeable flater. På denne måten kan vannmasser tilbakeholdes, fordampes eller nyttiggjøres av vekster. Leca® Lettklinker mettes ikke permanent, og etter endt avrenning fra fordrøyning er lettklinkeren kun overflatefuktig, og klar til å fordrøye nye vannmasser.

Formålet er å redusere spissvann, dvs. høy avrennings-

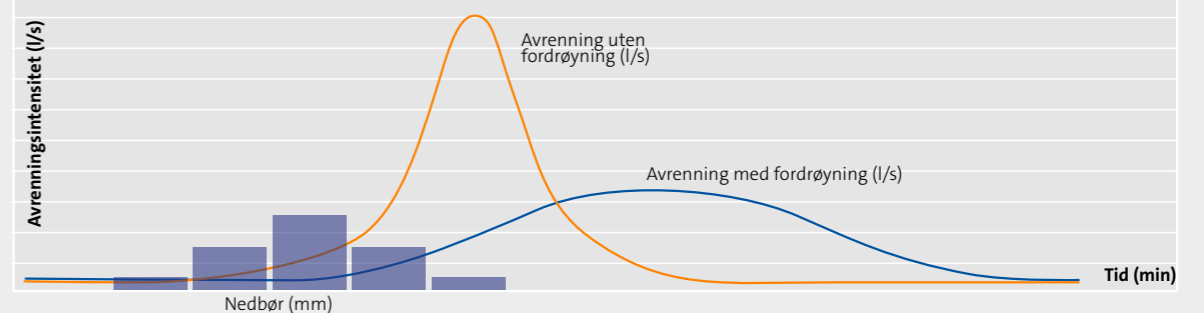
intensitet, for å hindre overbelastning av avløpssystemet. Den samlede vannmengden som kan håndteres, avhenger av oppbygningen av systemet, grunnforholdene og mengden av Leca® Lettklinker.

Eksempler på overvannsløsninger:

- Fordrøyningsmagasiner
- Regnbed / grøfter
- Permeable dekker
- Infiltrasjonsflater

Avrenning med og uten vannfordrøyningstiltak

Grafen illustrerer hvordan vannfordrøyningstiltak påvirker avrenningen.



Beregningsverktøy for overvannshåndtering

Online-kalkulatoren viser egenskapene til Leca® Lettklinker for overvannshåndtering og forhindring av avrenning og flomvann. Kalkulatoren brukes til å prøve kombinasjoner av areal og dybder med Leca® Lettklinker, under varierende belastninger av vann. Resultatene kan leses av som en graf som indikerer ytelsen til produktene. Verktøyet er til for designere og utførende som skal etablere løsninger for overvannshåndtering og klimatilpasningstiltak; for eksempel grønne tak, permeable fortau, regnbed og infiltrasjonsgrøfter.

Kalkulatoren er å finne på www.leca.no

6.2 Overvannsmagasiner

Permeable og semipermeable overflater har vist seg som effektive tiltak i håndteringen av overvann. Permeable overflater med gressfelt og stein kan tilpasses tett bebyggelse og krever ikke mer plass enn vanlige ikke-permeable overflater.

Leca® Lettklinker er et egnet underlagsmateriale for permeable og semipermeable overflater som kan fungere som gangveier, parkeringsplasser og rekreasjonsområder. Leca® Lettklinker øker overflatens totale dreneringskapasitet og forsinker avrenningen. Se figurer 9 og 10 som eksempler.

6.3 Filtrering og biofiltrering

Den porøse strukturen og svært store overflaten til de knuste kornene, gjør Leca® Lettklinker godt egnet til behandling av overvann. Ulike Leca®-materialer kan binde oppløste og faste partikler fysisk, biologisk eller kjemisk. Ekspandert leire har lenge vært brukt til vannbehandlingsformål, blant annet grunnet sin langvarige bestandighet mot tilstopping.

Leca® Lettklinker som filterløsning har lave beregnede driftskostnader og lang levetid. Ekspanderte leireprodukter er allerede et etablert medium for vannrensing. Ved å filtrere overvann gjennom Leca®-masser kan nærmiljøet beskyttes ved å immobilisere eller fange forurensning og partikler.

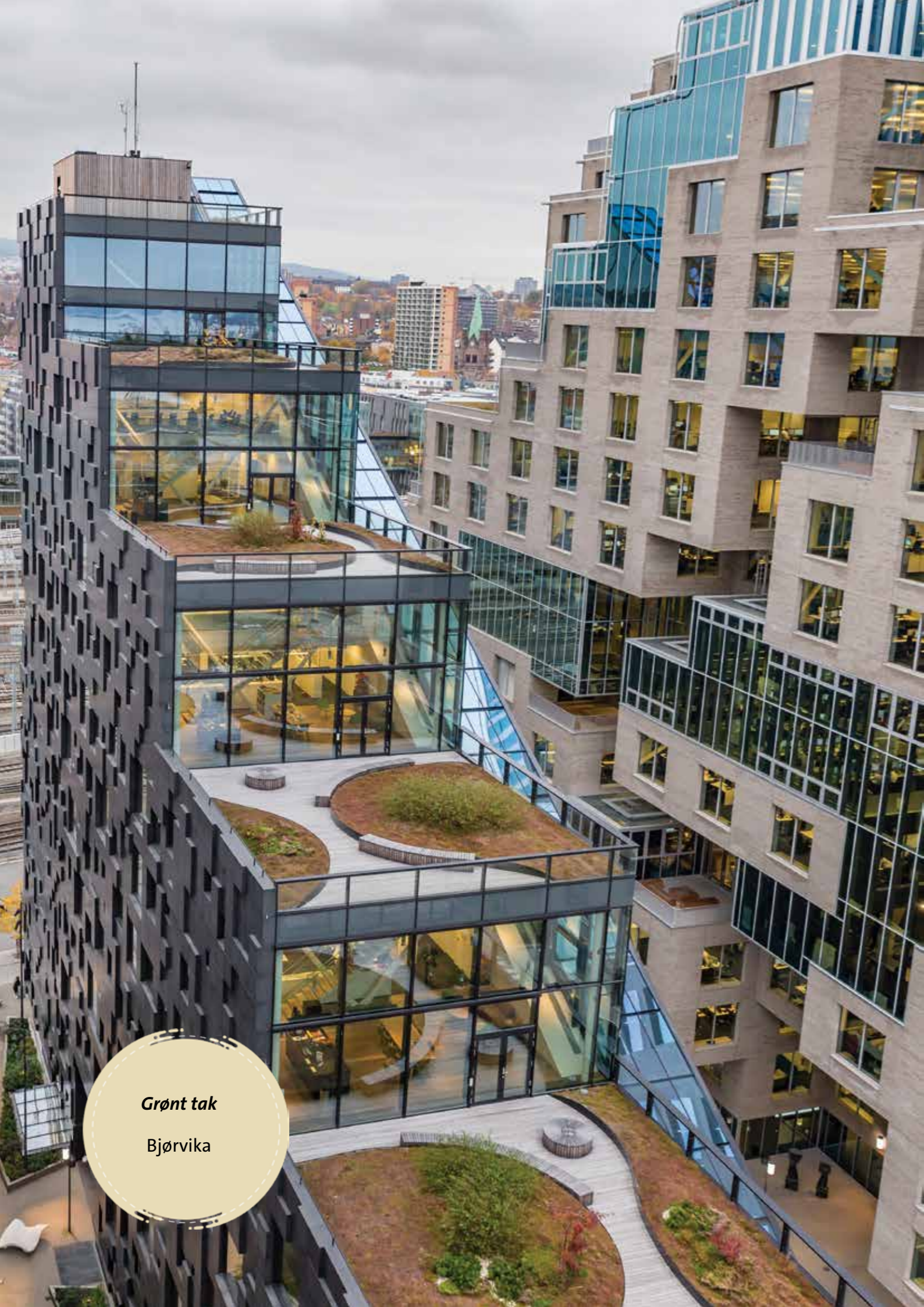


Figur 9: Eksempel på vannmagasin, fordrøyning- og infiltrasjonsanlegg med Leca® Lettklinker



Figur 10: Eksempel kombinert fordrøyning og renseløsning med Leca® Lettklinker.





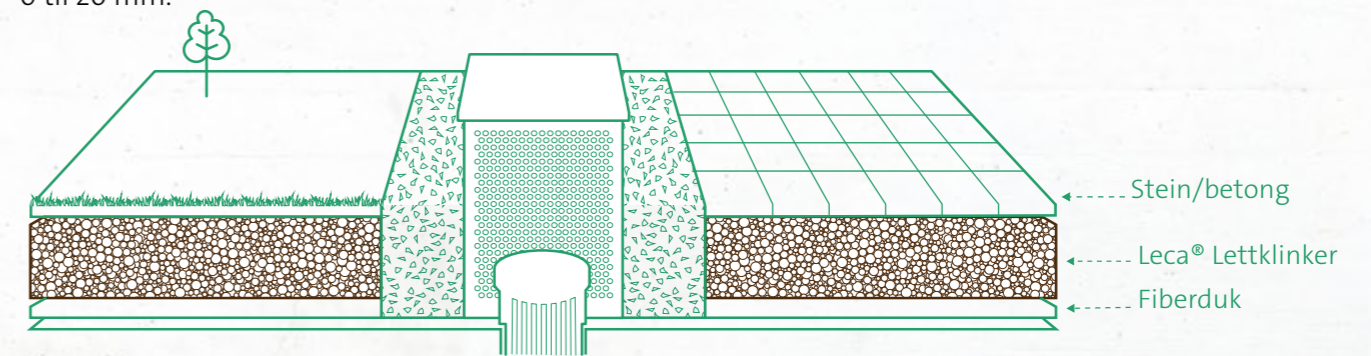
Grønt tak
Bjørnvika

7. Grønne tak

7.1 Om løsningen

Grønne tak er en estetisk løsning for regnvannshåndtering. Leca® Lettklinker kan brukes på alle typer flate eller svakt skrånende tak, og i både ekstensive og intensive grønne tak. Ofte benyttes materialet for å redusere vekt, drenere eller direkte i jordblandingen. Drenering- og fordrøyningskapasitet avhenger av graderingen. Leca® Lettklinker fås som hele korn eller knust materiale i graderinger fra 0 til 20 mm.

Leca® Lettklinker som dreneringslag og substrat i grønne tak har ytterligere to fordeler: Materialet er isolerende og kan redusere behov for oppvarming eller nedkjøling. Og den vannfordrøyende evnen kan utnyttes til å forsinke avrenning. Ved kraftig nedbør kan dermed tilstrømningen til avløps-nettet jevnes ut over lengre tid.



Tabell 5. Egenskaper for Leca® Lettklinker for grønne tak

Produkt			0/5 RC	4/10 C	8/20	Metode
Tørr bulkdensitet	kg/m ³	+/- 15 %	400	275	245	NS-EN 1097-3
Størrelse lettklinker	d/D mm		0/5	4/10	8/20	NS-EN 933-1
Kornform			Rund/knust	Rund/knust	Rund	
Porøsitet	% volum		55	40	45	NS-EN 1097-3
Vannabsorpsjon	% volum / % vekt	5 min	10/24	4/11	5/16	NS-EN 1097-6
		1 t	11/28	8/23	6/19	
Permeabilitet (ca.)*	k (cm/s)		1	10	35	FLL
Fordrøyning (ca.)*	avrenningskoeffisient	200 mm sjikt	0,15	0,5	0,7	NS-EN 12056-3

*Tabellverdiene er basert på et tak med 2 prosent helling og et 200 mm sjikt med Leca® Lettklinker. Avrenningskoeffisientene angitt itabellen, er testet i henhold til de tyske FLL-anbefalingene for planlegging, bygging og vedlikehold av grønne tak.

Eksempel på oppbygning

Lagoppbygning	Materiale	Lagtykkelse [cm]	Lagring. Vann [l]	Vekt [kg/m ²]	Vekt med vann [kg/m ²]	Termisk motstand [m ² ·K/W]
Vegetasjonssjikt	Gress	10	0	5.00	5.00	0.000
Vekstmedie	Vekstmedie for intensive grønne tak	15	60	210.00	270.00	0.065
Filtersjikt	Geotekstil 100 g/m²	0.1	0	0.13	0.14	0.037
Drenssjikt	Leca® 4-10 Knust	10	7	27.50	37.40	0.625
Absorberende beskyttelsessjikt	Fuktbevarende og beskyttende matte 300 g/m²	0.3	2.7	0.30	3.00	0.005
Rotbeskyttelse	PE-folie 0,36 mm	0.036	0	0.33	0.33	0.030
Separasjonssjikt	Geotekstil 300g / m² (WR)	0.1	0	0.25	0.28	0.025
Vanntetting	Asfaltmembran	0.5	0	5.77	5.77	0.028
Termisk isolasjon	XPS	15	0	5.25	5.25	4.688
Dampsperre	PE folie 0,2 mm	0.02	0	0.19	0.19	0.000
Konstruksjon	Armert betongdekke	15	0	360.00	375.00	0.060

Nettbasert kalkulator for grønne tak og grå-grønne overflater

Nettbasert kalkulator for grønne tak og grå-grønne overflater Leca® tilbyr en nettbasert kalkulator for prosjektering av grønne og grå-grønne arealer med vannhåndtering. Kalkulatoren viser hvordan ulike oppbygninger med Leca®-materialer kan brukes på både tak, gangarealer og flater med fast dekke, enten løsningene er ekstensive eller intensive. Verktøyet foreslår optimal materialkombinasjon og gir beregninger av blant annet vannabsorpsjon, varmeisolasjon og vekt. Kalkulatoren finnes på www.leca.no



The Plus møbelfabrikk - jordforbedring.
Foto: Einar Aslaksen

Uterom på tak og andre bruksarealer

Alle nybygg bør planlegges med tanke på hvilken rolle tak og uterom skal ha som klimatilpasningstil-tak. Leca®-materialenes iboende fordrøyningssevne kan brukes i samspill med attraktive oppbygninger av takhager og andre friluftareal. Det er mulig å bygge frodige og fordrøyende uterom med vegetasjon og gangstier, for eksempel på tak eller over parkeringskjellere. Regnvannet fra omliggende tak mellomlagres i knust Leca® og slippes langsomt ut i avløpet. På denne måten kan man øke verdien av eiendommen sammen med kapasiteten for lokal håndtering av regnvann.



Valkyrien Terrasse i Oslo - grønt tak.

7.2 Jordforbedring

Leca® Lettklinker brukes som tilslag i jordblandinger for å redusere vekt, forbedre struktur og øke drenerings- og luftkapasiteten i rotsonen. Materialet består av lette, porøse leirkorn som gir lav bulkvekt og stabil kornstruktur over tid. Dette gjør Leca® Lettklinker velegnet i vekstmedier for grønne tak, takhager og andre konstruksjoner med begrenset bæreevne.

Den åpne porestrukturen gir effektiv lufting og hindrer jordpakking, samtidig som den fungerer som vannlager. Leca® Lettklinker binder vann i porene og avgir det gradvis, noe som bidrar til jevnere fuktighet og redusert risiko for tørkestress. Drenerings- og fordrøyningssevnen avhenger av kornstørrelse og kan tilpasses ønsket kornfordelingskurve. Leca® Lettklinker leveres som hele korn og knust materiale i fraksjoner fra 0–20 mm.

I jordblandinger forbedrer Leca® den fysiske stabiliteten, øker permeabiliteten og gir et mer homogent vekstmedium for røtter. Materialets mineraloverflate kan også binde næringsstoffer og bidra til bedre utnyttelse av tilgjengelig jordnæring. Leca® Lettklinker er kjemisk og fysisk stabil over tid og beholder sin funksjon gjennom hele konstruksjonens levetid.

Jordforbedring med Leca® Lettklinker benyttes i alt fra ekstensive grønne tak til intensive beplantningssystemer med store jordvolumer. Løsningen bidrar til redusert totalvekt, bedre rothelse og økt robusthet i vegetasjonen, og kan inngå i systemer som også håndterer overvann ved naturlig fordrøyning i porevolumet.



Jordforbedring

Takhagen på Økern Portal



8. LECA® LETTBETONG

8.1 Lettbetong

Lettbetong med Leca® Lettklinker som tilslag produseres til bruksområder hvor vektreduksjon er viktig. Bruksområdene definerer fasthetsklassene og hvilket tilslag som benyttes. Vanlig lettbetong ligger i fasthetsklassene LB 12 – LB 25.

Bruksområdene er:

- Fundamenter
- Vegger
- Søylar
- Dekker
- Dragere
- Tunnelelementer

Høyfast lettbetong

Høyfast lettbetong med Leca® Lettklinker som tilslag – denne betongen ligger i fasthetsklasse LB 30 – LB 80. Til høyfast lettbetong benyttes Leca

Lettklinker med opptil åtte ganger høyere egenstyrke enn vanlig Leca® Lettklinker.

Bruksområdene er:

- Bruer med mulighet til lengre spenn, slankere konstruksjoner og reduserte fundamentbelastninger
- Flytebruer og flytende plattformer hvor økt oppdrift gir redusert betongvolum samtidig som lettbetong gir god bestandighet i sjøvann
- Betongelementer hvor lettbetong gir lavere transport- og monteringskostnader samt reduserte fundamentbelastninger.

Høyfast lettbetong gir høy tidligfasthet, og rasjonell produksjon av elementene.



Tilslag til
lettbetong

Nydalsbrua
i Trondheim

8.2 Sementstabilisert lettklinker LBF og LLP

LBF

En LBF (Lightweight Bonded Filling – Sement- Stabilisert Løsning) består av Leca® Lettklinker kombinert med sement og vann, og er utviklet for fyllinger som skal tåle større belastninger og motstå setninger. LBF omfordeler belastningen på jorden, slik at det oppnås et jevner setningsmønster når belastningen fra fyllingen er ujevn eller ugunstig, og hvis setningsegenskapene til jorden varierer.

En grunnforsterkning med LBF og lettklinkerfylling er teknisk og økonomisk konkurransedyktig, særlig når jordlagene er spesielt setningsutsatte.

LLP

En LLP (Light Load Spreading Plate – Lett Lastspredende Plate) er en dobbeltarmert plate av sementstabilisert lettklinker (LBF) som kombinert med lettklinkerfylling gir en lett og relativt stiv konstruksjon. LLP kan sammenlignes med et moderne bjelkefundament. Varierende grunnforhold og overganger mellom ulike grunnforsterkningsmetoder og konstruksjoner er andre eksempler på forhold der en LLP kan være hensiktsmessig. Løsningen reduserer differensialsetninger og geodynamiske deformasjoner fra passerende kjøretøy og tog. Vanligvis er

det ved overgangene mellom ikke-forsterkede områder og der grunnen er forsterket med ulike metoder, det kan oppstå for store differensial-setninger.

LBF og LLP konstruksjonsmetoden har vært i bruk i vei siden 1994, og i 2004 ble løsningen tatt i bruk også i jernbane.



Tabell 6. Egenskaper for sementstabilisert lettklinker

Egenskap	Sementstabilisert lettklinker
Dimensjonerende densitet	ca. 650 g/m ³
Trykkfasthet	1–2 MPa
Skjærfasthet	Avhenger av armering og utformes etter behov

8.3 Utlegging

Eksisterende masser graves ut i henhold til dokumentasjon fra ansvarlig geotekniker. Før geotekstillegges ut skal traubunnen avrettes. Hvis leggingen av sementstabilisert Leca® Lettklinker



LBF: Dersom det skal legges lettklinkerfylling under den sementstabiliserte lettklinkeren, skal den komprimeres med hver sjikttykkelse på 1 m.



LBF: Juster høyden med en asfaltrive eller en vanlig rive for å oppnå riktig nivå.

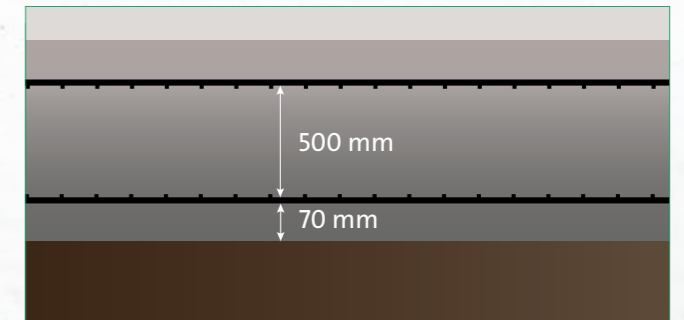


LLP: Fyllmaterialet blåses ut på stedet. Juster høyden med en asfaltrive eller en vanlig rive for å oppnå riktig nivå.

skjer om vinteren, må eventuell snø og is fjernes. Materialskillende lag av geotekstil brukes mot traubunnen. I de fleste prosjekter må materialet forhåndstestes for å sikre at kravene til fasthet oppfylles.



LBF: Den sementstabiliserte lettklinkeren blåses eller legges ut på stedet.



LLP: Hvis den sementstabiliserte lettklinkeren blir lagt som en LLP, skal det legges to armeringsnett i fyllingen som vist på figuren. Armeringen plasseres slik at det oppnås et mellomrom på 160-500 mm og minst 70 mm dekkjikt.



LLP: Fyllingen komprimeres med minst 4 overfarer med platevibrator på 50 kN/m² grunntrykk.



Kunstgressbane
Marienlyst Stadion

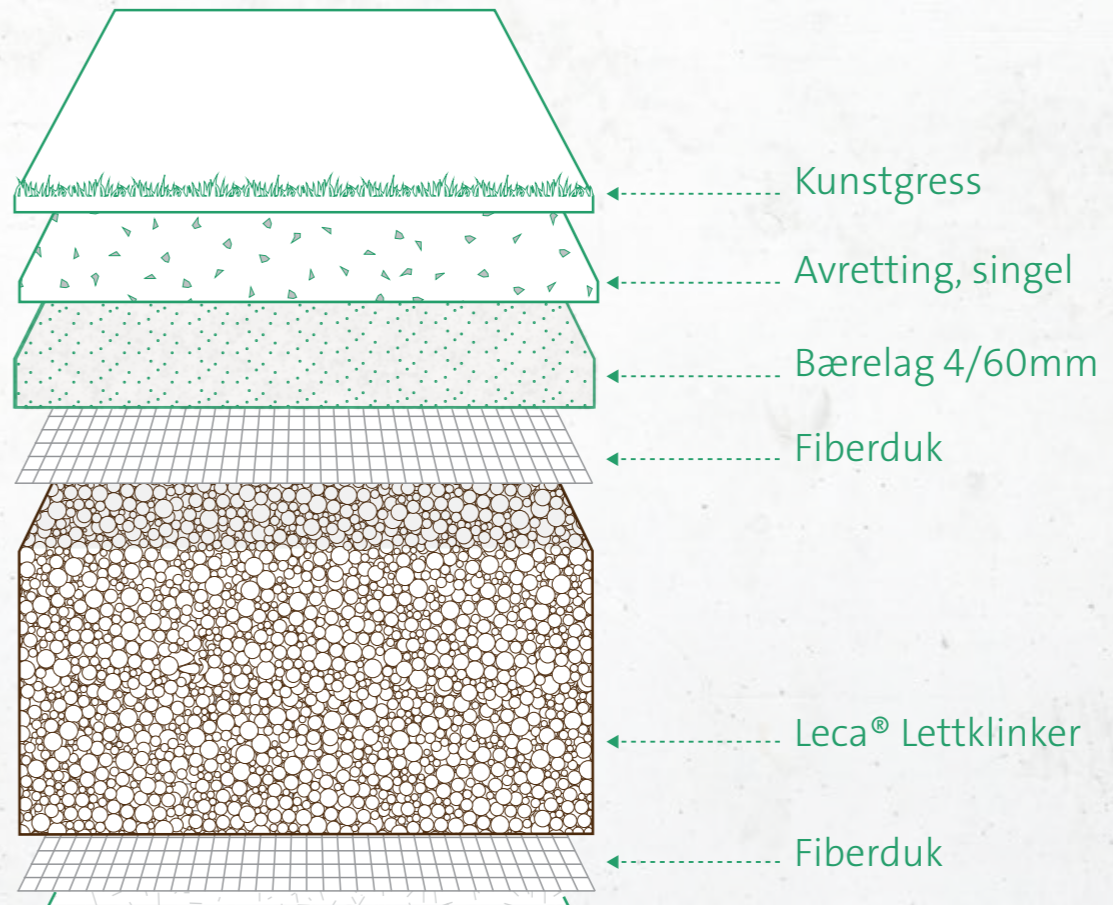
9. KUNSTGRESSBANER

9.1 Om løsningen

Leca® Lettklinker har etter hvert blitt et av de mest benyttede alternativer for drener- og frostsikring av kunstgressbaner. Ved bruk av dette materialet til kunstgressbaner får man i tillegg en kompensereffekt der det er dårlige grunnforhold. Under slike forhold vil Lecaen dermed ha en utjevneeffekt som også over tid innfrir kravet til jevn overflate på kunstgressbanen.

Leca® Lettklinker legges ut som et drener- og frostsikringslag direkte på traubunnen på kunstgressbanen. Avhengig av den lokale frostmengden vil tykkelsen av dette laget variere fra ca. 20 til 30 cm. Behovet for fiberduk under Lecaen må vurderes i forhold til underliggende masser.

Før du legger Lecaen på kunstgressbaner legges en fiberduk før et bærelag på 20 cm med forkilt pukk (fraksjon 4 - 63 mm). Bærelag på 15 cm er også benyttet, men dette må da legges ut med beltemaskin. Fiberduken skal forhindre transport av finstoff ned i Lecamaterialet og sikre isolasjons- og dreneringskapene over tid. Over bærelaget legges et avrettingslag i tykkelse 2 - 3 cm (fraksjon 0 - 8 mm). Det stilles strenge krav til massene som benyttes til bærelag og avrettingslag da ferdig avrettet overflate både skal oppfylle kravet til overflateavvik (+/- 8 mm på 4 m rettholt), være godt vanngjennomslippelig og samtidig ha god fasthet etter avretting.



9.2 Sportfiller

Sportsfiller er et 100 % naturlig ifyll til kunstgressbaner som er et miljøvennlig alternativ til plastbaserte ifyllmaterialer som SBR-granulat. Basert på brent leire, er Sportsfiller en bærekraftig løsning som kombinerer natur og teknologi for optimal ytelse på kunstgressbaner.

Fordeler med Sportsfiller:

- Naturlig og miljøvennlig: Laget av leire, et ubegrenset råstoff
- Slitesterkt: Materialet holder sin kvalitet og funksjon over tid uten å brytes ned eller frigjøre skadelige stoffer
- Drenerende: Sikrer at banen holder seg tørr og spillbar, selv under krevende værforhold
- Fleksibelt: Gir korrekt ballsprett og bevegelsesfrihet for spillere.
- Kjemisk nøytral: Trygt for både mennesker og miljø, uten giftige tilsetningsstoffer
- Kostnadseffektivt: Lang levetid og redusert behov for vedlikehold

Innovasjon med røtter i tradisjon

Sportsfiller har Leca sin velkjente originale kvalitet. Gjennom vår unike produksjonsprosess transformeres leire til lette, sterke og porøse kuler som er skreddersydd til bruk på kunstgressbaner. Leca® Sportsfiller er testet og godkjent for norsk breddefotball.

En del av en bærekraftig fremtid

Med Sportsfiller tar vi et viktig skritt mot mer miljøvennlige kunstgressbaner, uten å gå på kompromiss med ytelse. Med produktet bidrar vi til bærekraft og sirkulærøkonomi, og reduserer plastforurensning fra idrettsanlegg.



10. VA-LEDNINGER

10.1 Om løsningene

Leca® Lettklinker 8/20 og Leca® ISO 8/20 egner seg utmerket som fylling rundt og i rørgrøfter når grunnforholdene krever lett fylling. Den lave vekten og enkle håndteringen gjør det raskt å jobbe med materialet. Ved bruk av Leca® Lettklinker 8/20 blir fyllingen lett, drenerende og isolerende. Lettklinker som fylling rundt rørgrøfter gir redusert fundamenteringsdybde til grøften grunnet materialets iboende isolasjonsevne. Om ønskelig kan konvensjonelle fyllmasser brukes under og rundt selve rørledningene.

10.2 Utlegging ved redusert fundamentdybde

Geotekstil med bruksklasse minst N3 legges i grøften og opp mot grøftveggene. Deretter legges et lag med lett komprimerte masser til rørledningene i bunnen av grøften. Når rørledningene er på plass, kan fylling nærmest rørene gjøres med konvensjonelle masser eller med lettklinker, avhengig av ønskede egenskaper.

10.3 Eksempler på bruk

Hvis det er behov for etterisolering av fyllingen rundt rørledningene, kan rørgrøften fylles med Leca® Lettklinker opp til punktet der overbygningen skal plasseres. Geotekstilen brettes inn og innkapsler lettklinkerfyllingen, som da er klar for bruksformålstilpasset overbygning.

Nyetablering av grøfteanlegg

Ved nyetablering av grøft i fjell og jordmasser må det i dimensjoneringen skilles mellom hovedledninger og sekundær- og stikkledninger. Fiberduk/seprasjonsduk med gode filter-egenskaper er anbefalt, ref. NS 3420 kap. I4.

Etterisolering / rehabilitering av grøfter

Til etterisolering og rehabilitering av eksisterende grøfter med frostproblemer benyttes Leca® Lettklinker som en markisolering i passende tykkelser (20-40 cm).

Ved dårlige grunnforhold

Rørledninger som skal etableres i myrlendt område eller ved bløt leirgrunn, kan med fordel tilbakefylles med Leca® Lettklinker. Den lette materialvekten kombinert med den isolerende effekten, medfører at man ikke trenger å grave ned til de bløte jordlagene eller bruke en tung grøftefylling i myke myrlag. Med Leca ISO 8/20 som grøftefylling er det enkelt å beregne grøfteprofilens totale tyngde og man kan kompensere for tyngden jordmasse som må fjernes. Dermed spares gravedybde, man får en fullisolert grøfteløsning og redusert risiko for rørbrudd.



Fylling rundt rør

Flyplassen
i Mo I Rana

Hovedledninger

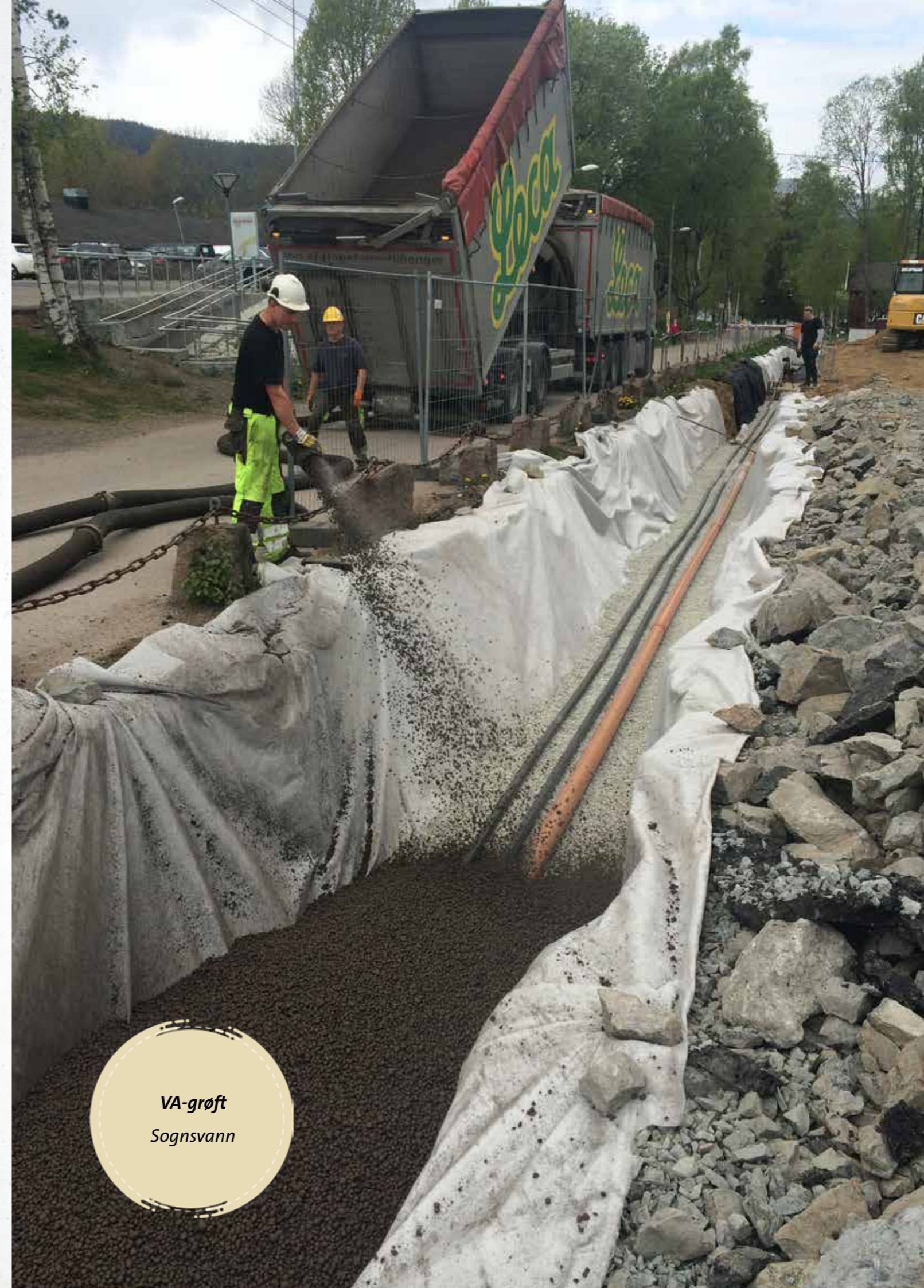
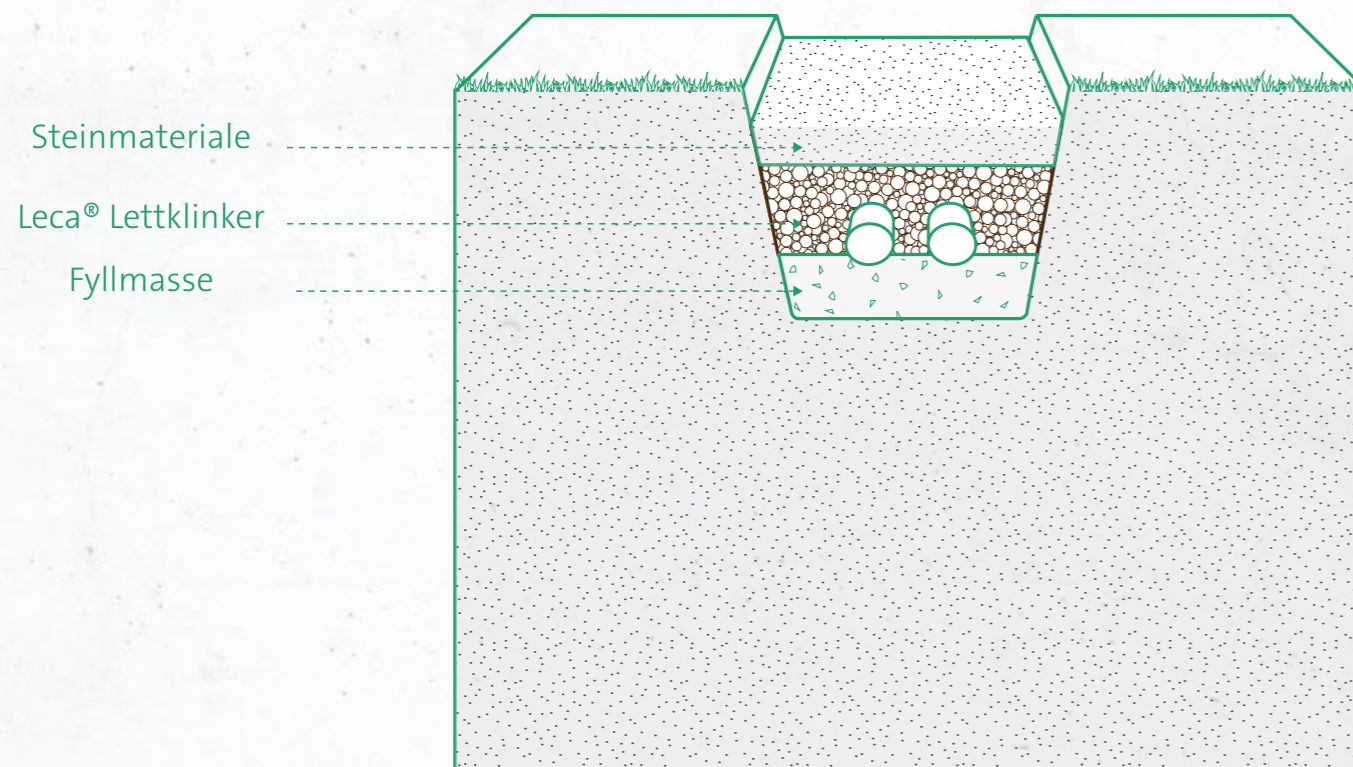
Vann- og avløpsledninger legges vanligvis i fellesgrøfter. Ved å benytte Leca® Lettklinker til frostsikring av ledninger som ligger over generell frostdybde på stedet, sikres vannet i ledningsnettets mot frysing. Samtidig ønsker man å forhindre at ledninger, kummer og ventiler utsettes for telehiv eller unormale mekaniske påkjenninger på grunn av frossen mark.

Sekundær- og stikkledninger

I motsetning til hovedvannledninger som er dimensjonert for både generell vannforsyning og

for brannvann, dimensjoneres sekundær-vannledninger kun for forbruk. Rørdimensjonene indikerer vannføringen, og dermed egenvarmen i vannledningene. I tillegg til frostisolasjon med Leca® Lettklinker kan det derfor være behov for tilførsel av varme ved en elektrisk varmekabel, spesielt for enkelthus som ikke inngår i et ringnett.

VA-ledninger med Leca® Lettklinker



VA-grøft
Sognsvann

11. GULV PÅ GRUNN OG LECA® GULV

11.1 Om løsningene

Gulv på grunn

Leca® Lettklinker har høy bæreevne og egner seg som oppbygging under støp av betongplate. Den lave vekten gir en lastreducerende fordel, og den enkle håndteringen gjør at materialet kan legges raskt. Installasjoner i konstruksjonen gjøres med fordel i underlaget av Leca® Lettklinker, siden det er enkelt å få god dekning av lettklinker rundt installasjonene.

For å oppnå bedre varmeisolasjon under støpen kan det legges celleplast over lettklinkerfyllingen. Celleplasten danner samtidig et kapillærbrytende lag. Denne kombinasjonen gir et sluttresultat med svært gode egenskaper.

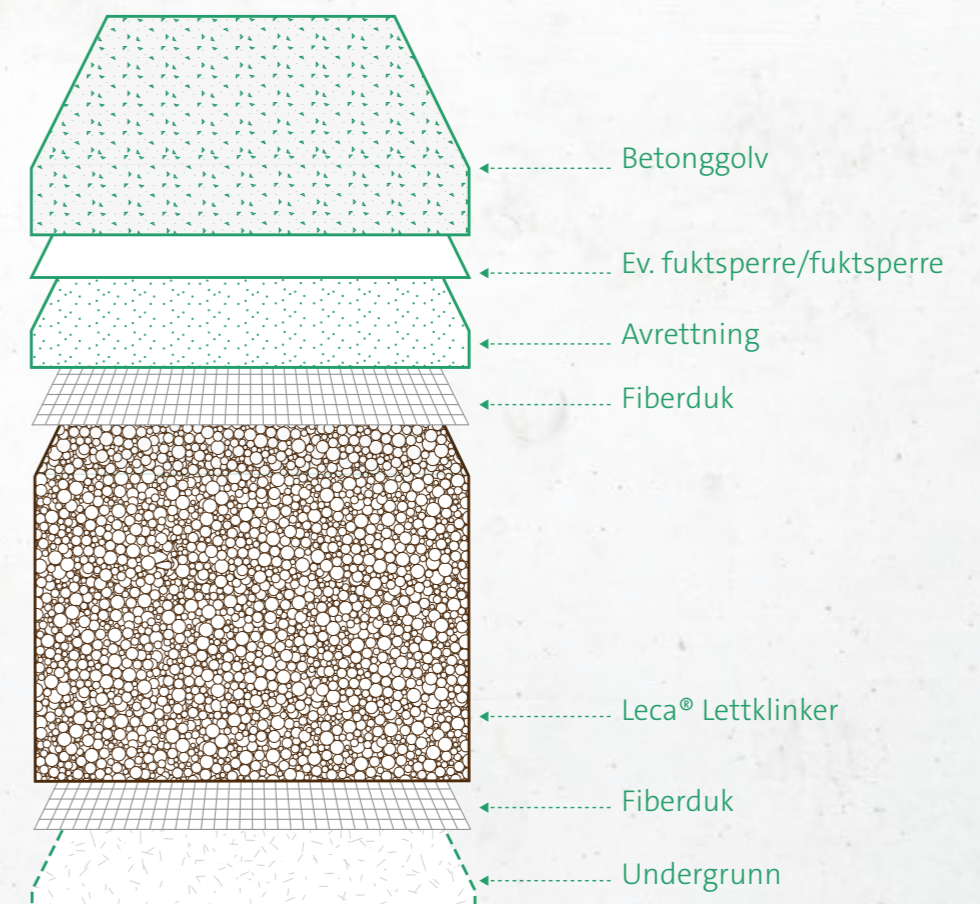
For kontrollert uttørring kan man legge et rør i fyllingen og koble til avtrekksvifte.

Leca® gulv

Leca® ISO 8/20 kan brukes som oppbygging under støpte eller flytsparklede gulv. Installasjoner i konstruksjonen gjøres med fordel i sjiktet av Leca® ISO 8/20, siden det er veldig enkelt å få god dekning av lettklinker rundt installasjonene.

Termiske egenskaper

Tørr Leca® Lettklinker 8/20 og Leca® ISO 8/20 har $\lambda = 0,104$ W/mK. Tørr Leca® Lettklinker brukes derfor under gulv.



Gulv på grunn

Vulkan studenthus
Oslo

11.2 Utlegging av gulv



Blås Leca® Lettklinker på plass eller legg den manuelt fra småsekk eller storesekk. Forsikre deg om at alle installasjoner er lagt på overflaten der Leca® Lettklinker skal legges som oppbygging. Sørg også for at overflaten er ren for rusk.



Materialet skal deretter jevnes ut med en asfaltrive eller en vanlig rive. Forsikre deg om at installasjonene er godt tildekket. Dersom høyden på fyllingen er over 0,4 m, skal komprimering utføres med platevibrator.



Fiberduk rulles ut over lettklinkeren, og armering nett av enklere kvalitet legges ut på toppen og fungerer som overflatestabilisator.

Ved behov for konstruksjonsarmering plasseres denne på armeringsstoler eller armeringsskinner på den nedre armeringen. Eventuell gulvvarmeslynge festes til armeringen.



For installasjonsgulv: Gulvet påføres tilpasset gulvsparkel eller betong.

Ved støping på toppen av lettklinkeren: Støping utføres med betong tilpasset formålet.

For å oppnå bedre varmeisolasjon under støpen kan det legges celleplast over lettklinkerfyllingen. Celleplasten er da et kapillærbrytende lag.

11.3 Eksempler og prinsippskisser

Installasjonsgulv med lufting

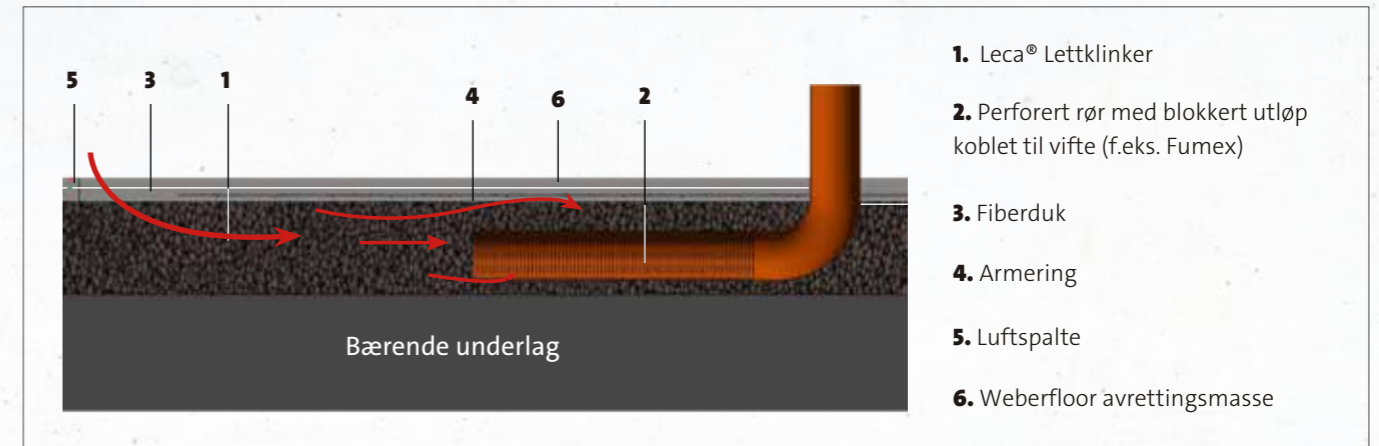


Plate på grunn på toppen av Leca® Lettklinker

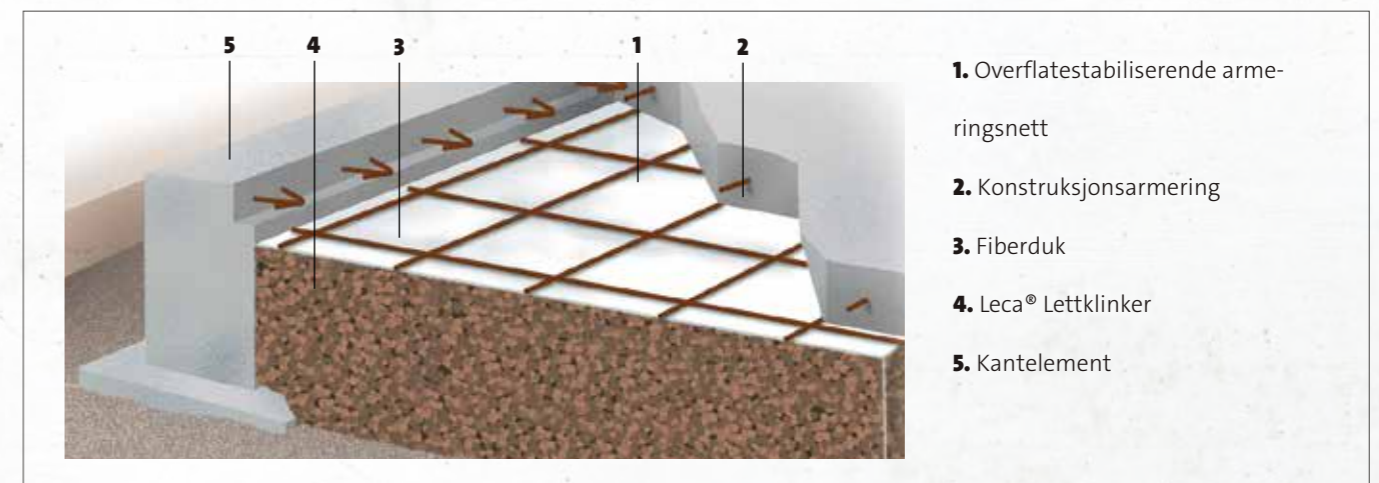
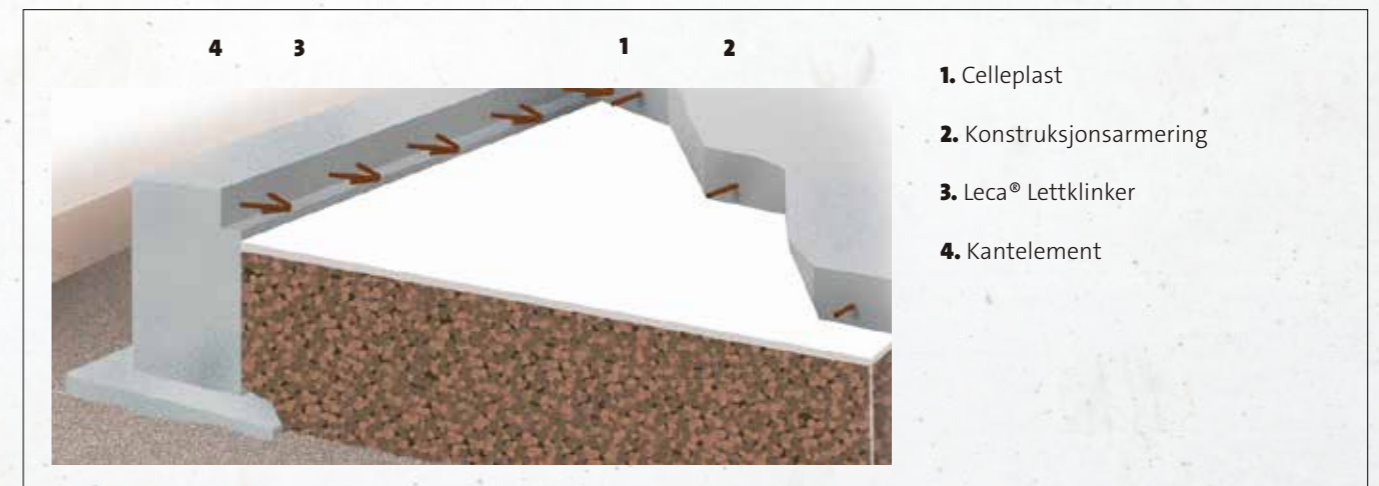


Plate på grunn på Leca® Lettklinker med celleplast





12. ROT

Om løsningene

Med sine unike egenskaper som lav vekt, god isolasjonsevne og drenerende effekt, er Leca et allsidig og pålitelig materiale som i flere tiår har vært et førstevalg i ROT-prosjekter for både fagfolk og privatpersoner. Skadedyr som mus og rotter trives heller ikke i Leca, ettersom materialet ikke inneholder næring, er uorganisk og har en struktur som gjør det vanskelig for dem å etablere seg. Dette bidrar til å sikre trygge og varige løsninger – spesielt i eldre bygg der skadedyr kan være en utfordring.

Materialet er enkelt å jobbe med, selv på steder med vanskelig adkomst, og gir robuste, bærekraftige løsninger som styrker eksisterende strukturer uten å tilføre unødvendig belastning. Uansett om du jobber med rehabilitering av gamle bygg, oppgradering av grunnmurer eller ombygging av eksisterende anlegg, kan Leca® Lettklinker bidra til å løse komplekse utfordringer på en kostnadseffektiv og miljøvennlig måte.

Leca® Lettklinker er et rent naturprodukt produsert av ekspandert leire. Det er et tilnærmet kuleformet granulat med et tett keramisk skall omkring en porøs kjerne. Leca inneholder ingen miljøgifter eller andre helse- eller miljøfarlige stoffer, og materialet er både frostsikkert og ubrennbart.

Leca® Lettklinker dekker flere funksjoner i samme produkt og arbeidsoperasjon: varmeisolering, drenering, kapillærbryting og fyllmasse. Dessuten er kulene et tilnærmet selvkomprimerende materiale som er lett å legge ut. De fyller hulrom og ujevnheter og stiller beskjedne krav til avretting av underlaget før utlegging. Leca kan i tillegg blåses på plass rett fra bilen, noe som gjør det til et effektivt valg også i trange eller vanskelig tilgjengelige områder.





LEVERING OG UTLEGGINGSMETODER

Tipping

Leca® Lettklinker leveres normalt med tippbiler med mulighet for 90m³ per leveranse. Lettklinker kan også fraktes med flisbil, tog og båt. I store prosjekter er det en fordel om lettklinkeren kan tippes på flere steder for å unngå unødig forflytning og knusing av materiale. Egnede steder for manøvrering og lossing skal planlegges på forhånd.

- Rask utlegging av fylling med 90 m³ per leveranse
- Dokumentert lang erfaring med krypefri fundamentering
- Utlegges rett mot betong uten dreneringsplater

Sekker

Der forholdene krever det kan Leca® Lettklinker leveres i storsekker på 1 m³ eller 1,5 m³. Dette er en fordel ved ekstra vanskelig tilgjengelighet, siden sekkene kan f.eks. kranes inn på byggeplassen.

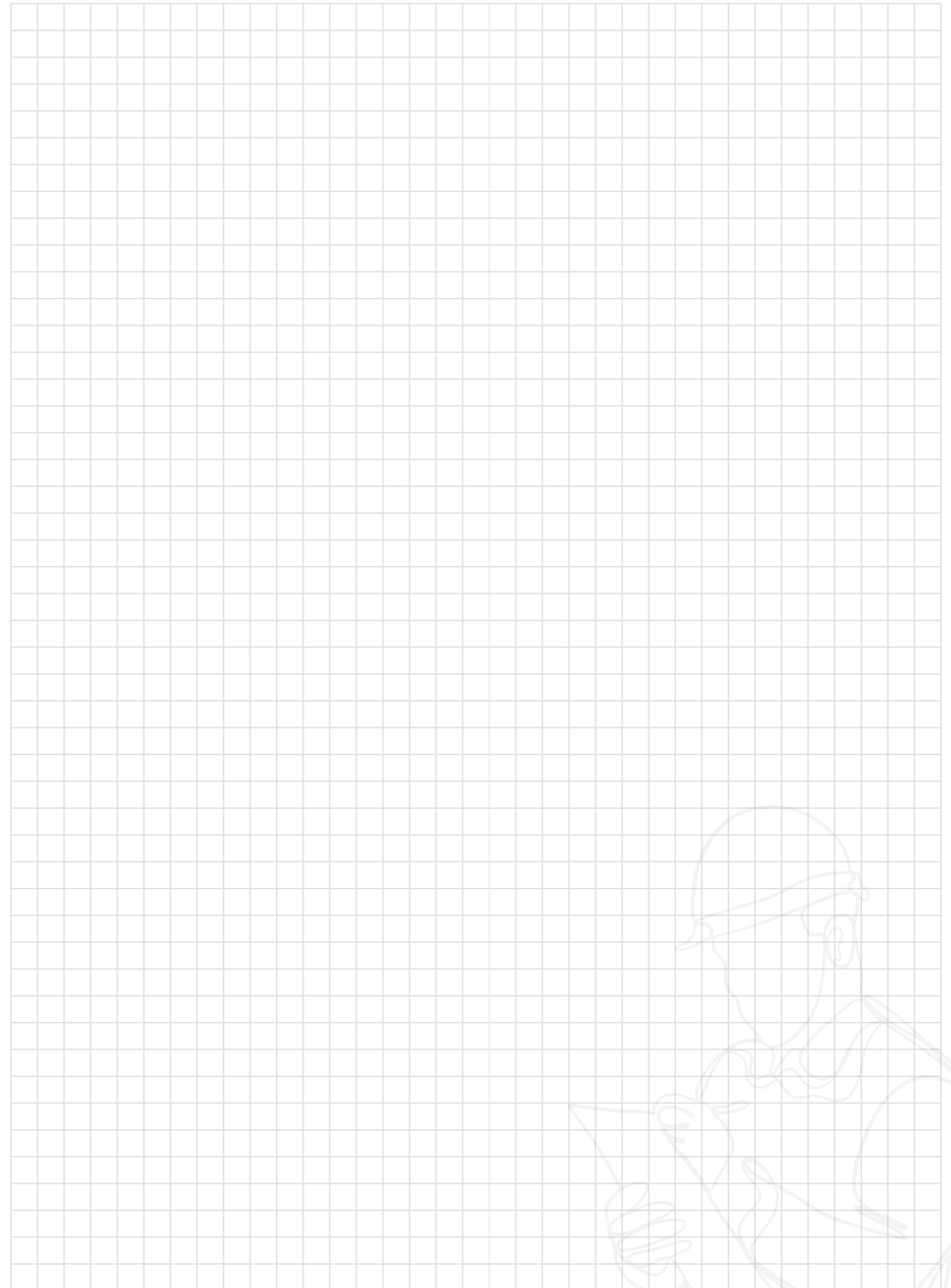
Blåsing

Blåsing er praktisk til fyllinger som er vanskelig tilgjengelige eller der det ikke er mulig å tippe. Vanligvis benyttes blåselengder på 40 eller 60 meter. Ved gunstige forhold kan lengre blåselengder oppnås ved hjelp av ekstraslanger.

Leca® Lettklinker 8/20 og Leca® ISO 8/20 kan blåses med ca. 50 m³ masse i timen. Dette sparer tid og ressurser, siden det ikke er nødvendig med maskiner for å legge ut materialet.

Ved blåsing kan man spare mye tid ved å forhåndsplanlegge slangestrek og passende etapper til rundt 30 m³.

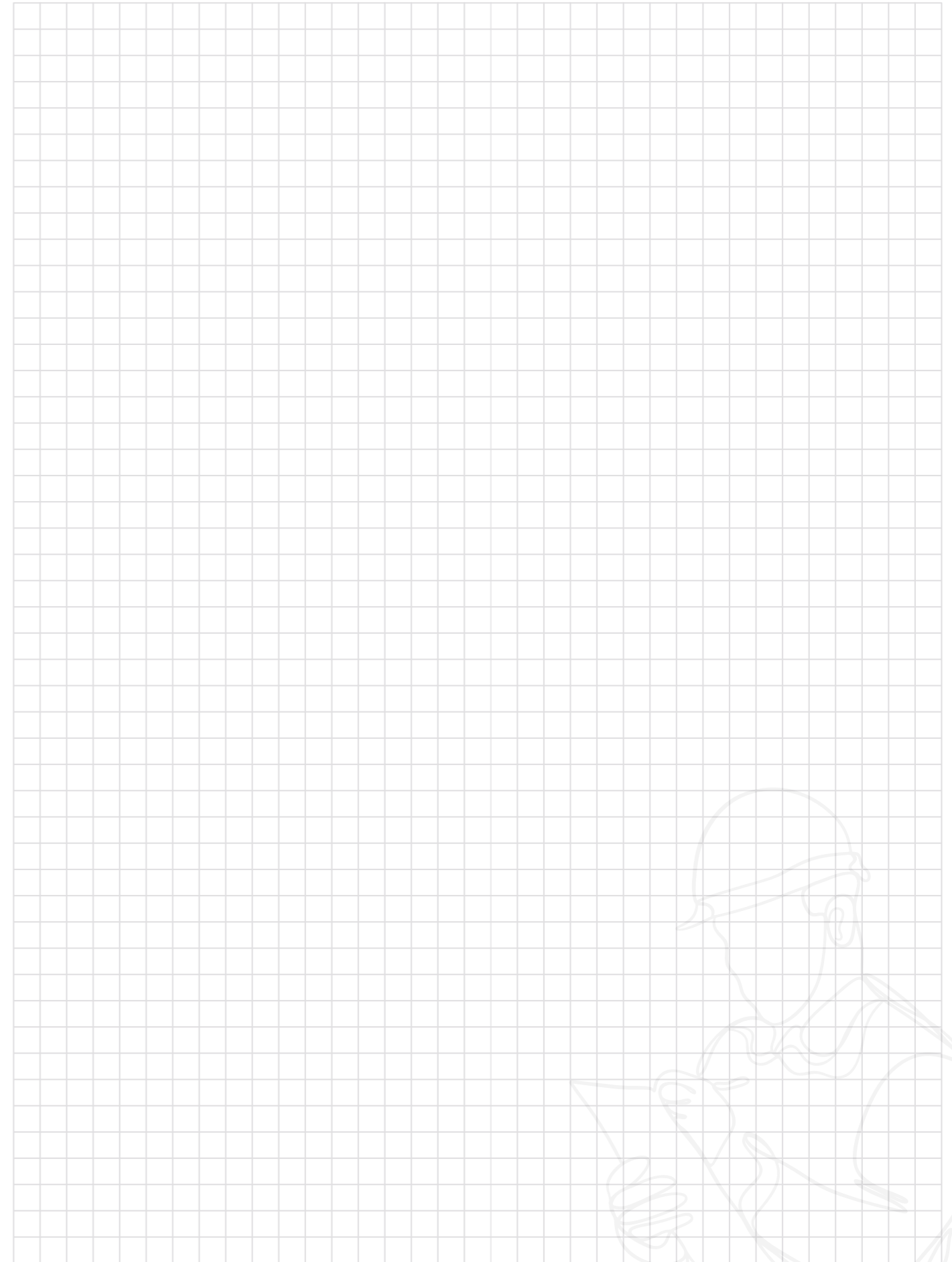
Trekkvognen er utstyrt med kompressorutstyr. En femtoms material-transportslange er koblet til en rotasjonsmater og kompressor. Blåsebilene er normalt utstyrt med 40-60 m slange.



Ansvarsfraskrivelse:

Informasjonen i publikasjonen er basert på vår nåværende data og erfaring med Leca®-produkter. Bilder og fremstillinger av Leca® Lettklinker må, i likhet med de foreslåtte bruksområdene, anses som illustrerende eksempler. Eksempler er ikke spesifikasjoner for dimensjonering, og skal ikke brukes direkte til prosjekteringsformål. De fremlagte data er konservative verdier fra laborietester, prøveprosjekter og litteratur. Inkluderte diagrammer og resultater kan være hentet fra uavhengige ettutvalgstester fra tredjepartsforskning, og materialenes virkemåte kan avvike i ferdige konstruksjoner. Det er brukerens eget ansvar å bruke Leca® Lettklinker etter hensikten.

Desember 2025





 leca.no



LECA NORGE, ÅRNESVEGEN 1, 2009 NORDBY - ORG. NR.: 918 799 141



ORDREMAIL: ordre@leca.no / info@leca.no



ORDRETELEFON: 90 96 51 00 / SENTRALBORD: 41 43 71 00