

Prosjekt nr.: **Gk4407**
Rapport: **5**
Oppdragsgiver: **NSB Bane, Region Sør**
Prosjekt: **Dobbeltspor Brakerøya - Drammen stasjon**
Jernbanebruer, Drammenselva
Setninger og stabilitet
Dato: **10.06.1993**

Rapporten omhandler (stikkord):

Fyllinger, fundamenter, setningsberegninger,
stabilitetsberegninger

For NSB Bane, Ingeniørtjenesten

Prosjektansvarlig: _____
Lars Mørk
Prosjektleder: _____
Bjørn Falstad
Rapport utarbeidet av: _____
Håkon Heyerdahl

SAMMENDRAG

INNLEDNING

Etter oppdrag fra Banedivisjonen, Region Sør (BrS) har NSB Ingeniørtjenesten utført setnings- og stabilitetsberegninger for nye jernbanebruer over Drammenselva. Det vises til avtale / kontrakt av 14.05.1993.

Beregningene er foretatt med grunnlag i data innhentet fra grunnundersøkelser. Disse er presentert i NSB Ingeniørtjenestens rapport Gk4407-1 av 12.02.1993.

BEREGNINGER

Setninger

Setningsberegninger er utført for en rekke fundamenter i Bragernes- og Strømsøløpet. Dessuten er det beregnet setninger for nye fyllinger på land på Brakerøya, Holmen og Strømsø. For fyllingen på Brakerøya, som ligger på dårlig grunn, er det beregnet setninger ved bruk av vanlige fyllmasser, lette masser (Leca) og superlette masser (EPS).

Konsolideringsforløpet for fylling på Brakerøya er overslagsmessig beregnet.

Stabilitet

Stabilitetsberegninger er utført for utglidning på langs av fylling på Strømsø og Brakerøya, samt for utfylling fra Holmen ut i Bragernesløpet.

RESULTATER

Setninger

Fyllingene kan komme til å sette seg betydelig. På Brakerøya er setningene beregnet til 30-40 cm ved bruk av ordinære fyllmasser. Setningene reduseres kraftig ved bruk av lette/superlette fyllmasser. Også for øvrige fyllinger er de beregnede setningene betydelige, over 20 cm bakenfor landkar både på Holmen og på Strømsø. For alle fyllinger gjelder at setningene vil pågå i lang tid, grunnet det mektige leirlaget under sandlaget på toppen. Sandlagets store mektighet over Holmen gjør likevel at mye av setningene her vil være unnagjort raskt.

Fundamentene er beregnet å sette seg maksimalt 13-14 cm (Strømsøløpet), og 10-11 cm i Bragernesløpet. Mer sannsynlig er setninger i størrelsesorden under 10 cm i Strømsøløpet, og 8-9 cm i Bragernesløpet. Setningsberegningene for pelgrupper tar ikke hensyn til sandlaget på toppen, og setningene kan derfor være noe pessimistisk anslått.

Stabilitet

Beregningene viser at stabiliteten for fyllingene er god, selv ved bruk av vanlige masser i fyllingen på Brakerøya. For totalspenningsanalyse er laveste sikkerhetsfaktor beregnet for utfylling på Strømsø, med verdien 1.52. Beregningene utført ved effektivspenningsanalyse har gitt høyere sikkerhet.

KONKLUSJONER

Differansesetninger

Det er liten sannsynlighet for at differansesetningene på kort sikt skal overstige det dimensjonerende krav på +/- 2 cm for nabofundamenter.

På lang sikt må en være forberedt på å måtte jekke opp brua ved flere fundamenter, i begge elveløp.

Setningsreduserende tiltak

Det kan bli aktuelt å forbelaste på Brakerøya, evt. også på Strømsø, for å få så mye av setningene som mulig unnagjort før sporet legges. På Holmen vil mye av setningene gjøres unna i byggeperioden.

Bruk av lette / superlette masser er nødvendig på Brakerøya. Også på Holmen kan det bli aktuelt med bruk av lette masser der fyllingshøyden er størst.

Bakenfor landkar kan det bli aktuelt å pele under fylling for å redusere setningene. Dette kan bli nødvendig bl.a. for å sikre kontakt mellom friksjonsplate for opptak av bremsekrefter og underliggende masser.

Erfaringer fra motorvegbrua

En rekke av fundamentene til motorvegbrua har satt seg langt mindre enn beregnet. Dette gjelder i første rekke fundamenter i sand. Dette innebærer at overgangen mellom fundamenter som står i leire og fundamenter i sand kan medføre store setningsdifferanser. Disse differansene vil oppstå langsomt, i takt med konsolideringen av leirlaget.

INNHold

1	INNLEDNING	side	7
1.1	Prosjekt	side	7
1.2	Oppdrag	side	7
2	UTFØRTE BEREGNINGER	side	8
2.1	Setninger	side	8
2.1.1	<i>Setning av fyllinger</i>	side	8
2.1.2	<i>Setning av fundamenter</i>	side	8
2.2	Stabilitet	side	8
3	BEREGNINGSGRUNNLAG	side	9
3.1	Datagrunnlag	side	9
3.2	Oppsummering av grunnforholdene	side	9
3.3	Beregningsmetoder	side	9
3.3.1	<i>Generelt om setningsberegninger</i>	side	9
3.3.2	<i>Beregningsmetode for fyllinger</i>	side	10
3.3.3	<i>Beregningsmetode for fundamenter</i>	side	10
3.3.4	<i>Stabilitetsberegninger</i>	side	11
4	BEREGNINGSGRUNDLAG	side	13
4.1	Setninger	side	13
4.1.1	<i>Setning av fyllinger</i>	side	13
4.1.2	<i>Setning av fundamenter</i>	side	20
4.2	Stabilitet av fyllinger	side	24
4.2.1	<i>Stabilitet Strømsø</i>	side	24
4.2.2	<i>Stabilitet Holmen / Bragernesløpet</i>	side	24
4.2.3	<i>Stabilitet Brakerøya</i>	side	25

5	KOMMENTARER	side	26
5.1	Parametervalg og metoder	side	26
5.1.1	<i>Vurdering av parametervalg</i>	side	26
5.1.2	<i>Diskusjon av beregningsmetode for fundamenter</i>	side	26
5.2	Setning av fyllinger	side	27
5.2.1	<i>Generelt</i>	side	27
5.2.2	<i>Fylling på Strømsø</i>	side	27
5.2.3	<i>Fylling på Holmen</i>	side	29
5.2.4	<i>Fylling på Brakerøya</i>	side	30
5.2.5	<i>Konsolideringsforløp på Brakerøya</i>	side	31
5.3	Setning av fundamenter	side	33
5.3.1	<i>Setninger av fundamentene på kort og lang sikt</i>	side	33
5.3.2	<i>Setninger i sandlaget</i>	side	33
5.3.3	<i>Spennings- og tøyningsfordelingens innvirkning på setningsberegningene</i>	side	35
5.4	Forventede setninger og differansesetninger	side	37
5.4.1	<i>Forventede setninger av fyllinger</i>	side	37
5.4.2	<i>Forventede setninger av fundamenter</i>	side	38
5.4.3	<i>Differansesetninger</i>	side	39
5.4.4	<i>Setning av motorvegbrua</i>	side	40
5.5	Setningsreduserende tiltak	side	42
5.5.1	<i>Tiltak for å redusere setning av fundamenter</i>	side	42
5.5.2	<i>Tiltak for å redusere setning av fyllinger (inkl. landkar)</i>	side	42
5.6	Påhengskrefter	side	43
5.7	Stabilitet	side	44

VEDLEGG

Vedlegg A1-A16	Skjærflater og inndata fra "Stabil"
Vedlegg B1-B2	Lagdelinger i Strømsø- og Bragernesløpet
Vedlegg B3	Setningsflater for fyllinger
Vedlegg B4	Typiske fyllingssnitt
Vedlegg B5	Setningsberegning for fundament, skisse
Vedlegg B6	Setningsflate for fundament
Vedlegg B7	Oversikt, inngangsdata til setningsberegningene
Vedlegg B8-B12	Utskrift av innfiler til SETN (geometri av fyllinger)
Vedlegg B13-B26	Utskrift av innfiler til SETN (geometri av fundamenter)

TABELLFORTEGNELSE

Tabell 1:	Setning av fylling på Strømsø	side	14
Tabell 2:	Setning av fylling på Holmen, PR920 - PR990	side	15
Tabell 3:	Setning av fylling på Holmen, PR980 - PR1050	side	16
Tabell 4:	Setning av fylling på Brakerøya ved bruk av ordinære fyllmasser	side	17
Tabell 5:	Setning av fylling på Brakerøya ved bruk av lette fyllmasser	side	18
Tabell 6:	Setning av fylling på Brakerøya ved bruk av superlette fyllmasser	side	19
Tabell 7:	Setning av fundamenter i Strømsøløpet	side	20
Tabell 8:	Setning av fundamenter i Bragernesløpet	side	21
Tabell 9:	Setning av fundamenter (forenklet beregning etter Peleveiledningen)	side	22
Tabell 10:	Sikkerhetsfaktor for fylling på Strømsø	side	24
Tabell 11:	Sikkerhetsfaktor for fylling på Holmen	side	25
Tabell 12:	Sikkerhetsfaktor for fylling på Brakerøya	side	25
Tabell 13:	Konsolideringsdybde som funksjon av tid og c_v	side	31
Tabell 14:	Setning i sandlaget for F8-F17 i Strømsøløpet (peler bare i sand)	side	33
Tabell 15:	Setning i sandlaget for F5 i Bragernesløpet (peler bare i sand)	side	35
Tabell 16:	Forventede setninger langs fyllingene	side	37
Tabell 17:	Forventede setninger i Strømsøløpet	side	38
Tabell 18:	Forventede setninger i Bragernesløpet	side	39

FIGURFORTEGNELSE

Figur 1:	Tøyningsfordeling under fylling på Strømsø	side	28
Figur 2:	Tøyningsfordeling under fylling på Holmen	side	29
Figur 3:	Tøyningsfordeling under fylling på Brakerøya	side	30
Figur 4:	Setningsutvikling med tiden på Brakerøya	side	32
Figur 5:	Tilleggsspenninger; teoretisk og etter Peleveiledningen	side	36

1. INNLEDNING

1.1 Prosjekt

Det skal bygges to nye jernbanebruer over Drammenselva.

Over Strømsøløpet skal det bygges enkeltsporet bru ca. 10 m nedstrøms for gammel bru, mellom gammel bru og vegbru fra Holmen til Strømsø. Lengden blir ca. 450 meter. Gammel bru skal bestå.

Over Bragernesløpet skal det bygges dobbeltsporet jernbanebru ca. 50 meter nedstrøms gammel bru. Den gamle jernbanebrua skal rives, bortsett fra enkelte fundamenter, som skal bevares av antikvariske hensyn. Lengden på ny bru blir 350 meter, dvs. det lengste av alternativene vurdert.

På Strømsøsiden skal nytt spor gå på fylling fram til Drammen stasjon. Fyllingen legges som utvidelse av gammel fylling.

På Brakerøya legges sporet på ny fylling, som går inn på gammel trasé omtrent der undergangen inn til Nationaltomten ligger i dag. Derfra går sporet videre på gammel fylling, som utvides for å ta ett ekstra spor.

1.2 Oppdrag

NSB Ingeniørtjenesten (BI) er engasjert av NSB Banedivisjonen Region Sør (BrS) til å forestå geoteknisk prosjektering for byggeplan. Det vises til avtale / kontrakt av 14.05.1993, objektnr. 090300 (BI) / 532213 (BrS).

BI har utført setnings- og stabilitetsberegninger, med utstrakt samarbeid med Abel Engh A/S når det gjelder dimensjonerende laster på fundamentene og fundamentenes utforming og plassering.

2. UTFØRTE BEREKNINGER

2.1 Setninger

Setningsberegningene omfatter kun primærsetninger av fyllinger og fundamenter.

2.1.1 Setning av fyllinger

Setninger er beregnet for fyllinger på Brakerøya, over Holmen og fra landkar på Strømsø siden og innover mot Drammen stasjon.

For fylling på Brakerøya er setningene beregnet for bruk av vanlige fyllmasser, lette masser (Leca), samt for kombinasjon av superlette masser (EPS) og lette masser.

Det er også gjort et overslag over tidsforløpet for setning av fyllingen på Brakerøya.

For fyllinger over Holmen og på Strømsø er det bare beregnet setninger for vanlige fyllmasser. Da fyllingene her tildels blir utvidelser av eksisterende fylling, vil det være en viss unøyaktighet i den eksakte størrelsen av ny fylling i de forskjellige profiler. Det har ikke vært tilgjengelig nøyaktige profileringsdata. Derved er størrelsen av setningene for fylling på Holmen og Strømsø noe mer usikker enn for Brakerøya. Sannsynligvis er tilleggslasten benyttet i beregningene noe overvurdert.

2.1.2 Setning av fundamenter

Det er utført setningsberegninger for en rekke fundamenter i Strømsø- og Bragernesløpet. Det er lagt vekt på å fange opp muligheten for differansesetninger mellom nabofundamenter i beregningene.

De setningsgivende lastene er i hovedsak hentet fra foreløpige beregninger utført av Abel Engh A/S. For fundamenter i Strømsøløpet er fundamentlasten beregnet ut fra tegninger i forprosjektet, og må antas å kunne endre seg noe.

2.2 Stabilitet

Stabilitetsberegninger er utført for stabilitet på langs av fyllingen mot utglidning i retning elva. Dette er gjort for fylling på Strømsø og Brakerøya. Dessuten er det beregnet stabilitet mot utglidning på tvers av fyllingen utenfor landkar på Holmen, da det her skal fylles noe ut i Bragernesløpet for å lage gangvei.

3. BEREGNINGSGRUNNLAG

3.1 Datagrunnlag

Beregningene baserer seg på resultatene fra grunnundersøkelser med tilhørende laboratorieforsøk, som beskrevet i NSB Ingeniørtjenestens rapport Gk4407-1 av 12.02.1993. Feltarbeidet ble utført i tidsrommet desember 1992 - februar 1993.

Lagdelinger og jordartsparmetre benyttet i beregningene er valgt ut fra disse undersøkelsene. Lagdeling ved fundamentene er oppsummert i vedlegg B1 og B2.

Det er tatt sikte på å gjøre beregninger for et spekter av jordartsparmetre som vil gi en sannsynlig øvre og nedre grense for setninger av fyllinger og fundamenter.

3.2 Oppsummering av grunnforholdene

Det er for nær sagt hele strekningen Brakerøya - Drammen st. påvist et topplag av varierende mektighet over et tykt leirlag som antagelig fortsetter til fjell, evt. morene. Topplaget består av finsand, sand og grus, og er generelt løst lagret, til dels fastere lagret i dybden. Lagtykkelsen varierer fra få meter inne på Brakerøya til over 40 meter på Holmen, og avtar til 10-12 meter på Strømsø. På land på Brakerøya og Strømsø er det fylt ut med blandede masser over tidligere elvebunn. Dette laget har varierende tykkelse, på Brakerøya maksimalt 4 meter.

Det er ikke påvist fjell i noe punkt på strekningen, selv ved sondering til over 60 meter.

Leirlaget er av middels fasthet, og det er ikke påtruffet kvikkleire. På Brakerøya er det til dels funnet bløt leire.

3.3 Beregningsmetoder

Vanlige geotekniske beregningsmetoder er anvendt. Det er gjort en rekke forenklinger og tilnærminger for å kunne utføre beregningene. Dessuten er det benyttet programvare som stiller sine spesielle krav til inngangsparametre.

3.3.1 Generelt om setningsberegninger

Bare egenlast fra fyllinger, fundamenter/pillarer og bru er antatt setningsgivende, mens variabel last (trafikklast fra tog, evt. naturlaster) er holdt utenfor. Det er benyttet en lastfaktor på 1.0 ved setningsberegningene, dvs. bruksgrensetilstand.

Setningsberegningene er for en stor del utført ved hjelp av NOTEBYs beregningsprogram SETN, som er basert på Janbus modulprinsipp og vanlig teori

for spenningsfordeling i dybden. Ved bruk av dette programmet tilnærmes fundamenter og fyllinger som rektangulære lastflater. Lasten regnes konstant over hver enkelt flate.

3.3.2 Beregningsmetode for fyllinger

Setning av fyllinger er beregnet ved å inndelegge lengdeaksen av fyllingen i passende deler. Fyllingshøyden er regnet konstant for hver enkelt del, slik at tilleggslasten er antatt konstant over en strekning på 10-90 meter langs fyllingen. For å ta vare på lavere last fra fyllingsskråningene, er totallasten fra disse beregnet, og midlet over skråningsbredden. Dette innebærer altså en forenkling i forhold til at tilleggslasten egentlig varierer på tvers av skråningen.

For prosjektert fylling fra PR500 til PR520 er fyllingen eksempelvis beskrevet ved tre lastflater:

- en for venstre sideskråning
- en for del av fylling under formasjonsplanet
- en for høyre sideskråning.

Disse tre lastflatene har alle en lengde (i kjøreretningen) på $(520-500) = 20$ meter. Bredden for midten av fyllingen er satt til 11.5 meter (normalprofil for dobbeltspor), mens bredden av sideskråningene er avhengig av fyllingshøyden:

$$\text{bredde} = 1.5 \times (\text{formasjonsplanets høyde over dagens terreng})$$

Beregningsprogrammet SETN kan regne med 19 lastflater på en gang. Dette innebærer at setningene f.eks. kan beregnes for 6 fyllingsbiter á 3 lastflater som beskrevet foran i en enkelt operasjon. For den benyttede inndeling vil dette innebære en strekning på over 100 meter fylling. I vedlegg B3 er det vist et eksempel på modellering av en fyllingsstrekning ved hjelp av 18 lastflater.

Lasten er beregnet ut fra "normale" verdier for romvekt av fyllmassene. For midtdelen av fyllingen er medtatt også last fra ballastpukk, som er fordelt over hele formasjonsplanets bredde. For grunnen under fyllingen er det tatt utgangspunkt i målte romvekter fra opphentede prøver.

For fylling inntil gammel fylling på Holmen og Strømsø er det til dels bare benyttet en enkelt lastflate, med konstant last over hele bredden. Tilleggslasten fra fyllingen er da antatt overslagsmessig, grunnet noe mangelfulle data vedrørende tverrprofiler. Vedlegg B8-B12 viser lastflatene i SETN for samtlige fyllinger.

3.3.3 Beregningsmetode for fundamenter

Fundamentene må plasseres på svevende peler, og setningene skal derfor beregnes som for en pelgruppe. Peleveiledningen (1991) gir anledning til å beregne

setningene av en pelgruppe som for et tenkt sålefundament plassert 2/3 ned langs pelene. Dette er benyttet for fundamenter på peler som går ned i leire. I tillegg angir Vegvesenets håndbok 014 (1991) en mulighet for å legge det tenkte sålefundamentet i dybde 3/4 av pellenes lengde hvis pelene står i sand. Dette er lagt til grunn for beregningene. Prinsippet er skissert i vedlegg B5.

Pelens retning, lengde og plassering er sammen med fundamentenes størrelse og setningsgivende last avgjørende for setningene. Pelens retninger er ikke endelig bestemt. For de fleste fundamenter er det antatt at pelene skråner med helning 4:1 på tvers av senterlinjen. Dette betyr at det tenkte sålefundament 2/3 eller 3/4 ned på pelene vil få et større areal enn selve fundamentet. Dette er vist i vedlegg B6.

Beregning av setninger for fundamentene er gjort på noe usikkert grunnlag, i og med at brua ikke er ferdigprosjektert på rapporteringstidspunktet. Dette innebærer at de endelige laster fra bruspenn, pillarer og fundamenter kan komme til å bli noe endret. Dessuten har det heller ikke vært tilgjengelig data for fundamentlast i Strømsløpet fra forprosjektet. Disse lastene er derfor beregnet ut fra foreløpige tegninger. Generelt gjelder at fundamentene ikke er ferdig prosjektert på rapporteringstidspunktet.

Det er også for beregning av fundamentsetningene benyttet beregningsprogrammet SETN. Dette innebærer at det er benyttet en annen (teoretisk mer riktig) spenningsfordeling enn den tilnærmete i Peleveiledningen.

Det tenkte sålefundament i dybden er modellert med utgangspunkt i pelens antatte lengde og helning. Det er forutsatt at pelene plasseres slik at lasten fordeles utover hele flaten.

For H-fundamentene i Strømsløpet (fundament 8-13) er det antatt at det plasseres peler også på midtre del av fundamentet. Sålefundamentet er modellert ved hjelp av tre lastflater i SETN. Rektangulære fundamenter er modellert ved hjelp av en enkelt flate. Lastflatene for samtlige fundamenter er vist i vedlegg B13-B26.

Setningene er beregnet for flere punkter under det tenkte sålefundament. I og med at fundamentet og pelgruppen må anses å være stift, er den resulterende setningen beregnet som et veiet middel av setningene for utvalgte punkter.

Noen beregninger av fundamentsetninger er også utført helt etter den tilnærmede metoden i Peleveiledningen.

3.3.4 Stabilitetsberegninger

Det er regnet stabilitet på effektiv- og totalspenningsbasis, og også med poreovertrykk i leirlag.

Stabilitetsberegningene er utført for stabilitet av fylling bestående av vanlige og

lette masser (Leca) på Brakerøya, og bare for fylling bestående av ordinære fyllmasser ellers. Last fra tog på dobbeltspor er tatt med ved beregningene.

Det er ikke tatt hensyn til sidekrefter langs en smal linjelast ved beregningene, noe som generelt vil gi noe lavere beregnet enn virkelig sikkerhet.

Ved beregningene er benyttet NOTEBYs program for stabilitetsberegning, STABIL. Dette programmet beregner stabilitet ved lamellemetoden, det vil si at skjærkrefter i snitt mellom de tenkte lameller inkluderes i beregningen. Et typisk glidesnitt velges grafisk eller ved hjelp av koordinater, og sikkerheten beregnes. Glidesnittets geometri justeres deretter inntil den laveste sikkerheten oppnås.

4 BEREGNINGSRESULTATER

Resultatene av stabilitets- og setningsberegninger presenteres her uten å gå i dybden med kommentarer. Det vises til 3. kapittel, "Beregningsgrunnlag", for nærmere beskrivelse av hvordan beregningene er utført, og til 5. kapittel, "Kommentarer", for en mer utførlig drøfting.

4.1 Setninger

4.1.1 Setning av fyllinger

Setningene av de prosjekterte fyllinger er beregnet for senterlinjen av lastflatene benyttet i beregningsprogram. For Brakerøya er denne sammenfallende med senterlinje av traséen. For Strømsø og Holmen er det noe avvik, grunnet at fyllingen slår ut mot gammel fylling. Oppbygging av fylling av tunge, lette og superlette masser er vist i vedlegg B4. Denne oppbygging ligger til grunn for beregning av lasten fra fyllingene.

Resultatene er vist i tabeller over setningens variasjon langs fyllingsprofilene.

For beregninger på Brakerøya er modultallet i sand holdt konstant $m=150$. Modul i overkonsolidert leire er satt til 4000 kPa. For Strømsø og Holmen er modultallet i sand variert, fra $m=100$ til $m=200$, mens det etter nye vurderinger er benyttet en modul for overkonsolidert leire på 8000 kPa.

Drammen st. - Strømsø

Setningene for fylling på Strømsø er beregnet overslagsmessig for strekning fra landkar (PR1650) til PR1770. For denne strekningen er det bare beregnet setninger ved bruk av vanlige fyllmasser.

Tabell 1 viser de beregnede setninger for fyllingen på Strømsø.

De beregnede setningene er størst noe bakenfor landkaret. Ved det mest pessimistiske anslag for deformasjonsparametre blir setningen for PR1650 til PR1680 av størrelse 25-30 cm. Fyllingshøyden er størst på dette partiet av fyllingen, med en terrenghøyde til dels under kote 0, og sporhøyde på godt og vel kote 6.

De beregnede setninger avtar gradvis mot Drammen st., men er betydelige også ved PR1750 - PR1770, anslagsvis 16-18 cm ved det mest pessimistiske valg av parametre ($m_{\text{sand}}=100$, NC leire, $m_{\text{leire}}=15$).

Ved en mer optimistisk antagelse av parametrene ($m_{\text{sand}}=200$, OC leire, $M_{\text{leire}}=8000\text{kPa}$), blir de beregnede setninger omlag halvert for hele strekningen.

Setning av fylling på Strømsø, PR1650 - PR1770								
	Normalkonsolidert				Overkonsolidert M = 8000, p' _c = 50 kPa			
m _{sand}	100		200		100		200	
m _{leire}	15	20	15	20	15	20	15	20
Profil	-	-	-	-	-	-	-	-
1650	176	145	149	118	115	115	88	88
1660	269	224	223	178	178	178	132	132
1670	286	238	240	192	189	189	142	142
1680	257	213	218	173	169	169	129	129
1690	219	180	188	149	143	143	112	112
1700	206	169	175	139	136	136	106	106
1710	200	165	170	135	133	133	102	102
1720	196	162	166	132	130	130	100	100
1730	193	160	163	130	128	128	98	98
1740	189	157	159	127	125	125	95	95
1750	181	151	151	121	120	120	90	90
1760	162	136	133	107	109	109	80	80
1770	103	85	86	69	68	68	52	52

Tabell 1: Setning av fylling på Strømsø

Holmen

Deler av fyllingen over Holmen vil slå ut mot gammel fylling. Mot landkar ved Bragernesløpet er fyllingshøyden størst, og i tillegg er det her liten "overlapping" mellom gammel og ny fylling. De største setningene kommer derfor i området fra landkaret og innover på Holmen. Resultatene er vist i tabell 2 (PR920 - PR990) og tabell 3 (PR980 - PR 1050).

Det mektige sandlaget på Holmen har ved sonderingene vist seg å være svært løst lagret. Den mest pessimistiske antagelse (m_{sand}=100, m_{leire}=15, NC leire) vil gi setninger på godt og vel 25 cm for strekningen PR930 (10 meter bak landkaret) og fram til PR970. Svært mye av setningene vil komme i sandlaget. Ved PR930 vil så mye som 17 av totalt 26 cm komme i sandlaget. Ved antatt modultall på m=200 for sand, vil fremdeles 9 cm av setning på 17 cm foregå i sandlaget ved de samme

antagelser. Det er derfor grunn til å forvente relativt store setninger for fyllingen på Holmen, med setning på minst 15 cm for strekningen bak landkar ved Bragernesløpet og fram til PR970. Setningene vil så avta innover Holmen, og være av størrelse 5-10 cm fram til PR1050.

Setning av fylling på Holmen, senterlinje, PR 920 - PR 990								
	normalkonsolidert				overkonsolidert, M=8000, p' _c =50kPa			
m _{sand}	100		200		100		200	
m _{leire}	15	20	15	20	15	20	15	20
PR 920	176	158	125	106	161	161	110	110
PR 930	264	241	179	155	244	244	159	159
PR 940	273	247	188	162	251	251	166	166
PR 950	263	237	184	158	241	241	162	162
PR 960	248	224	173	149	228	228	153	153
PR 970	225	203	155	134	207	207	137	137
PR 980	178	161	123	106	164	164	109	109
PR 985	142	128	101	86	131	131	89	89
PR 990	100	88	75	62	91	91	65	65

Tabell 2: Setning av fylling på Holmen, PR920 - PR990

Setning av fylling på Holmen, senterlinje, PR 980 - PR 1050								
	normalkonsolidert				overkonsolidert, M=8000, p' _c =50kPa			
m _{sand}	100		200		100		200	
m _{leire}	15	20	15	20	15	20	15	20
PR 980	59	54	38	34	55	55	35	35
PR 990	75	69	49	43	70	70	44	44
PR 1000	70	63	48	42	64	64	42	42
PR 1010	83	76	56	49	77	77	50	50
PR 1020	100	92	65	57	93	93	58	58
PR 1030	96	89	62	55	90	90	56	56
PR 1040	73	67	48	42	68	68	43	43
PR 1050	44	40	31	27	41	41	27	27

Tabell 3: Setning av fylling på Holmen, PR980 - PR1050

Brakerøya

Det refereres i dette avsnitt til setning i senterlinje av fylling. Setningene i ytterkant av fyllingen vil være noe mindre, anslagsvis 1/2 til 2/3 av setning langs senterlinje.

Det er på Brakerøya regnet med at sandlaget har modultall $m=150$.

Tabell 4, 5 og 6 viser de beregnede setninger for forskjellige typer fyllmasser: Ordinære fyllmasser (sprengstein / sand / grus), lette fyllmasser (Leca) og fylling med kjerne av superlette masser (EPS).

Tabellene er inndelt i to deler, da beregningene er utført i to operasjoner: En beregning for PR580-PR480, og en beregning for PR480 til PR400. Beregningsmetoden gjør at setningene rundt PR480 beregningsmessig er noe for lave.

Generelt gjelder at de beregningsmessige setningene avtar jevnt fra noe bakenfor landkar ved Bragernesløpet og innover land på Brakerøya. Setningene er generelt størst 20-30 meter inn fra landkaret ved Bragernesløpet, og minst ved overgang mellom gammel og ny fylling inne på Brakerøya.

Setning av fylling på Brakerøya [mm]											
vanlige fyllmasser		Profil [nr.]									
m	p'c	580	560	540	520	500	480	460	440	420	400
15	80	326	386	403	409	375	283				
15	50	326	387	406	421	385	285				
18	80	326	386	403	409	375	283				
18	50	326	386	404	416	381	283				
15	80						264	303	320	291	238
18	80						264	303	320	291	238
15	50						266	305	327	294	241
18	50						265	304	325	294	240
15	0						367	406	472	488	448
8	0						309	342	396	408	374

Tabell 4: Setning av fylling på Brakerøya ved bruk av ordinære fyllmasser

Setningene ved bruk av vanlige masser blir store, rundt 40 cm for de største fyllingshøyder, og avtagende til 20-25 cm innover Brakerøya.

Setning av fylling på Brakerøya [mm]											
lette masser		Profil [nr.]									
m	p'c	580	560	540	520	500	480	460	440	420	400
15	80	147	175	184	188	175	136				
15	50	147	175	184	188	175	136				
18	80	147	175	184	188	175	136				
18	50	147	175	184	188	175	136				
15	80						130	151	159	149	124
18	80						130	151	159	149	124
15	50						130	151	159	149	124
18	50						130	151	159	149	124
15	0						190	213	250	270	252
18	0						160	179	210	226	210

Tabell 5: Setning av fylling på Brakerøya ved bruk av lette fyllmasser

Bruk av Leca i fyllingen vil redusere setningene til under 20 cm maksimalt for de valgte setningsparametre, avtagende innover Brakerøya til ca. 15 cm.

Setning av fylling på Brakerøya [mm]											
super- lette masser		Profil [nr.]									
m	p'c	580	560	540	520	500	480	460	440	420	400
15	80	112	133	137	138	126	94				
15	50	112	133	137	138	126	94				
18	80	112	133	137	138	126	94				
18	50	112	133	137	138	126	94				
15	80						86	99	104	92	74
18	80						86	99	104	92	74
15	50						86	99	104	92	74
18	50						86	99	104	92	74
15	0						129	142	167	171	156
18	0						108	120	140	143	130

Tabell 6: Setning av fylling på Brakerøya ved bruk av superlette fyllmasser

Ved å legge en kjerne av superlette masser av 2.5 meters mektighet i fyllingen, vil setningene komme ned på 14 cm på det meste, avtagende til under 10 cm innover på Brakerøya.

Typiske fyllingssnitt er skissert i vedlegg B4.

4.1.2 Setning av fundamenter

Setningene er beregnet etter Peleveiledningens anbefalinger, med en mer nøyaktig spenningsfordeling. For kontrollens skyld er det utført beregninger også med den forenklede metode foreslått i PV (se kapittel 3 for beskrivelse av metodene).

Det er ikke beregnet setninger for samtlige fundamenter. Det er valgt å beregne setningene der det er store variasjoner i laster og grunnforhold mellom nabofundamenter. Det var forventet at overgangen mellom fundamentering med peler gjennom sandlaget ned i leire og fundamentering på peler bare i sand, ville kunne gi problematiske differansesetninger. Diskusjon av dette gjøres i kapittel 5. Det er ikke regnet setninger for landkar, fordi løsningen for disse ikke har vært avklart. Utførte beregninger med forutsetninger er oppsummert i vedlegg B7.

Strømsøløpet

Setningene er beregnet for en rekke fundamenter i Strømsøløpet. Tabell 7 gir en samlet oversikt over beregningsresultatene.

Setning av fundamenter i Strømsøløpet [mm]								
Leire:	Normalkonsolidert				Overkonsolidert, M=8000, p' _c =50 kPa			
m _{leire}	15	20			15	20		
F3	63	47			53	53		
F7	79	59			65	65		
F8	87	66			72	71		
Sand	m _{sand}							
	100	200	100	200	100	200	100	200
	135	123	107	96	80	68	80	68
F9	113	97	92	77	82	67	82	67
F10	86	75	70	59	65	55	65	55
F12	73	63	59	49	59	49	59	49
F13	71	60	58	46	60	46	60	46
F16	51	35	44	33	44	33	44	33
F17	28	22	24	18	25	18	25	18

Tabell 7: Setning av fundamenter i Strømsøløpet

Tabell 7 skal forstås slik at modultall for leire gjelder ned gjennom hele tabellen. Modultall for sand gjelder f.o.m. F8, og da i kombinasjon med det modultall for leire som gjelder for kolonnen.

De beregnede setninger for de forskjellige fundamenter avhenger sterkt av valgte parametre. Yttergrensene er 2 og 14 cm, beregnet henholdsvis for F17 og F8. Like parametervalg samler imidlertid setningene for de forskjellige fundamenter innenfor et langt mindre spekter, særlig om leirlaget antas overkonsolidert. Ved antagelse om overkonsolidering på 50 kPa, vil ingen av fundamentene sette seg mer enn ca. 8 cm, selv ikke med modultall så lavt som $m=100$ i sandlaget.

Generelt gjelder det at setningene er minst for fundamentene på Holmen, bare 2-3 cm for fundament 17. Størst er setningene for fundamentene F8 og F9. Så avtar setningene noe videre bortover mot Strømsø. Setningene er likevel beregnet å bli langt større for F3 (Strømsø) enn for F17 (Holmen).

Bragerøysløpet

Det er regnet setninger for fundament 2, 3, 4 og 5 i Bragerøysløpet. Tabell 8 oppsummerer beregningsresultatene. Modultall for leire gjelder, som for tabell 7, gjennom hele tabellen, og i kombinasjon med modultall for sandlaget f.o.m. F4.

Setning av fundamenter i Bragerøysløpet [mm]								
Leire:		Normalkonsolidert				Overkonsolidert, M=8000, $p'_c=50$ kPa		
m_{leire}		15		20		15		20
F2		83		62		73		-
F3		109		81		95		94
F4	Alt.1	100		75		86		86
	Alt.2	103		71		84		84
m_{sand}		100	200	100	200	100	200	100 200
F5		101	89	81	70	70	59	70 59

Tabell 8: Setning av fundamenter i Bragerøysløpet

Setningene blir betydelige også for fundamenter i Bragerøysløpet. Yttergrenser for de beregnede verdier er 6 og 11 cm. Det er imidlertid ikke så stor variasjon mellom fundamentene når det benyttes like deformasjonsparametre. Variasjonen innsnevres f.eks. til mellom 8 og 11 cm for normalkonsolidert leire, og mellom 6 og 10 cm for overkonsolidert del av tabellen.

De to alternativene for F4 representerer to ulike antagelser om pelenes retning, og derved om lastflaten. For alt.1 er pelene antatt å få helning på tvers av senterlinjen, mens det for alt.2 er antatt en helning både på tvers og på langs av senterlinje. Det blir imidlertid svært liten forskjell på alternativene.

Også F5 vil trolig få peler som skrår både på tvers og på langs av kjøreretningen. I beregningene er det bare tatt hensyn til helning på tvers av kjøreretningen.

NB: Det vil trolig bli store endringer av størrelsen på noen fundamenter i Strømsløpet i forhold til forprosjektet. Konsekvensene av dette er kommentert i kapittel 5.

Beregning etter Peleveiledningen

Tabell 9 viser resultatet av kontrollberegninger av setning for noen fundamenter. Beregningene er utført etter Peleveiledningens metode, og gir resultater som ikke avviker særlig mye fra de utførte beregninger.

Fundament 3 i Strømsløpet og fundament 2 i Bragernesløpet står på peler ned i leire. Den beregningsmessige lastflaten ligger derfor under sandlaget. De øvrige fundamenter i tabell 8 står på peler i sandlaget. Modultall for leire gjelder altså ned gjennom hele tabellen, mens modultall for sand bare gjelder F13 (Strømsløpet) og F5 (Bragernesløpet).

Setning av fundamenter [mm] Peleveiledningens forenklete metode								
leire	Normalkonsolidert				Overkonsolidert M = 8000, p'c = 50 kPa			
m _{leire}	15		20		15		20	
Strømsøsløpet								
F3	90		68		56		56	
m _{sand}	100	200	100	200	100	200	100	200
F13	38	20	38	20	38	20	38	20
Bragernesløpet								
F2	89		71		83		76	
m _{sand}	100	200	100	200	100	200	100	200
F5	105	80	90	66	71	47	71	47

Tabell 9: Setning av fundamenter (forenklet beregning etter Peleveiledningen)

Størst forskjell mellom Peleveiledningens metode og de øvrige utførte beregninger er funnet for fundament 13 i Strømsøløpet.

Årsaken til den store forskjellen mellom metodene blir diskutert i kapittel 5.3.3. Det bringes der også figurer som viser spennings- og tøyningfordeling ved beregning etter Peleveiledningen, samt for beregning ved hjelp av SETN.

4.2 Stabilitet av fyllinger

Det er regnet stabilitet på langs av fyllingene og ut i elva på Brakerøya, Strømsø og Holmen (mot Bragernesløpet). Det er ikke gjort beregninger av stabilitet på tvers av fyllingene, da denne etter enkle betraktninger anses tilfredsstillende.

Som vedlegg er tatt med programutskrift som viser skjærflater fra beregningene.

4.2.1 Stabilitet Strømsø

Stabilitetsberegningen er gjort for senterlinje av nytt spor. Det er bare regnet på stabilitet ved bruk av vanlige fyllmasser.

Tabell 10 viser stabiliteten for effektiv- og totalspenningsanalyse.

	Effektivspenning $a-\phi$ Sikkerhetsfaktor F_s	Totalspenning S_u Sikkerhetsfaktor F_s
Ordinære masser i fylling (korrekt toglast)	1,93	1,52

Tabell 10: Sikkerhetsfaktor for fylling på Strømsø

Stabiliteten av fyllingen for utglidning i fyllingens lengderetning mot elva er god, både på effektiv- og totalspenningsbasis. Minst sikkerhet gir relativt dype glidesnitt på totalspenningsbasis.

Laveste oppnådde sikkerhetsfaktor var 1.52 for totalspenningsanalyse, og 1.93 for effektivspenningsanalyse. Sikkerheten må derved sies å være god.

4.2.2 Stabilitet Holmen / Bragernesløpet

En mindre utfylling ut i Bragernesløpet ved landkar på Holmen vil bli foretatt for å lage gangvei i forbindelse med Drammen kommunes planer i området. Derfor er stabiliteten på tvers av fyllingen ved landkaret beregnet.

Det er bare regnet på stabilitet ved bruk av vanlige fyllmasser, og bare med effektivspenninger, da sandlaget her er mektig. Tabell 11 viser beregnet sikkerhet for typiske glidesnitt. Den laveste oppnådde sikkerhetsfaktor var 1.53 (inkludert toglast).

	Effektivspenning $a-\phi$ Sikkerhetsfaktor F_s
Ordinære masser i fylling (korrekt toglast)	1,53

Tabell 11: Sikkerhetsfaktor for fylling på Holmen

4.2.3 Stabilitet Brakerøya

Fyllingshøyden på Brakerøya er stor, umiddelbart bakenfor landkar helt opp i 6-7 meter. Stabiliteten for aktuelle glidesnitt ut i Bragernesløpet på langs av fyllingen er beregnet for fylling av ordinære og lette fyllmasser.

Tabell 12 viser oppnådde sikkerhetsfaktorer ved de undersøkte glidesnitt.

	Effektivspenning $a-\phi$ Sikkerhetsfaktor F_s	Totalspenning S_u Sikkerhetsfaktor F_s
Ordinære masser i fylling (med for høy toglast)	1,33	1,97
Ordinære masser i fylling (korrekt toglast)	-	2,81
Lette masser i fylling (med for høy toglast)	-	2,11

Tabell 12: Sikkerhetsfaktor for fylling på Brakerøya

Den lavest oppnådde sikkerhetsfaktor er ved effektivspenningsanalyse funnet å være 1.33, mens laveste verdi er 1.97 ved totalspenningsanalyse.

5 Kommentarer

Resultatene presentert i kapittel 4 trenger utfyllende kommentarer. Det knyttes i dette kapittel kommentarer til beregningsresultatene vedrørende parametervalg, tidsforløp av setningene, differansesetninger samt evt. setningsreduserende tiltak. Dessuten gjøres en sammenligning mellom beregningsresultatene og setningsmålinger for motorvegbrua. Denne krysser Drammenselva i samme område (bygget 1972), og målingene har gitt noen overraskelser.

5.1 Vurdering av parametervalg og beregningsmetoder

5.1.1 Vurdering av parametervalg

En viss overkonsolidering av leira synes å være riktig ut fra ødometerforsøk. Overkonsolideringen varierer noe i ødometerforsøkene, men en overkonsolidering på 50 kPa ser ut til å kunne påregnes.

Modulen M i leire er endret noe underveis i beregningene. Innledningsvis (på Brakerøya) ble modul $M=4000$ antatt, noe konservativt. Etter en nærmere vurdering er $M=8000$ benyttet i øvrige beregninger. Dette kan rettferdiggjøres ved at in situ vertikalspenning tilsier en normalkonsolidert modul i denne størrelsesorden, slik at $M=4000$ blir noe lavt.

Modultallet m for leire varierer mye i ødometerforsøkene, med m fra 12 opp mot 30. I gjennomsnitt ser det ikke ut til å være grunn til å legge seg lavere enn 15.

For sandlaget vil de opptatte prøver være forstyrret, slik at in situ modultall m for sand er ukjent. Sandlaget er løst lagret, og må derfor antas relativt lavt under fyllinger. Modultallet vil være meget avhengig av den komprimering som skjer ved ramming av et større antall peler. Det er slett ikke umulig at modultallet m kan regnes å ha verdien 200 under fundamenter.

5.1.2 Diskusjon av beregningsmetode for fundamenter

Setningsberegningene for fundamenter på svevende peler er basert på overslagsmessige metoder anbefalt i Peleveiledningen. Metodene er igjen basert på erfaringsdata. Det skal her diskuteres hvilken betydning dette har for de aktuelle beregninger.

Det er antatt at setningene, p.g.a. at pelene fører lastene ned, kan sies å foregå dypere ned i grunnen. Dette virker rimelig, men det oppstår straks tolkningsproblemer: Beregningsmessig vil det være uten betydning om det er sand eller leire i topplaget hvis setningsflaten etter Peleveiledningen ligger under laggrensen sand / leire. Dette virker umiddelbart urimelig, i det en skulle formode at setningene reelt sett ville reduseres med et sandlag på toppen.

Det må derfor kunne antas at setningsberegningene presentert i denne rapporten gir noe pessimistiske resultater. Setningene kan forventes å bli noe mindre enn beregnet.

Det kunne i tråd med denne tankegangen tenkes en mer kompleks beregningsmodell, hvor lastpåføringen langs pelen i brukstilstand ble antatt/beregnet ut fra sidefriksjon/spissmotstand. Da vil spenningene i utvalgte snitt nedover i jordlagene framkomme som sum av bidragene fra lastpåføring i snitt høyere opp. Dette ville sannsynligvis resultere i mindre beregnede setninger enn resultatene presentert her, avhengig av sandlagets tykkelse og deformasjonsegenskaper, samt av antagelser om fordeling av friksjonskrefter langs pelene.

5.2 Setning av fyllinger

5.2.1 Generelt

Setningene er beregnet til stor dybde. Det er ikke kjent hvor dypt det er til fjell i området. Det er gjennomgående regnet med et leirlag på omkring 50-60 meter under sandlaget.

For fyllingene på Strømsø og Holmen gjelder følgende:

- Den eksakte utforming av fyllingene har ikke vært tilgjengelig ved beregningene.
- Nåværende fylling vil til en viss grad ha konsolidert grunnen under prosjektert fylling.

Som følge av dette er de beregnede setninger for fyllinger på Strømsø og Holmen trolig noe overdrevet.

I tillegg gjøres det igjen oppmerksom på at krefter på landkar samt løsning for opptak av bremsekrefter er uavklart på rapporteringstidspunktet. Setning av landkar og fylling i tilknytning til landkar / friksjonsplate vil derfor avhenge av dette.

5.2.2 Fylling på Strømsø

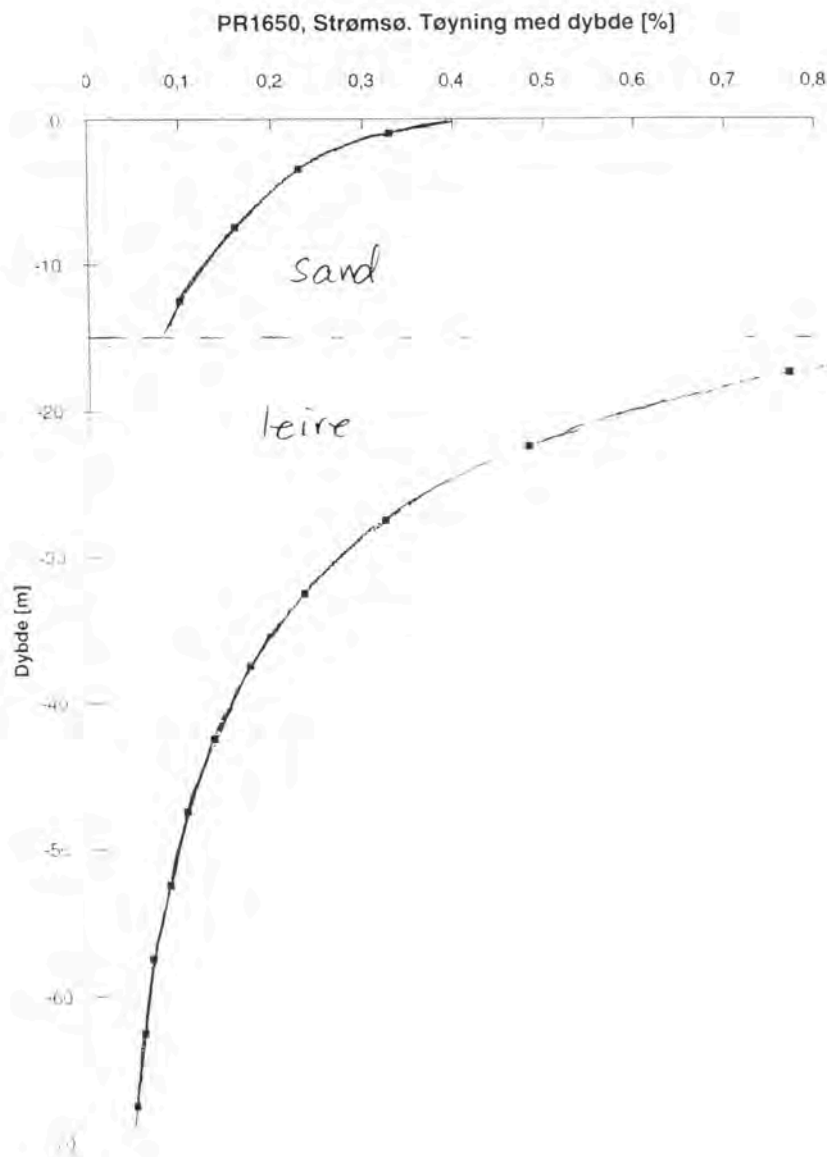
Setningene innover land på Strømsø må, trass i forbehold om at setningene er noe overdrevet, antas å bli relativt store. Dette gjelder i særlig grad rett bak landkaret.

Ny fylling vil slå ut mot gammel fylling, og mektigheten av fyllingen er sannsynligvis noe overvurdert i beregningene. Manglende profileringsdata har gjort mer nøyaktige anslag for fyllingens mektighet vanskelig, og det er derfor valgt å heller overvurdere enn undervurdere tilleggslastene. Et element som også vil føre til at setningene her er overvurdert, er at den eksisterende fyllingen vil ha konsolidert grunnen noe, mest under gammel senterlinje for sporet, og i avtagende grad lateralt.

Setningene i sand utgjør ca. 1/3 av de totale setningene. Dette betyr at 5-10 cm av

setningene vil komme raskt, mens de resterende 15-20 cm kommer meget langsomt. Det må påregnes at fyllingen vil sette seg langsomt og vedvarende i mange år framover, etter hvert som det mektige leirlaget konsolideres.

Figur 1 viser tøyningsfordeling med dybden under fyllingen for PR1670.



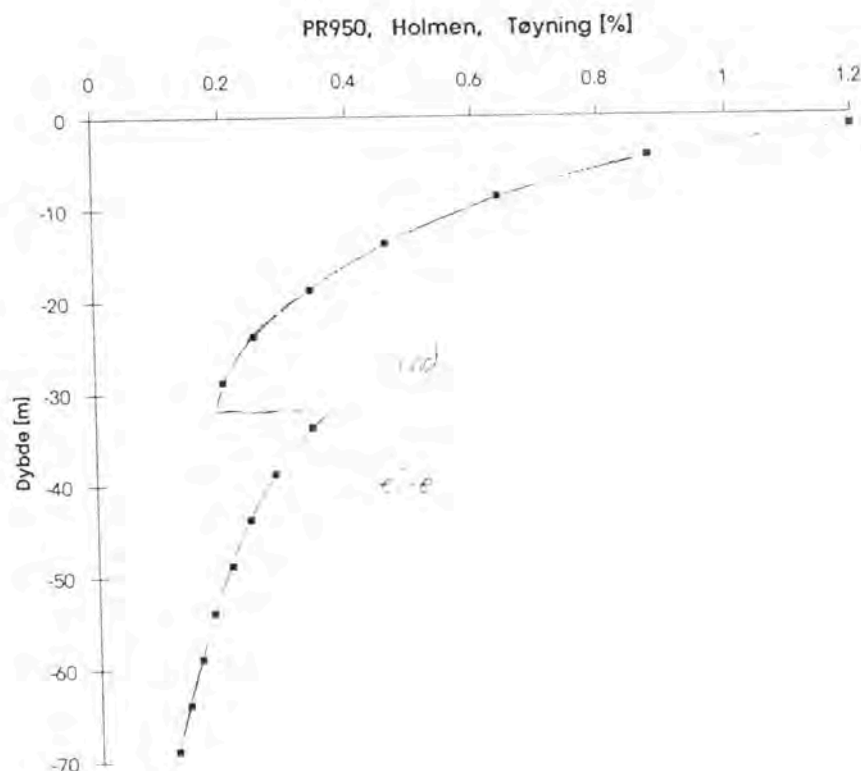
Figur 1: Tøyningsfordeling under fylling på Strømsø

5.2.3 Fylling på Holmen

Setningene vil også for deler av fylling på Holmen kunne bli store. Den prosjekterte fyllingshøyden varierer en del langs strekningen, og partiene vil kunne sette seg ujevnt. Fra PR1050 og mot landkar ved Strømsøløpet er det ikke beregnet setninger, og det er antatt at setningene på dette partiet vil være uproblematisk. Det kan således være grunn til å vurdere å legge inn lette masser fra landkar ved Bragernesløpet og innover Holmen, slik at setningsdifferansene reduseres.

Som for fylling på Strømsø gjelder her at gammel fylling vil ha konsolidert grunnen noe, og at tilleggslastene er grovt anslått. Dette betyr at setningene sannsynligvis er noe overvurdert i beregningene.

Figur 2 viser at mektigheten av sandlaget gjør at det blir relativt mindre setning i leirlaget på Holmen (PR enn på Strømsø (og Brakerøya). Det betyr samtidig at en mindre del av setningene vil komme som langtidssetninger.



Figur 2: Tøyningsfordeling under fylling på Holmen

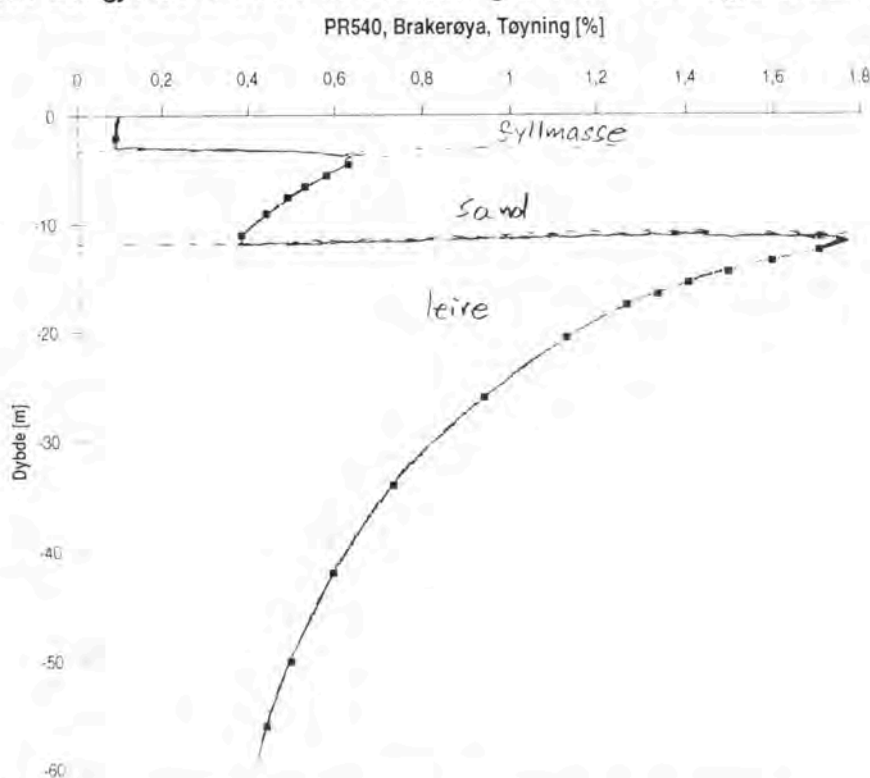
5.2.4 Fylling på Brakerøya

Beregningene for fylling på Brakerøya er de "sikreste" av setningsberegningene for fyllinger. Her skal store deler av strekningen legges ut uten å slå ut mot gammel fylling.

Fyllingen er den mektigste på den prosjekterte strekningen, og får en bredde på over 30 meter på de høyeste partiene. Dette gjør at tilleggsspenningene blir betydelige også langt ned i jordlagene. Derfor vil setningene beregningsmessig bli betydelig større enn for fyllingene på Strømsø og Holmen, selv om deler av disse fyllingene er like høye.

Figur 3 viser tøyingsfordelingen under senterlinje av fyllingen (vanlige fyllmasser). Det meste av setningen vil foregå i leirlaget, og tøyningen er betydelig ned til stor dybde. Det innebærer at setning pr. år bare avtar meget langsomt, etter hvert som leirlaget konsolideres i dybden.

Det er klart at setningene ved bruk av ordinære fyllmasser blir for store til å være akseptable. Det er ikke funnet grunn til å tro at setningene er overvurdert i særlig grad. Derved må setningene, som beskrevet i kapittel 4, antas å bli opp mot 30-40 cm langs fyllingen. For å komme ned på akseptable setningsstørrelser må det vurderes bruk av lette og / eller superlette fyllmasser. Dette virker nødvendig selv om det gjøres bruk av forbelastning e.l. for å unnagjøre setninger før bygging.



Figur 3: Tøyingsfordeling under fylling på Brakerøya

5.2.5 Konsolideringsforløp på Brakerøya

Setningene vil, grunnet det mektige leirlaget under topplagene av fyllmasser og sand, utvikles svært langsomt. Det må påregnes at fyllingen (og brufundamentene) vil fortsette å sette seg i flere tiår.

Det er her overslagsmessig håndregnet på konsolidering av grunnen under fyllingen på Brakerøya, og med antagelse om henholdsvis ensidig og tosidig drenering. Det er ikke påvist at det finnes sikre, drenerende lag i dybden. Samtidig er det ved ensidig drenering ikke regnet med lateral drenering, noe som innebærer at konsolideringsforløpet kan ligge et sted mellom disse yttergrensene.

Konsolideringsprosessen er styrt av konsolideringskoeffisienten c_v . Tabell 13 viser hvor dypt ned leirlaget er ferdigkonsolidert etter forløpt tid ved forskjellige antagelser av c_v . Ødometerforsøkene gir ikke entydige tall for konsolideringskoeffisienten, men den antas å ligge i området 10-25 for leire.

Konsolidert dybde (primærsetning 100%) [meter]			
Forløpt tid	Konsolideringskoeffisient C_v		
[år]	10 [$m^2/år$]	15 [$m^2/år$]	20 [$m^2/år$]
0.833	0.91	1.12	1.29
0.25	1.58	1.94	2.24
0.5	2.24	2.74	3.16
1	3.16	3.87	4.47
2	4.47	5.48	6.32
3	5.48	6.71	7.75
5	7.07	8.66	10.00
10	10.00	12.25	14.14

Tabell 13: Konsolideringsdybde som funksjon av tid og c_v

Figur 4 viser setningenes tidsutvikling for PR540 på Brakerøya. Det er regnet med parametrene $m_{sand}=150$, $m_{leire}=15$ og $p'_c=50kPa$. Her er den beregnede totalsetningen ved avsluttet konsolidering beregnet til 40 cm, forutsatt tung fylling.

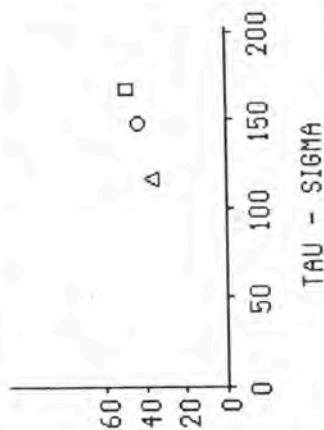
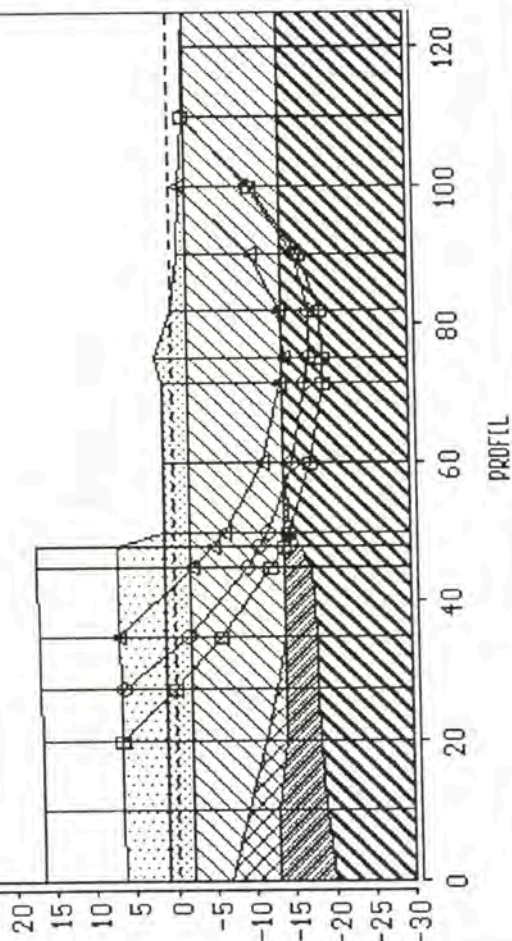
Setning i sandlaget er antatt å inntreffe "umiddelbart". Bare omkring 1/4 av totalsetningene kan likevel påregnes å være unnagjort det første året etter at fyllingen er lagt ut, og under halvparten for ensidig drenering etter 10 år. Ved tosidig drenering vil det etter ti år være gjort unna 3/5 av totalsetningene, mens

Dobbeltspor Brakerøya-Drammen
 Stabilitetsanalyse fylling Brakerøya
 Ordinære fyllmasser i fylling
 Su-analyse i leire, a-fi i sand
 Vertikallast $Q = 180 \text{ kN/m}$

STABIL

v. 1.3
 (c) NOTEBY A.S

ENDRE FLÅTE	SKRIV RESULTAT		
SETTE KREFTER	SLUTT		
BEREGNE FS	SKJÆR STYRKE		
	○	□	△
Ea	0.0	0.0	0.0
Ta	0.0	0.0	0.0
Eb	0.0	0.0	0.0
Tb	0.0	0.0	0.0
FS	*2.164	*1.968	*2.259



PROFIL DATA

Fra innfil : braker1

Dobbeltspor Brakerøya-Drammen
Stabilitetsanalyse fylling Brakerøya
Ordinære fyllmasser i fylling
Su-analyse i leire, a-fi i sand
Vertikallast $Q = 180 \text{ kN/m}$

Kommentarer til beregningen:

Følgende forutsetninger gjelder for kjøringen:

- Ikke tatt hensyn til stabiliserende effekt av at det regnes på en smal stripefylling.
- Toglasten som er fordelt med hhv. 100 kN/m og 80 kN/m på de to sporene er antatt samvirkende som 180 kN/m i sporets lengderetning.
- Det er ikke regnet poreovertrykk i noe lag.

Kontroll parametre :

Lameller	:	16	Romvekt vann	:	10.000
Lag	:	6	Trykklinje-høyde	:	0.330
Metode	:	1	Horisontal Akksel.	:	0.000
Side krefter opsjon	:	1	Grunnvann Nivå	:	0.000

Jord parametere :

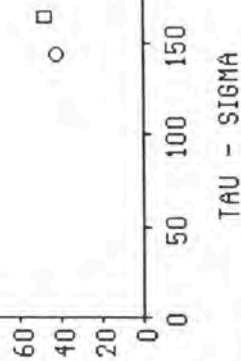
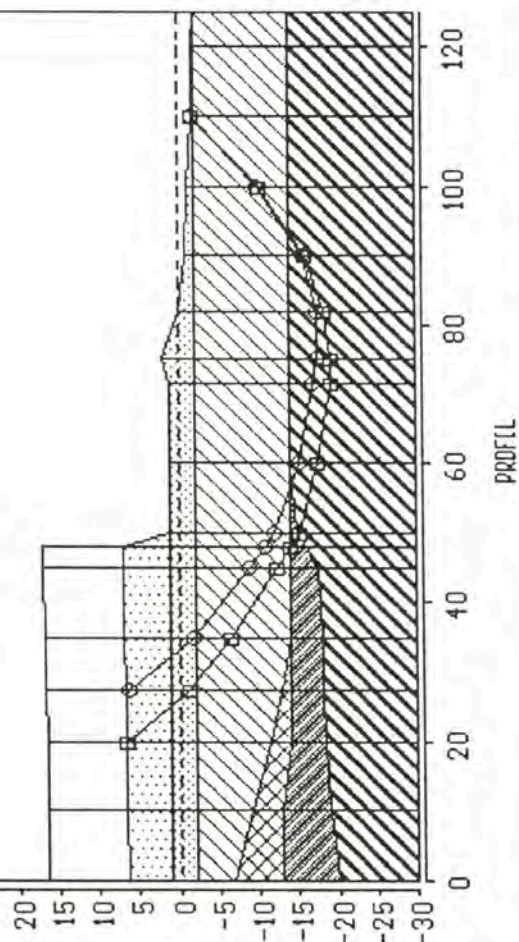
Lag/Type	(1)	Gamma	Sudtopp	Sudbunn	Attr	TanFi
1/ 1		18.000	30.000	30.000	0.000	0.850
2/ 1		17.000	30.000	30.000	0.000	0.800
3/ 1		18.000	45.000	45.000	0.000	0.800
4/ 1		18.000	25.000	25.000	0.000	0.000
5/ 1		18.000	25.000	40.000	0.000	0.000
6/ 1		18.000	50.000	75.000	0.000	0.000

Dobbeltspor Brakerøya-Drammen
 Stabilitetsanalyse fylling Brakerøya
 Ordinære fyllmasser i fylling
 a-fi analyse, poreovertrykk ca. 2 m vannsøyle
 Vertikallast $Q = 180 \text{ kN/m}$

STABIL

v. 1.3
 (c) NOTEBY A.S

ENDRE FLATE	SKRIV RESULTAT		
SETTE KREFTER	SLUTT		
BEREGNE FS	SKJÆR STYRKE		
	○	□	△
Ea	0.0	0.0	0.0
Ta	0.0	0.0	0.0
Eb	0.0	0.0	0.0
Tb	0.0	0.0	0.0
FS	*1.331	*1.623	



PROFIL DATA

Fra innfil : braker1b

Dobbeltspor Brakerøya-Drammen
Stabilitetsanalyse fylling Brakerøya
Ordinære fyllmasser i fylling
a-fi analyse, poreovertrykk ca. 2 m vannsøyle
Vertikallast $Q = 180 \text{ kN/m}$

Kommentarer til beregningen:

- det er ikke tatt hensyn til stabiliserende effekt fra sidefriksjon ved at det er regnet på smal stripefylling
- Toglasten som er fordelt med hhv 110 og 80 kN/m på de to sporene er antatt samvirkende som en stripelast på 180 kN/m i sporets lengderetn.
- Det regnet poreovertrykk tilsv. ca 2 m vannsøyle i leira ikke overtrykk i sand og fyllmasser.

Kontroll parametere :

Lameller	:	16	Romvekt vann	:	10.000
Lag	:	6	Trykklinje-høyde	:	0.330
Metode	:	1	Horisontal Akksel.	:	0.000
Side krefter opsjon	:	1	Grunnvann Nivå	:	0.000

Jord parametere :

Lag/Type	(1)	Gamma	Sudtopp	Sudbunn	Attr	TanFi
1/ 1		18.000	30.000	30.000	0.000	0.850
2/ 1		17.000	30.000	30.000	0.000	0.800
3/ 1		18.000	45.000	45.000	0.000	0.800
4/ 1		18.000	25.000	25.000	0.000	0.600
5/ 1		18.000	25.000	40.000	0.000	0.600
6/ 1		18.000	50.000	75.000	0.000	0.600

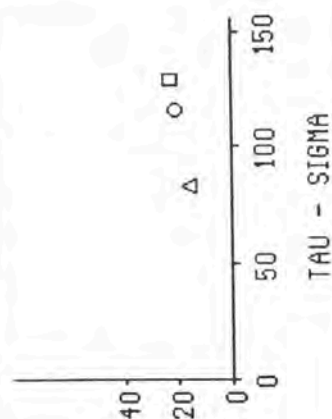
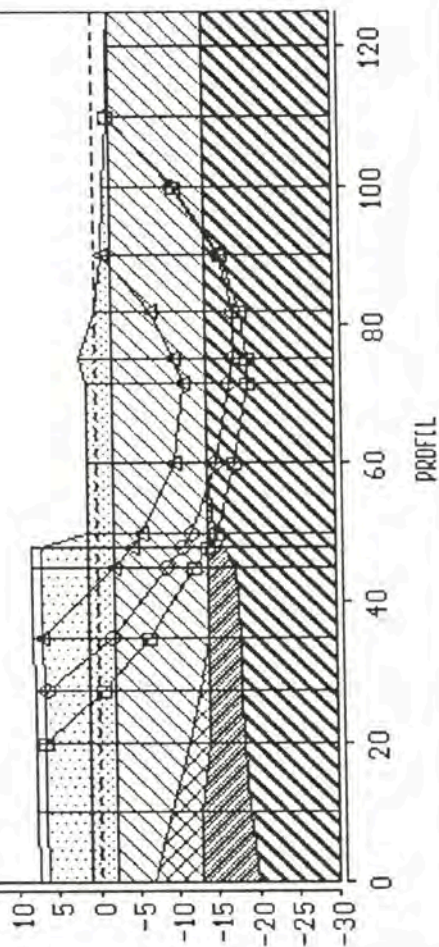
Dobbeltspor Brakerøya-Drammen
 Stabilitetsanalyse fylling Brakerøya
 Ordinære fyllmasser i fylling
 Su-analyse i leire, a-fi i sand
 Vertikallast $Q = 20 \text{ kN/m}$

STABIL

v. 1.3

(c) NOTEBY A.S

ENDRE FLATE	SKRIV RESULTAT		
SETTE KREFTER	SLUTT		
BEREGNE FS	SKJÆR STYRKE		
	○	□	△
Ea	0.0	0.0	0.0
Ta	0.0	0.0	0.0
Eb	0.0	0.0	0.0
Tb	0.0	0.0	0.0
FS	3.206	*2.808	4.147



PROFIL DATA

Fra innfil : braker1c

Dobbeltspor Brakerøya-Drammen
Stabilitetsanalyse fylling Brakerøya
Ordinære fyllmasser i fylling
Su-analyse i leire, a-fi i sand
Vertikallast $Q = 20 \text{ kN/m}$

Kommentarer til beregningen:

- Beregningen er identisk som kjøring fra innfil "braker1" med unntak av toglasten.

Ved denne beregningen er toglasten fra de to sporene fordelt jevnt på formasjonsplanets bredde (11,5 m). Dette gir en toglast på ca. 20 kN/m i sporets lengderetning.

Sikkerhetsfaktoren på $F = 2.81$ er direkte sammenlignbar med $F = 1.97$ fra kjøring av "braker1"

Kontroll parametere :

Lameller	:	16	Romvekt vann	:	10.000
Lag	:	6	Trykklinje-høyde	:	0.330
Metode	:	1	Horisontal Akksel.	:	0.000
Side krefter opsjon	:	1	Grunnvann Nivå	:	0.000

Jord parametere :

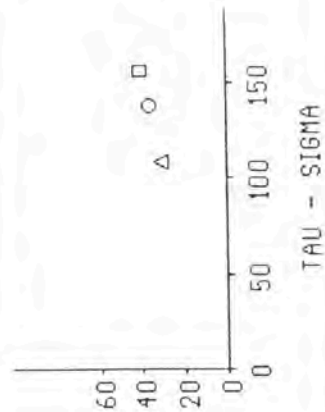
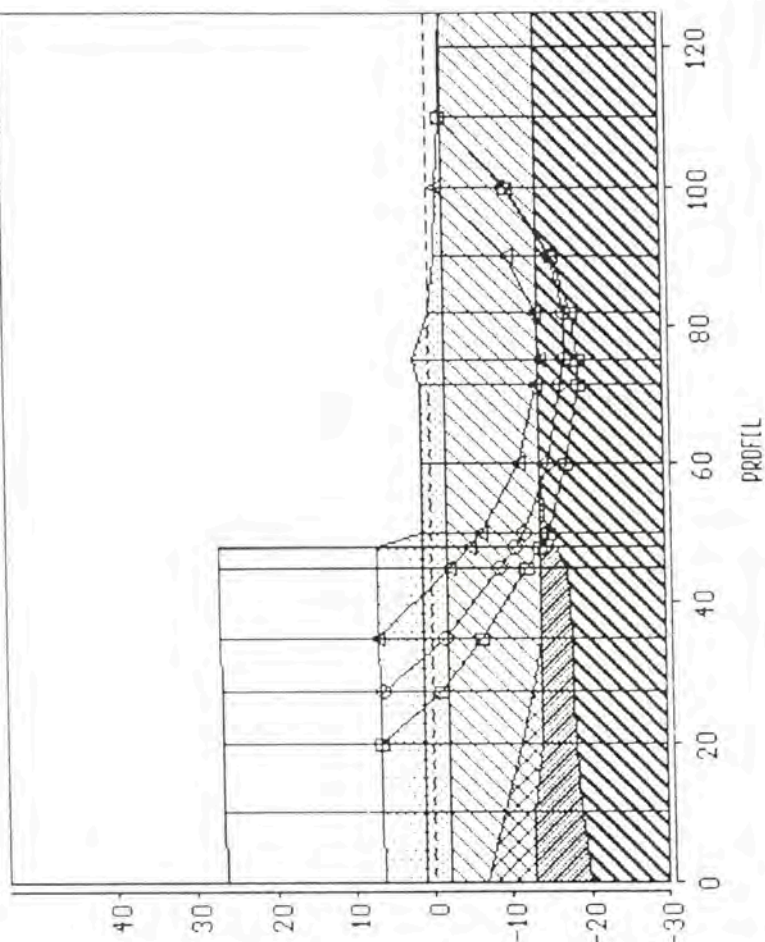
Lag/Type	(1)	Gamma	Sudtopp	Sudbunn	Attr	TanFi
1/ 1		18.000	30.000	30.000	0.000	0.850
2/ 1		17.000	30.000	30.000	0.000	0.800
3/ 1		18.000	45.000	45.000	0.000	0.800
4/ 1		18.000	25.000	25.000	0.000	0.000
5/ 1		18.000	25.000	40.000	0.000	0.000
6/ 1		18.000	50.000	75.000	0.000	0.000

Dobbeltspor Brakerøya-Drammen
 Stabilitetsanalyse fylling Brakerøya
 Lette masser (Leca) i fylling, romvekt 6 kN/m³
 Su-analyse i leire, a-fi i sand
 Vertikallast $Q = 180 \text{ kN/m}$

STABIL

v. 1.3
 (c) NOTBY A.S

ENDRE FLATE	SKRIV RESULTAT
SETTE KREFTER	SLUTT
BEREGNE FS	SKJÆR STYRKE
	○ □ △
Ea	0.0 0.0 0.0
Ta	0.0 0.0 0.0
Eb	0.0 0.0 0.0
Tb	0.0 0.0 0.0
FS	*2.329 *2.109 *2.472



PROFIL DATA

Fra innfil : braker2

Dobbeltspor Brakerøya-Drammen
Stabilitetsanalyse fylling Brakerøya
Lette masser (Leca) i fylling, romvekt 6 kN/m³
Su-analyse i leire, a-fi i sand
Vertikallast Q = 180 kN/m

Kommentarer til beregningen

Følgende forutsetninger gjelder for kjøringen:

- Ikke tatt hensyn til stabiliserende effekt av at det regnes på en smal stripefylling.
- Toglasten som er fordelt med hhv. 100 kN/m og 80 kN/m på de to sporene er antatt samvirkende som 180 kN/m i sporets lengderetning.
- Det er ikke regnet poreovertrykk i noe lag.
- Det er regnet ut en gjennomsnittlig romvekt for hele fyllinga, $\gamma = 9 \text{ kN/m}^3$. Det da antatt 0,5 m overdekning over Lecaen. Fyllingshøyden er regnet ca. til sk.topp.

Kontroll parametre :

Lameller	:	16	Romvekt vann	:	10.000
Lag	:	6	Trykklinje-høyde	:	0.330
Metode	:	1	Horisontal Akksel.	:	0.000
Side krefter opsjon	:	1	Grunnvann Nivå	:	0.000

Jord parametere :

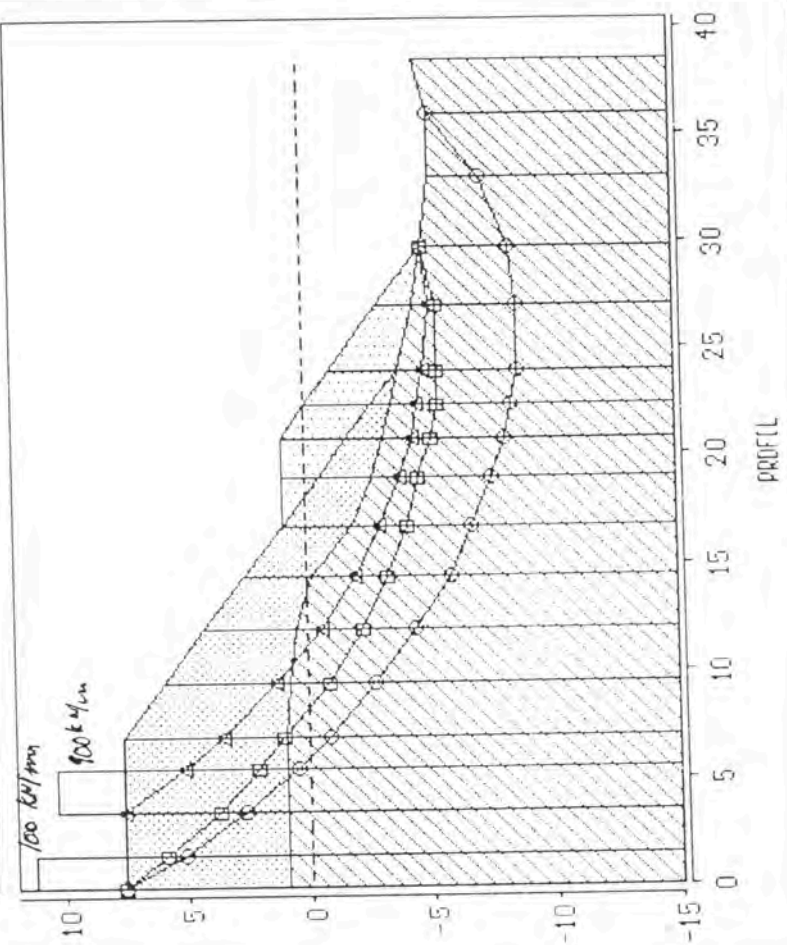
Lag/Type	(1) Gamma	Sudtopp	Sudbunn	Attr	TanFi
1/ 1	9.000	30.000	30.000	0.000	0.850
2/ 1	17.000	30.000	30.000	0.000	0.800
3/ 1	18.000	45.000	45.000	0.000	0.800
4/ 1	18.000	25.000	25.000	0.000	0.000
5/ 1	18.000	25.000	40.000	0.000	0.000
6/ 1	18.000	50.000	75.000	0.000	0.000

Dobbeltspor Brakerøya-Drammen
 Stabilitetsanalyse fylling Holmen
 Ordinære fyllmasser i fylling
 a-ti analyse i sand, ikke poreovertr.
 Vertikallast, toglast $Q = 88/100 \text{ kN/m}$

STABIL

v. 1.3
 (c) NOTEBY A.S

ENDRE FLATE	SKRIV RESULTAT			
SETTE KREFTER	SLUTT			
BEREGNE FS	SKJÆR STYRKE			
		○	□	△
Ea		0.0	0.0	0.0
Ta		0.0	0.0	0.0
Eb		0.0	0.0	0.0
Tb		0.0	0.0	0.0
FS		1.787	1.664	*1.534

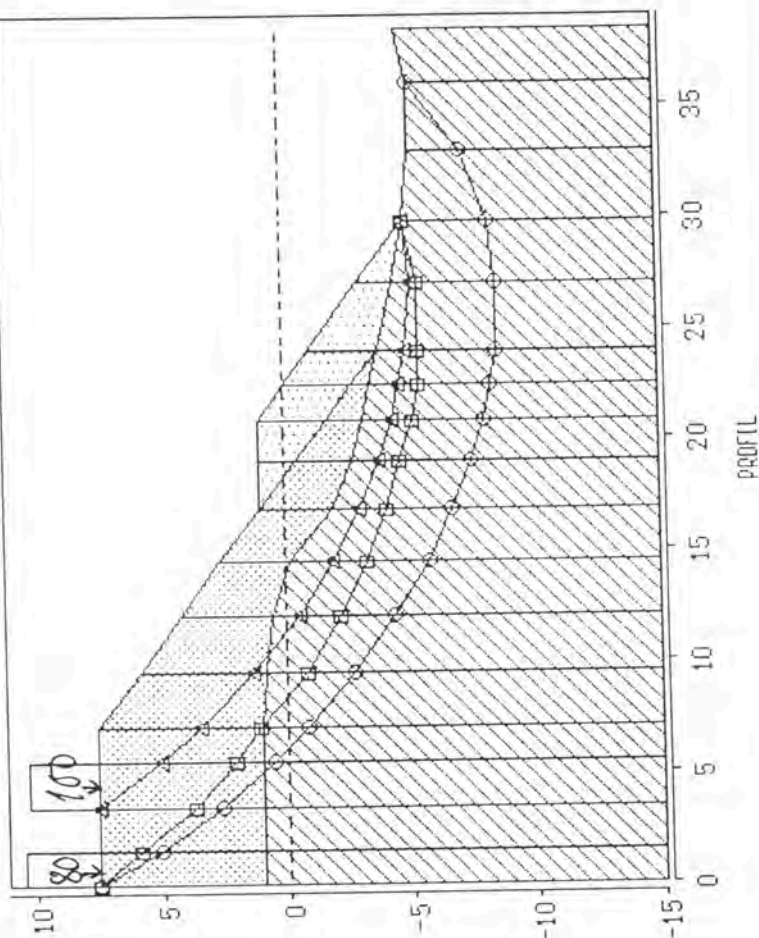


Dobbeltspor Brakerøya-Drammen
 Stabilitetsanalyse fylling Holmen
 Ordinære fyllmasser i fylling
 a-f) analyse i sand, ikke poreovertr.
 Vertikallast, toglast $Q = 80/100 \text{ kN/m}$

STABIL

v. 1.3
 (c) NOTEBY A.S

ENDRE FLÅTE	SKRIV RESULTAT		
SETTE KREFTER	SLUTT		
BEREGNE FS	SKJÆR STYRKE		
	○	□	△
Ea	0.0	0.0	0.0
Ta	0.0	0.0	0.0
Eb	0.0	0.0	0.0
Tb	0.0	0.0	0.0
FS	1.800	1.676	1.534



STABILITETSBEREGNINGER Stabil v.1.3

Fra innfil : holmen1

Dobbeltspor Brakerøya-Drammen
Stabilitetsanalyse fylling Holmen
Ordinære fyllmasser i fylling
a-fi analyse i sand, ikke poreovertr.
Vertikallast, toglast Q = 80/100 kN/m

Kontroll parametere :

Lameller : 17 Romvekt vann : 10.000
Lag : 3 Trykklinje-høyde : 0.330
Metode : 1 Horisontal Akksel. : 0.000
Side krefter opsjon : 1 Grunnvann Nivå : 0.000

Jord parametere :

Lag/Type	(1)	Gamma	Sudtopp	Sudbunn	Attr	TanFi
1/ 1		18.000	0.000	0.000	0.000	0.850
2/ 1		18.000	0.000	0.000	0.000	0.800
3/ 1		20.000	0.000	0.000	0.000	0.800

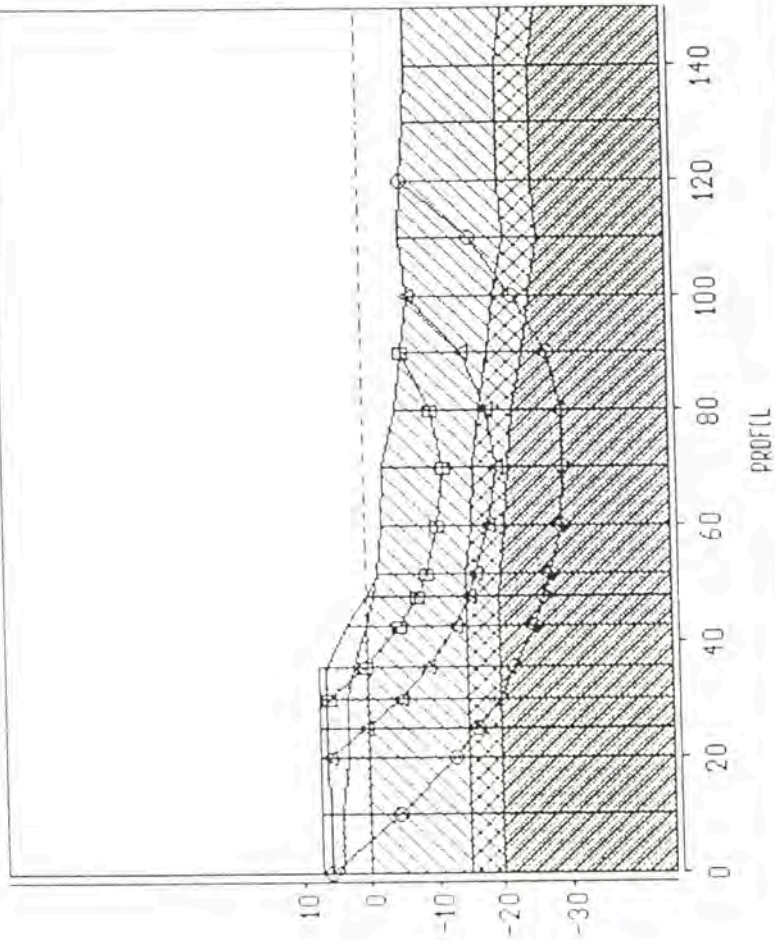
✱

INNDATA GLIDEFLATE Nr. : 3

Ea : 0.000 Ta : 0.000
Eb : 0.000 Tb : 0.000

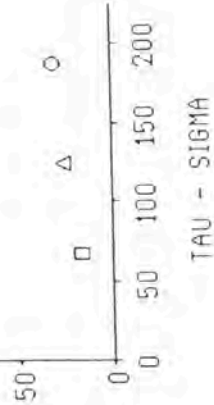
Lamell nr.	GEOMETRI				LASTER					LAMELL STYRKE		
	Terreng kote	Gl.Plåte kote	Tan AlfaT	Bredde	Vekt	Hor. Kraft	Kraft arm	Seism. kraft	Vert. kraft	Lag	Tan Fi	Kohesjon
3	7.500	7.500	0.000	2.000	43.650	0.000	0.000	0.000	-100.000	2	0.800	0.000
4	7.500	5.075	-1.155	1.500	87.305	0.000	0.000	0.000	0.000	2	0.800	0.000
5	7.500	3.458	-0.943	2.500	192.128	0.000	0.000	0.000	0.000	2	0.800	0.000
6	5.800	1.303	-0.808	2.500	210.250	0.000	0.000	0.000	0.000	3	0.800	0.000
7	4.200	-0.583	-0.647	2.500	185.175	0.000	0.000	0.000	0.000	3	0.800	0.000
8	2.600	-1.931	-0.505	2.300	126.488	0.000	0.000	0.000	0.000	3	0.800	0.000
9	1.000	-3.008	-0.419	2.200	104.555	0.000	0.000	0.000	0.000	3	0.800	0.000
10	1.000	-3.817	-0.337	1.800	95.337	0.000	0.000	0.000	0.000	3	0.800	0.000
11	1.000	-4.356	-0.238	1.600	75.528	0.000	0.000	0.000	0.000	3	0.800	0.000
12	0.000	-4.625	-0.168	1.600	58.072	0.000	0.000	0.000	0.000	3	0.800	0.000
13	-1.000	-4.894	-0.117	3.000	77.970	0.000	0.000	0.000	0.000	3	0.800	0.000
14	-3.000	-5.164	-0.001	2.500	26.096	0.000	0.000	0.000	0.000	3	0.800	0.000
	-4.900	-4.900	0.000									

Dobbeltspor Brakerøya-Drammen
Stabilitetsanalyse fylling Strømsø
Ordinære fyllmasser i fylling
Su-analyse i leire, a-fi i sand, ikke poreovertr.
Vertikallast, toglast $Q = 20 \text{ kN/m}$



(c) NOTEBY A.S

ENDRE FLATE	SKRIV RESULTAT		
SETTE KREFTER	SLUTT		
BEREGNE FS	SKJÆR STYRKE		
	○	□	△
Ea	0.0	0.0	0.0
Ta	0.0	0.0	0.0
Eb	0.0	0.0	0.0
Tb	0.0	0.0	0.0
FS	*1.520	3.399	2.582

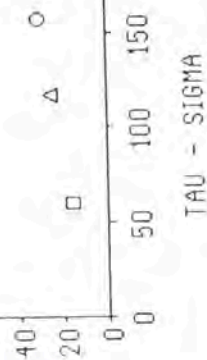
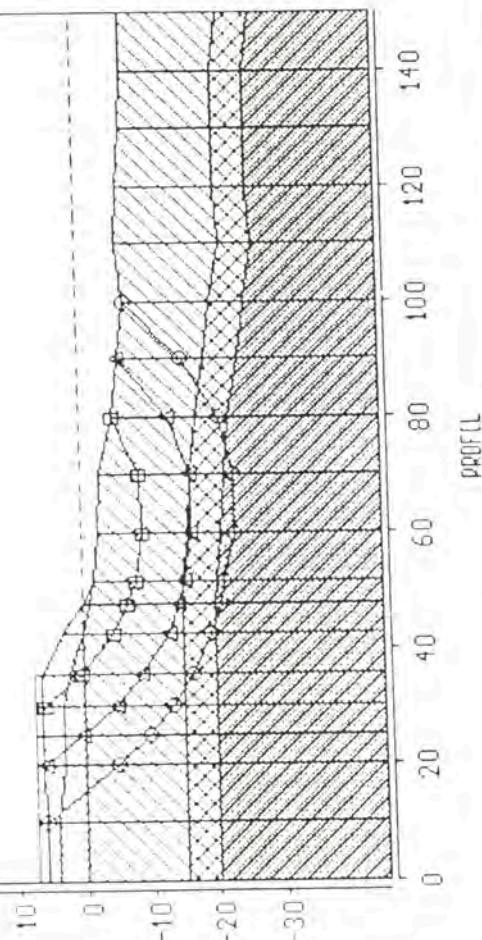


Dobbeltspor Brakerøya-Drammen
 Stabilitetsanalyse fylling Strømsø
 Ordinære fyllmasser i fylling
 Su-analyse i leire, a-ft i sand, ikke poreovertr.
 Vertikallast, toglast $Q = 20 \text{ kN/m}$

STABIL

v. 1.3
 (c) NOTEBY A.S

ENDRE FLATE		SKJED RESULTAT	
SETTE KREFTER		SLUTT	
BEREGNE FS		SKJÆR STYRKE	
	○	□	△
Ea	0.0	0.0	0.0
Ta	0.0	0.0	0.0
Eb	0.0	0.0	0.0
Tb	0.0	0.0	0.0
FS	¥1.689	¥2.971	¥2.860



PROFIL DATA

Fra innfil : stromsol

Dobbeltspor Brakerøya-Drammen
Stabilitetsanalyse fylling Strømsø
Ordinære fyllmasser i fylling
Su-analyse i leire, a-fi i sand, ikke poreovertr.
Vertikallast, toglast $Q = 20 \text{ kN/m}$

Kommentarer til beregningen:

- Det er ikke tatt hensyn til stabiliserende effekt av at det er regnet på en smal stripefylling (sidekrefter)
- Toglasten er fordelt på formasjonsplanets bredde. Dette gir en stripelast i sporets lengderetn på 20 kN/m
- det er ike regnet poreovertrykk i noe lag
- terrengprofilet er tatt i senterlinje nytt spor.

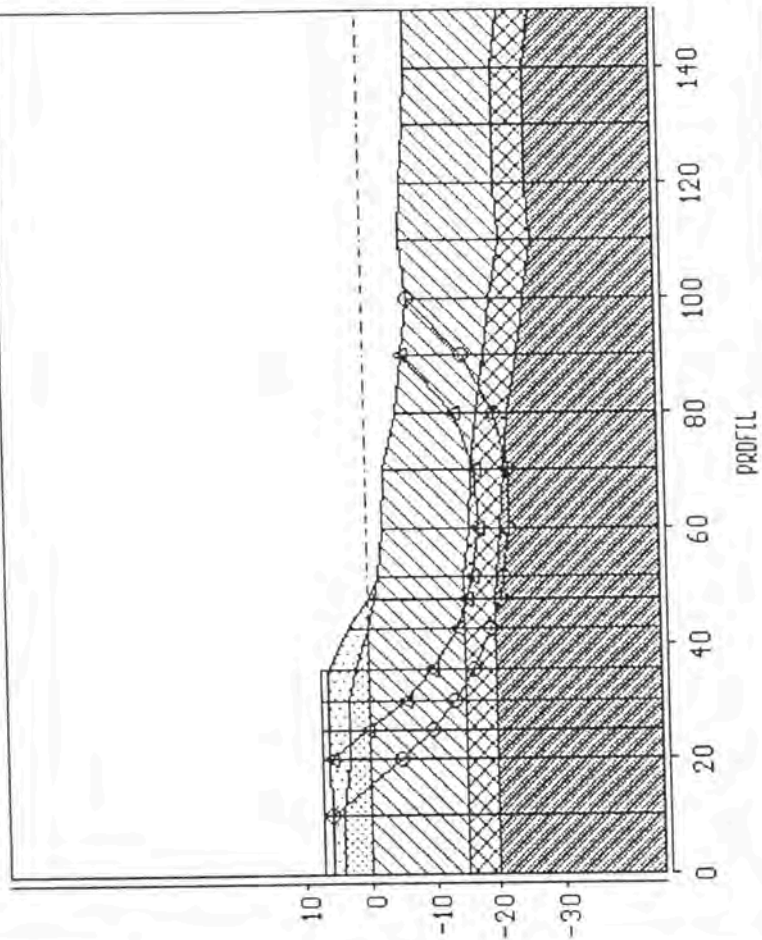
Kontroll parametere :

Lameller	:	18	Romvekt vann	:	10.000
Lag	:	5	Trykklinje-høyde	:	0.330
Metode	:	1	Horisontal Akksel.	:	0.000
Side krefter opsjon	:	1	Grunnvann Nivå	:	0.000

Jord parametere :

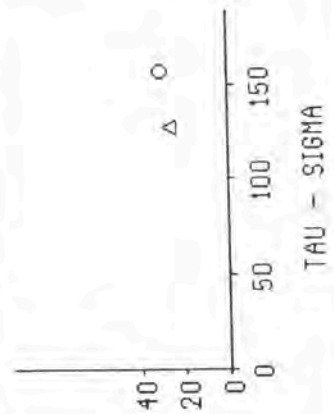
Lag/Type	(1)	Gamma	Sudtopp	Sudbunn	Attr	TanFi
1/ 1		18.000	30.000	30.000	0.000	0.850
2/ 1		18.000	30.000	30.000	0.000	0.800
3/ 1		20.000	45.000	45.000	0.000	0.800
4/ 1		18.000	40.000	50.000	0.000	0.000
5/ 1		18.000	25.000	25.000	0.000	0.000

Dobbeltspor Brakerøya-Drammen
Stabilitetsanalyse fylling Strømsø
Ordinære fyllmasser i fylling
a-fi analyse, poreovertr.tilsv.2 m vann i leire
Vertikallast, toglast $Q = 20 \text{ kN/m}$



(c) NOTEBY A.S

ENDRE FLATE	SKRIV RESULTAT
SETTE KREFTER	SLUTT
BEREGNE FS	SKJER STYRKE
	○ □ Δ
Ea	0.0 0.0 0.0
Ta	0.0 0.0 0.0
Eb	0.0 0.0 0.0
Tb	0.0 0.0 0.0
FS	¥2.678 ¥1.929



PROFIL DATA

Fra innfil : stromso2

Dobbeltspor Brakerøya-Drammen
Stabilitetsanalyse fylling Strømsø
Ordinære fyllmasser i fylling
a-fi analyse, poreovertr.tilsv.2 m vann i leire
Vertikallast, toglast Q = 20 kN/m

Kommentarer til beregningen:

- Terrengprofil og laster er som for kjøring fra fil Stromso1
- Det er satt inn jordparametre for a-fi analyse. Begge leirlagene har fått samme parametre. Under og ved enden av fyllingen er det satt inn et poreovertrykk tilsv. ca. 2 m vannsøyle.

Kontroll parametere :

Lameller	:	18	Romvekt vann	:	10.000
Lag	:	5	Trykklinje-høyde	:	0.330
Metode	:	1	Horisontal Akksel.	:	0.000
Side krefter opsjon	:	1	Grunnvann Nivå	:	0.000

Jord parametere :

Lag/Type	(1)	Gamma	Sudtopp	Sudbunn	Attr	TanFi
1/ 1		18.000	30.000	30.000	0.000	0.850
2/ 1		18.000	30.000	30.000	0.000	0.800
3/ 1		20.000	45.000	45.000	0.000	0.800
4/ 1		18.000	40.000	50.000	5.000	0.650
5/ 1		18.000	25.000	25.000	5.000	0.650

LAGDELING VED BRUFUNDAMENTENE

Terrengkote for laggrenser og omtrentlig tykkelse av sandlag og evt. fyllmasser er tatt ut fra borprofilene. Under sandlaget er det overalt leire til stort dyp.

Bragernesløpet

Fundament underkant		Terreng	Fyllmasser		Sand	
[nr]	[kote]	[kote]	[kote]	[m]	[kote]	[m]
1	0.0	1.0	-2.8	3.8	-13.9	11.1
2	-2.0	1.2	-2.6	3.8	-14.2	11.6
3	-4.0	-1.2			-17.6	16.4
4	-4.0	-1.4			-20.4	19.0
5	-2.5	-0.8			-26.8	26.0
6	-4.0	-1.8			-26.4	24.6
7	-7.3	-6.2			-30.0	23.8
8	-2.5	-3.2			-28.8	25.6
9	0.0	2.0			-28.8	30.8

Strømsøløpet (fundamentnummer i forhold til gammel bru)

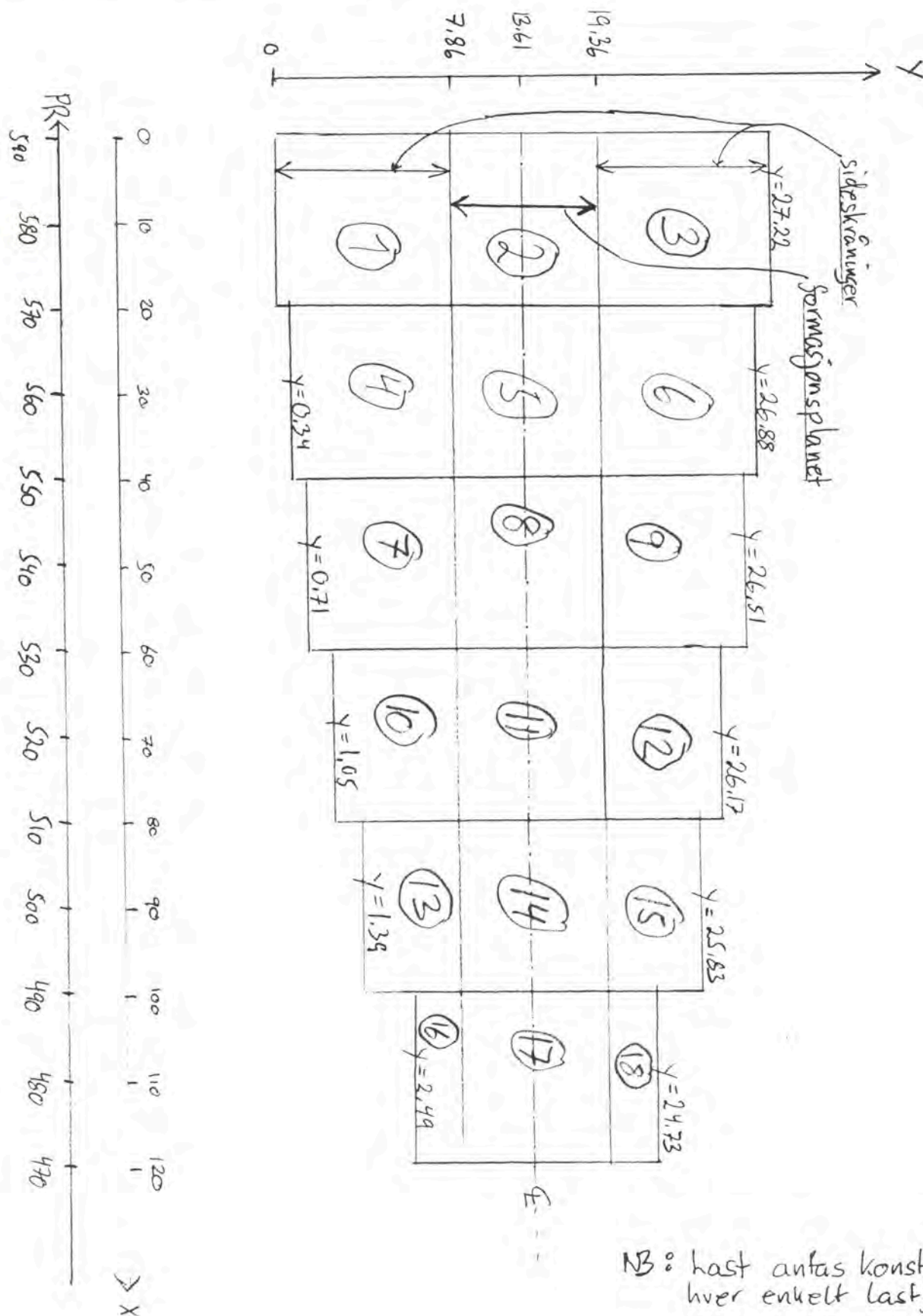
Fundament underkant		Terreng	Sand	
[nr]	[kote]	[kote]	[kote]	[m]
1	0.5	-1.2	-15.0	13.8
3	-5.5	-3.2	-17.5	14.3
5	-5.5	-6.3	-21.0	14.7
7	-7.0	-6.0	-20.9	14.9
8	-7.0	-5.8	-25.0	19.2
9	-8.0	-4.0	-30.2	26.2
10	-8.0	-4.8	-34.2	29.4
11	-8.0	-5.4	-39.6	34.2
12	-7.0	-5.6	-37.3	31.7
13	-5.0	-4.7	-38.3	33.6
16	-1.4	1.5	-32.2	33.7
17	-1.4	1.3	-33.3	34.6
18	-1.4	1.3	-33.0	34.3
19	0.5	1.3	-33.0	34.3

Skisse av lastflater, Brakerøya. Antall lastflater = 18 (nummer)

PR 590 tilsvarende $x = 0$

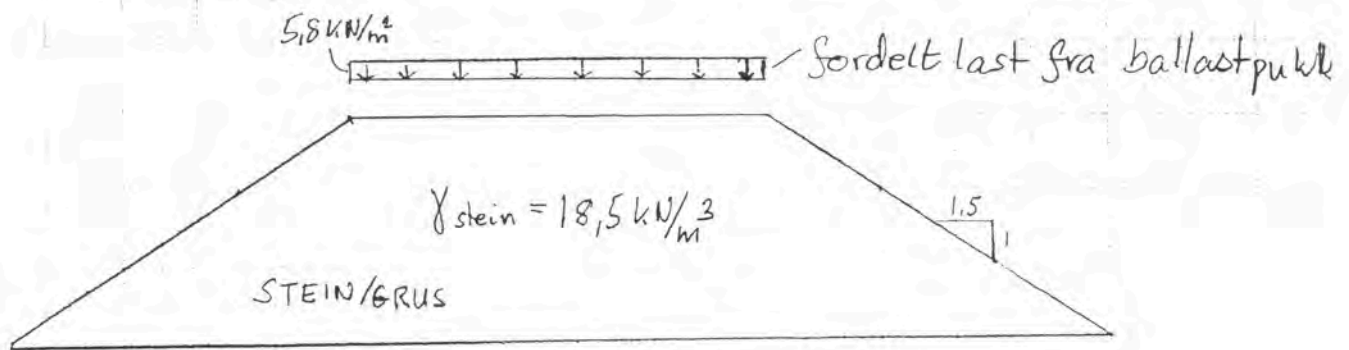
PR 470 tilsvarende $x = 120$

} \varnothing tilsvarende $y = 13,61$

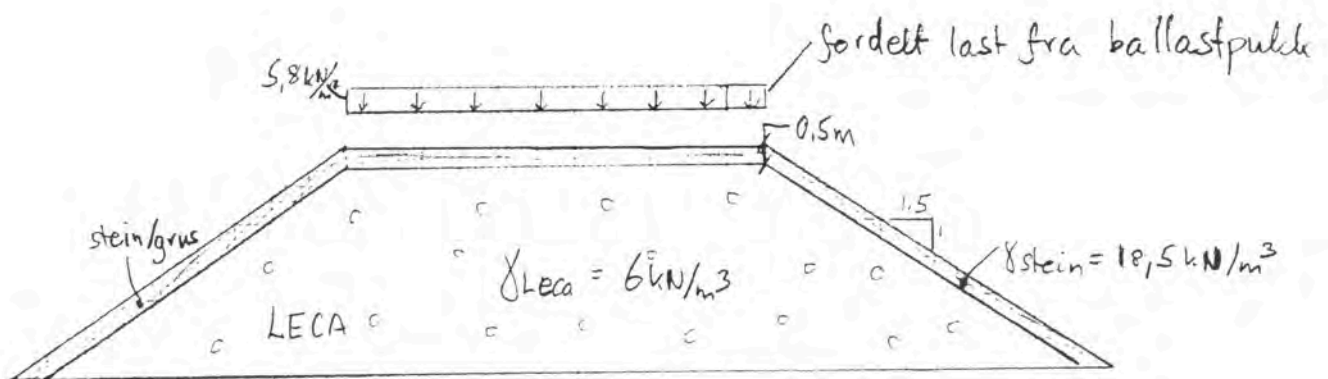


NB: last antas konstant over hver enkelt lastflate.

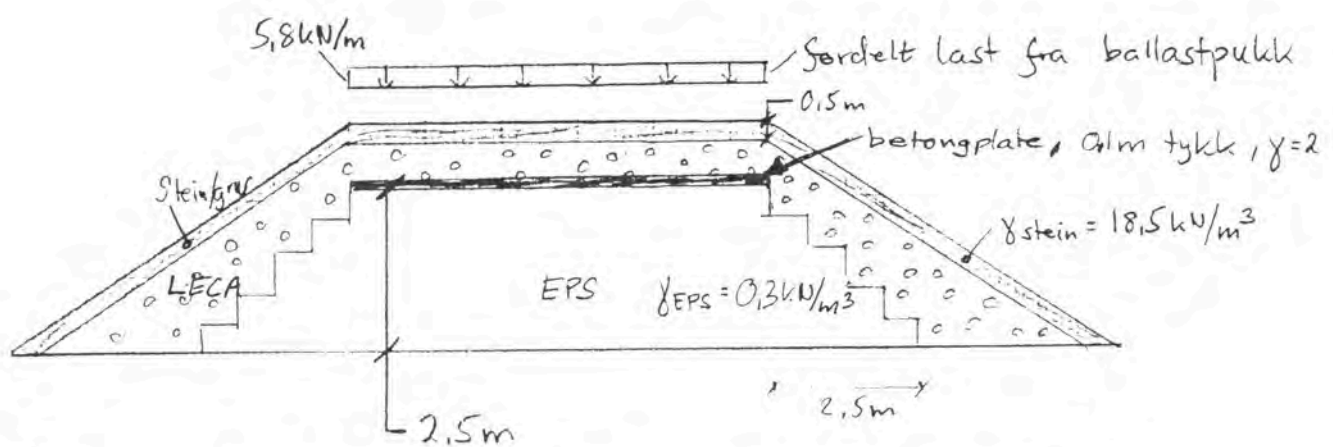
FYLLINGSPROFILER BENYTTET I SETNINGSBEREGNING



1) Fylling av tunge masser

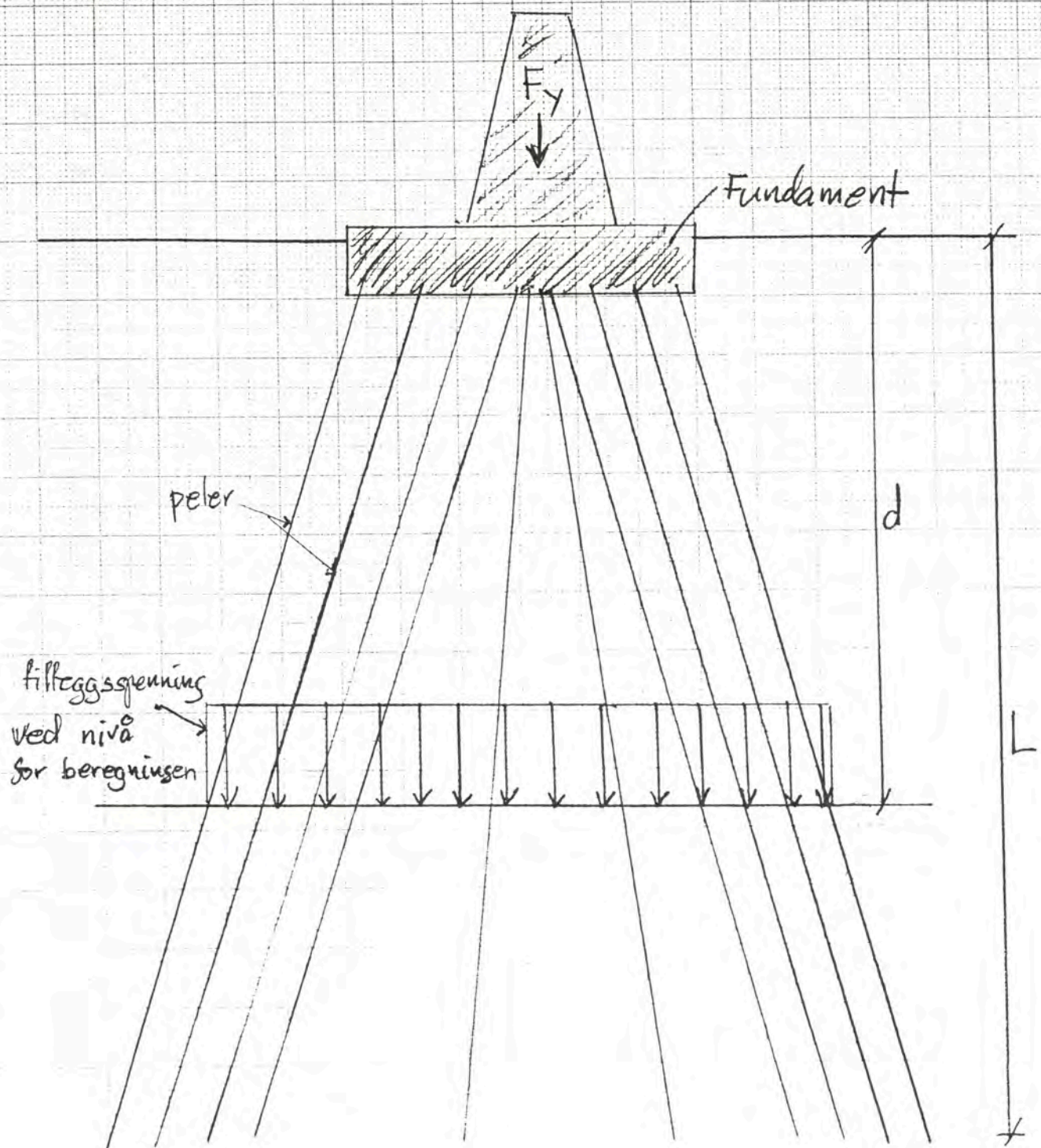


2) Fylling av leca, 1/2 meter stein øverst



3) Kombinert fylling, EPS/leca, 1/2 meter stein øverst

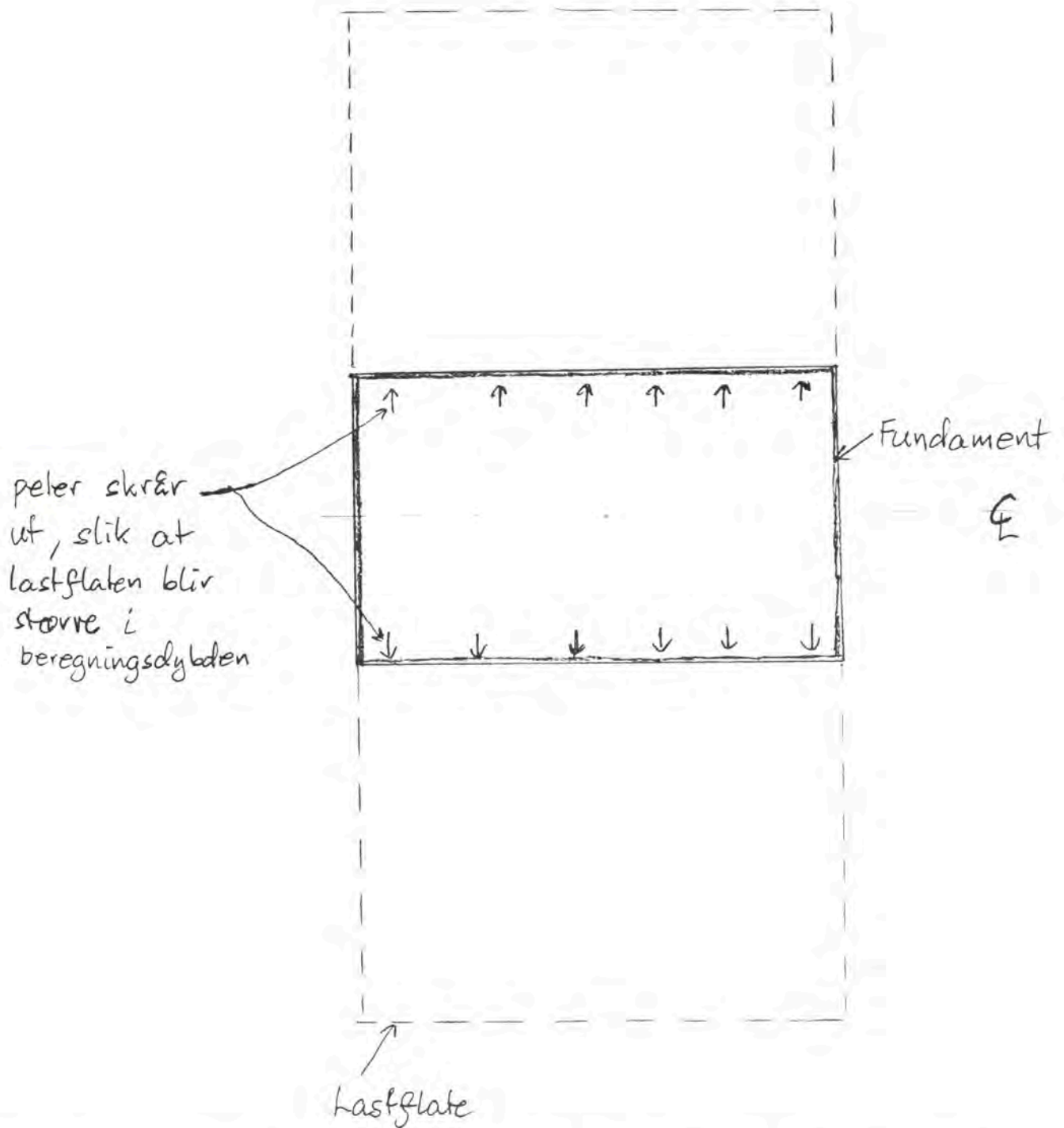
Beregningsmodell for setning av pelegrupper



$$\frac{d}{L} = \frac{2}{3} \text{ i leire (Peteveit et al.)}$$

$$\frac{d}{L} = \frac{3}{4} \text{ i sand (Vegvesenets håndbok 016)}$$

Skisse av lastflate for fundament (prinsipp)



(NB: For H-fundamenter er det benyttet 3 lastflater, men elle samme tankegang.)

Oversikt over inngangsdata ved setningsberegningene						
Strømsø						
Funda- ment [nr]	Nivå lastflate [kote]	Eff.spenn. v/lastflate [kPa]	Areal lastflate [m2]	Egenlast brukstilst. [kN]	Tilleggs- last [kPa]	Pellengde (antatt) [m]
F3	-37.5	314.4	305.0	10 642	34.9	50
F7	-39.0	300.2	282.8	13 331	47.1	50
F8	leire	-39.0	293.6	15 613	63.6	50
	sand	-19.0	105.6	15 613	96.7	16
F9	-21.5	140.0	137.6	15 252	110.8	18
F10	-26.0	169.6	198.4	14 929	75.2	24
F12	-26.5	167.2	237.9	15 809	66.5	26
F13	-26.7	176.0	119.0	11 689	98.2	29
F16	-20.9	190.6	92.4	7 688	83.2	26
F17	-21.6	192.1	66.0	3 948	59.8	27
Bragernes						
Funda- ment [nr]	Nivå lastflate [kote]	Eff.spenn. v/lastflate [kPa]	Areal lastflate [m2]	Egenlast brukstilst. [kN]	Tilleggs- last [kPa]	Pellengde (antatt) [m]
F2	-34.0	333.2	217.8	13 868	58.4	50
F3	-36.0	315.0	237.6	18 767	79.0	50
F4	Alt.1	-36.0	308.0	19 813	59.0	50
	Alt.2	-36.0	387.6	19 813	51.0	50
F5	-17.5	120.0	263.2	16 628	63.2	20


```

<----- tittel-(maks 59
tegn)-----><saknr><Init>
< Antall beregningspunkter, Antall last flater, Antall jordlag
< Opsjon: (0 = forskjellige jordprofil i hvert punkt; 1= like
jordprofil)
BRAKEROYA, SETNINGER PR390-PR490    4407    HÅH
15,15,35
0
< Koordinater (en linje for hvert punkt):
<   x       y
< Last på referanse nivå:
10,  0.00
10,  5.37
10, 11.12
30,  0.33
30,  5.37
30, 11.12
50,  0.18
50,  5.37
50, 11.12
70,  1.04
70,  5.37
70, 11.12
90,  1.17
90,  5.37
90, 11.12
0.00
<----- Koordinater for hjørner av lastflater
< En linje for hver lastflate:
< x1,      y1,      x3,      y3,      last
   0,  0.00,  20.00,  5.37,  33.1
   0,  5.37,  20.00, 16.87,  72.0
   0, 16.87,  20.00, 22.24,  33.1
  20,  0.33,  40.00,  5.37,  31.1
  20,  5.37,  40.00, 16.87,  68.0
  20, 16.87,  40.00, 21.91,  31.1
  40,  0.18,  60.00,  5.37,  32.0
  40,  5.37,  60.00, 16.87,  69.8
  40, 16.87,  60.00, 22.06,  32.0
  60,  1.04,  80.00,  5.37,  26.7
  60,  5.37,  80.00, 16.87,  59.3
  60, 16.87,  80.00, 21.20,  26.7
  80,  1.17, 100.00,  5.37,  25.9
  80,  5.37, 100.00, 16.87,  57.6
  80, 16.87, 100.00, 21.07,  25.9
<--- Data for profil i hvert punkt
< Punkt nummer
<Grunnvannstand under referanse nivå, po' ved referanse nivå
<Jord data for hvert lag: (hvis opsjon = 1, skal de to påfølgende
linjer
<for hvert lag bare gis etter første beregningspunkt)
<model (a3) eksempel "2. " eller "1.3"
<lagtykkelse,gamma,M,ms,(pc-po),pr
1

```

Fylling, Brakerøya

FRA PROFIL 390 (x = 100)

TIL PROFIL 490 (x = 0)

```

<----- tittel-(maks 59
tegn)-----><saknr><Init>
< Antall beregningspunkter, Antall last flater, Antall jordlag
< Opsjon: (0 = forskjellige jordprofil i hvert punkt; 1= like
jordprofil)
BRAKEROYA, SETNINGER PR470-PR590      4407  HÅH
18,18,35
0
< Koordinater (en linje for hvert punkt):
<   x       y
< Last på referanse nivå:
10.00,  0.00
10.00,  7.86
10.00, 13.61
30.00,  0.34
30.00,  7.86
30.00, 13.61
50.00,  0.71
50.00,  7.86
50.00, 13.61
70.00,  1.05
70.00,  7.86
70.00, 13.61
90.00,  1.39
90.00,  7.86
90.00, 13.61
110.00,  2.49
110.00,  7.86
110.00, 13.61
0
<----- Koordinater for hjørner av lastflater
< En linje for hver lastflate:
< x1,       y1,       x3,       y3,       last
   0.00,  0.00,  20.00,  7.86,  48.5
   0.00,  7.86,  20.00, 19.36, 102.7
   0.00, 19.36,  20.00, 27.22,  48.5
  20.00,  0.34,  40.00,  7.86,  46.3
  20.00,  7.86,  40.00, 19.36,  98.5
  20.00, 19.36,  40.00, 26.88,  46.3
  40.00,  0.71,  60.00,  7.86,  44.1
  40.00,  7.86,  60.00, 19.36,  94.0
  40.00, 19.36,  60.00, 26.51,  44.1
  60.00,  1.05,  80.00,  7.86,  42.0
  60.00,  7.86,  80.00, 19.36,  89.8
  60.00, 19.36,  80.00, 26.17,  42.0
  80.00,  1.39, 100.00,  7.86,  39.9
  80.00,  7.86, 100.00, 19.36,  85.5
  80.00, 19.36, 100.00, 25.83,  39.9
 100.00,  2.49, 120.00,  7.86,  33.1
 100.00,  7.86, 120.00, 19.36,  72.0
 100.00, 19.36, 120.00, 24.73,  33.1
<--- data for profil i hvert punkt
< Punkt nummer
<Grunnvannstand under referanse nivå, po' ved referanse nivå

```

Fylling, Brakerøya

FRA PROFIL 470 (x=120)

TIL PROFIL 590 (x=0)

```

<----- tittel-(maks 35 tegn)-----><sknr><Init>
< Antall beregningspunkter, Antall last flater, Antall jordlag
< Opsjon: (0 = forskjellige jordprofil i hvert punkt; 1= like jordprofil)
HOLMEN, SETNING AV STEINFYLLING 4407 HH
13,12,15
1
< Koordinater (en linje for hvert punkt):
<
  x      y
10.0,   0.00
30.0,   1.60
50.0,   2.30
65.0,   5.20
  0.0,  14.45
10.0,  14.45
20.0,  14.45
30.0,  14.45
40.0,  14.45
50.0,  14.45
60.0,  14.45
65.0,  14.45
70.0,  14.45
<----- Koordinater for hjrner av lastflater
< En linje for hver lastflate:
< x1,    y1,    x3,    y3,    last
0.0,    0.0,   20.0,    8.7,    53.7
0.0,    8.7,   20.0,   20.2,   113.3
0.0,   20.2,   20.0,   28.9,    53.7
20.0,    1.6,   40.0,    8.7,    43.9
20.0,    8.7,   40.0,   20.2,    93.4
20.0,   20.2,   40.0,   27.3,    43.9
40.0,    2.3,   60.0,    8.7,    39.5
40.0,    8.7,   60.0,   20.2,    84.8
40.0,   20.2,   60.0,   26.6,    39.5
60.0,    5.2,   70.0,    8.7,    21.5
60.0,    8.7,   70.0,   20.2,    48.7
60.0,   20.2,   70.0,   23.7,    21.5
<--- data for profil i hvert punkt
< Punkt nummer
< Grunnvannstand under referanse niv, po' ved referanse niv
< Jord data for hvert lag: (hvis opsjon = 1, skal de to pfolgende linjer
< for hvert lag bare gis etter frste beregningspunkt)
< model (a3) eksempel "2. " eller "1.3"
< lagtykkelse,gamma,M,ms,(pc-po),pr
1
2.500, 0.000
2.
2.5, 18.0, 0, 100, 0.0, 0.0
2.
3.8, 18.0, 0, 100, 0.0, 0.0
2.
5.0, 18.0, 0, 100, 0.0, 0.0
2.
5.0, 18.0, 0, 100, 0.0, 0.0
2.
5.0, 18.0, 0, 100, 0.0, 0.0
2.
5.0, 18.0, 0, 100, 0.0, 0.0
2.
5.0, 18.0, 0, 100, 0.0, 0.0
3.
5.0, 20.0, 0, 15, 0.0, 0.0
3.
5.0, 20.0, 0, 15, 0.0, 0.0
3.

```

Fylling, Holmen

FRA PROFIL 920 (x=0)

TIL PROFIL 990 (x=70)


```

<----- tittel-(maks 35 tegn)-----><sknr><Init>
< Antall beregningspunkter, Antall last flater, Antall jordlag
< Opsjon: (0 = forskjellige jordprofil i hvert punkt; 1= like jordprofil)
HOLMEN, SETNING AV STEINFYLLING 4407 HH
13,15,15
1
< Koordinater (en linje for hvert punkt):
<
  x      y
  5.00,  0.40
  15.00,  3.40
  30.00,  1.80
  45.00,  0.00
  60.00,  2.00
  0.00,  9.65
  10.00,  9.65
  20.00,  9.65
  30.00,  9.65
  40.00,  9.65
  50.00,  9.65
  60.00,  9.65
  70.00,  9.65
<----- Koordinater for hjrner av lastflater
< En linje for hver lastflate:
< x1,    y1,    x3,    y3,    last
  0.0,    0.4,    10.0,   3.9,    21.5
  0.0,    3.9,    10.0,   15.4,   48.7
  0.0,   15.4,    10.0,   18.9,   21.5
  10.0,    3.4,    20.0,    3.9,    4.5
  10.0,    3.9,    20.0,   15.4,   14.8
  10.0,   15.4,    20.0,   15.9,    4.5
  20.0,    1.8,    40.0,    3.9,   12.4
  20.0,    3.9,    40.0,   15.4,   30.6
  20.0,   15.4,    40.0,   17.5,   12.4
  40.0,    0.0,    50.0,    3.9,   24.2
  40.0,    3.9,    50.0,   15.4,   54.3
  40.0,   15.4,    50.0,   19.3,   24.2
  50.0,    2.0,    70.0,    3.9,   11.4
  50.0,    3.9,    70.0,   15.4,   28.6
  50.0,   15.4,    70.0,   17.3,   11.4
<--- data for profil i hvert punkt
< Punkt nummer
<Grunnvannstand under referanse niv, po' ved referanse niv
<Jord data for hvert lag: (hvis opsjon = 1, skal de to pfolgende linjer
<for hvert lag bare gis etter frste beregningspunkt)
<model (a3) eksempel "2. " eller "1.3"
<lagtykkelse,gamma,M,ms,(pc-po),pr
  1
  2.500, 0.000
  2.
  2.5, 18.0, 0, 100, 0.0, 0.0
  2.
  3.8, 18.0, 0, 100, 0.0, 0.0
  2.
  5.0, 18.0, 0, 100, 0.0, 0.0
  2.
  5.0, 18.0, 0, 100, 0.0, 0.0
  2.
  5.0, 18.0, 0, 100, 0.0, 0.0
  2.
  5.0, 18.0, 0, 100, 0.0, 0.0
  2.
  5.0, 18.0, 0, 100, 0.0, 0.0
  3.
  5.0, 20.0, 0, 15, 0.0, 0.0

```

Fylling, Holmen

FRA PROFIL 980 (x=c)

TIL PROFIL 1050 (x=7c)

Fylling, Strømme

TIL PROFIL 1770 ($x=120$)

R-


```

<----- tittel-(maks 35 tegn)-----><sknr><Init>
< Antall beregningspunkter, Antall last flater, Antall jordlag
< Opsjon: (0 = forskjellige jordprofil i hvert punkt; 1= like jordprofil)
FUNDAMENT 5 BRAGERNESLPET HH
6,1,15
1
< Koordinater (en linje for hvert punkt):
< x y
0, 0.0
0, 4.7
4, 0.0
4, 4.7
14, 0.0
14, 4.7
<----- Koordinater for hjrner av lastflater
< En linje for hver lastflate:
< x1, y1, x3, y3, last
0.0, 0.0, 28.0, 9.4, 63.0
<--- data for profil i hvert punkt
< Punkt nummer
<Grunnvannstand under referanse niv, po' ved referanse niv
<Jord data for hvert lag: (hvis opsjon = 1, skal de to pfolgende linjer
<for hvert lag bare gis etter frste beregningspunkt)
<model (a3) eksempel "2. " eller "1.3"
<lagtykkelse,gamma,M,ms,(pc-po),pr
1
0.0, 120.0
2.
1.3 , 18, 0, 100.0, 0, 0
2.
2.0 , 18, 0, 100.0, 0, 0
2.
2.0 , 18, 0, 100.0, 0, 0
2.
4.0 , 18, 0, 100.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0

```



```

<----- tittel-(maks 35 tegn)-----><sknr><Init>
< Antall beregningspunkter, Antall last flater, Antall jordlag
< Opsjon: (0 = forskjellige jordprofil i hvert punkt; 1= like jordprofil)
FUNDAMENT 9 STROMSOLPET 4407 HH
11,3,15
1
< Koordinater (en linje for hvert punkt):
< x y
0.0, 0.0
0.0, 6.8
0.0, 8.8
1.5, 0.0
1.5, 6.8
1.5, 8.8
3.0, 0.0
3.0, 6.8
3.0, 8.8
7.0, 6.8
10.0, 8.8
<----- Koordinater for hjrner av lastflater
< En linje for hver lastflate:
< x1, y1, x3, y3, last
0.0, 0.0, 3.0, 17.6, 110.8
3.0, 6.8, 11.0, 10.8, 110.8
11.0, 0.0, 14.0, 17.6, 110.8
<--- data for profil i hvert punkt
< Punkt nummer
<Grunnvannstand under referanse niv, po' ved referanse niv
<Jord data for hvert lag: (hvis opsjon = 1, skal de to pfolgende linjer
<for hvert lag bare gis etter frste beregningspunkt)
<model (a3) eksempel "2. " eller "1.3"
<lagtykkelse,gamma,M,ms,(pc-po),pr
1
0.0, 140.0
2.
2.7 , 18, 0, 100.0, 0, 0
2.
2.0 , 18, 0, 100.0, 0, 0
2.
2.0 , 18, 0, 100.0, 0, 0
2.
2.0 , 18, 0, 100.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0

```

F9, Strømsø

B21

```

<----- tittel-(maks 35 tegn)-----><sknr><Init>
< Antall beregningspunkter, Antall last flater, Antall jordlag
< Opsjon: (0 = forskjellige jordprofil i hvert punkt; 1= like jordprofil)
FUNDAMENT 10 STROMSOLPET 4407 HH
11,3,15
1
< Koordinater (en linje for hvert punkt):
< x y
0.0, 0.0
0.0, 7.0
0.0, 9.0
2.1, 0.0
2.1, 7.0
2.1, 9.0
4.2, 0.0
4.2, 7.0
4.2, 9.0
10.1, 7.0
10.1, 9.0
<----- Koordinater for hjrner av lastflater
< En linje for hver lastflate:
< x1, y1, x3, y3, last
0.0, 0.0, 4.2, 18.0, 75.2
4.2, 7.0, 16.0, 11.0, 75.2
16.0, 0.0, 20.2, 18.0, 75.2
<--- data for profil i hvert punkt
< Punkt nummer
<Grunnvannstand under referanse niv, po' ved referanse niv
<Jord data for hvert lag: (hvis opsjon = 1, skal de to pfolgende linjer
<for hvert lag bare gis etter frste beregningspunkt)
<model (a3) eksempel "2. " eller "1.3"
<lagtykkelse,gamma,M,ms,(pc-po),pr
1
0.0, 169.6
2.
2.2 , 18, 0, 100.0, 0, 0
2.
2.0 , 18, 0, 100.0, 0, 0
2.
2.0 , 18, 0, 100.0, 0, 0
2.
2.0 , 18, 0, 100.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0

```



```

<----- tittel-(maks 35 tegn)-----><sknr><Init>
< Antall beregningspunkter, Antall last flater, Antall jordlag
< Opsjon: (0 = forskjellige jordprofil i hvert punkt; 1= like jordprofil)
FUNDAMENT 12 STROMSOLPET 4407 HH
15,3,15
1
< Koordinater (en linje for hvert punkt):
< x y
0.0, 0.0
0.0, 6.5
0.0, 11.0
2.1, 0.0
2.1, 6.5
2.1, 11.0
4.2, 0.0
4.2, 6.5
4.2, 11.0
6.0, 6.5
6.0, 11.0
8.0, 6.5
8.0, 11.0
10.1, 6.5
10.1, 11.0
<----- Koordinater for hjrner av lastflater
< En linje for hver lastflate:
< x1, y1, x3, y3, last
0.0, 0.0, 4.2, 22.0, 66.5
4.2, 6.5, 16.0, 11.0, 66.5
16.0, 0.0, 20.2, 22.0, 66.5
<--- data for profil i hvert punkt
< Punkt nummer
<Grunnvannstand under referanse niv, po' ved referanse niv
<Jord data for hvert lag: (hvis opsjon = 1, skal de to pfolgende linjer
<for hvert lag bare gis etter frste beregningspunkt)
<model (a3) eksempel "2. " eller "1.3"
<lagtykkelse,gamma,M,ms,(pc-po),pr
1
0.0, 167.2
2.
0.8 , 18, 0, 100.0, 0, 0
2.
2.0 , 18, 0, 100.0, 0, 0
2.
4.0 , 18, 0, 100.0, 0, 0
2.
4.0 , 18, 0, 100.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0

```

```

<----- tittel-(maks 35 tegn)-----><sknr><Init>
< Antall beregningspunkter, Antall last flater, Antall jordlag
< Opsjon: (0 = forskjellige jordprofil i hvert punkt; 1= like jordprofil)
FUNDAMENT 17 STRMSLPET 4407 HH
6,1,15
1
< Koordinater (en linje for hvert punkt):
< x y
0.0, 0.0
0.0, 1.5
5.0, 0.0
5.0, 1.5
11.0, 0.0
11.0, 1.5
<----- Koordinater for hjørner av lastflater
< En linje for hver lastflate:
< x1, y1, x3, y3, last
0.0, 0.0, 22.0, 3.0, 59.8
<--- data for profil i hvert punkt
< Punkt nummer
<Grunnvannstand under referanse niv, po' ved referanse niv
<Jord data for hvert lag: (hvis opsjon = 1, skal de to pfolgende linjer
<for hvert lag bare gis etter frste beregningspunkt)
<model (a3) eksempel "2. " eller "1.3"
<lagtykkelse,gamma,M,ms,(pc-po),pr
1
0.0, 192.1
2.
1.7 , 18, 0, 100.0, 0, 0
2.
2.0 , 18, 0, 100.0, 0, 0
2.
4.0 , 18, 0, 100.0, 0, 0
2.
4.0 , 18, 0, 100.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0
3.
5.0 , 20, 0, 15.0, 0, 0

```