leca.se

Leca®
SAINT-GOBAIN

Leca® lättklinker | Infrastruktur & anläggning

Projekteringsanvisning

LECA® LÄTTKLINKER
ett naturligt lättfyllnadsmaterial som går att återanvända

SAINT-GOBAIN

LECA® LÄTTKLINKER
PROJEKTERINGSANVISNING

INLEDNING 3
HÅLLBARHET 4

MATERIALEGENSKAPER
Föreskrifter 5
Densitet 8
Mekaniska egenskaper 9
Termiska egenskaper 10
Kemiska egenskaper 10

VÄG- OCH JÄRNVÄGSBANK
Om materialet 12
Utförande 14
Sektionsritning och beräkningsexempel 20
Beskrivningstexter 21

MOTFYLLNAD
Om materialet 22
Utförande 23
Beräkningsexempel 25
Sektionsritning 26

KOMPENSATIONSGRUNDLÄGGNING
Om materialet 27
Utförande 28
Beräkningsexempel 30
Principlösning 31

DAGVATTENHANTERING, MAGASINERING OCH GRÖNA TAK
Om materialet 32
Typlösning 34

CEMENTBUNDEN LÄTTKLINKER LBF & LPP
Om materialet 39
Utförande 40
Sektionsritning 41

VA-LEDNINGAR
Om materialet 42
Utförande 43
Sektionsritning 45
Spänningsanalys 46
Konstruktionsexempel 47

PLATTA PÅ MARK OCH INSTALLATIONSGOLV
Om materialet 48
Utförande 50
Principlösningar 51

GEONÄT OCH LECA® LÄTTKLINKER 52

LEVERANS- OCH INSTALLATIONSMETODER 55

Inledning

Lätt expanderad lera, Leca® lättklinker, har använts som fyllnadsmaterial i geotekniska applikationer runt om i Europa så långt tillbaka som 1958.

Leca lättklinker är ett hårt granulärt keramiskt material med inre luftfyllda porer. Lera pelletiseras, torkas och expanderas i en roterande ugn. Utfallet är lecakulor i storlekarna 0-32 mm som siktas upp i olika sorteringar.

Lättklinkerns egenskaper kan lösa många problem samtidigt och erbjuder lätta lösningar till en mängd geotekniska utmaningar. Låg densitet och hög hållfasthet tillsammans med rationell hantering gör Leca lättklinker till en konkurrenskraftig produkt.

Leca lättklinker är bränd expanderad lera. Ett helt oorganiskt och naturligt material.

Används bland annat för att lösa problem med:

- Sättningar
- Stabilitet
- Jordtryck
- Tjälisolering
- Vatten
- Volymbyggnad

Leca lättklinker är också ett naturligt beständigt material. Bränd lera har använts i flera tusen år av människan inom olika områden. Den är motståndskraftig mot frost, kemikalier och är hållbar över tid. Leca lättklinker kan grävas upp och återanvändas fullt ut i nya geotekniska applikationer. Mer om det går att läsa under nästa avsnitt om hållbarhet.

Hållbarhet

Ett naturligt lättfyllnadsmaterial

Leca lättklinker är ett lättfyllnadsmaterial som består av det naturliga materialet lera, som är en resurs det inte råder brist på. Det är motståndskraftigt mot frost och kemikalier men också hållbart över tid.

Enligt gällande klimatkalkyl för Leca Infra 10/20 har materialet en CO_2-ekvivalent på 36 kg CO_2/m^3 i produktionsskedet. I projekt där höga krav på CO_2-ekvivalent finns ställda kan man dock minska klimatpåverkan genom klimatkompenserande åtgärder och användning av återbrukat material. Då kan man till och med uppnå netto-negativa utsläpp. För mer information om detta går det bra att kontakta Leca Sverige.

Leca har åtagit sig att reducera utsläppen med 50 % före 2030. För att det ska vara möjligt krävs viktiga och kraftfulla åtgärder. Genom att använda alternativa och mer miljövänliga råvaror och energislag, fokusera på modern och beprövad miljöteknik, förbättring av produktionsmetoder och produkter, kan användningen av icke-förnybara resurser minskas.

Ett steg mot en mer hållbar produktion och mindre koldioxidutsläpp är den biogasanläggning som har byggts på Lecas fabrik i Hinge. Investeringen innebär att fossila energikällor har bytts ut mot biomassa som annars skulle placerats som avfall. Dessutom kommer projektet att göra det möjligt för anläggningen att leverera uppvärmning till fjärrvärmenätet i närområdet.

Återanvändning

Materialet klarar fluktuerande pH-värden på kringliggande vatten, är beständigt mot petroleumprodukter och klarar väldigt höga temperaturer utan att förändras kemiskt. Alla dessa komponenter gör det enkelt att återanvända Leca lättklinker. Leca lättklinker har använts i över 60 år i exempelvis vägbankar, därav är tillgången god på återanvändningsbart material. Genom Leca Tur & Retur gör vi processen från återköp till återbruk enkelt. Slutresultatet blir en cirkulär produkt med litet klimatavtryck och lägre koldioxidutsläpp genom att lättklinkern återbrukas på effektivt.

Allt återanvänt material tas prover på för att säkerställa kvaliteten och att det inte existerar några föroreningar i materialet.

Att Leca Sverige återanvänder material är ett förfarande som blir allt mer förekommande då det ur klimatsynpunkt givetvis är bättre att återanvända ett material än att producera nytt. Detta arbetas aktivt med och är en viktig del i Lecas hållbarhetsarbete, men också inom Saint-Gobain koncernen i stort.

Materialegenskaper

1.1 Föreskrifter

I AMA Anläggning finns beskrivningar och krav för användning av lättklinker i svenska förhållanden. I Trafikverkets infrastrukturregelverk, TRVINFRA, KRAV med RÅDSTEXT, nummer TRVINFRA-00230 finns anvisningar för väg och järnvägsbyggnaden.

Den europeiska standarden som reglerar materialkraven för lättklinker inom geotekniska applikationer är EN 15732 Light weight fill and thermal insulation products for civil engineering applications (CEA) – Expanded clay lightweight aggregate products (LWA).

Eurokod 7, Dimensionering av geokonstruktioner, SS EN1997-1, är den standard som reglerar hur man beräknar och dimensionerar med lättklinker.

Leca lättklinker för geotekniska applikationer har en torr skrymdensitet motsvarande 15-20% av vanliga friktionsmaterial.

Leca lättklinker är lätt, starkt och isolerande. Så länge det är invallat har det egenskaper som i övrigt är mycket likt normala friktionsmaterial. Det är enkelt att hantera lättklinker på arbetsplatsen.

Tabell 1. Karaktäristiska värden för dimensionering med Leca® Infra 10/20

Egenskap	Värde	Enhet
Volymminskning vid packning	12	%
Tunghet (torr inkl. packning)	3,0	kN/m^3
Dimensionerande tunghet: över grundvattenytan	4,5	kN/m^3
Dimensionerande tunghet: permanent under vatten	1,0	kN/m^3
Initial lyftkraft	- 3,0	kN/m^3
Friktionsvinkel	39	°
Maximal statisk belastning	200	kPa
Kohesion, C' peak	0	kN/m^2
Extern porositet	50	%

Tabell 2. Egenskaper för Leca® Infra 10/20 i geotekniska applikationer

I enlighet med EN 15732 Light weight fill and thermal insulation products for civil engineering applications (CEA) – Expanded clay lightweight aggregate products (LWA).

Egenskap	Värde	Provningsmetod
Kornstorleksfördelning	8-20 mm Överkorn ≤ 10% Underkorn ≤15%	EN 933-1
Torr skrymdensitet	245-285 kg/m^3 ± 15%	EN 1097-3
Värmekonduktivitet	< 0,11 W/mK	EN 14063-1
Kapillär stighöjd (Leca® Coated)	≤ 75 mm	EN 1097-10
Kompressibilitet och tryckhållfasthet	10 % deformation CS (10), > 650 kPa 2 % deformation CS (2), > 300 kPa	EN 13055-2 Annex A
Kompression och kryptöjning vid olika spänningsnivåer:		
Hård packning	< 15 %	
Kompression 24 h (200 kPa)	< 0,5 %	prEN 15732
Krypning efter packning 2 000 000 last-cykler (120 kPa, ca 50 år)	0,29 %	SP-metod 2563
Krossmotstånd	> 0,75 MPa	EN 13055-1 Annex A
Sammansättning/innehåll	Kloridhalt ≤ 0,1 % Syralöslig svavel ≤ 0,8 % Total svavelhalt ≤ 0,8 %	EN 1744-1
Reaktion vid brand	Euroklass A1	
Beständighet vid brandegenskaper mot åldrande/nedbrytning	Förändras inte över tid	
Beständighet vid termiskt motstånd mot åldrande/nedbrytning	Förändras inte över tid	EN 13055-2
Beständighet vid krossmotstånd mot åldrande/nedbrytning	Förändras inte över tid	
Beständighet vid motstånd mot dynamiska laster mot åldrande/nedbrytning	Förändras inte över tid	
Beständighet mot kemikalier och biologiskt angrepp	Förändras inte över tid	

1.2 Densitet

Leca Infra 10/20 har initialt en torr skrymdensitet om ca 245-285 kg/m³. Efter lossning och kompaktering har vikten stigit till ca 280-330 kg/m³. För att veta vilken tunghet som en lättklinkerfyllning får i praktiken behöver man också ta hänsyn till det vatten som absorberas av kulorna, vattnet på kornytorna och eventuellt fritt vatten mellan kulorna.

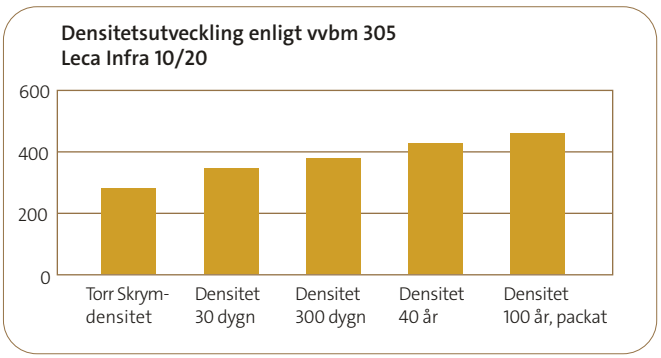


Diagram 1. Densitetsutveckling Leca Infra 10/20

För en riktig bedömning behöver man veta följande egenskaper för lättklinkern:

- Torr skrymdensitet
- Vattenabsorption
- Extern porositet
- Medelkorndiameter
- Kompaktdensitet
- Korndensitet

Hur högt grundvattenytan står i fyllningen och de allmänna vattenförhållandena i marken där lättklinker ligger är också viktigt att beakta. Trafikverket har en modell för att beräkna dimensionerande tunghet för lättklinker.

Om man använder materialdata för Leca Infra 10/20 och modellen i VVMB 305 får man en dimensionerande tunghet om 4,5 kN/m³ under normala förhållanden. Materialdata för indata till VVMB 305, se tabell 1. Mer information finns att få vid förfrågan.

Kapillär stighöjd

Kapillär stighöjd eller kapillaritet är ett mått på materialets sugkraft på vatten. Ju mindre porer, desto hårdare binds vattnet i materialet. Leca Coated kan användas i applikationer där krav på kapillärbrytande skikt krävs. Kapillär stighöjd på produkten är max 75 mm och används t.ex i husgrunder, motfyllnader mot byggnader och i vissa anläggningsprojekt.

1.3 Mekaniska egenskaper

De mekaniska egenskaperna varierar med storlek och expansionsgrad på kulorna. De mindre fraktionerna är starkare och de större svagare. Hänvisning till tabell 2 för testmetoder m.m.

Tillåten belastning

För en komprimerad bädd av Leca Infra 10/20 är deformationen vid en statisk belastning, t.ex under en platta, på 200 kPa mindre än 0,5 % av lagertjockleken.

Dynamisk lastkompression

Vid cyklisk belastning på 120 kPa är deformationen mindre än 1 % vid 2 miljoner lastväxlingar. Detta betyder att Leca Lättklinker lämpar sig väl för fyllningar med höga krav på hållfasthet som till exempel i järnvägsbankar.

Friktionsvinkel

För en komprimerad bädd av Leca Infra 10/20 är friktionsvinkeln 39°. Mer utförliga materialdata för beräkningar finns tillgängliga hos Leca Sverige på förfrågan.

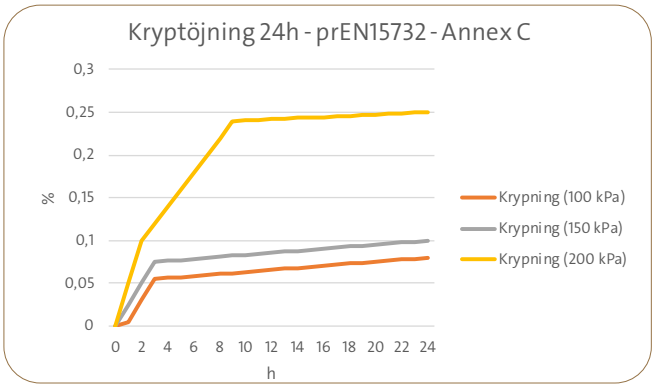


Diagram 2. Deformation vid olika belastningar

1.4 Verkan av eld

Leca lättklinker är ett obrännbart material. Sintring börjar vid 950°C. Smältning börjar vid 1150°C.

1.5 Kemiska egenskaper

Leca lättklinker i sig är en oorganisk keramisk produkt helt inert mot andra material. Materialet påverkas inte av de kemikalier som vanligtvis förekommer på byggarbetsplatser. Lösliga svavelföreningar är < 0,1%. Materialet har en svag basisk reaktion och dess buffringsförmåga är liten.

Väg- och järnvägsbank

2.1 Om materialet

Leca lättklinker har använts för väg- och järnvägsbankar sedan 60-talet med god erfarenhet. Leca lättklinker uppfyller Trafikverkets anvisningar och krav i TRVINFRA-00230 och AMA Anläggning.

Vägbankar med lättklinker kan byggas upp i lager om ca 1,0 m innan packning. Utläggning av lättklinker kan ske utan stödfyllning, men innan slutgiltlig komprimering av lättklinker ska stödfyllningen vara på plats upp till samma nivå som lättklinkern.
En rätt utförd och packad fyllning, inklusive överbyggnad, ger en tålig konstruktion med mycket små eller inga eftersättningar. Deformation efter 2 000 000 dynamiska lastväxlingar med 120 kPa tryck är mindre än 1 %.

Med geotextil runt lättklinker i gamla fyllningar kan dessa återanvändas vid restaurering eller nybyggnation. För att kunna utnyttja lättklinkerns porositet och genomsläpplighet på bästa sätt, kan man med fördel välja nålfiltade geotextiler. En bank med lättklinker fungerar också som vattenmagasin med en porositet på 50 % som tillfälligt kan ta hand om överskott på vatten. De isolerande egenskaperna gör lättklinker lämplig också som tjälisolering.

Tabell 4. Karaktäristiska värden för dimensionering med Leca® Infra 10/20

Egenskap	Leca Infra 10/20
Dimensionerande densitet	450 kg/m^3
Karakteristisk effektiv tunghet under g.v.y lång tid	1,0 kN/m^3
Friktionsvinkel	39°
Värmekonduktivitet	0,11 W/mK
Släntlutning lättklinkerbank	≥ 1:1,5
Lutning stödfyllning bank	≥ 1:2
Överbyggnad väg minimum	0,5 m
Min överbyggnad väg ÅDT>2000	0,6 m
Dynamisk styvhetsmodul*	150 MPa
Dynamisk styvhetsmodul lättklinker fraktion 0-32	350MPa
Dynamisk lastkompression (2 000 000 lastcykler), def. < 1 %	120 kPa

*Dynamisk styvhetsmodul bestämd vid statiskt triaxialförsök vid spänningen 150 kPa.

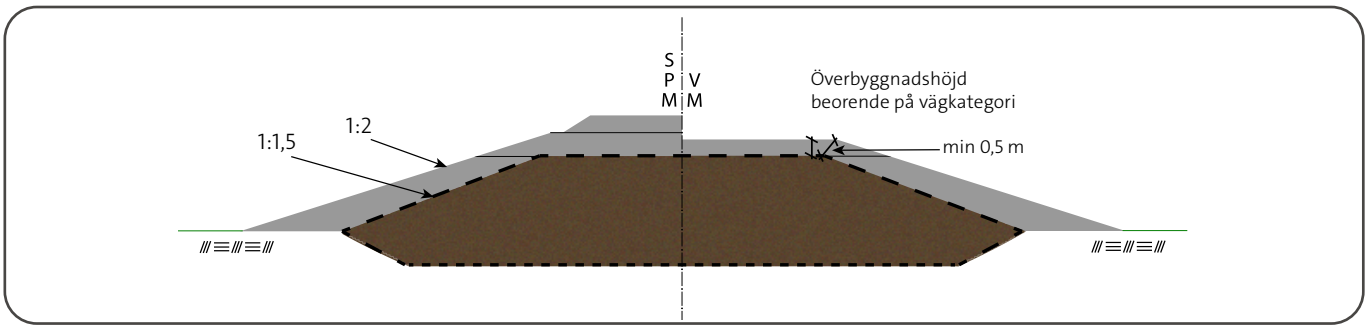
2.2 Utförande

1A - JÄRNVÄG

Lutning på lättklinkern ska vara 1:1,5 eller flackare enligt figur 2. Stödfyllning utförs med ett skiktlager om minst 0,5 m och med sluntlutning 1:2 eller flackare. Över lättklinkern ska finnas minst 0,8 m underballast enligt AMA 23 DCH.15 och 0,5 m makadamballast enligt AMA 23 DCH.31. Makadamballastens och underballastens totala tjocklek mätt från underkant sliper får aldrig underskrida 0,8 m.

1B - VÄG

Lutning på lättklinkern ska vara 1:1,5 eller flackare enligt figur 1. Stödfyllning utförs med ett skiktlager om minst 0,5 m och med sluntlutning 1:2 eller flackare. Lättklinker ska inte placeras närmare överytan än 0,5 m för att undvika frosthalka. Överbyggnadshöjd är beroende på vägkategori enligt tabell 5.

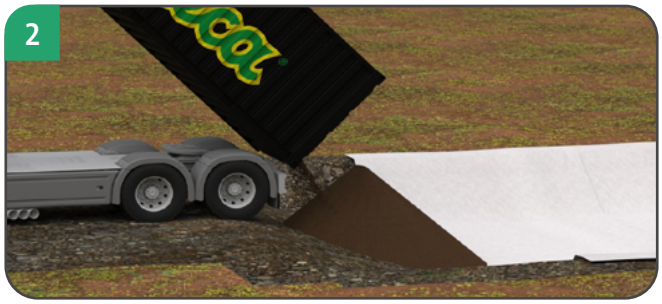


Figur 2. Bankuppbygnad med Leca lättklinker

Tabell 5. Vägkategorier

Vägkategori	Överbyggnadshöjd av obundet material	Bruksklass på geotextil
Vägkategori A, ÅDT ≥ 2000	0,6 m	Minst N2
Vägkategori B, mindre vägar och gator inom tätort	0,5 m	Minst N2
Vägkategori C, t.ex. gång/cykelbana, parkeringsyta	0,5 m	Minst N2

När schaktbotten är klar och fyllning av lättklinker ska påbörjas rullas geotextilduk ut vid behov. Materialskiljande lager av geotextil används mot stödfyllning och över lättklinkerfyllning enligt figur 2. Geotextilduk ska hålla minst bruksklass N2 och uppfylla SS-EN 13250 (järnväg) eller SS-EN 13249 (väg).



Leca Lättklinker levereras med lastväxlare och tippas med födel i kanten på schaktet.

VID FYLLNINGSHÖJDER OM MAX 1 METER

Bankar med lättklinker kan byggas upp i lager om ca 1,0 m innan packning. Utläggning av lättklinker kan ske utan stödfyllning, men innan komprimering av lättklinker ska stödfyllningen vara på plats upp till samma nivå som lättklinkern.

Överbyggnad packas mot fasta konstruktioner med plattvibrator på ca 140 kg och sex överfarter.

För lättklinkerfyllningar ≤ 1 m, kan hela komprimeringen av lättklinkern utföras ovanifrån i samband med packning av den obundna överbyggnaden.

Packning med vält:

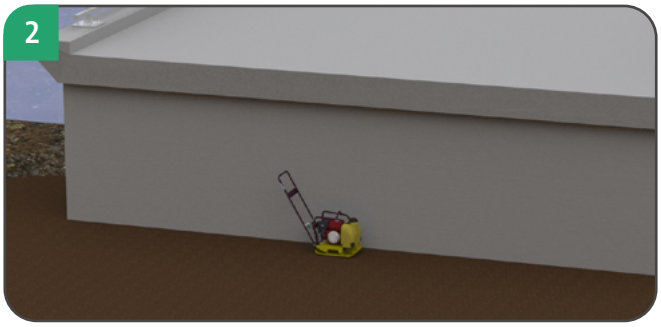
Steg 1
Förstärkningslager läggs ut och packas därefter med 6 vibrerande överfarter eller tills packningstillväxten avstannat, med låg amplitud och hög frekvens.

Steg 2
Bärlager läggs ut och överbyggnaden packas med 6 oscillerande överfarter eller tills packningstillväxten avstannat.

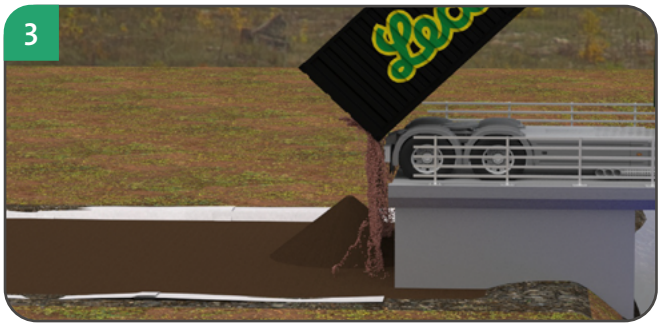
Steg 3
Två överfarter med slätvältning.

VID FYLLNINGSHÖJDER ÖVER 1 METER

Lättklinkerfyllningar ≥1 m totalhöjd, läggs ut i skikt om maximalt 1 m innan packning. Varje lager med lättklinker packas av bandburet fordon,4-6 överfarter, med bandtryck på upp till 50 kPa.



Packning mot fasta konstruktioner som t.ex. brofäste utförs med plattvibrator på ca 140 kg. Varje skikt om 1 m med lättklinkerfyllning packas med minst sex överfarter.

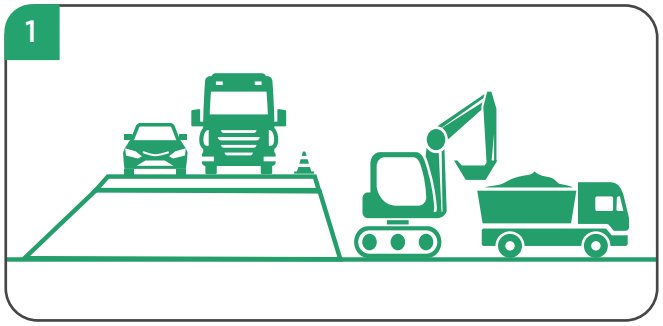


Nästa fyllning om 1 meter med lättklinker tippas på plats.

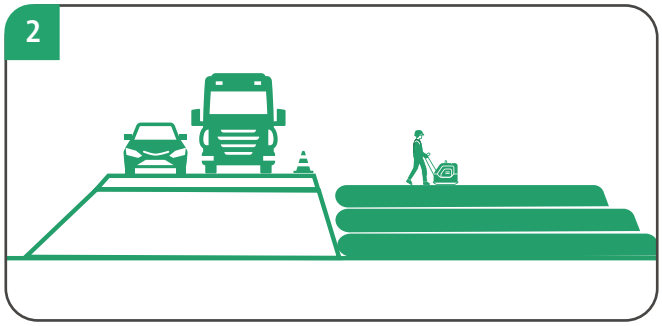
Sista skiktet med lättklinkerfyllning om 1 m kan packas ovanifrån i samband med packning av den obundna överbyggnaden. Packning utförs med sex överfarter av vält med statisk linjelast 10-20 kN/m eller med motsvarande packningseffekt.

Överbyggnad packas mot fasta konstruktioner med plattvibrator på ca 80-140 kg och sex överfarter.

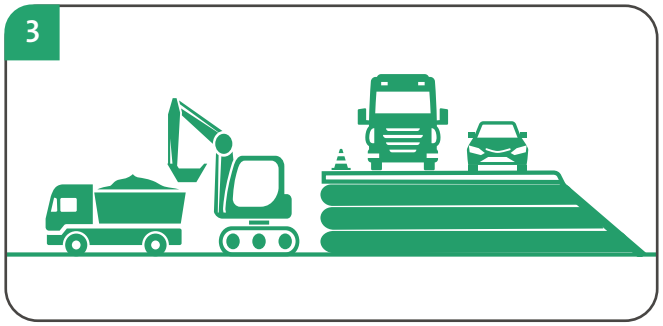
Vägrenovering



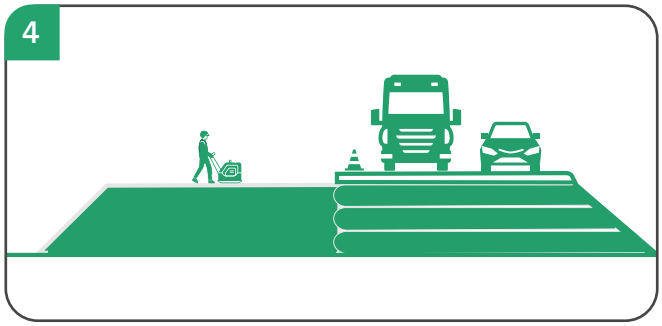
Trafiken samsas på en körbana, medan den andra väghalvan schaktas bort.



Schaktbotten täcks med geotextil som viks upp på kanterna. Stödfyllning ska vara utförd och packad till lättklinkerlagrets överyta -60 cm lager. Därefter påförs Leca Infra 10/20 som packas med bandtraktor och vibratorplatta. Geotextilen viks in minst 2 meter in fyllningen och ny duk läggs på samt viks upp på kanten.



Den första väghalvan är klar, lättfyllningen är omsvept av geotextil och överbyggnaden påförd. Klart att schakta resterande väghalva.

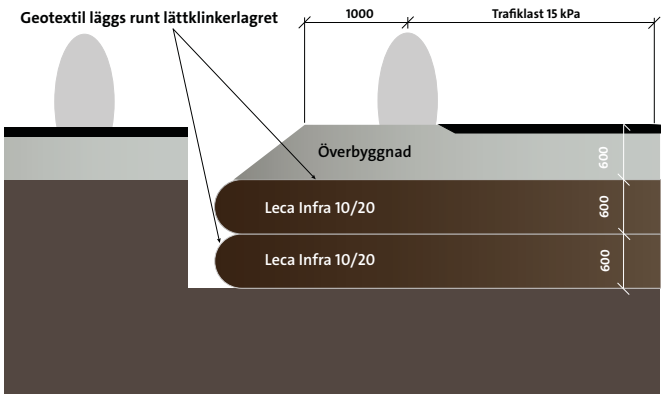


Nu kan lättklinkerfyllningen läggas ut på denna sida, 60 cm skikt med geotextil endast runt om.

FÖRSLAG TILL UTFÖRANDE

Exempel på vägbank med 1,2 m lättfyllning. Beräkningsmässig säkerhetsfaktor F>2.

Om banken byggs upp med flera lager lättklinker, ökar förankringslängden L med 0,5 m för varje tillkommande lager.

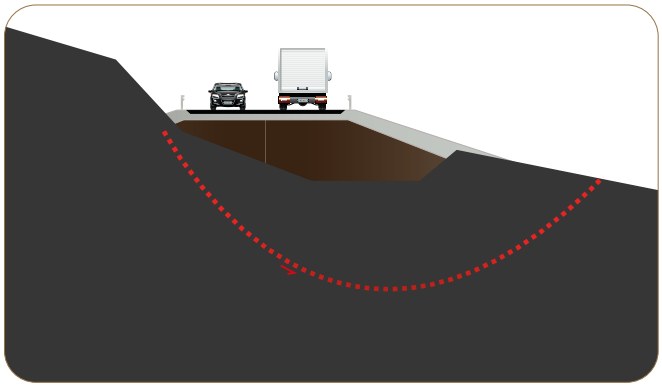


Motverka jordskred

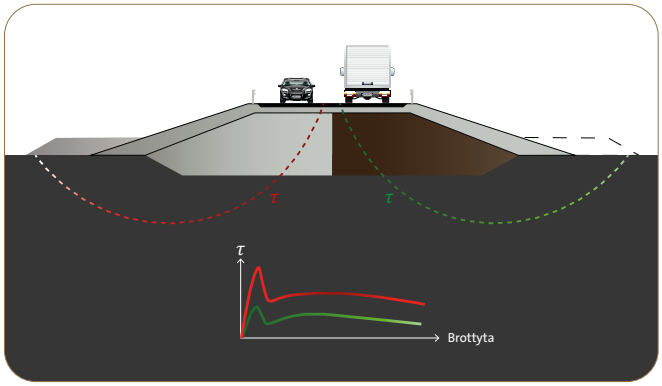
Figur 3 visar en bank på svag undergrund. Om en sådan bankuppbyggnad anläggs med konventionella tunga massor som till exempel krossmaterial, riskerar man framtida jordskred. För att motverka jordskred kan man i vissa fall belasta marken i nedre delen av den beräknade brottgränsen. På så sätt håller fyllningen emot och skapar en större säkerhet.

Man kan även med fördel använda Leca lättklinker för att minska de tillkommande spänningarna (vertikala, horisontella spänningar samt skjuvspänningar), vilket i sin tur ger bättre stabilitet.

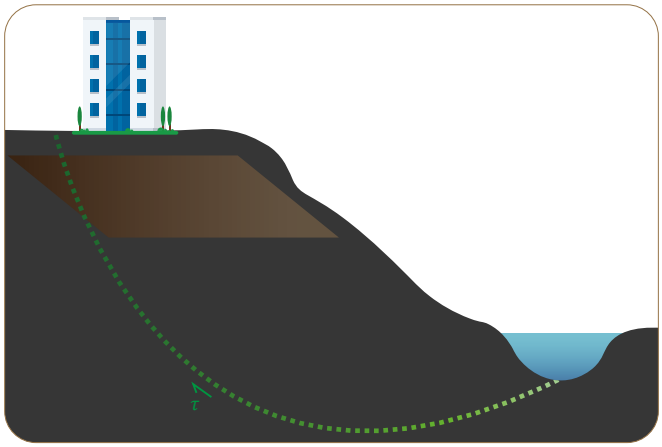
En tillräcklig minskning av de tillförda spänningarna kan göra en motfyllning överflödig. Man kan även kombinera metoderna. Figur 4 illustrerar motfyllning vid användning av tung fyllning och hur den kan utgår vid användning av Leca lättklinker istället. Alla projekt är dock unika och man behöver alltid verifiera föreslagna lösningar med geotekniska beräkningar och granskning av dessa.



Figur 3. Bank på lös undergrund
Det är möjligt att förbättra stabiliteten i en befintlig slänt genom att skifta ut tyngre massor mot Leca lättklinker enligt figur 3. På så sätt minskar man risken för jordskred.



Figur 4. Skjuvspänningar längs brottytan



Figur 5. Utskiftning av fyllningsmaterial i slänt
Kompensationsgrundläggning i slänt. Figur 5 visar en byggnad i en sluttande terräng. En möjlig lösning för att upprätthålla stabiliteten i en slänt är att kompensera påförd last genom utskiftning. Med denna lösning kan även en motfyllning bli överflödig som skredförebyggande åtgärd.

Exempel på effektivspänningsändring

En vägbank ska göras 2 m hög. Ett alternativ är att ersätta 0,9 m av leran samt totalt 2 m lättfyllning följt av 0,9 m överbyggnad. Grundvattenytan ligger 2 m ner. Beräkna spänningsökningen 5 m under marknivån.

Spänningar utan bank

$\sigma 5 = 5 \cdot 18 = 90$ kPa $\rightarrow \sigma'5 = 90 - 10 \cdot 3 = 60$ kPa

Spänningar med tung bank

$\sigma 5 = 5 \cdot 18 + 2 \cdot 20 = 130$ kPa $\rightarrow \sigma'5 = 90 - 10 \cdot 3 = 100$ kPa

Spänningar med lätt bank

$\sigma 5 = 4{,}1 \cdot 18 + 2 \cdot 4 + 0{,}9 \cdot 20 = 100$ kPa $\rightarrow \sigma'5 = 100 - 10 \cdot 3 = 70$ kPa

Spänningsökningen blir 40 kPa med tung bank och 10 kPa med lätt bank.

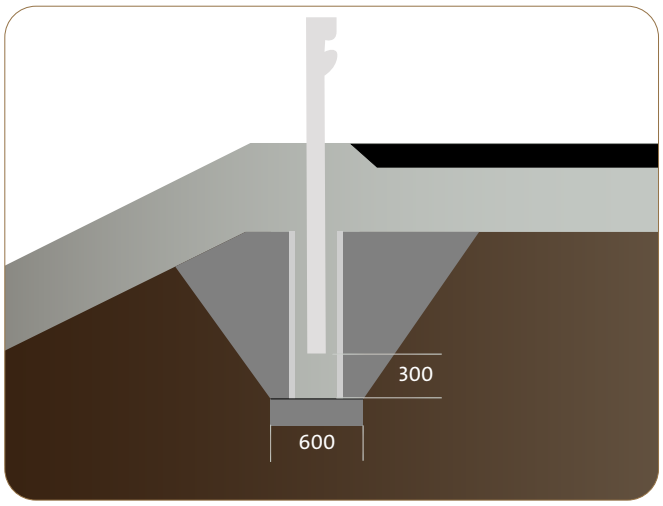
Räckesinfästning och kontaktledningsfundament i lättklinkerbank

Fundament i bank av lättklinker ska utformas med hänsyn till uppkommande belastningar. Utformning av stolpfundament placerade i lättklinkerfyllning ska godkännas av Trafikverket.

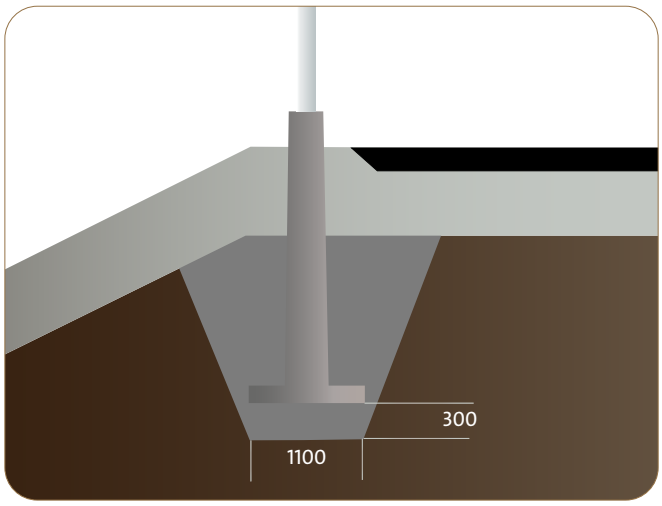
Vid räckesinfästningar kan foderrör slås tätare, för god belastningsupptagning. De kan också slås längre ner och vid lägre fyllningar ner till terrassen. Vid större fundament som för kontaktledningar kan platsgjutna skivor användas.

Armering kragas runt fundamentet och placeras på lättklinkerfyllningen. Därefter gjuts en betongskiva som hålls på plats av överbyggnad/underballast.

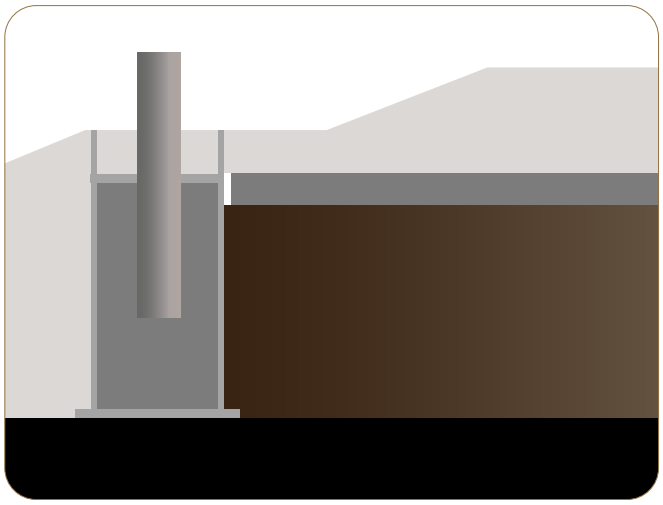
Ytterligare exempel följer enligt TVRINFRA.



Figur 6. Räckesinfästning

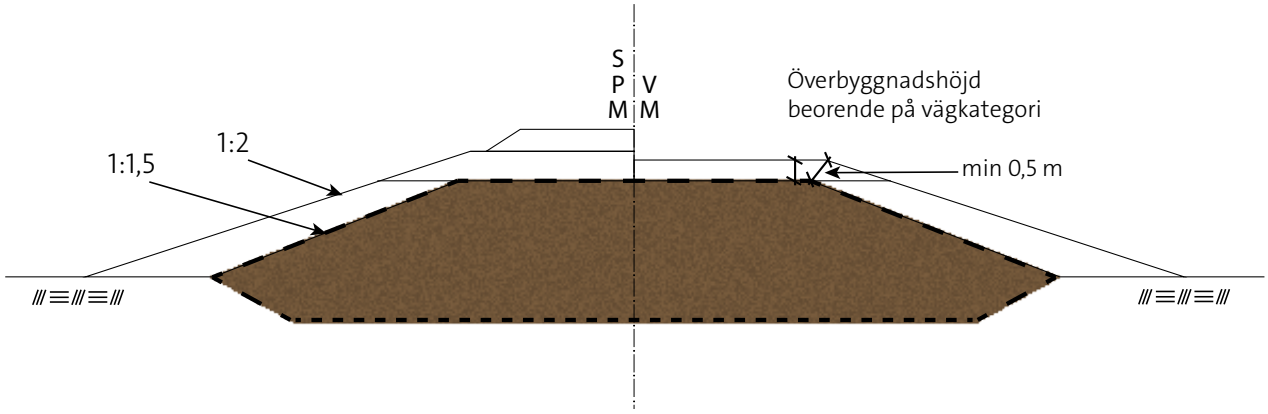


Figur 8. Belysningsfundament i Leca Lättklinker.



Figur 7. Kontaktledningsfundament (betongrör diameter 1200, Undergjutning med grovbetong armeras med diameter 8 s 200)

2.3 Sektionsritning



2.4 Beräkningsexempel

Exempel på lättklinker i vägbank
En vägbank ska anläggas på sättingsbenägen mark. Vägbankens överyta ska ligga 2 meter ovanför befintlig mark. Tolerabelt lasttillskott om totalt 20 kN/m^2, vilket motsvarar dimensionerande trafiklast.

Grundvattenytan är som högst 1,5 meter under befintlig mark.

Ett alternativ med lättfyllnad av Leca lättklinker utreds.

Antaganden
Tunghet befintlig mark ($\gamma_{bef.\ mark}$): 18 kN/m^3
Tunghet överbyggnadsmassor ($\gamma_{överbyggnad}$): 20 kN/m^3
Långtidstunghet Leca lättklinker (γ_{Leca}): 4,5 kN/m^3

Den tolerabla lastpåförseln = dimensionerande trafiklast (20 kN/m^3). I detta exempel behövs därför inte trafiklasten tas hänsyn till.

Överbyggnadstjocklek ovan Leca lättklinker: 0,6 m

Analys
Belastningen av vägbanken får inte överskrida befintlig last från marken. Därför kommer en del av befintlig mark behöva schaktas bort till förmån för Leca lättklinker.

Last från vägbank (2 m varav 1,4 m Leca lättklinker och 0,6 m överbyggnad enligt antagande):

$(\gamma_{överbyggnad})$*0,6 m + (γ_{Leca})*1,4 m = 20*0,6 + 4,5*1,4 = 12 + 6,3 = 18,3 kN/m^2

Lastpåförseln från banken (18,3 kN/m^2) måste kompenseras. För varje meter befintlig mark som ersätts med Leca lättklinker kompenseras:

$(\gamma_{bef.\ mark}) - (\gamma_{Leca})$ = 18 – 4,5 = 13,5 kN

Last som ska kompenseras: 18,3 kN

18,3/13,5 = 1,36 m

Om 1,36 m (i djup) befintlig mark schaktas bort och ersätts med Leca lättklinker, har man även kompenserat för den tillkommande lasten från vägbanken som utgörs av 1,4 m lättklinker och 0,6 m överbyggnadsmaterial.

2.5 Beskrivningstexter AMA

Beskrivningstext Väg/Plan/Järnväg, kategori A enligt CED.111, AMA Anläggning

Lättklinker får inte läggas ut på tjälat underlag. Lättklinkerbank ska utföras enligt CED.111/1. Stödfyllningen ska vara packad innan lättklinkern påförs. Efter avjämning ska varje lager packas genom minst sex överfarter med vibroplatta med vikt ca 140 kg och area 0,28 m^2.

Vid användning av stora mängder lättklinker får packning med bandburet fordon utföras efter överenskommelse med beställaren. Lagertjockleken får då vara högst 0,6 m före packning. Bandfordonet ska köras jämnt över lättklinkern med 6-8 överfarter med bandtryck på högst 50kPa.

Beskrivningstext Väg/Plan kategori B och C enligt CED.111, AMA Anläggning

Lättklinker ska fyllas ut i högst 1,0 m tjocka lager. Efter avjämning ska varje lager packas genom minst tre överfarter med bandburet fordon eller vibroplatta. Vid packning ska stödfyllning vara utförd till nivå med lättklinkerns överyta. vibroplatta. Vid packning ska stödfyllning vara utförd till i nivå med lättklinkerns överyta.

Beskrivningstext fyllning mot Byggnad/Bro/Mur enligt CED.112, AMA Anläggning

Lättklinker ska ha friktionsvinkel lägst 35. Lättklinker ska fyllas ut i högst 0,6 m tjocka lager. Efter avjämning ska varje lager packas genom minst tre överfarter med vibroplatta.

Beskrivningstext fyllning mot Byggnad/Bro/Mur enligt CED.1122, AMA Anläggning

Lättklinker ska fyllas ut i högst 0,4 m tjocka lager. Efter avjämning ska varje lager packas genom minst sex överfarter med vibroplatta med vikt ca 140 kg och 0,28 m^2.

Beskrivningstext Förstärkningslager Väg/Plan enligt DCB, AMA Anläggning

Material ska tippas bredvid lager av lättklinker och utbredas i ett minst 0,3 m tjockt lager. Packning ska utföras med vibrerande vält med statisk linjelast av 10-20 kN/m eller motsvarande packningseffekt. Minst 0,3 m förstärkningslagermaterial ska läggas ut på lättklinkern innan lättare hjulfordon än 2 ton får trafikera ytan. För trafik med tyngre fordon än 2 ton ska minst 0,6 m material läggas ut på lättklinkern.

Motfyllnad

3.1 Om materialet

Leca lättklinker har använts som återfyllnadsmaterial och som motfyllnad sedan sextiotalet med god erfarenhet. Leca Infra 10/20 lämpar sig utmärkt för lösning av problem med jordtryck. Den låga vikten kan minska jordtrycket med upp till 80 % jämfört med fyllningar av konventionellt material, detta kan minska tvärsnitten av stödjande konstruktionselement och medföra stora kostnadsbesparingar.

Genom användning av Leca Infra 10/20 blir motfyllningen lätt, dränerande och isolerande. Kring huskroppar där lättfyllnad används för att minska trycket vid motfyllning, kan man ofta spara in på övrig isolering. Detta medför att man i de flesta fall endast behöver en produkt för att få en bra fungerande konstruktion.

Tabell 6. Egenskaper för motfyllning

Egenskap	Leca Infra 10/20
Dimensionerande densitet	450 kg/m^3
Karakteristisk effektiv tunghet under g.v.y lång tid	1,0 kN/m^3
Friktionsvinkel	39°
Värmekonduktivitet	0,11 W/mK
Dynamisk styvhetsmodul*	150 MPa
Kompressibilitet och tryckhållfasthet	10 % deformation CS (10), > 650 kPa 2 % deformation CS (2), > 300 kPa
Krypning (200 kPa)	< 0,5 %

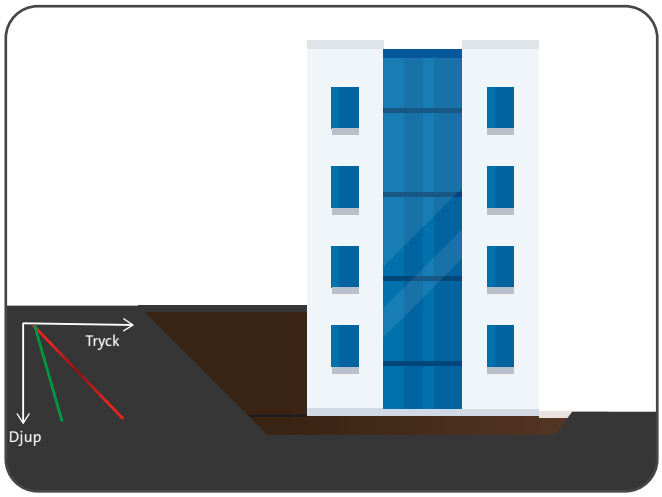
För beräkning av lättklinkerns densitet över och under vatten ska VVMB 305 tillämpas enligt TK Geo.
*Dynamisk styvhetsmodul bestämd vid statiskt triaxialförsök vid spänningen 150 kPa.

3.2 Utförande motfyllnad

Förarbete

Det är viktigt att understryka att lösningarna kräver att befintlig slänt eller schaktslänt bakom strukturen är stabil. Den ska också vara fri från grenar, byggrester eller andra föremål.

Vid motfyllnad mot huskropp: Finns det elementskarvar i konstruktionen som ska motfyllas, ska dessa hanteras och eventuellt tätas med anpassad produkt innan motfyllning med Leca Infra 10/20 sker.



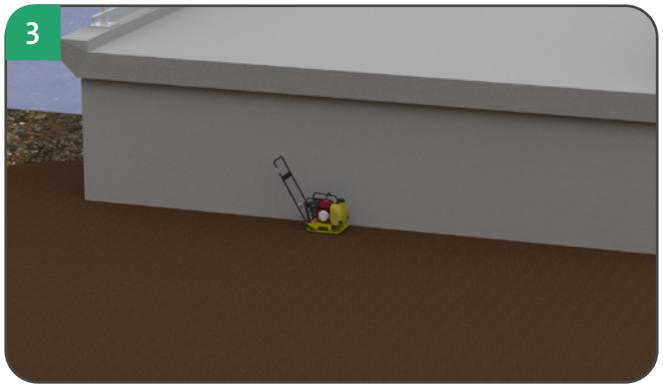
Figur 9. Motfyllnad mot huskropp

Motfyllnad mot huskropp, stödmur eller brofäste

Huskropp: Geotextil läggs ut som materialskiljande skikt mot schaktslänt vid behov.

Stödmur/brofäste: Geotextil läggs ut som materialskiljande skikt mot schaktslänt och eventuell fyllning i nedre delen av stödmuren.

Installation: Beroende på tillgänglighet kan man tippa eller blåsa materialet på plats.



Packning av lättklinker vid motfyllnad: Vid motfyllning om ≥ 1 m ska komprimering utföras med plattvibrator. Blåses materialet på plats uppnås en packning på ca 10 % redan vid utblåsning.

Vid överytor som inte ska användas för trafik anses denna packning tillräcklig. Total packning är ca 12% med användning av plattvibrator. Därför räcker det med att packa till överytan av lättklinern trots djupa fyllningar i vissa fall.

När man kommit upp till utsatt nivå, viks geotextilen över lättfyllningen och överbyggnad byggs upp beroende på vad ytan ska användas till.

3.3 Beräkningsexempel

En huskropp prefabricerade betongelement ska motfyllas från underkant husvägg och 3 meter upp. Uppe på fyllningen finns ett 0,4 m lager med grus. Ovan mark ska även en tillkommande last om 10 kN/m² tas hänsyn till.

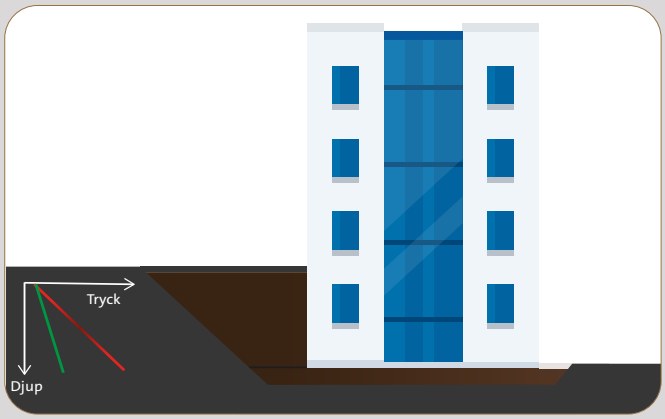
Antagande
Bredden på fyllningen är mer än 3 meter bred. Om bredden skulle vara mindre och bakomliggande massor (exempelvis berg) inte utgör något aktivt jordtryck skulle lasten mot husväggen bli betydligt mindre än i detta exempel. För mer frågor om detta kontakta gärna Leca.

ρ_{grus} = 2000 kg/m³ ≈ 20 kN/m³
ρ_{Leca} = 450 kg/m³ (långtidsvärde fuktig miljö) ≈ 4,5 kN/m³

q = tillkommande last: 10 kN/m² ≈ 1000 kg/m²

Alla material är dränerande och inga portryck (u) verkar på spänningsnivåerna.

σ_v = Vertikal spänning (kN/m²)
σ_h = Horisontell spänning (kN/m²)
$K_{0,\ grus}$ = Jordtryckkoefficeinten för grus 0,5
$K_{0,\ Leca}$ = Jordtryckkoefficeinten för Leca lättklinker 0,4



Figur 10. Jordtryck mot vägg

Jordtryck med tunga massor
Jordtryck med Leca Lättklinker

Beräkning av jordtrycket vid olika djup

Djup (D) = -0,4 m (från överkant fyllning)

Vertikal spänning:
$\sigma_v = \rho_{grus} \cdot H_{grus} + q = 20 \cdot 0{,}4 + 10 = 18\ kN/m^2$
$u = 0 \rightarrow \sigma'_v = \sigma_v = 18\ kN/m^2$

Horisontell spänning:
$\sigma'_h = K'_0 \cdot \sigma'_v = 0{,}5 \cdot 18 = 9\ kN/m^2$
$u = 0 \rightarrow \sigma_h = \sigma'_h = 9\ kN/m^2$

Grus Djup (D) = -3,4 m (från överkant fyllning)

Vertikal spänning:
$\sigma_v = \rho_{grus} \cdot H_{grus} + q = 20 \cdot 3{,}4 + 10 = 78\ kN/m^2$
$u = 0 \rightarrow \sigma'_v = \sigma_v = 78\ kN/m^2$

Horisontell spänning:
$\sigma'_h = K'_0 \cdot \sigma'_v = 0{,}5 \cdot 78 = 39\ kN/m^2$
$u = 0 \rightarrow \sigma_h = \sigma'_h = 39\ kN/m^2$

Lättklinker Djup (D) = -3,4 m (från överkant fyllning)

Vertikal spänning:
$\sigma_v = \rho_{grus} \cdot H_{grus} + \rho_{leca} \cdot H_{leca} + q = 20 \cdot 0{,}4 + 3 \cdot 4{,}5 + 10 = 31{,}5\ kN/m^2$
$u = 0 \rightarrow \sigma'_v = \sigma_v = 31{,}5\ kN/m^2$

Horisontell spänning:
$\sigma'_h = K'_0 \cdot \sigma'_v = 0{,}4 \cdot 31{,}5 = 12{,}6\ kN/m^2$
$u = 0 \rightarrow \sigma_h = \sigma'_h = 12{,}6\ kN/m^2$

Med lättklinker minskas jordtrycket med ca 70%

Figur 10 visar jordtrycket mot vägg med och utan Leca Infra 10/20 som motfyllning, den indikerar en betydande minskning av jordtrycket mot muren. Denna reduktion minskar risken för sprickor eller andra skador i konstruktionen.

Viktigt att understryka är att lösningarna kräver att befintlig slänt bakom strukturen är stabil. Om befintlig slänt inte är stabil, eller om nödvändig schaktning resulterar i en ostabil slänt, kan stabilitet uppnås med hjälp av konventionellt fyllningsmaterial i den nedre delen av fyllningen.

3.4 Blåslossning

Genom blåslossning kommer man åt i trånga utrymmen och det går att uppnå blåslängder på upp till 100 meter med hjälp av extraslang. Detta sparar tid och resurser då inga maskiner behövs för utläggning av materialet.

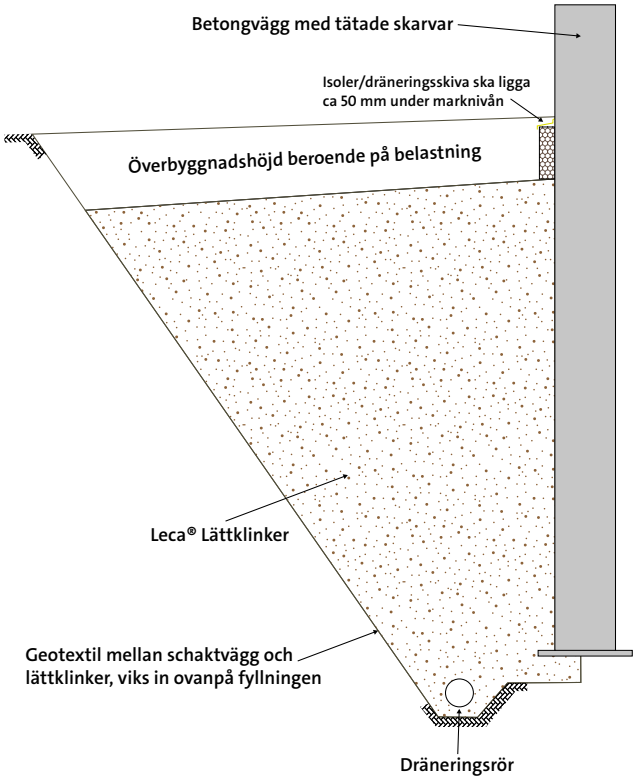
• Upp till 110 m^3 per leverans möjliggör snabba fyllningar.

• Dokumenterat lång erfarenhet av krypningsfri grund.

• Läggs direkt mot betong utan dräneringsskivor.

3.5 Sektionsritning

Motfyllning mot huskropp



Figur 11. Motfyllning mot huskropp

Kompensationsgrundläggning

4.1 Om materialet

Stabilitetsproblem är vanligt förekommande i områden med svåra grundförhållanden. Dessa problem kan lösas genom att använda Leca lättklinker som fyllningsmaterial. Dess lätta vikt minskar den extra belastningen på underlaget som därför kan upprätthålla tillräcklig stabilitet.

Leca lättklinker för geotekniska tillämpningar har en dimensionerande volymvikt på endast 25% av traditionellt friktionsmaterial.

Tabell 7. Egenskaper för kompensationsgrundläggning

Egenskap	Leca Infra 10/20
Dimensionerande densitet	450 kg/m^3
Karakteristisk effektiv tunghet under g.v.y lång tid	1,0 kN/m^3
Karakteristisk lyftkraft, långtidsvärde under g.v.y	-2,50 kN/m^3
Friktionsvinkel	39°
Värmekonduktivitet	0,11 W/mK
Släntlutning lättklinkerbank	≥ 1:1,5
Lutning stödfyllning bank	≥ 1:2
Överbyggnad plattläggning	0,3 m
Överbyggnad väg minimum	0,5 m
Min överbyggnad väg ÅDT>2000	0,6 m
Dynamisk styvhetsmodul*	150 MPa
Dynamisk lastkompression (2 000 000 lastcykler), def. < 1%	120 kPa

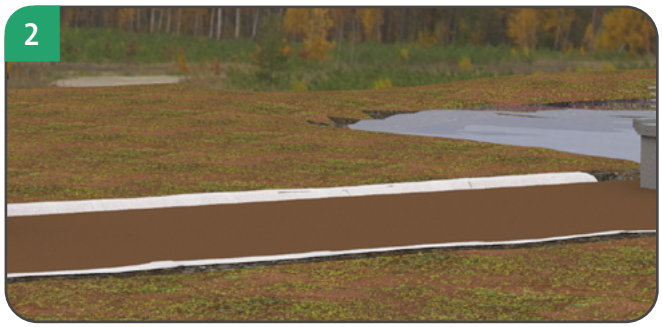
*Dynamisk styvhetsmodul bestämd vid statiskt triaxialförsök vid spänningen 150 kPa.

4.2 Utförande

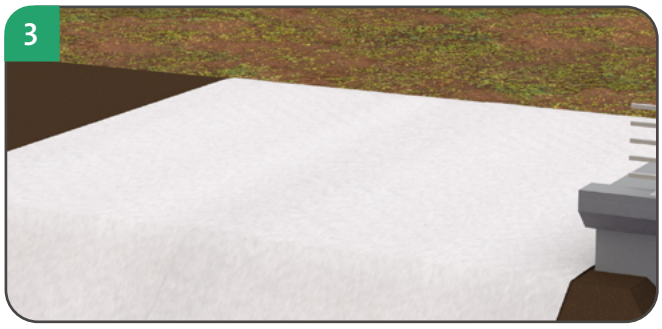
Urgrävning av befintliga massor görs enligt underlag från ansvarig geotekniker för att uppnå den lastkompensation som önskas.

När schaktbotten är avjämnad och innan geotextil läggs ut på schaktbotten ska grenar, byggrester eller lösa föremål plockas bort. Om utläggning av Leca lättklinker sker vintertid ska eventuell snö och is skottas bort. Materialskiljande lager av geotextil används mot schaktväggar och över lättklinkerfyllningen enligt figur 2.

Fyllningar med lättklinker kan utföras i lager om ca 1,0 m innan packning. Stående vatten bör undvikas under utförande av fyllningar med Leca lättklinker. Vid vattendjup som överstiger halva fyllnadshöjden riskerar lättklinker att flyta upp (med lagertjocklekar om 1 m innebär det ett vattendjup om ca 0,5 m). Detta kan leda till att packning får göras om, då lättklinkerfyllningen saknar tillräcklig bärighet.



Geotextil läggs sedan över fyllningen med Leca lättklinker.



För lättklinkerfyllningar ≤ 1m, kan hela komprimeringen av lättklinkern utföras ovanifrån i samband med packning av den obundna överbyggnaden. Packning utförs med sex överfarter av vibrerande vält med statisk linjelast 10-20 kN/m eller med motsvarande packningseffekt.

Lättklinkerfyllningar ≥ 1 m totalhöjd, läggs ut i skikt om maximalt 1 m innan packning. Varje lager Leca lättklinker packas med 6-8 överfarter av bandburet fordon med bandtryck på högst 50 kPa alternativt vibratorplatta 100-200 kg med minst fyra överfarter.

4.3 Beräkningsexempel

En byggnad ska uppföras som utgör en jämnt fördelad last på 10 kN/m². Marken i området är sättningsbenägen och förmågan att ta extra last svårbedömd, en fullständig lastkompensation önskas. Grundvattennivån ligger 1,5 m under marknivån. Hur mycket jord ska schaktas bort för att kompensera lasten med Leca Infra 10/20?

Antaganden

Tunghet befintlig mark ($\gamma_{bef.\,mark}$): 19 kN/m³
Långtidstunghet Leca lättklinker (γ_{Leca}): 4,5 kN/m³
Densitet grus (ρ_{grus}): 2000 kg/m³

Last som ska kompenseras (q) : 10 kN/m²

Djup av befintligt material som byts ut mot Leca lättklinker beräknas :

$$\frac{q}{\gamma_{bef.\,mark} - \gamma_{leca}} = \frac{10}{19 - 4{,}5} = 0{,}69\,m$$

Genom att schakta bort 0,69 m av jorden och återfylla med Leca Infra 10/20 erhålls full lastkompensation.

Kontroll av upplyft

Om grundvattnet i exemplet plötsligt stiger till överkant lättklinkerfyllningen. Hur mycket krossmaterial med tunghet 20 kN/m³ krävs över lättklinkerfyllning för att den inte ska flyta iväg innan huset är på plats?

Lyftkraft Leca lättklinker: -2,5 kN/m³

Lyftkraften för det aktuella djupet (0,69 m) beräknas: -2,5*0,69 = -1,725 kN/m²

Överbyggnad av grus som motsvarar lyftkraften:
Lyftkraft/ρ_{grus} = 1,725/20 = 0,08625 m = 8,7 cm

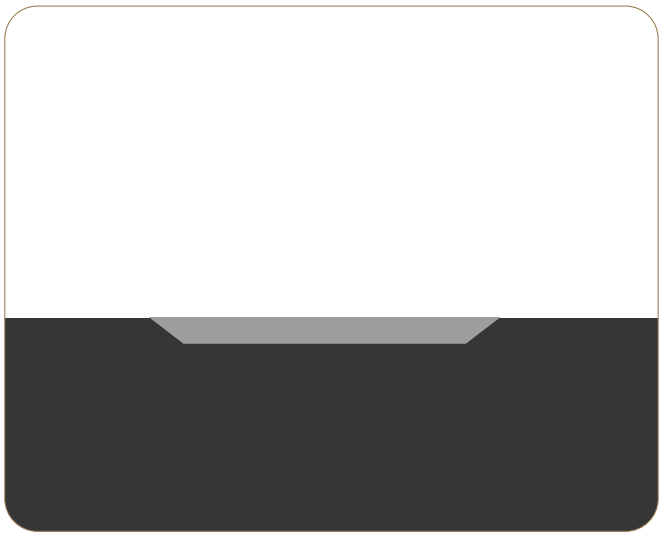
9 cm överbyggnad räcker för att hålla emot eventuell lyftkraft från lättklinkern.

Anm: Observera att mindre sättningar ger lägre påfrestningar på konstruktionen. Detta kan tillåta besparingar på dimensioner och armering i tex en betongplatta.

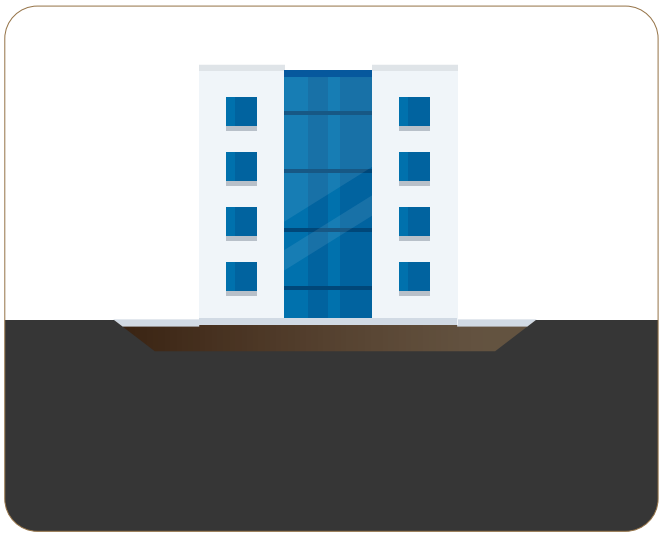
4.4 Prinicplösning

Med kompensationsgrund menas att man först schaktar bort tunga massor i marken för att sedan ersätta dem med lätta massor. Då kan den lätta fyllningen belastas ytterligare tills dess att den nya belastningen, inklusive lättfyllningen, motsvarar de tunga massor man först schaktade bort.

Se skiss på principlösning nedan.



Figur 12. Fyllning med tunga massor



Figur 13. Fyllning med Leca lättklinker

Dagvattenhantering, magasinering och gröna tak

5.1 Om materialet

Leca lättklinker är ett material som är väl lämpat för att magasinera dagvatten. Den externa porositeten, det vill säga den hålrumsvolym som snabbt kan fyllas och dräneras på vatten, är cirka 50%. Därför kan man med hjälp av lättklinker hantera stora mängder vatten med en relativt liten volym.

Det finns flera olika metoder för att magasinera dagvatten i fyllningar av Leca lättklinker. Med hjälp av perkolationsbrunnar kan vatten magasineras väldigt enkelt, och olika typer av filterlösningar kan användas för att hantera både organiska och oorganiska föroreningar.

Tabell 8. Egenskaper för dagvattenmagasinering

Egenskap	Leca Infra 10/20
Magasineringskapacitet	50 %
Dimensionerande densitet	450 kg/m^3
Friktionsvinkel	39°
Värmekonduktivitet, torrt material	0,11 W/mK
Släntlutning lättklinkerbank	≥ 1:1,5
Lutning stödfyllning bank	≥ 1:2
Överbyggnad väg minimum	0,5 m
Min överbyggnad väg ÅDT>2000	0,6 m
Dynamisk styvhetsmodul*	150 MPa
Dynamisk lastkompression (2 000 000 lastcykler), def. < 1%	120 kPa

***Dynamisk styvhetsmodul bestämd vid statiskt triaxialförsök vid spänningen 150 kPa.**

5.2 Dagvattenhantering

I många projekt används Leca lättklinker som kombinerad lättfyllning och dagvattenmagasin på samma plats, exempelvis ovan betongbjälklag med låg bärighet där överbyggnaden ska användas som innergård. I den lösningen kan Leca lättklinker både hantera kvarterets dagvatten och samtidigt agera lättfyllning.

Bilden till höger är från ett kvarter i Vega i Stockholm där Leca lättklinker använts för magasinering och lättfyllning under en innergård inom kvartersmark. Både yta och resurser kan sparas på detta vis.

Ett annat projekt där materialet används för såväl viktreducering som magasinering av dagvatten är kvarteret SoHå i Göteborg. Bilderna nedan är från det projektet.

Kvarter i Vega, Stockholm

Kvarter SoHå, Göteborg

Kvarter SoHå, Göteborg

Typlösning

Dagvattenmagasinering i anslutning till befintligt dagvattennät

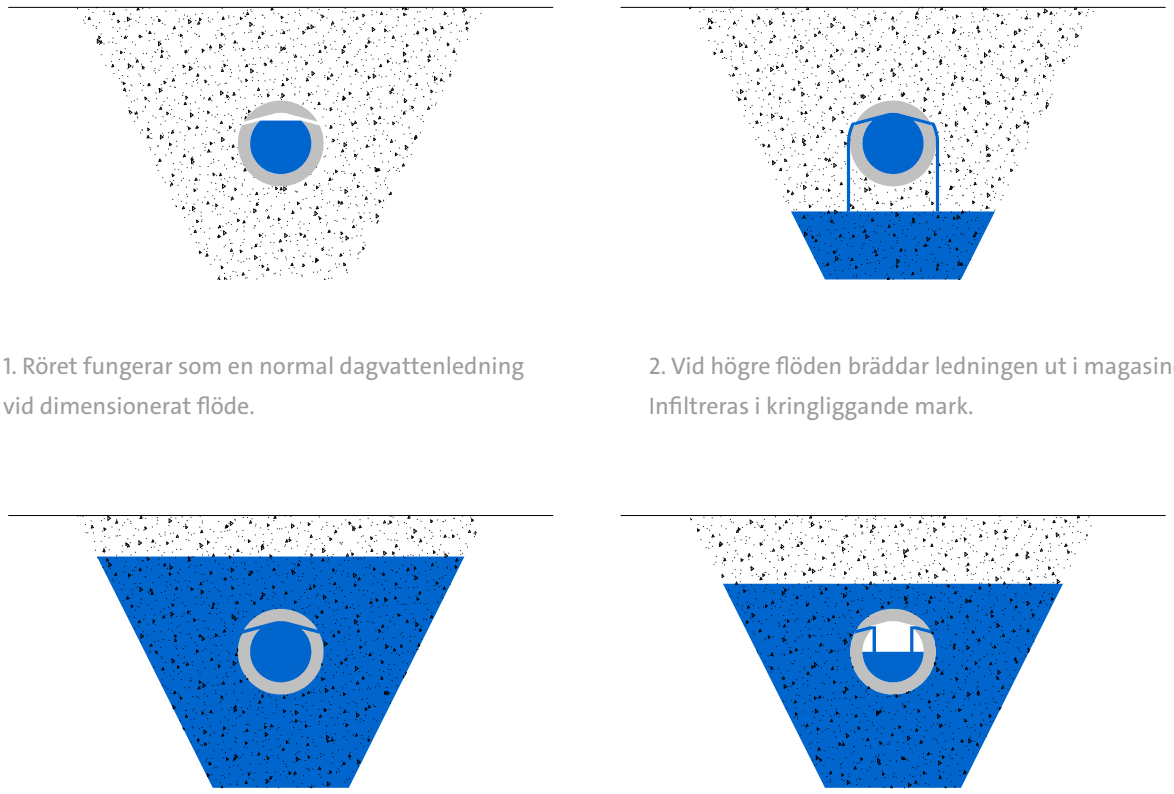
I många nyexploateringsprojekt letar man efter kostnads- och yteffektiva metoder för att hantera dagvatten inom tätbebyggda områden.

Med hjälp av Leca lättklinker och ett perkolations-rör från MEAG VA-systems kan man magasinera dagvatten direkt i en befintlig ledningsgrav som man ändå behöver anlägga vid byggnation av VA-ledningsnätet.

Metoden kan även användas vid renovering av ledningar eller helt enkelt installeras genom ett mindre ingrepp i ett befintligt kvartersområde utan nämnvärd omgivningspåverkan.

Konceptet har testats i full skala tillsammans med MEAG VA-systems och Stockholm Vatten och Avfall på de senares testanläggning i Norsborg i södra Stockholm.

I figur 14 nedan illustreras hur konceptet fungerar med ett perkolationsrör som släpper vatten ut i magasinet vid ett skyfall.



1. Röret fungerar som en normal dagvattenledning vid dimensionerat flöde.

2. Vid högre flöden bräddar ledningen ut i magasinet. Infiltreras i kringliggande mark.

3. Vid höga långvariga flöden fylls magasinet upp. Infiltreras i kringliggande mark.

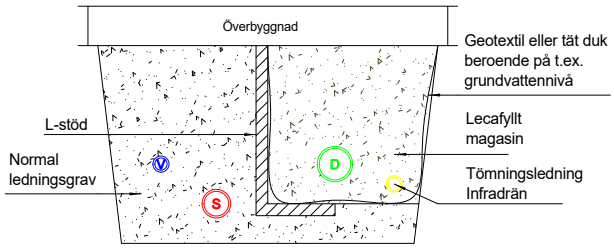
4. När regn upphört fungerar röret som en dräneringsledning. Infiltreras i kringliggande mark.

Figur 14. Hur ett perkolationsrör för ett dagvattenmagasin med Leca lättklinker fungerar principiellt.

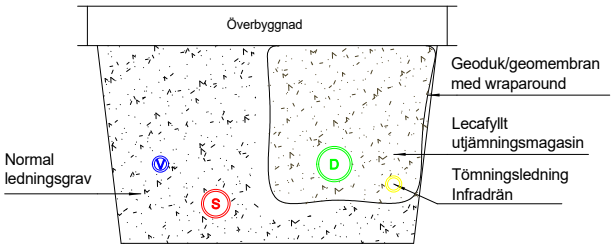
Magasinet kan byggas på många olika sätt, antingen i en befintlig ledningsgrav eller vid sidan om. Det kan separeras med en tät duk (geomembran), en vanlig geotextil eller något slags L-stöd. Allt beror på ledningsägarens krav och om vattnet behöver filtreras i ett senare skede eller om det behöver skyddas från kringliggande grundvattennivåer.

Leca Sverige rekommenderar att vatten- och spilledningar kringfylls med konventionella massor, medan dagvattenledningar med fördel kan kringfyllas med Leca lättklinker.

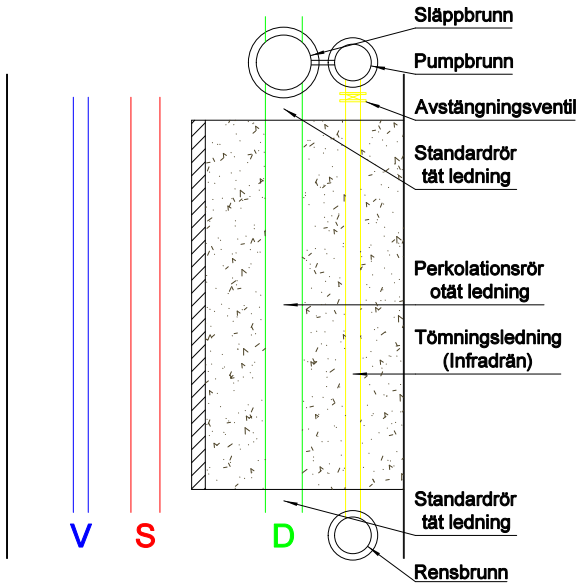
Se förslag på principskisser nedan.



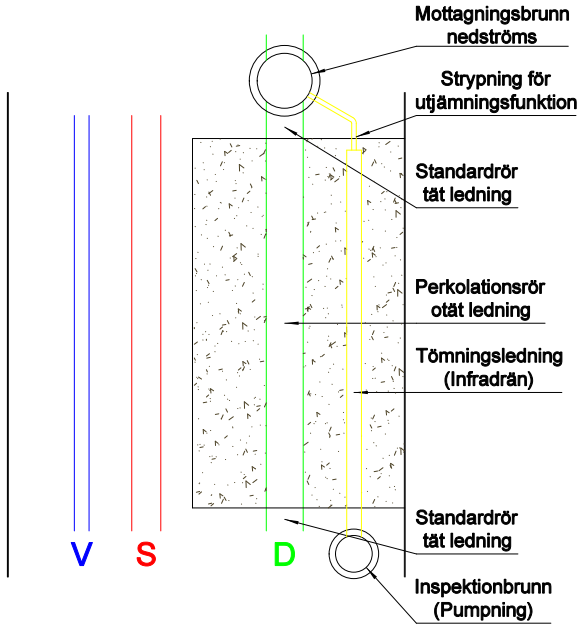
Figur 15. Principskiss ledningsgrav för dagvattenmagasin separerat med L-stöd.



Figur 16. Principskiss ledningsgrav för dagvattenmagasin separerat med geoduk eller geomembran genom wraparound.



Figur 17. Planvy över ledningsgrav delvis innehållande dagvattenmagasin av Leca lättklinker, separerad med L-stöd.

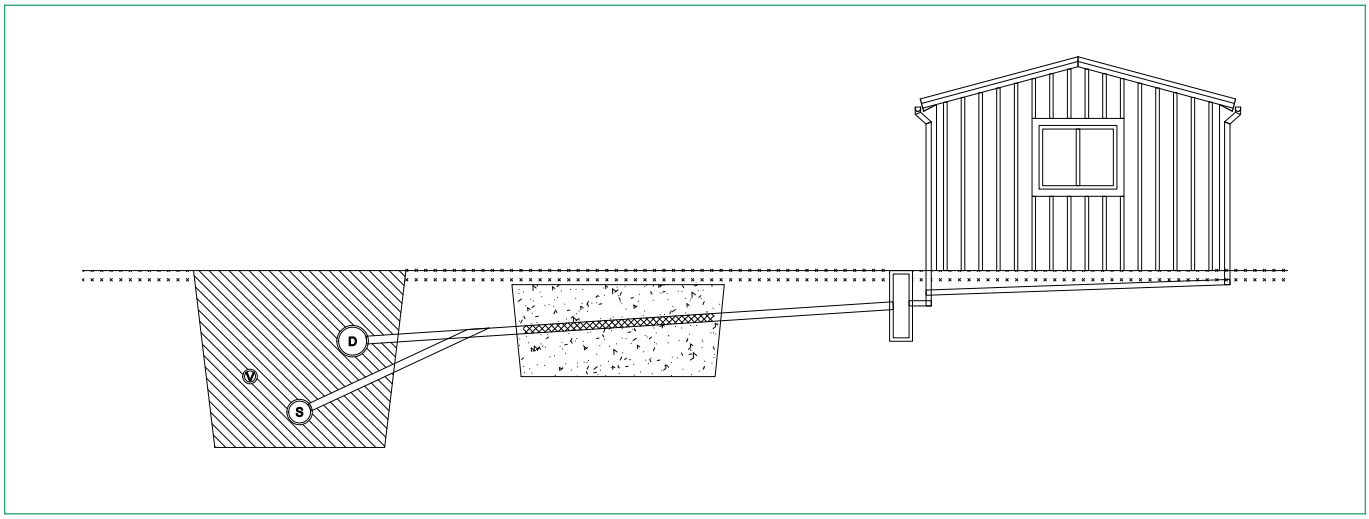


Figur 18. Planvy över ledningsgrav delvis innehållande dagvattenmagasin av Leca lättklinker, separerad med duk.

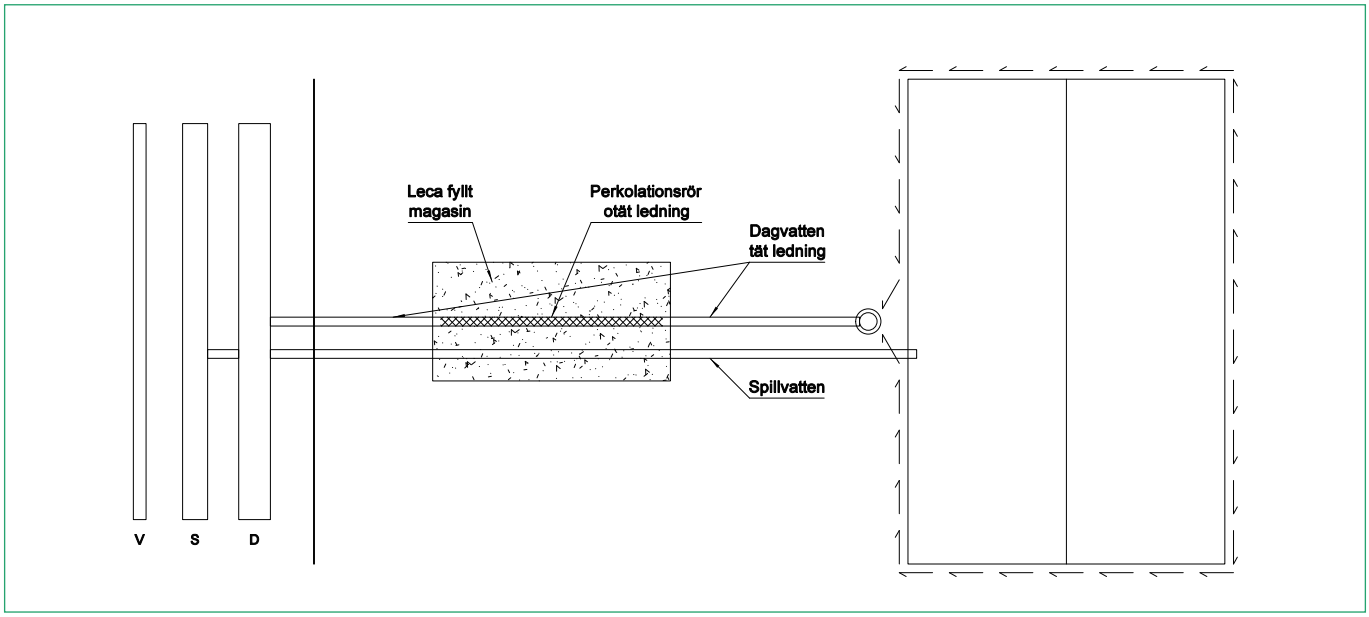
Lösningen att magasinera dagvatten direkt i eller intill en befintlig ledningsgrav är mycket flexibel och kan skalas beroende på avrinningsområdets yta och vilken nederbördsmängd man dimensionerar för. Den är även mycket ekonomisk jämfört med andra magasineringsalternativ.

Grovt kan man säga att varje löpmeter av perkolationsröret kan släppa ut 3,6 liter dagvatten per sekund vid en vattenpelare om 0,6 meter. Vi på Leca Sverige kan hjälpa dig att dimensionera denna typ av lösning i ditt aktuella projekt.

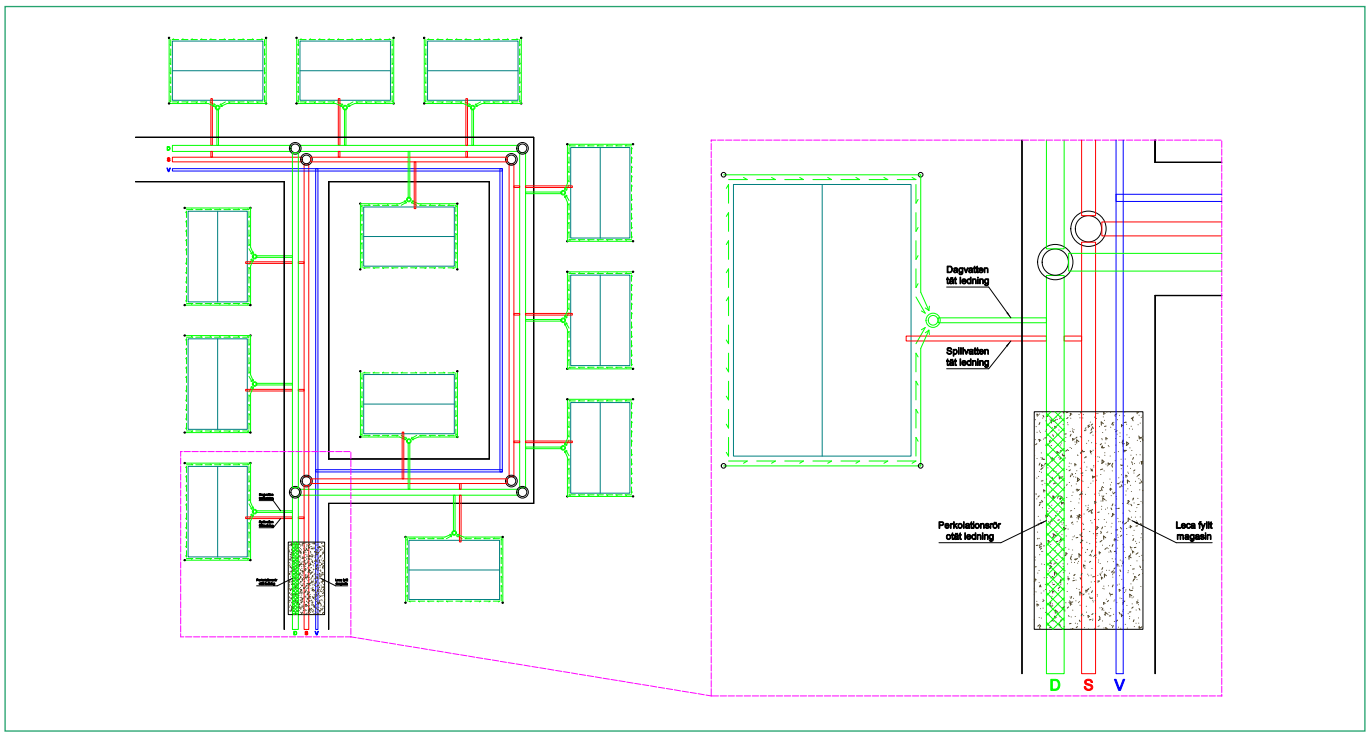
Nedan illustreras även hur magasinlösningen kan användas för enskilda hushåll och för kvarter i större projekt.



Figur 19. Illustration av magasin inom kvartersmark innan påkoppling mot kommunalt ledningsnät.



Figur 20. Planvy av magasin inom kvartersmark innan påkoppling mot kommunalt ledningsnät.



Figur 21. Planvy av magasin inom kommunalt ledningsnät för upptagning av vatten från kvartersmark och kommunal väg.

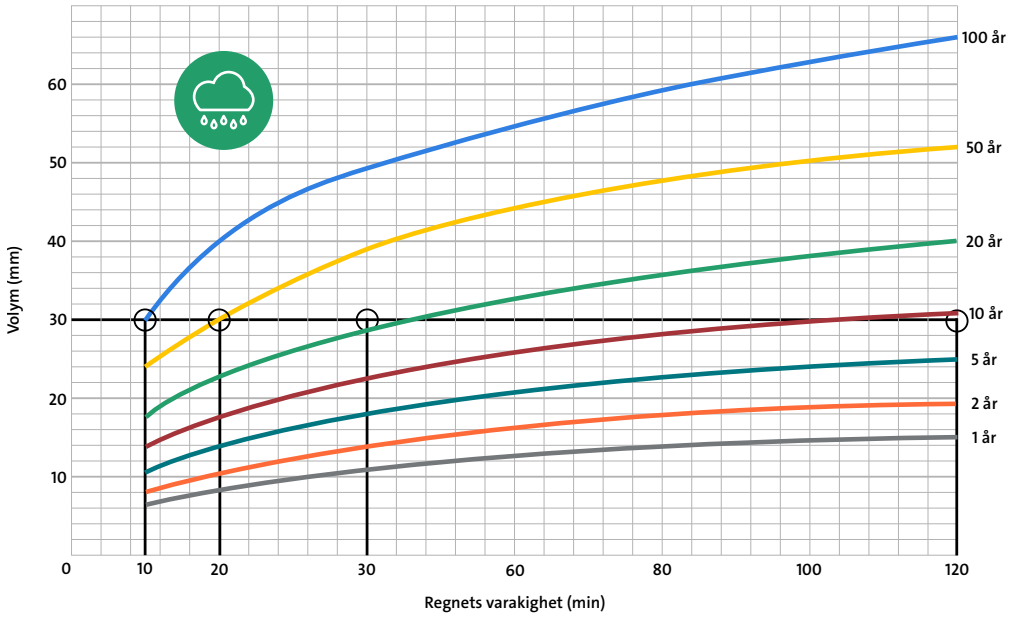


Diagram 4. Nederbördsmängder specificerat vid olika årsregn Källa: Svenskt vatten

Tveka inte på att kontakta Leca Sverige för rådgivning. Vi hjälper gärna till med kalkylfrågor, teknik, utförande och dimensionering av dessa typer av magasin. Kom ihåg att kostnaden för ett magasin av detta slag endast marginellt skiljer sig från att bara lägga en vanlig ledningsgrav vilket ändå behövs göras vid nybyggnation. En renovering av ett befintligt system kräver utskiftning av material, men installationen är trots detta betydligt mer ekonomisk än de flesta idag existerande alternativa magasineringsmetoderna.

5.3 Gröna tak

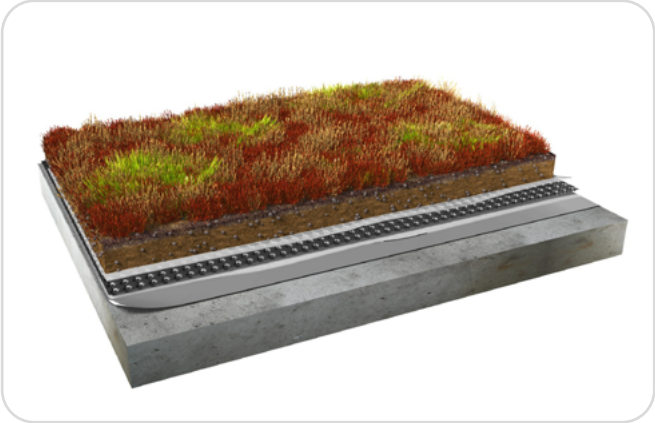
Leca lättklinker har en lång historia av att användas på takkonstruktioner, ofta där man ovan lättklinkern anlägger vegetationsytor för att öka grönytefaktorn för ett kvarter eller för att fördröja vatten ut till dagvattennätet. Leca lättklinker kan användas för installation i både extensiva och intensiva gröna tak. Materialet kan användas som magasin, men även blandas in i olika jordsubstrat för att skapa ett lätt och fukthållande lager.

Intensivt grönt tak

Intensiva gröna tak

När man anlägger intensiva gröna tak är Leca lättklinker ett bra uppbyggnadsmaterial tack vare sin låga vikt. Ovan lättklinkern går det att skapa vilken typ av yta som helst. På nedan webblänk finns några sektioner på typ av överbyggnader ovan Leca:

leca.se/projektering/infrastruktur-och-anlaggning/overbyggnad



Extensivt grönt tak

Extensiva gröna tak

Extensiva gröna tak innebär oftast att man vill ha en så tunn överbyggnad som möjligt. Jordsubstrat innehållandes Leca lättklinker ger låg belastning samtidigt som det lämpar sig för många typer av växter.

Cementbunden lättklinker LBF & LPP

6.1 Om materialet

LBF

LBF står för **l**ätt **b**unden **f**yllning och är Leca lättklinker i kombination med cementinblandning. En framtagen lösning för fyllningar som ska klara större laster och sättningar. LBF omfördelar lasten på undergrunden för att ge en jämnare sättningsbild, särskilt när belastningen från bankfyllningen är ojämn eller ogynnsam, och när markens sättningsegenskaper varierar.

En grundförstärkning med LBF och lättklinkerfyllning är tekniskt och ekonomiskt konkurrenskraftig. Framförallt när de sättningsbenägna jordlagren har stor mäktighet.

LLP

LLP är en dubbelarmerad platta av cementbunden lättklinker som i kombination med lättklinkerfyllning ger en lätt och relativt styv konstruktion som kan liknas vid en modern rustbädd. Variationer i jordlagerförhållandena samt övergångar mellan olika grundförstärkningsmetoder och konstruktioner är andra exempel på förhållanden där en LLP kan vara lämplig. Lösningen ger en reduktion av differenssättningar samt vid fordons- och tågpassager en reduktion av geodynamiska deformationer. I regel är det vid övergångar mellan olika grundförstärkningsmetoder och oförstärkta områden som oönskat stora sättningar kan uppstå.

Denna konstruktionslösning har använts sedan 1994 i vägbankar och 2004 började samma lösning användas även för järnvägsbankar.

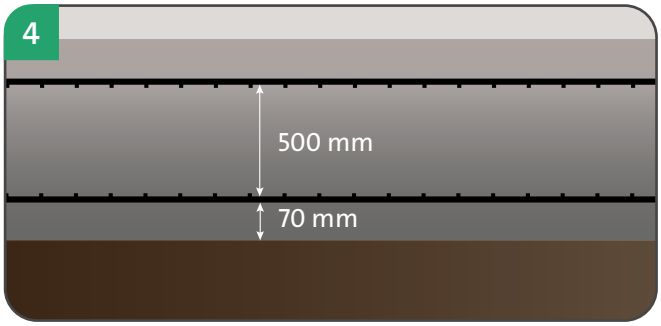
6.2 Utförande

Urgrävning av befintliga massor görs enligt underlag från ansvarig geotekniker. När schaktbotten är avjämnad och innan geotextil läggs ut på schaktbotten ska grenar eller lösa föremål plockas bort. Om utläggning av Leca lättklinker sker vintertid ska eventuell snö och is skottas bort. Materialskiljande lager av geotextil används mot schaktväggar. I de flesta projekt ska materialet förprovas för att se till att hållfasthetskraven uppfylls.

Om lättklinkerfyllning ska appliceras under den cementbudna lättklinkern, ska den packas vid varje lagertjocklek på 1 m.

LBF: Den cementbundna lättklinker blåses ut på plats.

Justera höjden med hjälp av kratta eller asfaltsraka så att rätt nivå uppnås.

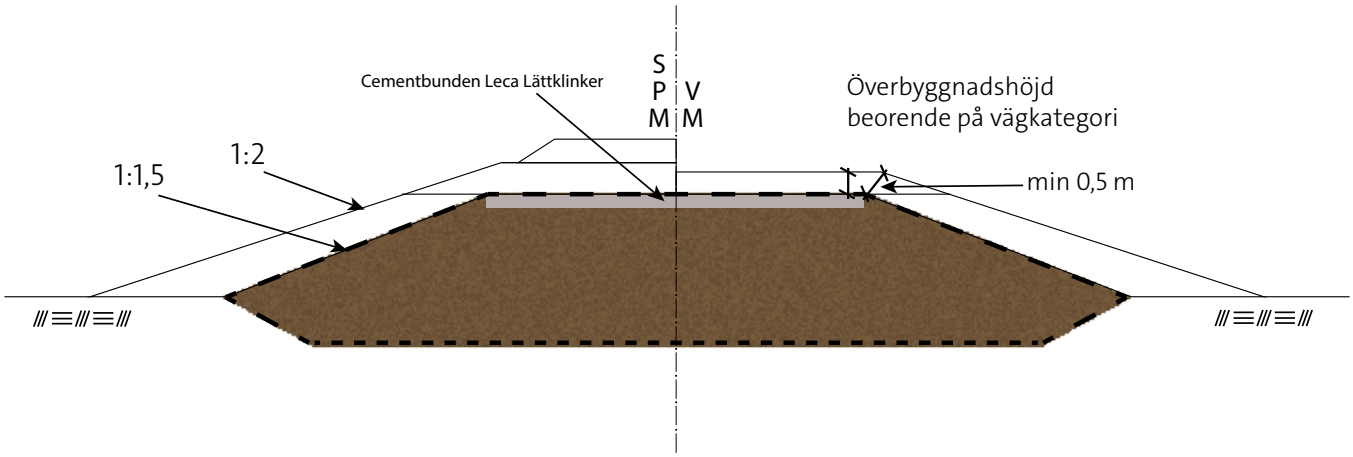


LLP: Utförs den cementbundna lättklinkern som en LLP placeras två armeringsnät ut i fyllningen enligt figur. Armeringen ska placeras så att ett täckskikt om 70 mm uppnås och med ett mellanrum på ca 160-500 mm. Eventuella armeringsjärn gjuts även in vertikalt beroende på hållfasthetskrav.

LLP: fyllningen blåses ut på plats. Justera höjden med hjälp av kratta eller asfaltsraka så att rätt nivå uppnås.

LLP: fyllningen packas med vibroplatta 140kg och minst 4 st överfarter.

6.3 Sektionsritning



Figur 22. Bankuppbygnad med cementbunden Leca lättklinker.

VA-ledningar

7.1 Om materialet

Leca lättklinker har använts som isoleringsmaterial sedan sextiotalet med god erfarenhet. Leca Infra 10/20 lämpar sig utmärkt som fyllning kring och i rörgravar, då markförhållanden kräver lättfyllning. Den låga vikten och enkla hanteringen av materialet medför snabb applikation.

Med Leca Infra 10/20 blir fyllningen lätt, dränerande och isolerande. Med sin isolerande förmåga kan det medföra att grundläggningsdjupet på rörgraven kan reduceras vid användning av lättklinker som kringfyllning.

Under och runt själva ledningarna kan man använda sig av konventionella fyllnadsmassor om så önskas.

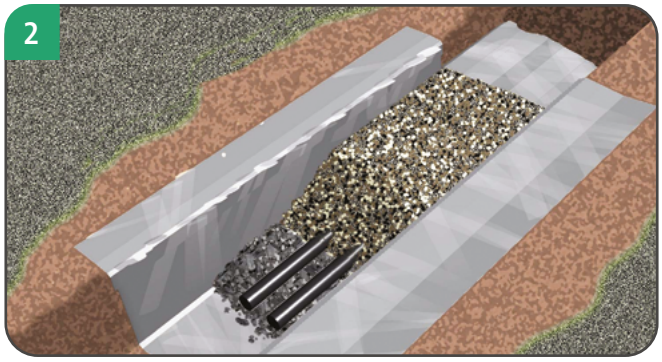
Tabell 9. Egenskaper för fyllning i rörgrav

Egenskap	Leca Infra 10/20
Dimensionerande densitet	450 kg/m^3
Karakteristisk effektiv tunghet under g.v.y lång tid	1,0 kN/m^3
Friktionsvinkel	39°
Värmekonduktivitet	0,11 W/mK
Släntlutning lättklinkerbank	≥ 1:1,5
Lutning stödfyllning bank	≥ 1:2
Överbyggnad väg minimum	0,5 m
Min överbyggnad väg ÅDT>2000	0,6 m
Dynamisk styvhetsmodul*	150 MPa
Dynamisk lastkompression (2 000 000 lastcykler), def. < 1%	120 kPa

***Dynamisk styvhetsmodul bestämd vid statiskt triaxialförsök vid spänningen 150 kPa.**

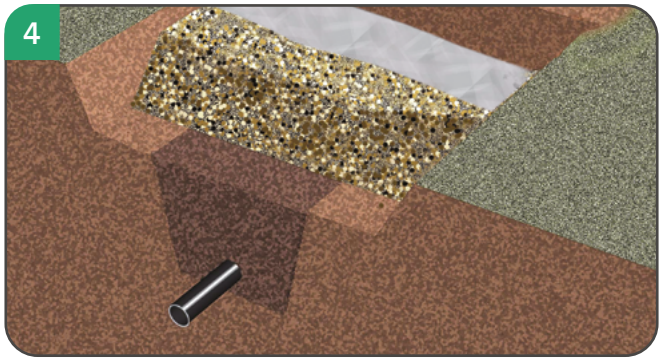
7.2 Utförande för reducerat grundläggningsdjup

Djup på urschaktning av rörgrav utförs enligt projekteringsunderlag för det aktuella projektet.



Geotextil av minst bruksklass N3 läggs ner i schakten och upp mot schaktväggarna. Schaktbotten förses sedan med ett lager av lättpackade massor för ledningarna.

När ledningarna som ska anläggas i rörgraven är på plats, kan kringfyllnad närmast rören görs med konventionella massor eller lättklinker beroende på önskad egenskap.



När fyllningen runt ledningarna är på plats, fylls rörgraven med lättklinker upp till kommande överbyggnad. Geotextilen viks in och försluter lättklinkerfyllningen och överbyggnaden läggs på plats. Materialval på överbyggnaden är beroende på kommande användningsområde.

7.3 Utförande enligt fullskaleförsök med Stockholm Vatten och Avfall

Leca Sverige har tillsammans med Stockholm Vatten och Avfall utfört ett fullskaleförsök med lättfyllning intill ledningsgrav för att utforma en principiell metod som accepteras intill trycksatta ledningar samt andra VA-ledningar som ägs och underhålls inom Stockholm Stad. Sektionsritning i avsnitt 7.4 illustrerar principskissen som tagits fram i projektet.

För kompletterande rådgivning kring hur man bäst utformar lättfyllningen kring ledningar för specifika projekt, där hänsyn måste tas till kringliggande ledningar m.m. mår det bra att kontakta Leca. Vi hjälper dig gärna i projekteringen och har många olika referensprojekt där man använt lättfyllning i eller inom påverkansområde för ledningsgravar med VA-ledningar.

Utförandebeskrivning

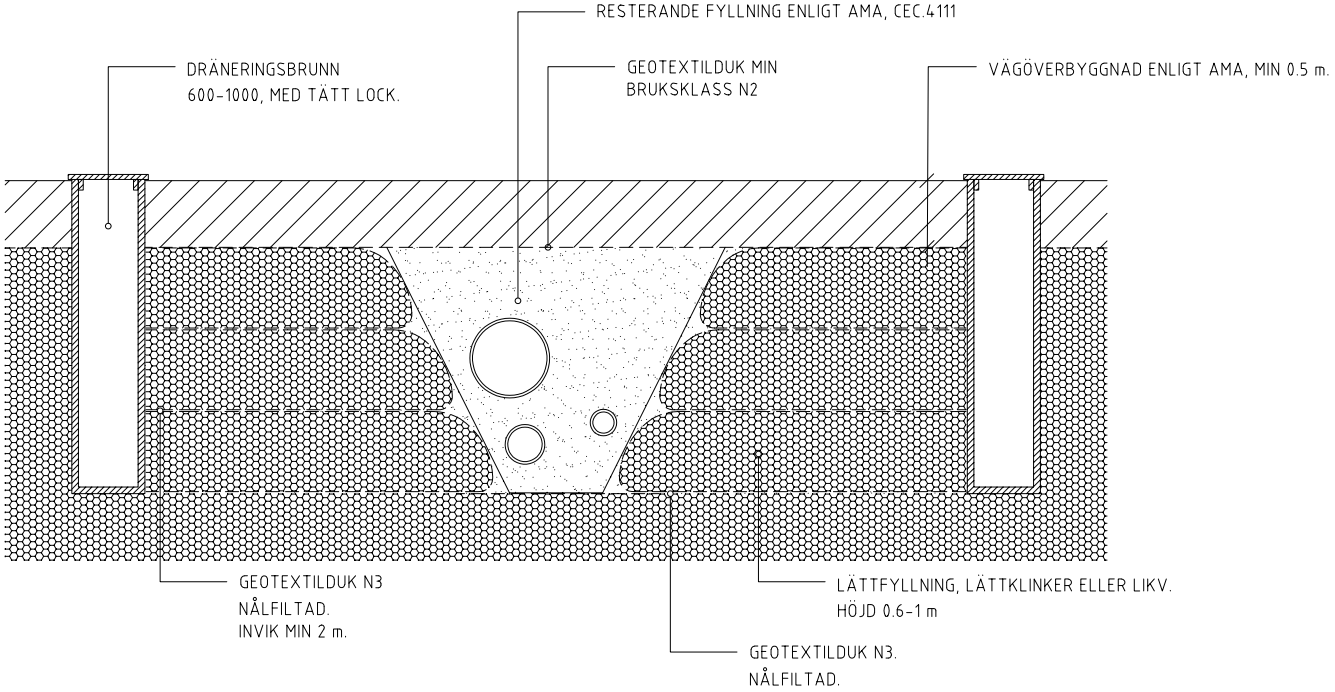
Efter att ledningsbedd och ledningar är utlagda byggs stabila schaktkanter mot rörgraven upp med wrap around-metoden. Detta innebär att lättklinkern sveps i omslag med geotextil i lager om 60-100 cm.

På så sätt skapas en stående schaktkant vilken blir kvar vid en eventuell framtida åtgärd där ledningsgraven grävs ur för underhåll eller reparation. En genomsläpplig kraftig nålfiltad geotextil rekommenderas.

En lättklinkerfyllning har stor porvolym och är genomsläpplig för vatten. För att underlätta utpumpning av stående vatten vid en framtida urschaktning av ledningarnas kringfyllnad installeras dräneringsbrunnar längs med ledningsgraven enligt principritning.

Efter detta påförs ledningarnas kringfyllnad enligt AMA Anläggning.

7.4 Sektionsritning



Figur 23. Lättklinkerfyllning kring VA-ledningar.

Anvisningar

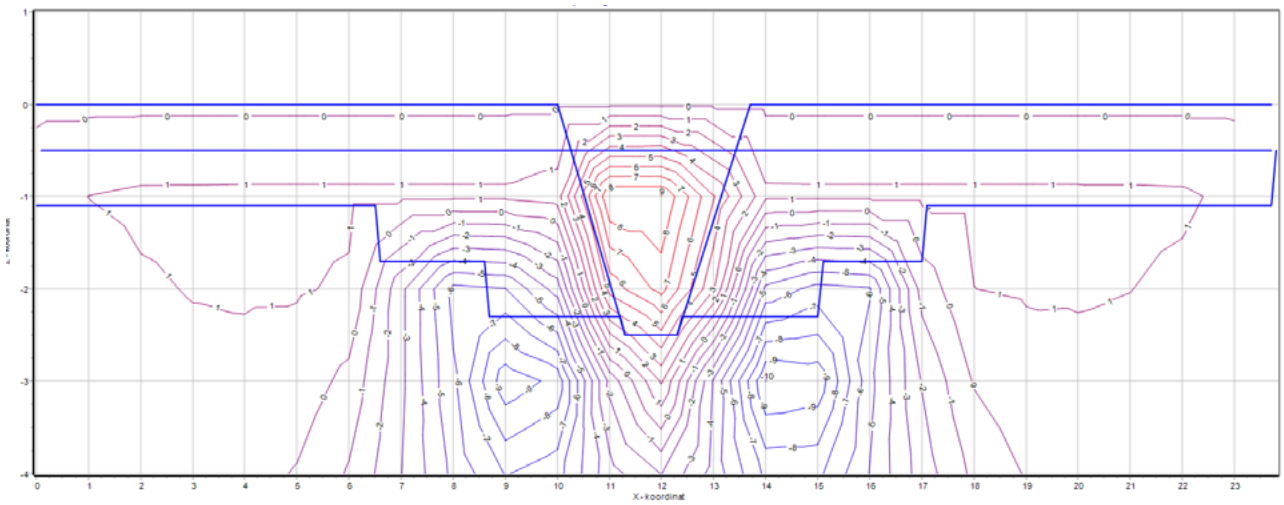
- Spänningsanalys ska ligga till grund för hur omfattning av lättfyllning för kompensation av ledningsgrav.

- Dräneringsbrunnar ska finnas på bägge sidor om ledningsgraven men placeras i lågpunkter med ett c-c mått om 30-50 m.

- Geotextil med bruksklass N3 ska användas i sidorna närmast ledningarna, medan en geotextil med bruksklass N2 kan användas mellan lättklinkerfyllningen och överbyggnaden.

7.5 Spänningsanalys

Leca har tagit fram spänningsanalyser på rörgravar som återfyllts med konventionella massor mellan lättklinkerfyllningar. I de flesta fall räcker de kringliggande lättfyllnadsmassorna för att undvika sättningsproblematik även för området med ledningsgravarna. Principritningar och spänningsanalyser finns att tillgå på begäran från oss.



8.6 Konstruktionsexempel

Vid en exploatering med nya VA-ledningar ska markytan höjas med 0,5 m. Ledningarna ska ligga på ett djup ner till 2,3 m från markytan. Exploateringen ligger i ett område med sättningsbenägen mark och ledningspaketet genomkorsar en projekterad lättfyllning.

Går det att lägga tunga massor runt ledningarna, modell SVOA, i detta avsnitt utan att få för stora sättningar?

Lösningen ligger i att överkompensera med lättfyllning på sidorna av de tunga massorna så att spänningen mot djupet inte blir större än om fyllningen runt ledningarna gjorts med lätta massor.

En spänningsberäkning enligt principritning (figur 12) ger en nollspänning på ca 3 m djup under markytan och därunder blir jorden avlastastad med ca 3 kPa på nivån 4 m under markytan. Detta innebär i praktiken att sättningar orsakade av tillskottslaster från höjning av markytan med 0,5 m kan kompenseras bort med Leca Lättklinker utan att det orsakar sättningar på djupet samtidigt som hela återfyllnaden i rörgravsschaktet kan utföras med tunga massor.

Beräkningarna förutsätter en bottenbredd på rörgraven om 1,0 m. Om bottenbredden ökas till 2,0 m blir spänningstillskottet 1 kPa i schaktbotten, vilket anses acceptabelt.

Svar: Under förutsättning att bottenbredden i rörgraven är max 2 m och det finns utrymme att kompensera med lättklinker på sidorna om ledningsgraven går det bra att kringfylla ledningarna med konventionella massor enligt modell SVOA, utan tillkommande sättningar.

Platta på mark och installationsgolv

8.1 Om materialet

Platta på mark

Leca lättklinker lämpar sig som volymbyggnad under gjutning för en betongplatta. Den ger en hög bärförmåga på 200 kPa och har lång beständighet. Den låga vikten ger en lastreducerande fördel och enkla hanteringen av materialet medför snabb applikation. Installationer i konstruktionen görs med fördel i bädden av Leca lättklinker, då det är väldigt enkelt att få bra omslutning av lättklinkern kring installationerna. Bädden av lättklinker bidrar till en bra dränerande konstruktion. För att uppnå en högre värmeisolering under gjutningen kan man lägga en cellplast överst på lättklinkerfyllningen. Cellplasten innebär också att man får ett kapillärbrytande skikt. Denna kombination av uppbyggnad ger mycket bra egenskaper på slutresultatet.

Installationsgolv

Leca Infra 10/20 kan användas som volymbyggnad under gjutning eller flytspackling av golvkonstruktion. Den låga vikten och enkla hanteringen av materialet medför snabb applikation. Installationer i konstruktionen görs med fördel i bädden av Leca lättklinker, då det är väldigt enkelt att få bra omslutning av lättklinkern kring installationerna. Bädden av lättklinker bidrar också till en bättre ljudreduktion i konstruktionen.

Önskar man en kontrollerad uttorkning av konstruktionen, kan ett dräneringsrör läggas i lättklinkerfyllningen och anslutas till en frånluftsfläkt.

Tabell 10. Egenskaper för platta på mark och installationsgolv

Egenskap	Leca Infra 10/20
Dimensionerande densitet	300 kg/m^3
Friktionsvinkel	39°
Värmekonduktivitet	0,11 W/mK
Kompressibilitet och tryckhållfasthet	10 % deformation CS (10), > 650 kPa 2 % deformation CS (2), > 300 kPa
Krypning (200 kPa)	< 0,5 %

8.2 Utförande

Säkerställ att alla installationer är utförda på ytan där Leca lättklinker ska appliceras som volymbyggare. Se också till att ytan är ren från skräp.

Lägg ut Leca lättklinker genom blåslossning eller manuellt med småsäck eller storsäck.

Materialet ska sedan jämnas ut med kratta alternativt asfaltsraka. Säkerställ att intstallationer blir väl omslutna. Vid fyllnadshöjd över 0,4 m ska packning utföras med en plattvibrator.

Fiberduk rullas ut ovanpå lättklinkern och armeringsnät av enklare kvalitet läggs ut ovanpå och fungerar som ytstabiliserare.

Behövs konstruktionsarmering läggs den på ”distanslinjaler” från undre armeringen. Ev. golvvärmeslinga fäst med fördel i armeringen.

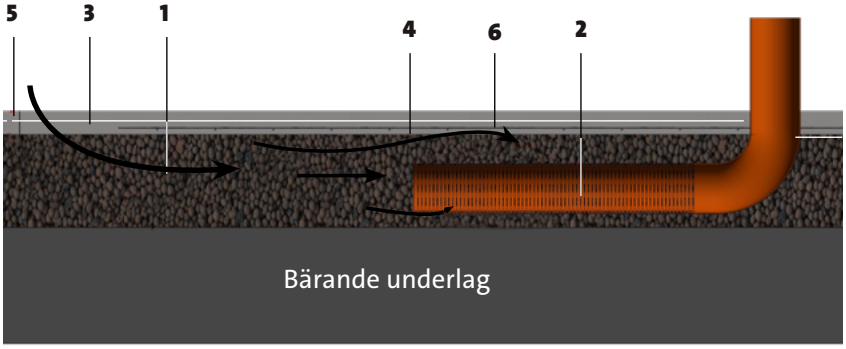
Vid installationsgolv: Beläggning av golv utförs med anpassat golvspackel eller eventuellt betong.

Vid gjutning ovanpå lättklinkern: Gjutning utförs med anpassad betong för ändamålet.

För att uppnå en högre värmeisolering under gjutningen kan man lägga en cellplast överst på lättklinkerfyllningen. Cellplasten innebär också att man får ett kapillärbrytande skikt.

8.3 Principskisser

Installationsgolv



1. Leca lättklinker

2. Perforerat rör med tilltäppt utlopp kopplat till fläkt (ex. Fumex)

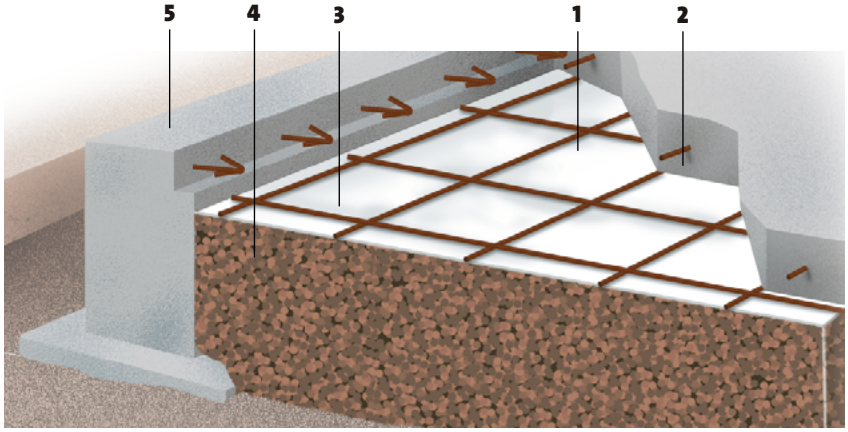
3. Fiberduk

4. Armering

5. Luftslits

6. Golvavjämning

Platta på mark ovanpå Leca® Lättklinker



1. Ytstabiliserande armeringsnät

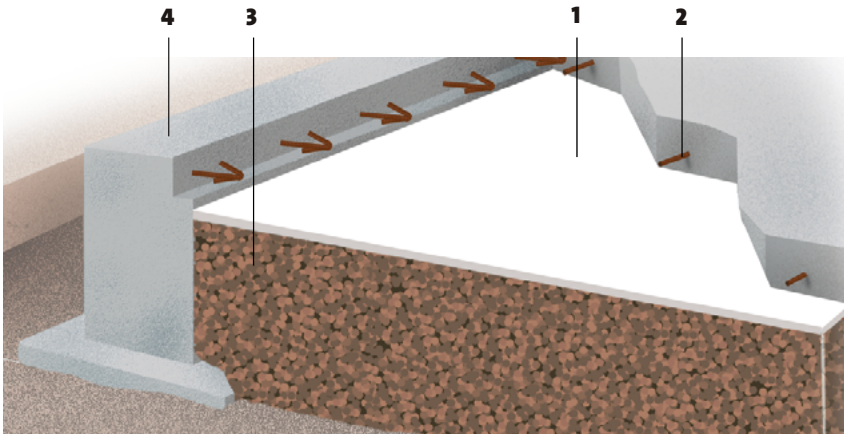
2. Konstruktionsarmering

3. Fiberduk

4. Leca lättklinker

5. Kantelement

Platta på mark ovanpå Leca® Lättklinker med cellplast



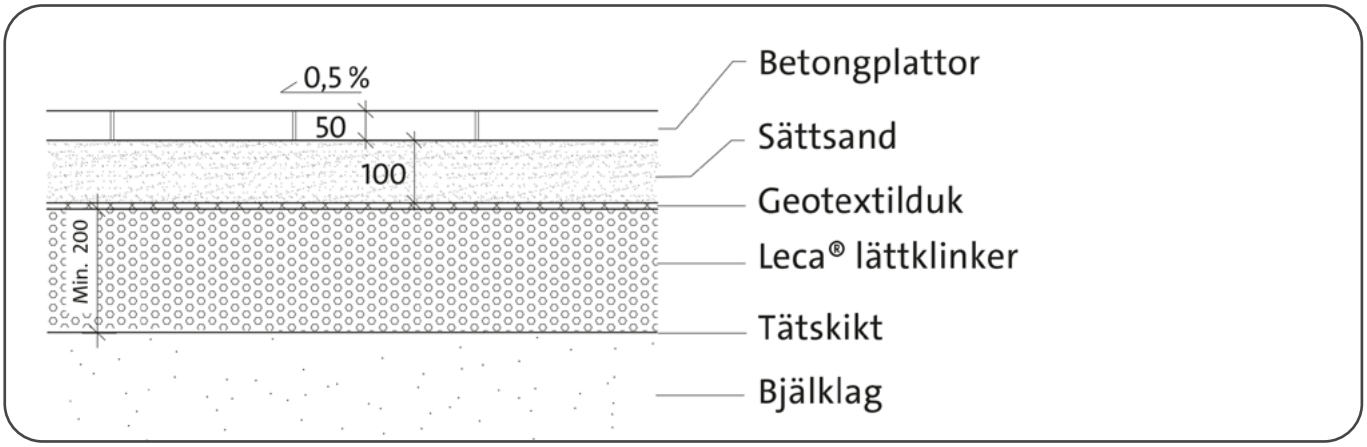
1. Cellplast

2. Konstruktionsarmering

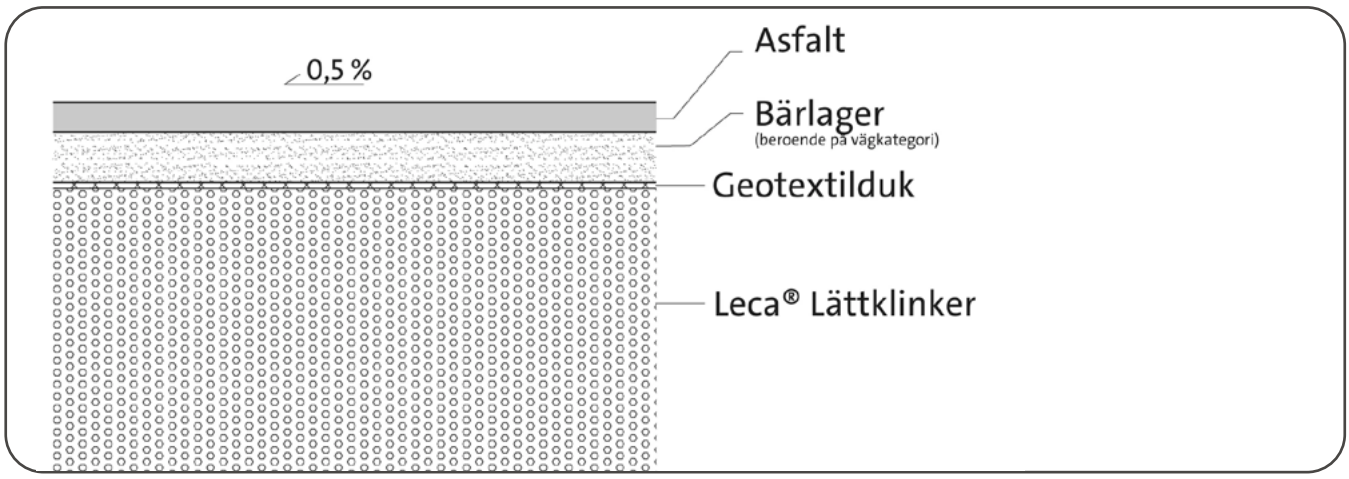
3. Leca lättklinker

4. Kantelement

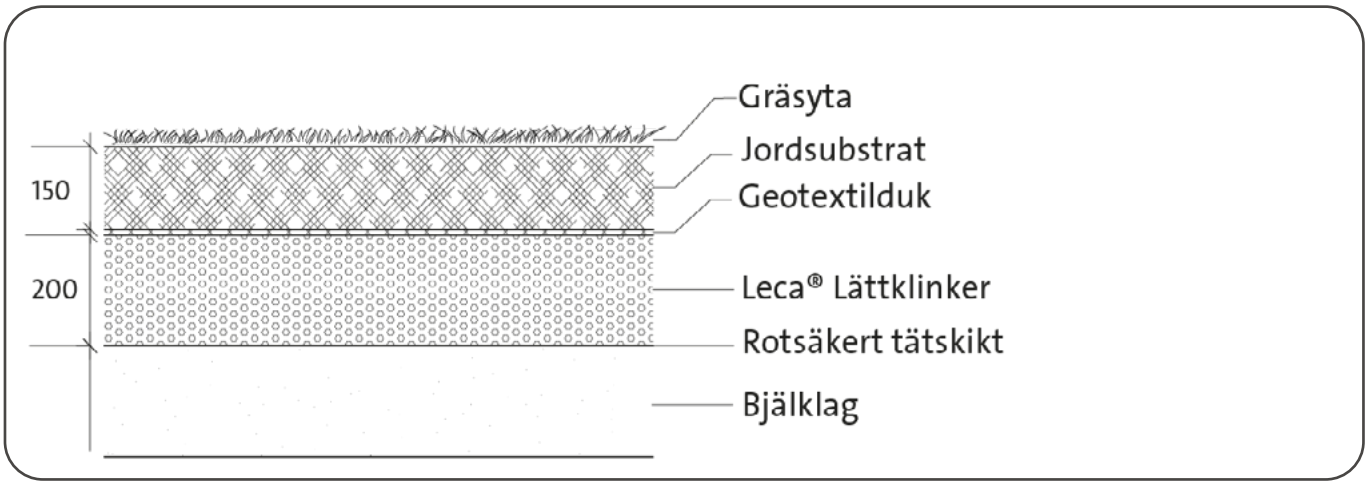
Marksten



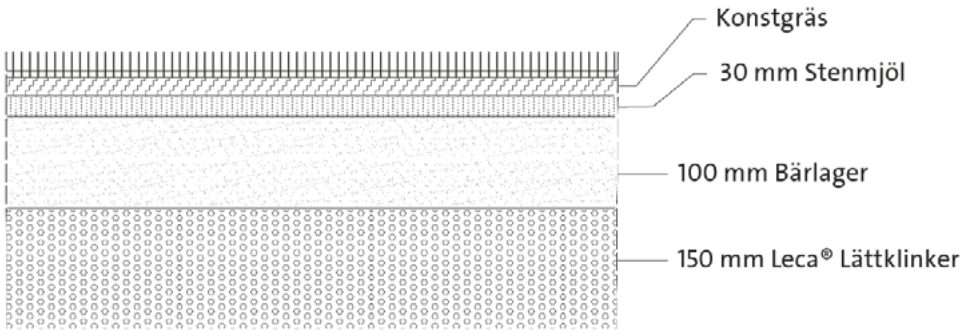
Väg



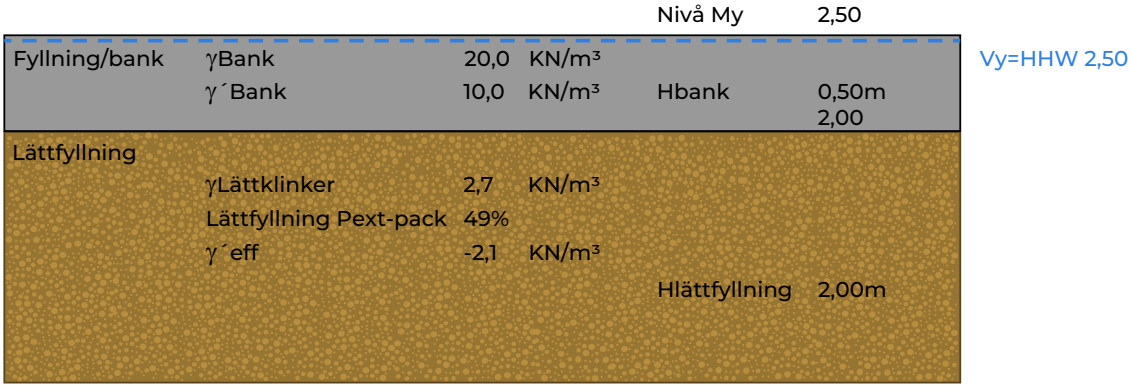
Gräsyta



Konstgräs



Exempelkonstruktion säker mot upplyft



Geonät och Leca® lättklinker

9.1 Geonät

I vissa sammanhang kan geonät användas i kombination med Leca lättklinker för att förbättra lättfyllningens eller underliggande marks stabilitet.

Geonät är ett samlingsbegrepp för olika typer av starka plastnät som är väldigt starka i drag- eller skjuvhållfasthet. De kan generellt delas upp i 3 kategorier:

Stabiliseringsnät
Triaxiala nät med hög styvhet som med fördel används nära ytan av en vägkonstruktion eller annan geokonstruktion som har laster som kan orsaka differentialsättningar.

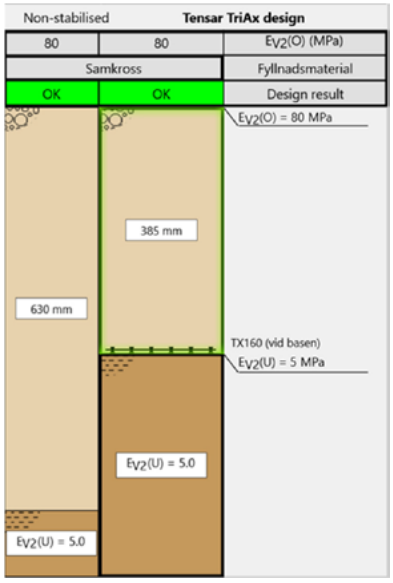
Geonät
Biaxiala nät med hög draghållfasthet i två riktningar. Används med fördel djupare ner i en geokonstruktion då de generellt är starkare än stabiliseringsnät sett till just draghållfasthet.

Armeringsnät
Dessa nät kan med fördel användas för att minska jordtryck mot en vägg. Näten kan ta upp spänningen i en riktning som annars skulle leda till högre jordtryck då de armerar en fyllningsmassa.

Stabiliseringsnät - Tillämpning med Leca® lättklinker

I många fall när en väg ska anläggas och lättfyllning övervägs är en nackdel jämfört med andra stabiliseringsmetoder att det krävs en del schakt för att lastkompensera för den överbyggnad och trafiklast som vägen dimensioneras för.

Med hjälp av stabiliseringsnät kan tjockleken på den överbyggnad som krävs ovan Leca lättklinker minskas drastiskt. På så sätt sparas både tid och resurser samtidigt som miljön påverkas mindre.
I figur 24 där det framgår hur stor besparing av överbyggnaden respektive schaktutskiftningen som är möjlig vid användning av ett stabiliseringsnät mellan Leca lättklinker och överbyggnadslagret.



Figur 24. Exempel 25 kPa terrass
Ytmodul, 80 MPa EV2
- 630 mm öb
- 385 mm stabiliserad öb

Geonät

I många fall när man anlägger en väg eller byggnad och överväger användning av Leca lättklinker har man problem med sättningsbenägen mark som oftast är lös och har låg skjuvhållfasthet.
Genom användning av geonät kan terrasserad botten förstärkas så de ovanliggande lasterna fördelas jämnare över ytan.

Armeringsnät

Armeringsnät karaktäriseras av att de är väldigt starka i drag i en specifik riktning. Detta kan ha stora fördelar om jordtrycket från Leca lättklinker, trots sin låga vikt, ändå blir för högt för en konstruktion att hantera. Det kan handla om höga fyllningar mot brofundament eller källarväggar exempelvis.
Genom att armera en fyllning med Leca lättklinker tas en stor del utav spänningarna som annars skulle belasta den intilliggande konstruktionen upp i armeringsnäten.

Besparing överbyggnad med armering och Leca® lättklinker

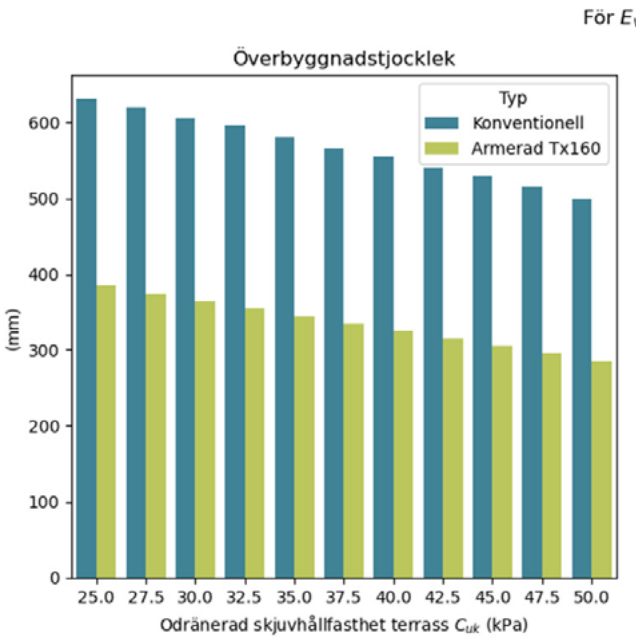


Diagram 4. Överbyggnadstjocklek

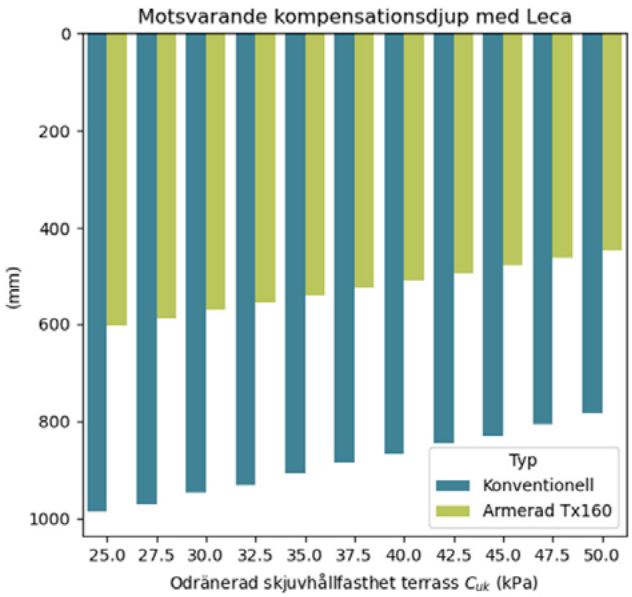
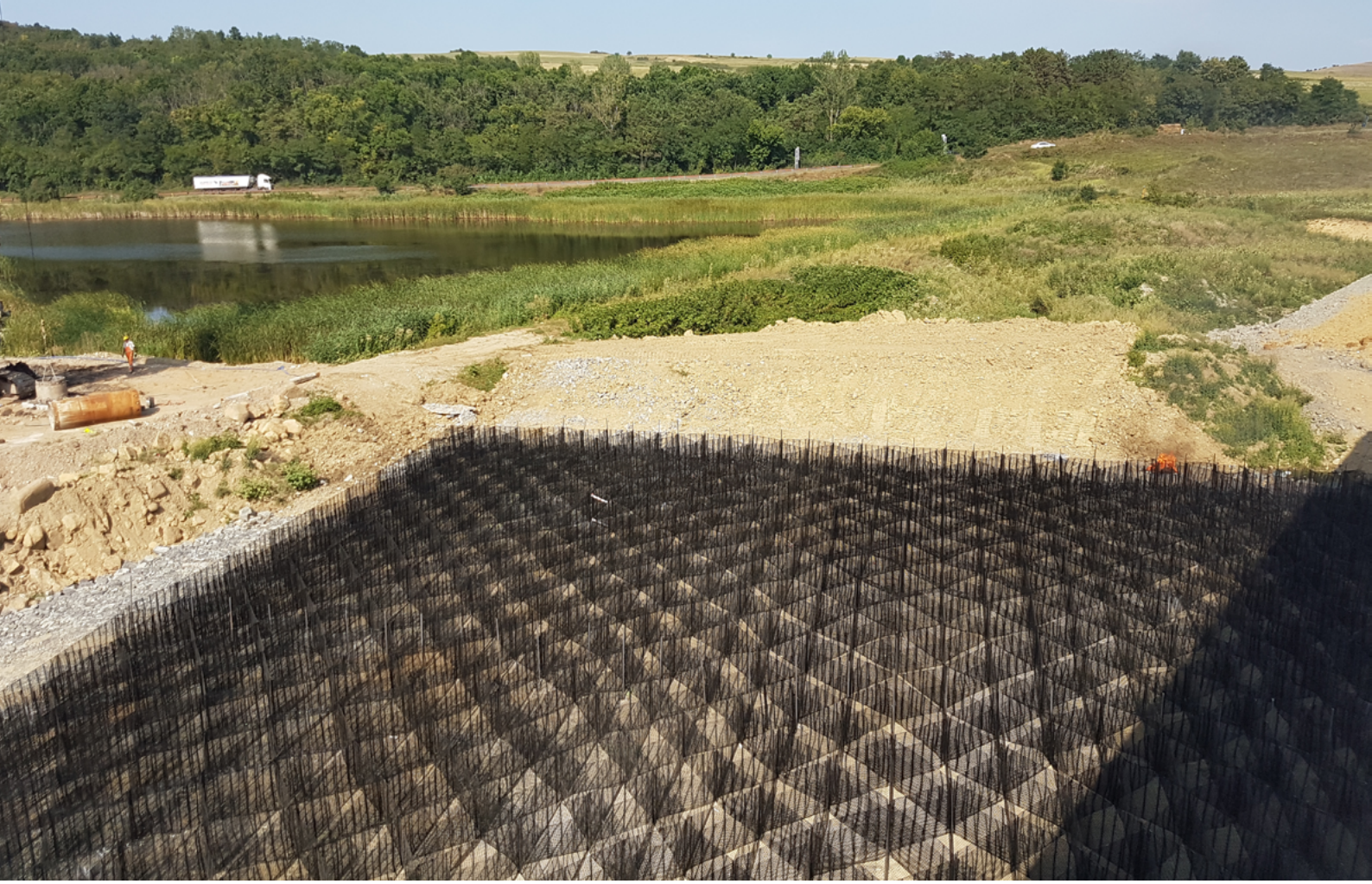


Diagram 5. Motsvarande kompensationsdjup med Leca® lättklinker

Ex. 25 kPa terrass → 630 (385) mm öb → 986 (603) mm utskriftning lera/Leca lättklinker



Geoceller/geomadrasser

Vanliga geonät kan också användas för att bilda en extremt lastspridande struktur genom att de installeras vinkelrätt mot marken med hjälp av armeringsjärn som stöd och formas som celler. Dessa celler kan sedan fyllas med lättklinker för att få både ett lätt och lastspridande skikt.

Under vissa förutsättningar när man överväger lättfyllning på väldigt instabil mark så väljer man i stället kc-pelare eller pålning. Ibland är det en följd av att lasterna man ska hantera är så stora att man inte kan sprida dem till en adekvat nivå till den underliggande marken utan att lägga ett mycket tjockt lager lättklinker, även om lasten från lättklinkern i sig inte är problemet.

Genom att anlägga geomadrasser kan man dock få en lastspridning om 1V:2H, det vill säga att lasten på 1 kvadratmeter sprids ut på 25 kvadratmeter vid 1 meters tjocklek. Det reducerar då en last över en kvadratmeter om 10 kPa till 0,4 kPa på 1 meters tjocklek.

Kombineras detta med lättklinker får man alltså en lätt lastspridande konstruktion som kan användas under järnvägar, vägar, bottenplattor eller andra geokonstruktioner. Då behöver man inte påla och utförandet går väldigt snabbt.

Leverans- och installationsmetoder

10.1 Tippning

Leca Infra 10/20 levereras normalt med lastväxlare. Dessa har tre kassetter om vardera kring 35 m³ (en på dragbilen och två på släpet) vilket ger möjlighet till ca 100 m³ per leverans. Lättklinker kan också transporteras med flisbil, tåg och båt. I stora projekt är det en fördel om lättklinkern kan tippas vid flera platser för att undvika onödig förflyttning och ytkrossning av materialet, som kan uppkomma med överdriven hantering med bandgående fordon. Lämplig plats för rangering och lossning planeras i förväg.

10.2 Säckar

Leca lättklinker finns även i småsäck och storsäck. Småsäck levereras i 50-liters säckar (21 stycken per pall) och storsäck i säckar om 1 eller 2,5 m³.

10.3 Blåslossning

Blåslossning är mycket användbart vid svårtillgängliga fyllningar eller där det inte går att tippa. Leca Infra 10/20 lossas därmed direkt på t.ex bjälklag, i motfyllnad eller hålighet och kan blåsas med ca 1 m³/minut. Vid blåslossning erhålls en stor del av packningen direkt vid lossningen.

Vid blåslossning är dragnbilen utrustad med en kompressorutrustning. En femtums materialtransportslang kopplas till cellmataren och kompressorn. Blåsbilarna har normalt med sig 30 m slang men kan förlängas med slang eller markrör för blåslängder upp till 100 meter horisontellt eller 20 meter vertikalt. Extra slang finns också att beställa ut till arbetsplatsen. Vid långa blåslängder ökar tiden för lossning betydligt.

Lastbilsekipagen är totalt ca 24 meter långa och behöver en hårdgjort yta för uppställning av släpet och rangering när de växlar mellan kassetterna. Mottagaren håller i slangen och justerar till rätt nivå vid utläggning. Att i förväg planera tänkta slangdragningar och lagom etapper för ca 40 m³ gör blåslossning extra effektivt.

Materialet packar sig upp till 10 % genom blåslossningen. För grönytor utan större belastning efter färdigställande behövs därför ingen ytterligare packning. Ska ytan belastas (till exempel bli gatumark eller liknande) rekommenderas fyra överfarter/lager om 1 meter i höjd. Packning bör ske med en 140 kg markvibrator. Det betyder att det horisontella trycket mot stödkonstruktionen blir väldigt lågt. Även räknat med det dynamiska tillskottet från packningen.

FRISKRIVNINGSKLAUSUL

Informationen i denna anvisning innehåller allmänna råd/synpunkter. Vid varje arbete råder olika omständigheter/förutsättningar som Leca Sverige AB inte har kunskap om. Leca Sverige AB kan därför inte ta på sig något ansvar för konstruktion, bearbetning, samverkanseffekt med andra produkter, arbetsutförande och lokala förhållanden utöver vad vi specifikt åtar oss enligt våra gällande produkt- och säkerhetsdatablad, se leca.se.

Vi reserverar oss även för eventuella tryckfel.

ONE SINGLE CLAY PELLET DOESN'T REPRESENT A LOT

Leca®

SAINT-GOBAIN

BUT MANY CLAY PELLETS CREATE A BETTER FUTURE

Leca Sverige AB

leca.se

MAJ 2025