

## KONSTRUKTIONSEKSEMPEL

---

Sætninger kan opstå ved tillægsbelastning på sætningsgivende aflejringer.

Udskiftning af eksisterende jord med Leca® letklinker betyder, at tillægsbelastningen kan reduceres eller helt udlignes.

Ved sætningsberegninger med Leca® letklinker er det den regningsmæssige rumvægt, der er den kritiske egenskab.

Den maksimale regningsmæssige rumvægt fremkommer først efter flere års indbygning. Den langsomme rumvægtsforøgelse giver de underliggende lag mulighed for at konsolidere uden dramatisk øgning af det interne poretryk. Denne effekt kan være vanskelig at tage hensyn til rent beregningsmæssigt, men bør tages med som en positiv effekt i den totale vurdering af sætningsudviklingen over tid.

## EKSEMPEL 1. LASTKOMPENSATION

---

Lastkompensation med løse Leca® letklinker er en ligevægtsbetragtning.

Grundlæggende betyder det, at konstruktionen, der opføres, ikke bidrager med yderligere belastning af undergrunden.

Spændingerne i jordlagene under konstruktionen er altså de samme før og efter, at konstruktionen er opført.

Konstruktioner på undergrund med ringe bæreevne kan således aflastes, så sætninger reduceres eller helt forhindres ved at indbygge materiale med lav densitet.

Leca® letfyld vejer 75-80 % mindre end normalt friktionsmateriale som sand.

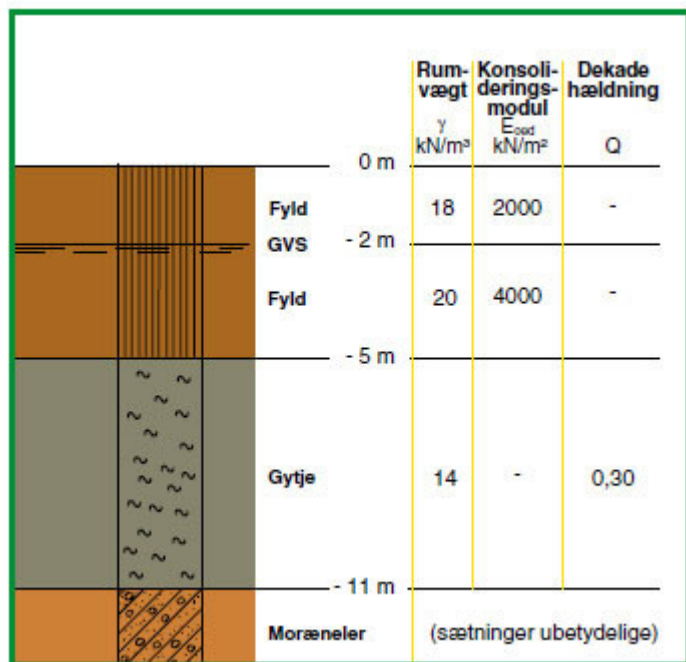
Konstruktioner med kompensationsfyld forudsætter detaljeret kendskab til de underliggende

jordlag og til variationer i grundvandsspejlet.

### Sætningsberegning af vejdæmning på blød bund

Eksemplerne viser to forskellige opbygninger og beregning af den tilhørende sætning samt en total kompensationsløsning uden sætninger.

*Eksisterende forhold*

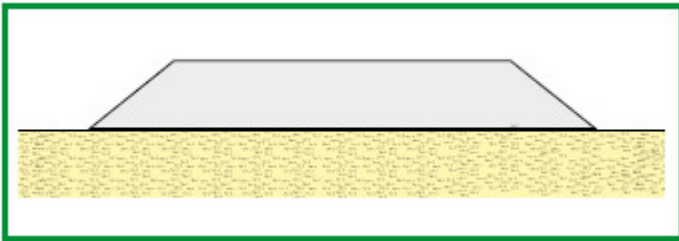


Beregning af eksisterende spændinger er angivet i følgende tabel, hvor

$\gamma'$	er den effektive rumvægt: Over GVS er $g' = g$ Under GVS er $g' = g - 10 \text{ kN/m}^3$
$d$	angiver tykkelsen af jordlaget
$\sigma'_{om}$	angiver den effektive spænding i midten af jordlagene, før dæmningen udføres

	$\gamma'$	$d$	$\sigma'_{om}$
	$\text{kN/m}^3$	$\text{m}$	$\text{kN/m}^2$
<b>Fyld over GVS</b>	18	2,0	18
<b>Fyld under GVS</b>	10	3,0	51
<b>Gytje under GVS</b>	4	6,0	78

### 1.1 Sætningsberegning uden lastkompensation



Den nye dæmning er 2 meter høj og 15 meter bred foroven.

Med en skrænthældning 1:2 bliver dæmningens bredde i bunden 23 meter.

Der regnes med en gennemsnitlig dæmningsbredde  $b$  på 19 meter.

Rumvægt af sand  $g = 18 \text{ kN/m}^3$ .

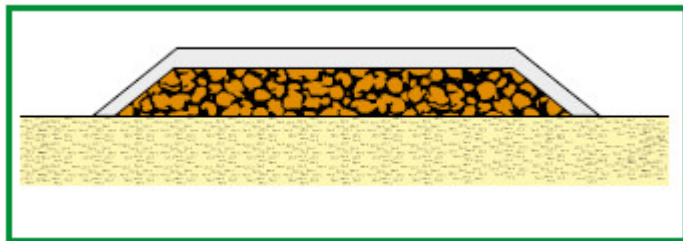
Vægt af ny vejdæmning  $G = 684 \text{ kN/m}$ .

Sætningerne kan ifølge nedenstående tabel beregnes til 0,27 m.

Sætningsberegning uden lastkompensation			
	$\Delta\sigma'_m$	f	s
	kN/m <sup>2</sup>		m
Fyld over GVS	34		0,03
Fyld under GVS	30		0,02
Gytje under GVS	25	1,32	0,77
I alt			<b>0,27</b>

$\Delta\sigma'_m$	er den effektive tilvækst i spændingen i midten af jordlagene på grund af dæmningsvægten, hvor b = dæmningsens middelbredde z = dybden under dæmningsundersiden $\Delta\sigma'_m = G/b + z$
f	er den relative forøgelse af spændingsniveauet (efter/før)
s	er konsolideringssætning af de enkelte lag under centerlinjen af dæmningen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baseret på konsolideringsmodul <math>\Delta\sigma'_m \cdot d/E_{0ed}</math></li> <li>• Baseret på dekadehældning <math>d \cdot Q \cdot \log f</math></li> </ul>

## 1.2 Sætningsberegning med lastkompensation



Vejdæmning med kerne af Leca® letklinker.

Rumvægt af sand  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ .

Som Leca® kerne anvendes Leca® 10-20. Densiteten er over GVS og 30 % porefyldt  $425 \text{ kg/m}^3$

(se afsnittet for materialeleværdier).

Rumvægten for Leca® letklinker beregnes til:  $\gamma = 3,7 \text{ kN/m}^3$  ( $425 \cdot 9,81/1000$ ).

Sanddækningen er 70 cm.

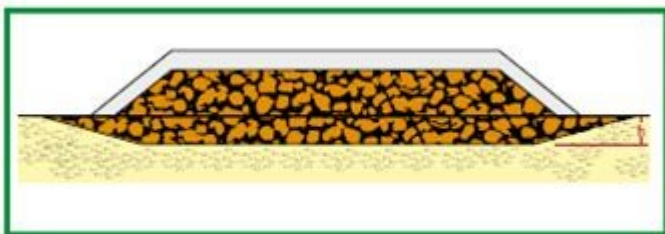
Vægt af vejdæmning  $G = 357 \text{ kN/m}$ .

Dæmningens bredde og højde er som i eksempel 1.

Hvis kernen af dæmningen udskiftes med Leca® 10-20 mm, bliver konsolideringssætningen 0,15 m, svarende til en reduktion af sætningen med **ca. 44 %** under de angivne forhold.

<b>Sætningsberegning med lastkompensation</b>			
	$\Delta\sigma'_m$	<b>f</b>	<b>s</b>
	$\text{kN/m}^2$		<b>m</b>
<b>Fyld over GVS</b>	18		0,02
<b>Fyld under GVS</b>	16		0,01
<b>Gytje under GVS</b>	13	1,17	0,12
<b>I alt</b>			<b>0,15</b>

### 1.3 Fuldstændig lastkompensation



Fuldstændig lastkompensation kan dimensioneres, så sætningerne fra konsolideringen er lig med 0.

Udskiftning af jord under dæmningen med Leca® 10-20 mm kan dimensioneres, så tillægsspændingerne  $\Delta\sigma'_m = 0$ .

Den nødvendige udskiftningsdybde  $h$  findes ved at sætte vægten af vejdæmningen lig med vægten af den udskiftede jord fratrukket vægten af den indbyggede Leca® 10-20 mm.

Gjord - GLeca® = G

Den nødvendige udskiftningsbredde under dæmningen sættes til 24 meter (middelværdi). Dæmningsvægten sættes lig eksempel 2, hvor kernen er udskiftet med Leca® 10-20 mm. Densiteten af Leca® 10-20, 45 % porefyldt er 500 kg/m<sup>3</sup> (se afsnittet for materialeleværdier).

Rumvægten for Leca® 10-20, 45 % porefyldt beregnes til:

$$g = 500 \cdot 9,81/1000 = 4,9 \text{ kN/m.}$$

Gjord - GLeca® = 357 kN/m

Den nødvendige udskiftningsdybde kan herefter beregnes:  $(18 \text{ kN/m}^3 \cdot 24 \text{ m} \cdot h) - (4,9 \text{ kN/m}^3 \cdot 24 \text{ m} \cdot h) = 357 \text{ kN/m.}$

Den nødvendige udskiftningsdybde er **h = 1,1 meter.**



## EKSEMPEL 2. BOLIGER PÅ BLØD BUND

---

Lastkompensation ved fundering af boliger på blød bund er kendt af de fleste byggerådgivere. Løsningen vælges på grund af følgende fordele:

- Økonomisk attraktiv løsning som alternativ til pælefundering, borede fundamenter eller jordudskiftning
- Er under udførelse skånsom mod nabobebyggelser
- Teknisk nem løsning, der er enkel at udføre for entreprenøren
- Den lastfordelende betonplade virker også som tætning mod radon, og der kan udføres effektiv radonsug i laget af Leca® letklinker
- Leca® letklinker-laget giver et væsentligt bidrag til varmeisolering af terrændækket

Fuldstændig lastkompensation dimensioneres, så sætningerne er lig med nul. Det gøres ved at udskifte mængden af jord under huset med Leca® 10-20 mm, så tillægsspændingerne  $\Delta\sigma'_{m} = 0$ .



### **Eksempel:**

Et hus på 8 x 12 meter er placeret på en fordelingsplade af beton, der måler 9 x 13 meter. Den regningsmæssige last  $G_{hus}$  fra huset skal regnes inklusive nyttelast og betonfordelingsplade.

Den nødvendige udskiftningsdybde findes ved at sætte vægten af huset lig med vægten af den

udskiftede jord fratrukket vægten af de indbyggede Leca® letklinker-lag.

Rumvægten for jord sættes til 18 kN/m<sup>3</sup> og for Leca® 10-20, 45 % porefyldt, til 4,9 kN/m<sup>3</sup>.

$$G_{\text{hus}} = G_{\text{jord}} - G_{\text{Leca®}}$$

$$G_{\text{hus}} = 1100 \text{ kN}$$

$$G_{\text{jord}} = 18 \text{ kN/m}^3 \cdot 9,0 \text{ m} \cdot 13,0 \text{ m} \cdot h$$

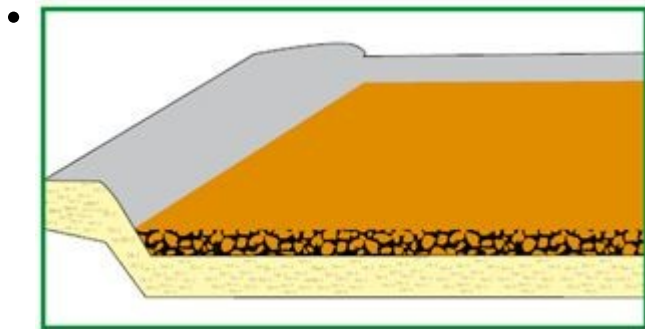
$$G_{\text{Leca®}} = 4,9 \text{ kN/m}^3 \cdot 9,0 \text{ m} \cdot 13,0 \text{ m} \cdot h$$

$$h = 1100 (18 \cdot 9 \cdot 3) - (4,9 \cdot 9 \cdot 13)$$

$$h = 0,72 \text{ m}$$

*Nødvendig udskiftningsdybde er 69 cm.*

**Udførelse - så nemt kan det gøres:**

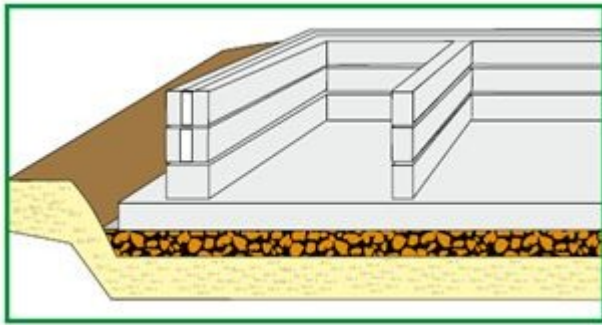


I bunden af byggegruben udlægges geotekstil

- Oven på geotekstilet udlægges Leca® letfyld

-

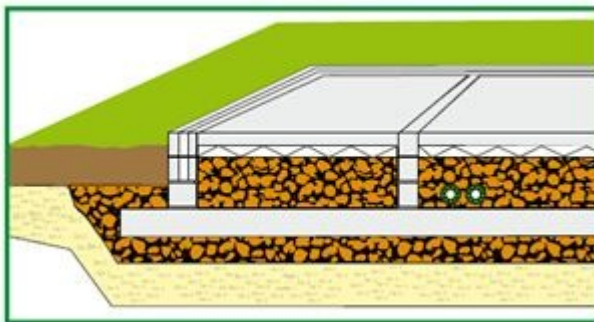




Geotekstilet foldes ind over de opfyldte og

komprimerede Leca® letklinker

- Herpå udstøbes en lastfordelende betonplade
- Så opmures husets fundamenter på betonpladen på sædvanlig vis



Løs Leca® 10-20 indbygges mellem

fundamenterne som varmeisolerende lag og underlag for gulvbetonen

- Gulvbetonen udstøbes
- Løse Leca® letklinker indbygges omkring den lastfordelende betonplade som varmeisolering