



Statens vegvesen

# REDUKSJON AV JORDTRYKK MED MYKT MATERIALE OG JORDARMERING

**RAPPORT**

Teknologiavdelingen

Nr. 2529



Region øst  
Ressursavdelingen  
Dato: 2008-09-10



**Statens vegvesen**

Vegdirektoratet  
Teknologiavdelingen

Postadr.: Postboks 8142 Dep  
0033 Oslo

Telefon: (+47 915) 02030

www.vegvesen.no

## TEKNOLOGIRAPPORT nr. 2529

Tittel

### REDUKSJON AV JORDTRYKK MED MYKT MATERIALE OG JORDARMERING

Utarbeidet av

Dato:

2008-09-10

Saksbehandler

Erik Sloreby

Prosjektnr:

Kontrollert av

Frode Oset

Antall sider og vedlegg:

5

#### Sammendrag

En ustabil mur mellom veg og hus tett inntil på lavere nivå skulle skiftes ut. Ett felt på vegen måtte være åpen for trafikk. Dette krevde minimal utgravingsbredde. Konstruksjon med betongmur oppå "lefsekonstruksjon" av jordarmert mur ble valgt. Et 20 cm tykt lag av mykt materiale ble lagt mellom jordarmert mur og kjellermuren på huset for å redusere trykk mot muren. Og det ble lagt betongstein i fronten av "lefsekonstruksjonen" for å hindre utbuling. Med denne metoden ble maksimalt trykk mot muren redusert fra beregna 32 kPa til målt 8,5 kPa. Trykkreduksjonen var mindre enn forventa. Dette må skyldes effekter av komprimeringa. Trykket kunne ha vært redusert mer ved å belaste tilbakebretta jordarmering med fyllmasse før komprimering. Tykkere lag av mykt materiale hadde også gitt lavere trykk. Flere forskjellige myke materialer ble testa på forhånd. Rockwool Brannplate 50 ble brukt i denne konstruksjonen.

#### Summary

An unstable retaining wall supporting a road adjacent to a house at low level had to be replaced. One open road line was required, and thence minimum excavation width. Concrete wall on top of a wrap around reinforced earth wall was chosen. A 20 cm thick layer of soft material was placed in between the reinforced retaining wall and the house wall in order to reduce pressure. Concrete blocks were placed in front of the wrap around reinforced earth retaining wall to avoid squeezing of fill material. This method reduced maksimum pressure from calculated 32 kPa to measured 8,5 kPa. Pressure reduction was less than expected. The reason for that must be side effects from compaction. Further reduction could have been achieved by placing part of fill material on top of back wrapped reinforcement before compaction or by thicker layer of soft material. Different soft material types were tested beforehand. Rockwool Brannplate 50 was used.

Emneord:

Jordtrykk, materialer, jordarmering, mur

## REDUKSJON AV JORDTRYKK MED MYKT MATERIALE OG JORDARMERING

### Bakgrunn

Store deformasjoner på dårlig fundamentert betongmur på fv311 Nordsetervegen førte til at ny mur måtte bygges. Et hus med kjeller tett inntil muren på nedsida og behov for å opprettholde trafikken i ett felt ga ekstra utfordringer. Husmuren tålte ikke høge jordtrykk og ønsket konstruksjonsbredde var begrensa.

### Valg av konstruksjon

Løsning med betongmur fundamentert på jordarmert konstruksjon ga mulighet til smal utgraving. Opptak av krefter i jordarmert konstruksjon medførte deformasjoner i fronten av denne. Vi trengte da et ettergivende materiale mellom jordarmert konstruksjon og husmur for å hindre uaksptable trykk mot muren.

Tradisjonell "lefsekonstruksjon" med jordarmering gir mulighet for store og ujevne deformasjoner. Ved å legge murstein i fronten med tilbakebrett av armering over murstein ville komprimeringa stramme opp konstruksjonen og deformasjonene ville bli jevne. Tverrsnitt av konstruksjonen er vist i bilag 1. Det vises også til bilder på neste side.

Ettergivende materiale med tilpasset stivhet reduserer horisontaltrykket mot eksisterende konstruksjon. Trykket kontrolleres ved tilpassing av tykkelsen på det ettergivende materialet. Rockwool Brannplate 50 ble brukt som ettergivende materiale. Deformasjonsegenskapene til denne og andre materialer vi har testa, er vist i bilag 2. Materialparametrene i Plaxis-beregninga går fram av bilag 04.

### Erfaringer

I etterkant er sammentrykninga av dette materialet målt i to profiler. Maksimal sammentrykning var 23 %. Dette gir et trykk på 8,5 kPa, som er mye høyere enn det som var opprinnelig berekna. Men husmuren står uten skader. Jeg har forsøkt å etterrekne dette med Plaxis. Med ugunstige parametere kommer jeg til resultat som vist på andre side i vedlegg, altså halvparten av det målte. Dette forholdet må ha med effekter av komprimeringa å gjøre. Opprinnelig tegning viste tilbakebrett av jordarmering på topp av hvert lag. Dette har sannsynligvis ført til utpressing i toppen av murstein foran og bak komprimeringsutstyret fordi armeringa her ikke kunne yte noen motstand. Overfylling av tilbakebrett av jordarmeringa før komprimering av lag bør kunne redusere eller langt på veg eliminere denne effekten. Vedlagt revidert tegning viser hvordan dette kan utføres.

I det opprinnelige forslaget ble trykk mot husmur sammenlikna med trykk før muren ble bygd. Beregning med bygging av mur uten ettergivende materiale viser et maksimalt trykk på 32 kPa. Berekna trykk er vist i bilag 3. Når vi nå har registrert maksimalt trykk på 8,5 kPa har vi oppnådd en stor trykkreduksjon! Og over tid vil trykket reduseres ved at det ettergivende materialet tar opp vann og mykner og ved at det foregår en krypning. Framtidige konstruksjoner bør kunne utføres med større trykkreduksjon ved at tilbakebretta jordarmering overfylles før komprimering. I tillegg kan trykket reguleres med tykkelsen på det ettergivende materialet.





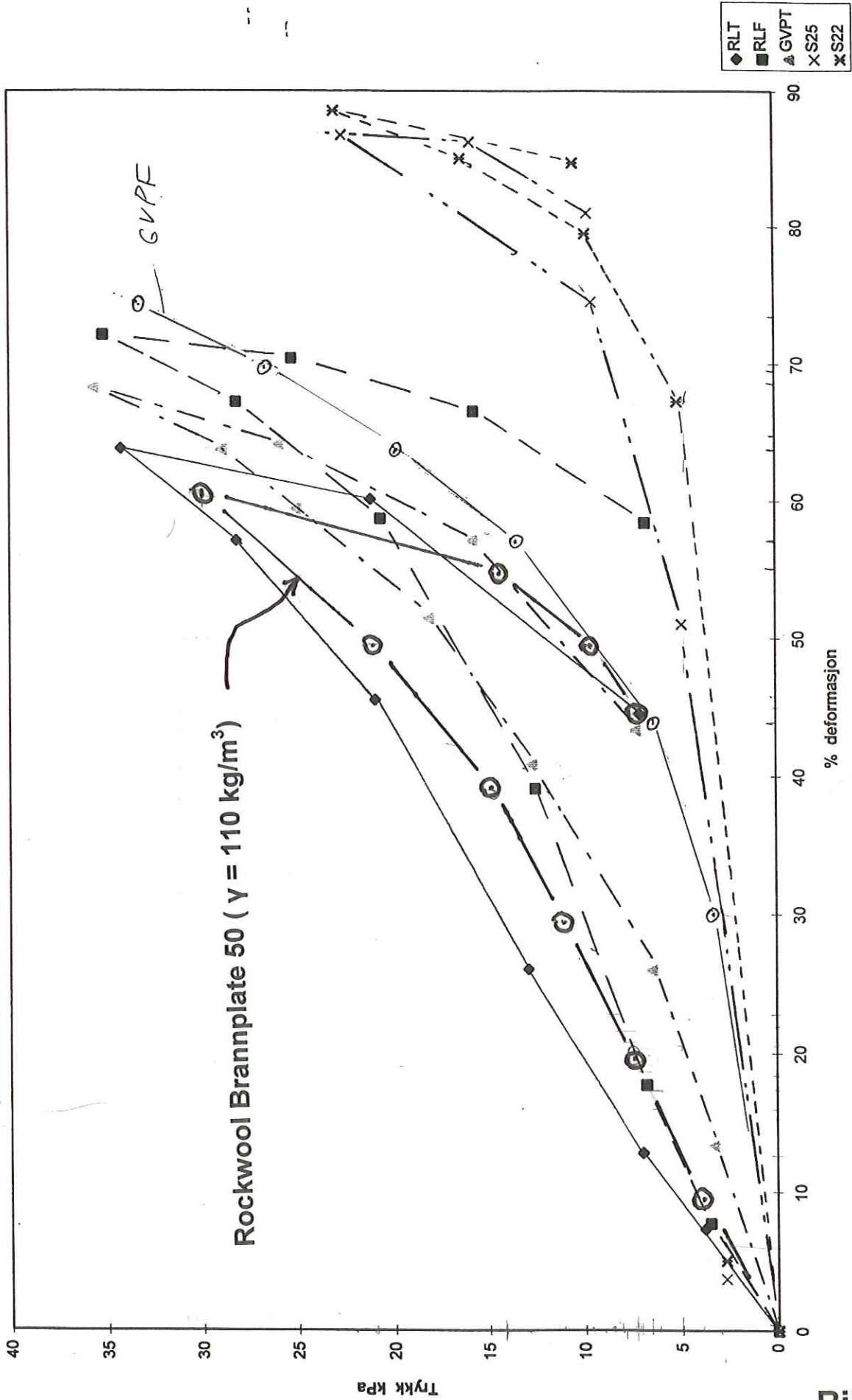
Rockwool Brannplate 50 er sammentrykt mellom husmur og jordarmert konstruksjon med betongstein (under jordarmeringa) i fronten



Konstruksjonen sett på toppen







RLT = Rockwool lydplate, tørr  
 RLF = " " " " " " fuktig (etter 2 uker)  
 GVPT = Glava Veggplate Pluss, tørr  
 S25 = Skumplast  $\delta = 25 \text{ kg/m}^3$



[kN/m<sup>2</sup>]

A

Horizontal effective stresses (Sig'-xx)  
Extreme (Sig'-xx) -31,83 kN/m<sup>2</sup>

A\*

### Bilag 3

Project description

F311 Opprinnelig murtrykk

Project name

F311 Nordseter

Step

33

Date

31.10.06

User name

Norwegian Public Roads Administration



# 1. Material data

Bilag 04

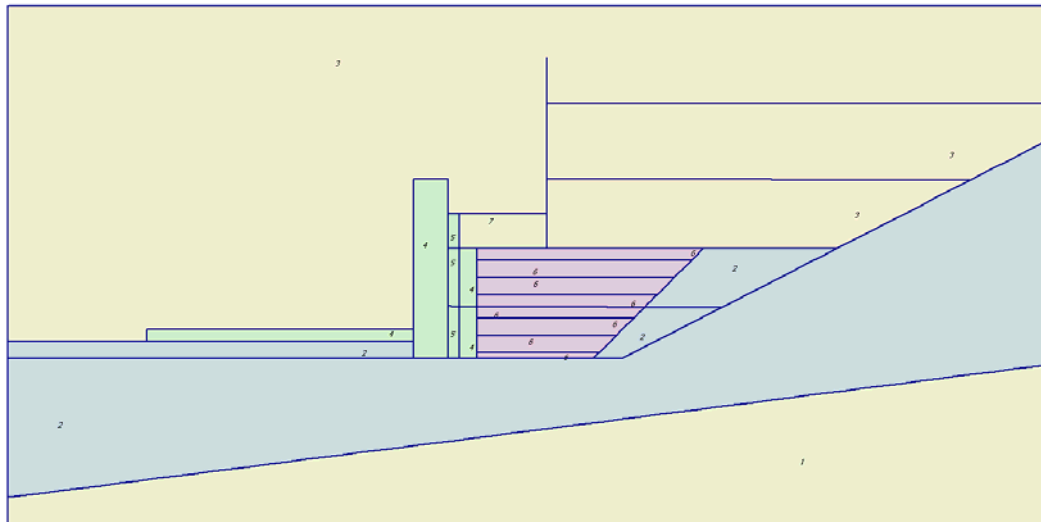


Fig. 1 Plot of geometry with material data sets

Table [1] Soil data sets parameters

<i>Mohr-Coulomb</i>		<b>1</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
		<b>Fjell</b>	<b>Uarmert betong</b>	<b>Lydplate</b>
<b>Type</b>		Drained	Non-porous	Drained
$\gamma_{unsat}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	27,00	25,00	0,60
$\gamma_{sat}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	27,00	25,00	0,60
$k_x$	[m/day]	10,000	0,000	10,000
$k_y$	[m/day]	10,000	0,000	10,000
$e_{init}$	[-]	0,500	0,500	0,500
$c_k$	[-]	1E015	1E015	1E015
$E_{ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1000000,000	100000,000	37,000
$\nu$	[-]	0,100	0,200	0,100
$G_{ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	454545,455	41666,667	16,818
$E_{oed}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1022727,273	111111,111	37,841
$c_{ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	100000,00	1000,00	20,00
$\phi$	[°]	0,00	0,00	0,00
$\psi$	[°]	0,00	0,00	0,00
$E_{inc}$	[kN/m <sup>2</sup> /m]	0,00	0,00	0,00
$y_{ref}$	[m]	0,000	0,000	0,000
$C_{increment}$	[kN/m <sup>2</sup> /m]	0,00	0,00	0,00
$T_{str.}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,00	0,00	0,00
$R_{inter.}$	[-]	1,00	1,00	1,00
<b>Interface permeability</b>		Neutral	Impermeable	Neutral



<i>Hardening Soil</i>		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
		<b>Morene</b>	<b>Grus</b>	<b>Steinfylling</b>	<b>Laus jord</b>
<b>Type</b>		Drained	Drained	Drained	Drained
$\gamma_{\text{unsat}}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20,00	19,00	19,00	14,00
$\gamma_{\text{sat}}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20,00	22,00	22,00	20,00
$k_x$	[m/day]	10,000	10,000	10,000	10,000
$k_y$	[m/day]	10,000	10,000	10,000	10,000
$e_{\text{init}}$	[-]	0,50	0,50	0,50	0,50
$e_{\text{min}}$	[-]	0,00	0,00	0,00	0,00
$e_{\text{max}}$	[-]	999,00	999,00	999,00	999,00
$c_k$	[-]	1E15	1E15	1E15	1E15
$E_{50}^{\text{ref}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	30000,00	15000,00	20000,00	10000,00
$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	30000,00	15000,00	20000,00	10000,00
<b>power (m)</b>	[-]	0,50	0,50	0,50	0,50
$c_{\text{ref}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	7,00	1,00	1,00	1,00
$\phi$	[°]	38,00	38,00	42,00	33,00
$\psi$	[°]	0,00	0,00	0,00	0,00
$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	90000,00	45000,00	60000,00	30000,00
$v_{\text{ur}}^{(\text{nu})}$	[-]	0,200	0,200	0,200	0,200
$p^{\text{ref}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	100,00	100,00	100,00	100,00
$c_{\text{increment}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,00	0,00	0,00	0,00
$y_{\text{ref}}$	[m]	0,00	0,00	0,00	0,00
$R_f$	[-]	0,90	0,90	0,90	0,90
$T_{\text{str.}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,00	0,00	0,00	0,00
$R_{\text{inter}}$	[-]	0,70	0,70	1,00	1,00
$\delta_{\text{inter}}$	[m]	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Interface permeability</b>		Neutral	Neutral	Neutral	Neutral

Table [2] Beam data sets parameters

no.	Identification	EA [kN/m]	EI [kNm <sup>2</sup> /m]	w [kN/m/m]	v [-]	Mp [kNm/m]	Np [kN/m]
1	Vegg	1E07	75000,00	7,00	0,20	1E15	1E15
2	Såle	1,34E07	1,78E05	3,00	0,20	1E15	1E15

Table [3] Geotextile data sets parameters

no.	Identification	EA [kN/m]	v [-]
1	Jordarmering	1800,00	0,00
2	Jordarmering 200	200,00	0,00
3	Jordarmering 700	700,00	0,00

Table [4] Anchor data sets parameters

no.	Identification	EA [kN]	Fmax,comp  [kN]	Fmax,tens  [kN]	L spacing [m]
1	Jordarmering	2000,00	1E015	1E015	1,00
2	Etasjeskille	10000,00	1E015	1E015	1,00



**Statens vegvesen**

Statens vegvesen Vegdirektoratet  
Postboks 8142 Dep  
N - 0033 Oslo

Tlf. (+47 915) 02030  
E-post: [publvd@vegvesen.no](mailto:publvd@vegvesen.no)

ISSN 1504-5005