

# BERGEN KOMMUNE



Varden grusbane, Bergen

Geotekniske grunnundersøkelser  
Datarapport

August 2017

# RAPPORT

Varden grusbane – Geotekniske grunnundersøkelser - Datarapport

<b>Rapport nr.:</b> RIG-01	<b>Oppdrag nr.:</b> 51592001	<b>Dato:</b> 31.08.2017
<b>Kunde:</b> Bergen kommune		
<b>Varden grusbane, Bergen - GRUNNUNDERSØKELSER DATARAPPORT, AUGUST 2017</b>		
<b>Sammendrag:</b>		
<p>Bergen kommune planlegger å oppgradere Varden grusbane i Bergen kommune fra grusdekke til kunstgress. I den forbindelse er Sweco Norge AS engasjert for å utføre geotekniske- og miljøtekniske grunnundersøkelser. Grunnundersøkelsene er utført ved prøvegraving med gravemaskin.</p> <p>Det er utført prøvegraving hvor det er gravd 5 stk. prøvegroper. Det er hentet opp miljøtekniske prøver, hvor resultatene vil bli presentert i et separat notat. Skanska Survey har utført innmåling av prøvegroperne, samt innmåling av baneoverflaten.</p> <p>Denne rapporten gir en oppsummering av prøvegravingen, samt geoteknisk vurdering for oppgradering av grusbanen.</p> <p>Basert på prøvegravingen kan grunnforholdene oppsummeres som følger:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hovedsakelig består grunnforholdene av fyllmasser med ulike lagdelinger. Det er observert sand, grus og mindre steiner i den øverste 0,5 m, og deretter er det økende steinstørrelse til bunnen av prøvegroperne.</li> <li>• PG4 består av fyllmasser i den øverste ca. 0,5 m, mens resterende masser består av stedlige masser av humusholdig sand, sand og grusig sand.</li> <li>• Det er gravd til ca. 2 m i de fleste prøvegroperne, bortsett fra i PG4 hvor det er gravd til ca. 3 m. Det er usikkert om det er påtruffet fjell i PG2 og PG3, da det kan være stor blokk eller fjell.</li> <li>• Det ble observert inntrenging av grunnvann i bunnen av PG2, PG4 og PG5.</li> </ul>		
<b>Rev.</b>	<b>Dato</b>	<b>Revisjonen gjelder</b>
<b>Utarbeidet av:</b> Marianne V. Borge og Krishna Aryal		<b>Sign.:</b>
<b>Kontrollert av:</b> Julie Mathieu		<b>Sign.:</b>
<b>Oppdragsansvarlig/avd.:</b> Espen Eidsvåg/Bygg og Anlegg- Geo		<b>Oppdragsleder/avd.:</b> Marianne V. Borge

## Innhold

<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>PLANOMRÅDET</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>GRUNNFORHOLD</b> .....	<b>5</b>
3.1	Generelt.....	5
3.2	Utførte grunnundersøkelser .....	6
<b>4</b>	<b>KONKLUSJON</b> .....	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>GEOTEKNISK VURDERING</b> .....	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>TILLEGG</b> .....	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>VEDLEGG</b> .....	<b>11</b>

## Tillegg

Tillegg 1: Tegnforklaring og jordartsklassifisering

Tillegg 2: Markundersøkelser – Boremetoder

Tillegg 3: Laboratorieundersøkelser

## Vedlegg

Vedlegg 1: Graveplan

Vedlegg 2: Innmålt baneoverflate

## 1 INNLEDNING

Bergen kommune planlegger å oppgradere Varden grusbane ved Framohallen i Bergen kommune. I den forbindelse er Sweco Norge AS engasjert for å utføre geoteknisk- og miljøtekniske grunnundersøkelser. Grunnundersøkelsene er utført ved prøvegraving, hvor det ble gravd 5 stk. prøvegroper, samt tatt opp 15 stk. miljøtekniske prøver til analyse. Resultatene fra de miljøtekniske grunnundersøkelsene vil bli presentert i et separat notat.

Denne rapporten gir en oppsummering av de utførte feltarbeidene, samt geoteknisk vurdering for oppgradering av grusbanen.

## 2 PLANOMRÅDET

Varden grusbane ligger ved Framohallen, og har adresse Allestadveien 10, 12 med gnr/bnr 22/174 i Bergen kommune. Det vises til oversiktskart i figur 1, samt boreplan i vedlegg 1. Pr. dags dato består undersøkelsesområdet av en grusbane.

Grusbanen er lite brukt, men har blitt benyttet som parkeringsplass ved større arrangementer i Framohallen, samt ved sirkus.

Langs sørsiden av grusbanen er det observert berg i dagen. Det er også observert enkelte fjellblotninger ved den østlige kortsiden. Grusbanen ligger omtrent på samme nivå som Framohallen, men det går en mindre skråning ned til kunstgressbanen i vest.



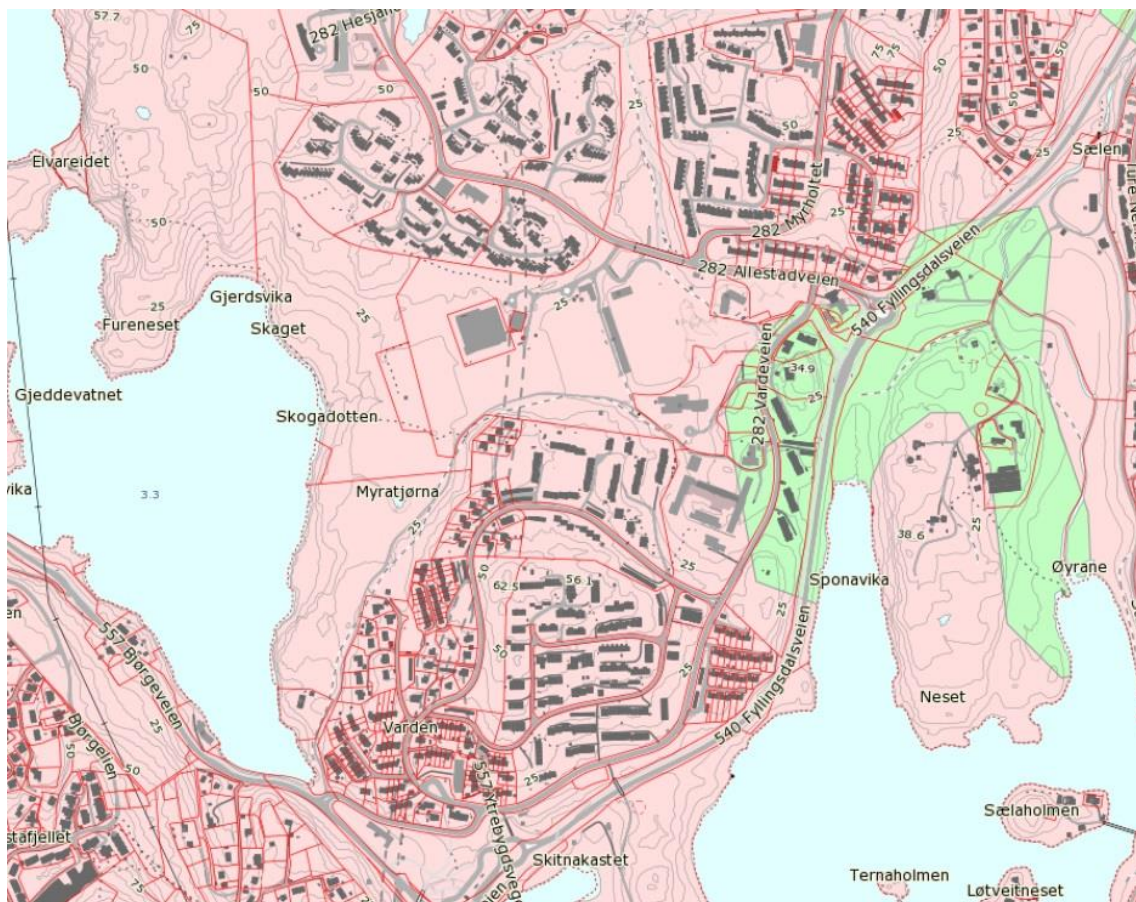
Figur 1- Oversiktskart over området, hvor den aktuelle grusbanen er ringet ut. Kartet er hentet fra [www.seeiendom.no](http://www.seeiendom.no)

### 3 GRUNNFORHOLD

#### 3.1 Generelt

Basert på løsmassekart fra NGU består grunnforholdene ved Varden grusbane, samt i området rundt, av bart fjell med stedvis tynt løsmassedekke. Enkelte steder er det kartlagt tynt morenedekke. Den aktuelle eiendommen ligger under kartlagt marin grense.

Berggrunnen ved Varden er kartlagt av NGU som granittisk gneis.



Figur 2- Løsmassekart over området. Grønn farge indikerer tynt morene, mens rosa farge indikerer bart fjell med stedvis tynt løsmassedekke. Kartet er hentet fra [www.ngu.no](http://www.ngu.no)

### 3.2 Utførte grunnundersøkelser

Det er foretatt prøvegraving på Varden grusbanen med 5 stk. prøvegroper, se vedlegg 1 for graveplan. Det er også foretatt prøvetaking for miljøtekniske undersøkelser, hvor resultatene er presentert i et separat notat. Prøvegravingen ble utført av Fyllingen Maskin AS fredag 11. august 2017. Prøvegropene, samt banens overflate ble innmålt av Skanska Survey AS. Profil av banens overflate er vist i vedlegg 2 og innmåling av prøvegroperne er vist i Tabell 1.

Generelt fremstår overflaten på grusbanen som ujevn, spesielt ved langsiden av grusbanen mot Framohallen, og spesielt i øst-hjørnet mot Framohallen. Det er opplyst av vaktmesteren på området at ved utbygging av Framohallen samt kunstgressbane i vest ble området trolig drenert for grunnvann. Det har dermed trolig oppstått setninger i grunnen, noe som kan være en forklaring på de nedsenkede og ujevne områdene.

Hver prøvegrop er beskrevet nedenfor. Det er generelt gravd til ca. 2 m dyp, med unntak av en prøvegrop hvor det ble gravd til ca. 3 m. Det ble trolig påtruffet berg i to prøvegroper, begge ved ca. 2 m dyp. Det ble observert inntrenging av grunnvann i bunnen av PG2, PG4 og PG5.

#### Prøvegrop 1 (PG1)



I PG1 er det observert et toppdekke av grus og sand på ca. 5-15 cm tykkelse. Under toppdekket er det observert et svart lag bestående av sand, grus og småstein på ca. 5-10 cm. Under det svarte laget er det observert et lyst brunt lag, ca. 10- 20 cm tykt, av sand, grus og varierende størrelse på stein. Deretter er det observert et lag av godt sortert stein på ca. 10- 20 cm. Dette laget inneholder mindre finstoff enn resterende masser. Deretter består massene i prøvegroperen av stein med økende størrelse med dypet. Det er varierende innhold av sand, grus og mindre steiner. Det er observert teglstein og søppelrester i disse massene. Massene fremstår som godt komprimerte fyllmasser, og det ble gravd til ca. 2 m dyp. Det er ikke observert grunnvann eller berg.

### Prøvegrop 2 (PG2)



I PG2 er det observert lik lagdeling som i PG1. Det ble ikke observert teglstein eller søppelrester i disse massene. I denne prøvegropen ble det observert inntrenging av grunnvann i bunnen av prøvegropen. Det ble gravd til ca. 2 m dyp. Gravemaskinfører mente det enten var påtruffet fjell eller en stor blokk. Pga. grunnvannet var det vanskelig å observere dette.

### Prøvegrop 3 (PG3)



PG3 består også av tilnærmet lik lagdeling som PG1 og PG2. I denne prøvegropen er stein-laget under det lysebrune laget observert med en svart farge, samt mer finstoff enn i PG1 og PG2. Det ble gravd til ca. 2 m dyp, hvor gravemaskinfører mente det enten var påtruffet fjell eller stor blokk. Det ble ikke observert grunnvann.

#### Prøvegrop 4 (PG4)



Grunnforholdene i PG4 skiller seg ut fra resterende prøvegroper da den består av en større andel stedlige masser. Den øverste ca. 0,5 m består av fyllmasser, med topplag av grus, og underliggende masser av sand og grus (lyst brunt lag). Under det lysebrune laget er det observert ca. 1 m tykt lag av humusholdig sand. I dette laget er det også observert store trerester og trestubber. Deretter er det observert et ca. 1,5 m tykt lag av grusig sand, hvor den øverste delen er jernholdig basert på fargen på løsmassene. Sidene i prøvegroppen fremstår som stabil, og massene fremstår som komprimert. Det ble gravd til ca. 3 m dyp, men det ble ikke påtruffet berg. Grunnvann trenger inn i bunnen av prøvegroppen.

#### Prøvegrop 5 (PG5)



I PG5 er det observert samme lagdeling som i PG1, PG2 og PG3. Det ble gravd til ca. 2 m dybde, med inntrenging av grunnvann i bunnen av prøvegroppen.



Tabell 1- Innmåling av prøvegroperne. Innmålingene er utført av Skanska Survey.

Prøvegrop	Øst	Nord	Høyde
PG1	293819,425	6695180,898	27,446
PG2	293841,699	6695136,932	27,550
PG3	293872,173	6695175,694	27,884
PG4	293919,029	6695175,369	27,572
PG5	293893,770	6695213,465	27,632

## 4 KONKLUSJON

Basert på observasjoner ved prøvegraving kan grunnforholdene ved Varden grusbane oppsummeres slik:

- Hovedsakelig består grunnforholdene av godt komprimerte fyllmasser med ulike lagdelinger. Det er observert sand, grus og mindre steiner i den øverste 0,5 m, og deretter er det økende steinstørrelse til bunnen av prøvegroperne.
- PG4 består av fyllmasser i den øverste ca. 0,5 m, mens resterende masser består av stedlige masser av humusholdig sand, sand og grusig sand.
- Det er gravd til ca. 2 m i de fleste prøvegroperne, bortsett fra i PG4 hvor det ble gravd til ca. 3 m. Det er usikkert om det er påtruffet fjell i PG2 og PG3, da det kan være stor blokk eller fjell.
- Det ble observert inntrenging av grunnvann i bunnen av PG2, PG4 og PG5.

## 5 GEOTEKNISK VURDERING

Bergen kommune planlegger å oppgradere Varden grusbane til kunstgress. Basert på grunnundersøkelsene består grunnforholdene hovedsakelig av godt komprimerte fyllmasser. Ved PG4 er det observert stedlige masser av humusholdig sand og grusig sand. Humusholdige masser er i utgangspunktet setningsømfintlige, men dersom setningene har pågått i mange år, kan dagens setninger være ubetydelige for grusbanens formål. Det ble ikke observert ujevn overflate ved PG4, noe som kan indikere at massene er komprimert, og de største setningene har skjedd.

Ved langsiden mot Framohallen, samt i østlig hjørne mot Framohallen ble det observert ujevn baneoverflate. Dette kommer trolig av setninger som følge av drenert grunnvann da Framohallen ble bygget. Det kan forekomme mindre setninger i årene fremover, men trolig vil ikke dette ha betydning for kunstgressbanen.

Hovedsakelig består grusbanen av godt komprimerte fyllmasser. Basert på overnevnt informasjon vil det trolig ikke forekomme setninger av stor betydning i hjørnet ved PG4. Det er derfor ikke nødvendig med f.eks. setningsreducerende tiltak for oppgradering av grusbanen. Ved

oppgraderingen er det nødvendig å jevne ut baneoverflaten, samt tilstrekkelig oppbygging av underlag under kunstgress. Det er viktig å ta høyde for drenering av overvann.

## **6 TILLEGG**

Tillegg 1: Tegnforklaring og jordartsklassifisering

Tillegg 2: Markundersøkelser – Boremetoder

Tillegg 3: Laboratorieundersøkelser

## **7 VEDLEGG**

Vedlegg 1: Graveplan

Vedlegg 2: Innmålt baneoverflate

## **TILLEGG**















Tillegg 1: Tegnforklaring og jordartsklassifisering

Tillegg 2: Markundersøkelser – Boremetoder

Tillegg 3: Laboratorieundersøkelser

## Tegnforklaring og jordartklassifisering

### TEGNINGSSYSTEMER I PLAN

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
	Prøveserie	Prøver tatt med boreredskap (skovl, kannebor, prøvetager mm)		Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell
	Prøvegrop			Vannstands- måling	
	Prøvebelastning			Vannprøver	
	Setningsmåling	Sondering uten registrering av motstand		Poretrykksmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping mm
	Enkel sondering			In situ permabilitetsmåling	
	Dreiesondering	Maskinsondering med automatisk opptegning		Vingeboring	Boring ned til og i fjell
	Dreie-trykk sondering			Totalsondering	

Nivåer og dybder (i meter)

$$\frac{12,8}{\div 5,7} \quad 18,5 + 3,0$$

Over linjen: Kote terreng eller elvøbunn, sjøbunn ved boring i vann

Ut for linjen: Boret dybde i løsmasser (18,5). Event. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0)

Under linjen: Kote antatt fjell (+5,7). Dersom det er antatt at fjell ikke er påtruffet, angis ~

### KORNFRAKSJONER

Kornstørrelse i mm	Betegnelse av fraksjonen	Signatur	Betegnelse
> 600	Blokk		STEIN/BLOKK
600-60	Stein		GRUS
60-20	Grovgrus		SAND
20-6	Mellomgrus		SILT
6-2	Fingrus		LEIRE
20-0,6	Grovsand		
0,6-0,2	Mellomsand		
0,2-0,06	Finsand		
0,06-0,002	Silt		
< 0,002	Leir		

Den kvantitative største fraksjon nevnes i substantivform, de øvrige fraksjoner tas med i adjektivform etter prosentandel i den utstrekning det er av betydning for karakterisering av jordarten.

Eksempler: sandig grus; steinig sand; sandig silt.

### DREIESONDERING

Sonderingsmotstand	Last kN	Antall halve omdr. pr. m
Meget liten motstand	1	0
Liten motstand	1	< 35
Middels stor motstand	1	35-125
Stor motstand	1	125-250
Meget stor motstand	1	> 250

### UDRENERT SKJÆRSTYRKE

Betegnelse av leire	Betegnelse av skjærstyrke	Skjærstyrke kN/m <sup>2</sup>
Meget bløt leire	Meget lav skjærstyrke	< 12,5
Bløt leire	Lav skjærstyrke	12,5-25
Middels fast leire	Middels høy skjærstyrke	25-50
Fast leire	Høy skjærstyrke	50-100
Meget fast leire	Meget høy skjærstyrke	> 100

### SENSITIVITET

Sensitivitet er forholdet mellom skjærstyrken til uforstyrret og omrørt materiale.

Betegnelse av leire	Betegnelse av sensitivitet	Sensitivitet St
Lite sensitiv leire	Lav sensitivitet	< 8
Middels sensitiv leire	Middels høy sensitivitet	8-30
Meget sensitiv leire	Høy sensitivitet	> 30

Med *kvikkleire* forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, dvs. omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m<sup>2</sup>

## Markundersøkelser - Boremetoder

**FORMÅL:** Grunnundersøkelser utføres vanligvis for å klarlegge grunnens beskaffenhet tilstrekkelig til at grunnarbeider og fundamenteringsarbeider kan utføres på en teknisk og samtidig økonomisk forsvarlig måte.

- Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens lagringsfasthet og dybder til antatt fjell eller fast grunn.
- Vingeboringer utføres for in-situ bestemmelse av udrenert skjærfasthet i leire.
- For nærmere bestemmelse av grunnens geotekniske egenskaper tas det opp prøver.

Markundersøkelsene vil også kunne omfatte måling av grunnvannstand og poretrykk, måling av deformasjon i grunnen og på konstruksjoner, samt belastningsforsøk på f.eks. peler.

### ENKEL SONDERING

Utstyret består av Ø 22 mm stålrør i 1 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter. Det benyttes en Ø 25 mm 200 mm lang spiss. Boret bores ned ved hjelp av en bærbar slagmaskin. Normal kapasitet 20 - 100 m pr.dag.

Enkel sondering gir veiledende bestemmelse av dybden til antatt fjell eller fast grunn. Utstyret har begrensninger med hensyn til sikker fjellbestemmelse.

### DREIESONDERING

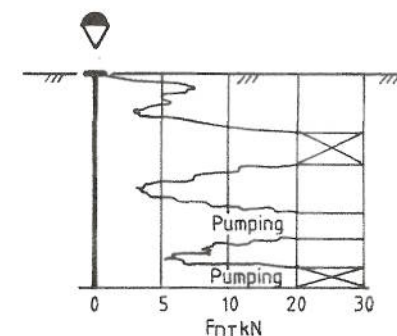
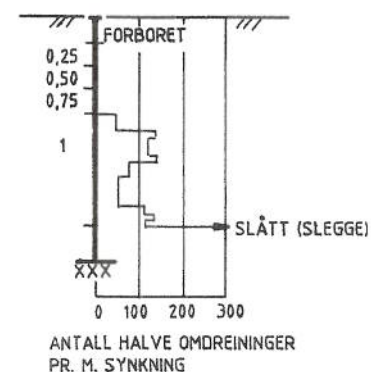
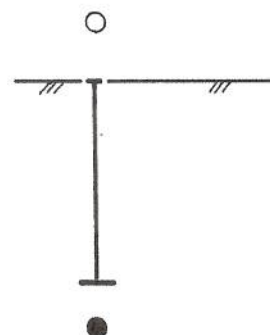
Utstyret består av Ø 22 mm stålrør i 1 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter. Spissen er pyramideformet med lengde 200 mm og største sidekant 25 mm.

Boret belastes trinnvis opptil 1 kN. Synker ikke boret ved 1 kN belastning, dreies den ned med motor. Antall halve omdreininger noteres. Normal kapasitet 20 - 100 m pr.dag.

Diagrammet viser antall halve omdreininger pr.meter synkning. Belastning på utstyret angis i kN til venstre.

### DREIETRYKKSONDERING

Utstyret består av Ø 36 mm stålrør i 2 m lengde som skrues sammen i glatte skjøter. Det benyttes en Ø 40 mm 225 mm lang spiss påsveiset en 5 mm høy skrueformet sveiselarve. Boret drives ned med konstant nedpressningshastighet 3 m/min. og med konstant omdreiningshastighet 25 omdr./min. Nedpressningskraften blir målt kontinuerlig ved hjelp av en automatisk skriver. Når motstanden øker slik at normert nedregningshastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



### FJELLKONTROLLBORING

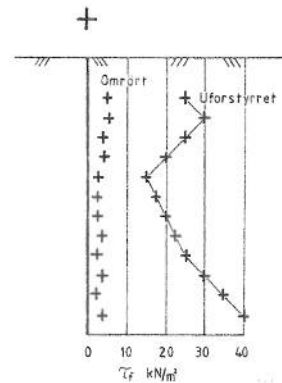
Utsyret består av Ø 32 mm stålrør med muffeskjæter og hardmetallkrone. Boret drives av en hydraulisk borhammer under spyling med vann under høyt trykk. Når fjellet er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 m, under registrering av borsynk for sikker påvisning.



### VINGEBORING

Vingeboring brukes til å bestemme in-situ udrenert skjærfasthet av kohesjonsmaterialer, vesentlig leire. Utstyret består av et vingekors som presses ned i grunnen. I ønsket dybde måles det maksimale torsjonsmoment ved sakte omdreining til brudd. Maksimale moment gir grunnlag for beregning av skjærfasthet som bestemmes i uforstyrret og etter brudd, i omrørt tilstand. Forholdet mellom skjærfasthet før og etter brudd kalles sensitivitet (St)

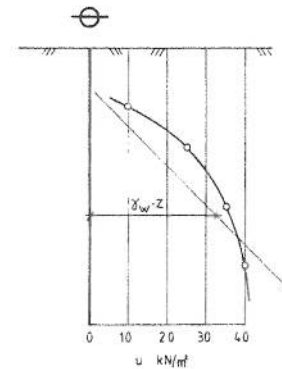
Lommevingebor er et forenklet utstyr for omtrentlig bestemmelse av udrenert skjærfasthet f.eks. i grøfter og utgravninger. Måledybden er begrenset til 3 meter.



### PORETRYKKSÅLING

Trykket i porevannet i en gitt dybde måles med poretrykkmåler (piezometer). Utstyret består av et Ø32 mm porøst filter (bronse eller epoxy) av lengde 300 mm som trykkes ned i ønsket dybde ved hjelp av forlengelsesrør. Fra filteret føres en plastslange opp til over terreng. Poretrykket måles som vannstand i plastslangen eller ved hjelp av manometer tilkoblet systemet.

Alternativt måles poretrykket ved hjelp av elektrisk registrering av trykket på en fleksibel membran.



### PRØVETAGNING

For opptak av uforstyrrende prøver benyttes vanligvis Ø54 mm NGI stempelprøvetager. Standard prøvelengde 800 mm.

Skovlboret benyttes for opptak av prøver i de øvre jordlag. Skovlboret er laget av to skålførmede stålblader som skrues ned ved hjelp av Ø 19 mm forlengelsesrør med muffe.

For opptak av omrørte prøver av torv, leire og delvis sand og grus under grunnvannstanden, kan kannebor benyttes. Kanneboret er nederst forsynt med en snodd spiss og forlenges med Ø 22/Ø 12 mm sonderør.





## Laboratorieundersøkelser

**FORMÅL:** Laboratorieundersøkelser utføres for klassifisering og identifisering av jordarten. I tillegg utføres forsøk for bestemmelse av jordartens mekaniske egenskaper og parametere for bruk i geotekniske analyser.

**Korndensitet** (Spesifikk vekt) ( $\rho_s$  i t/m<sup>3</sup>) er forholdet mellom masse av korn og kornvolum i prøven.

**Romvekt** ( $\gamma$  i kN/m<sup>3</sup>) er forholdet mellom total tyngde og totalt volum av prøven.

**Vanninnhold** ( $w$ ) angir i prosent forholdet mellom masse av porevann og masse av korn etter uttørkning ved 110°C.

**Flytegrense** ( $w_L$ ) angir i prosent vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom flytende og plastisk tilstand.

**Plastisitetsgrense** ( $w_p$ ) angir i prosent vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom plastisk og halvstiv tilstand.

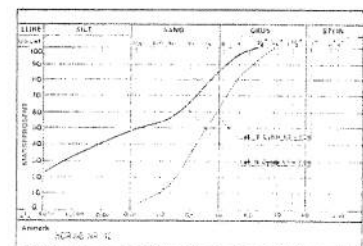
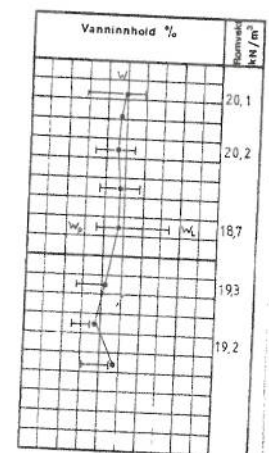
**Plastisitetsindeksen** ( $I_p$  i %) er differansen mellom flyte- og utrullingsgrense.  $I_p = w_L - w_p$ .

**Udrenert skjærstyrke** ( $s_u$  i kN/m<sup>2</sup>) av leire bestemmes ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med Ø 54 mm og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten.

Skjærstyrken måles også i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk hvor nedsynkningen av en normert konus registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell.

**Saltinnhold** (i g/l) bestemmes ved å måle elektrisk ledningsevne i en liten mengde utpresset porevann. Saltinnholdet angis ekvivalent med en natriumkloridkonsentrasjon med samme ledningsevne.

**Kornfordelingen** i jord bestemmes ved sikting og dråpeforsøk. For fraksjoner større enn 0,074 mm utføres kornfordelingsanalysen ved hjelp av en siktesats. For finere fraksjoner (silt og leire) bestemmes kornfordelingen ved hjelp av dråpeforsøk. Analysen bygger på Stoke's lov. En viss mengde tørket materiale slemmes opp med vann til en jevn suspensjon som settes til sedimentasjon. Etter bestemte tidsintervaller tas det ut prøvedråper fra en gitt dybde i oppløsningene med mikropipette. Dråpene slippes i en anisoppløsning, og falltiden over en gitt høyde bestemmer mengden. Kornstørrelsen bestemmes fra sedimentasjonstiden.



**Kompressibiliteten** av jord bestemmes ved konsolideringsforsøk i ødometer. Prøvehøyden er 20 mm og diameter 50 mm. Prøven bygges inn i en stålsylinder og belastes trinnvis. For hvert lasttrinn måles sammentrykning av jordprøven som en funksjon av tid etter pålastning. For praktiske formål kan variasjon i kompressibilitet uttrykkes ved en parameter, spenningsmodulen M. Diagrammet viser en typisk belastningskurve, og spenningsmodulen er definert som

$$M = \frac{\delta\sigma'}{\delta\varepsilon}$$

Forsøksresultatene gir grunnlag for beregning av konsolideringssetningene og setningenes tidsforløp.

**Komprimeringsforsøk (Proctor-forsøk)** utføres for bestemmelse av jordens komprimeringsegenskaper. Forsøket utføres ved innstamping av materiale i en stålsylinder ved varierende vanninnhold. Stempelets tyngde, fallhøyde og antall slag holdes konstant. Den maksimale tørrdensitet  $\rho_{dopt}$  og tilsvarende vanninnhold  $w_{opt}$  bestemmes.

**Luftporøsitet ( $A_r$ )** er volum av luft (gass),  $V_g$ , angitt i prosent av total volum,  $V$ .

**Metningsgraden ( $S$ )** er volum av porevann,  $V_w$ , angitt i prosent av porevann,  $V_p$ .

**Porøsitet ( $n$ )** er porevolum,  $V_p$ , angitt i prosent av total volum,  $V$ .

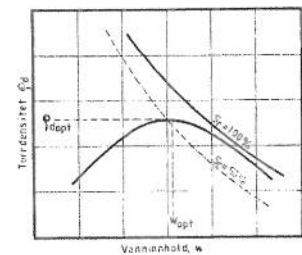
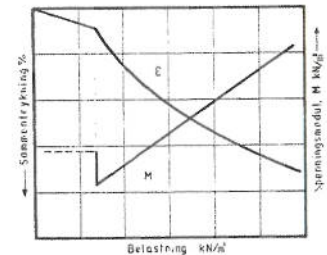
**Permeabilitetskoeffisienten ( $k$  i mm/s)** er et uttrykk for materialets evne til å slippe væske gjennom porene definert som strømningshastighet for en hydraulisk gradient lik 1. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk.

I finkornig jord kan permeabiliteten bestemmes på grunnlag av konsolideringsforsøk i ødometer.

**Fri svelling** er volum av en leirprøve som får svulle fritt etter tilsetning av destillert vann angitt i prosent av volumet av tørr prøve.

**Fritt svellevolum** er volum av vann innesluttet i en leirprøve etter fri svelling angitt i prosent av volumet av tørr prøve.

**Svelletrykk** på leirprøver fra svakhetssoner i fjell måles i ødometer. En tørket prøve bygges inn, konsolideres og tilføres destillert vann. Volumet av prøven holdes konstant under svelling, og prøvens aktive svelletrykk registreres.



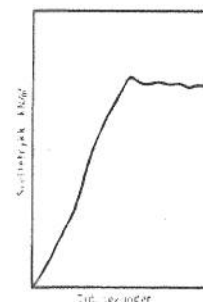
$$A_r = \frac{V_g}{V}$$

$$S = \frac{V_w}{V_p} \quad V_p = V_w + V_g$$

$$n = \frac{V_p}{V}$$

Jordart	$k$ (mm/s)
grus	10
sand	$10^{-3} - 10^{-3}$
silt	$10^{-3} - 10^{-6}$
leire	$10^{-6} - 10^{-8}$

Typiske variasjonsområder



## **VEDLEGG**

Vedlegg 1: Graveplan

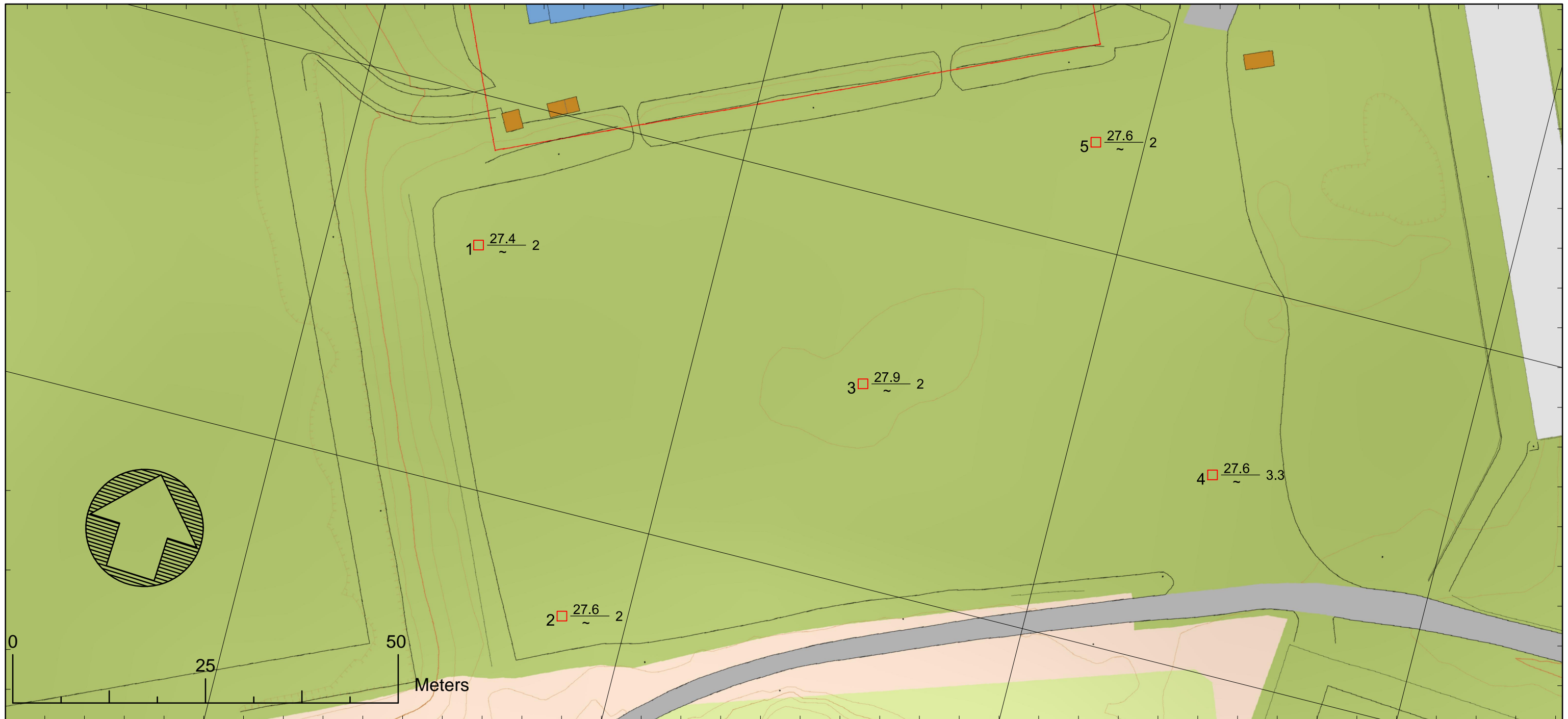
Vedlegg 2: Innmålt baneoverflate

## VEDLEGG 1: GRAVEPLAN

293800.0000

293850.0000

293900.0000



6695200.0000

293800.0000


293850.0000

293900.0000

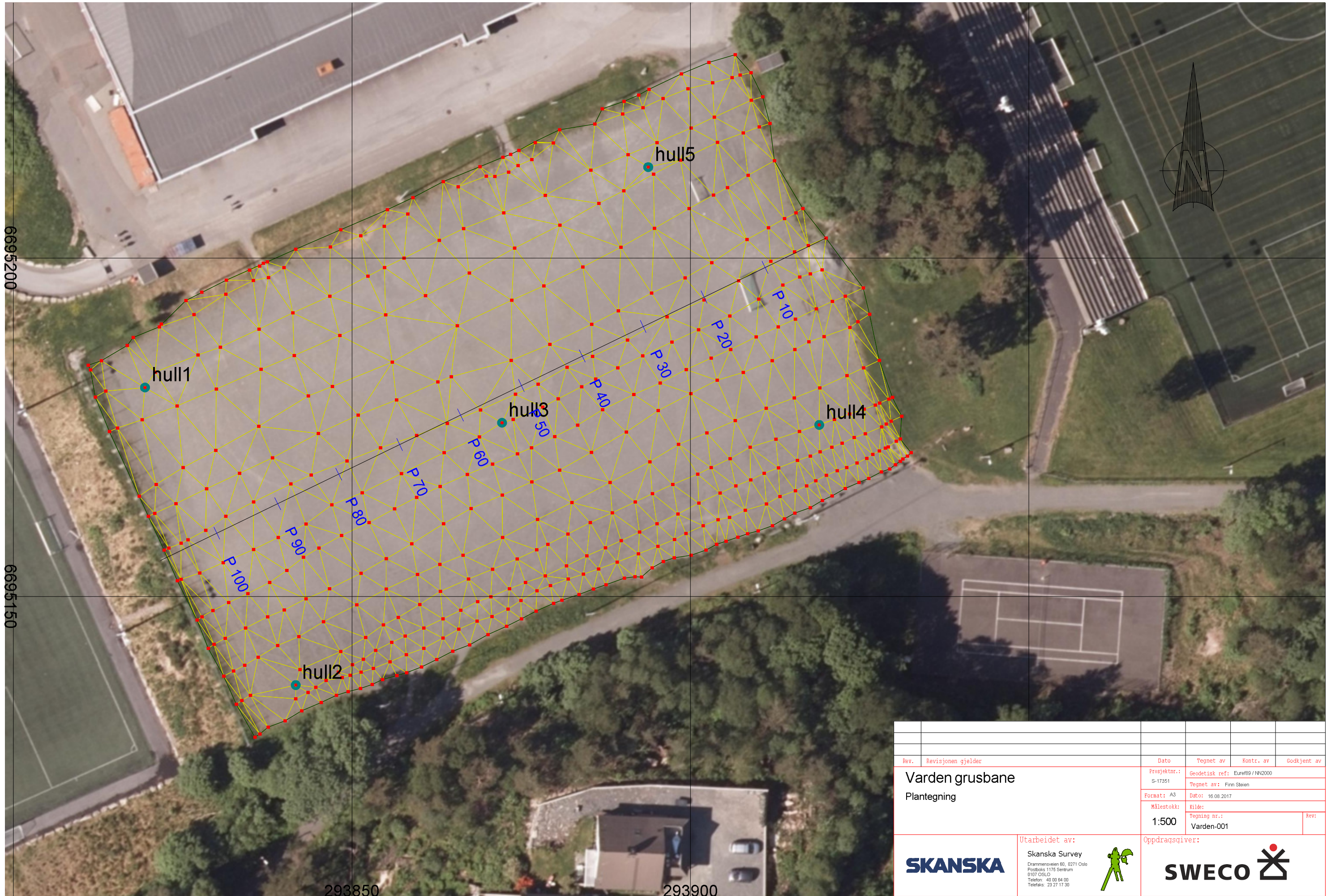
293950.0000

TEGNFORKLARING

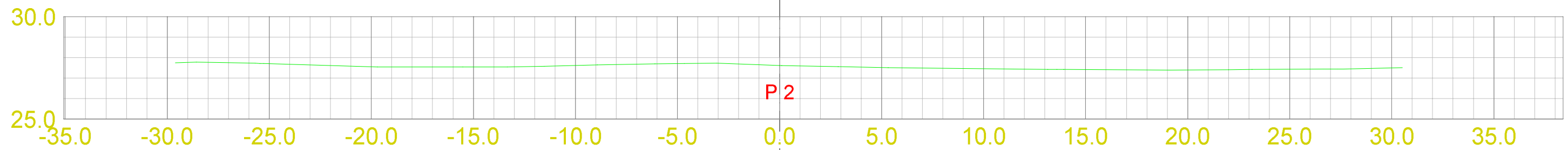
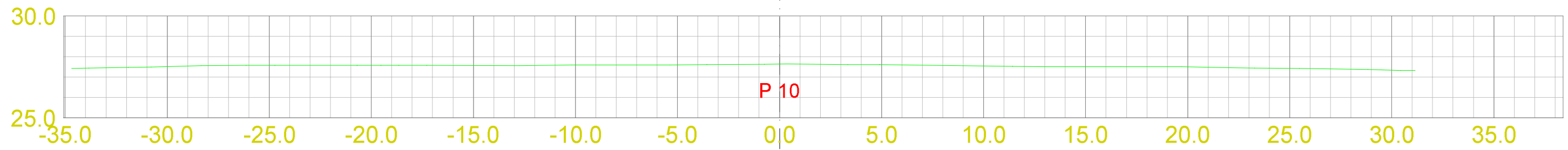
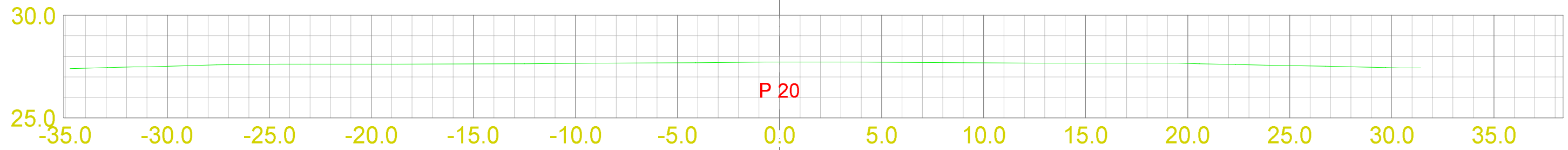
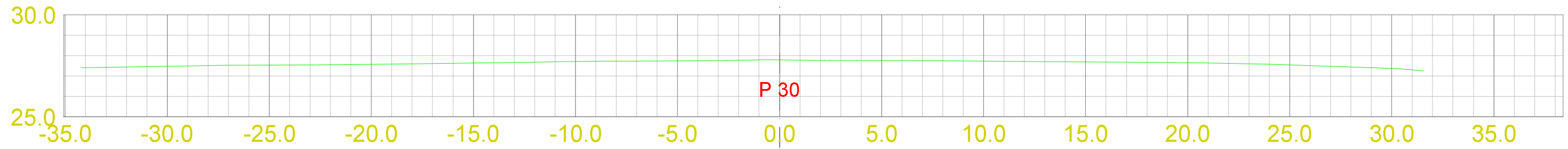
□ PRØVEGROP



Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
		<b>Bergen Kommune</b>	NOMEIS	NOMARB	NOEIDS	25.08.2017
		Geotekniske og miljøgeologiske undersøkelser	Målestokk 1:500			Format A3
		Varden grusbane PRØVEGRAVING	Oppdragsleder: Marianne V. Borge			
			Oppdragsnr. 51592001			
		<b>SWECO</b> 	Disiplin: GEO	Løpnummer: RIG-01	Status	Rev: 01
		Sweco Norge AS Fantoftvegen 14p, 5072 Bergen TLF.: 55 27 50 00 FAX.: 55 27 50 00				

## **VEDLEGG 2: INNMÅLT BANEVERFALTE**

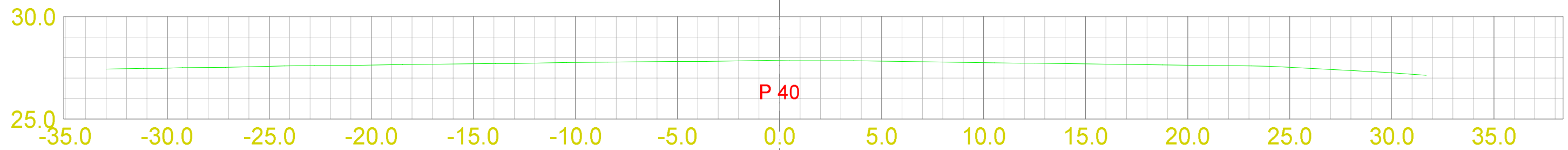
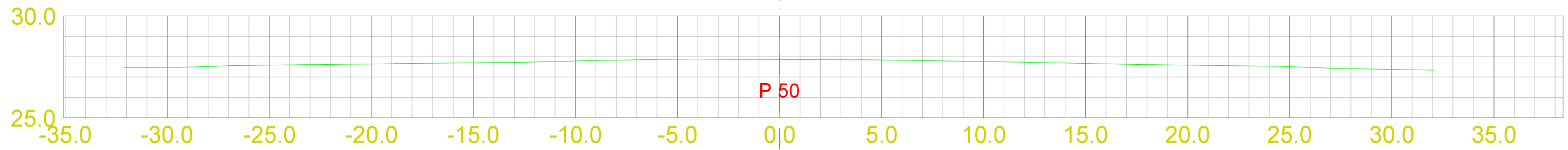
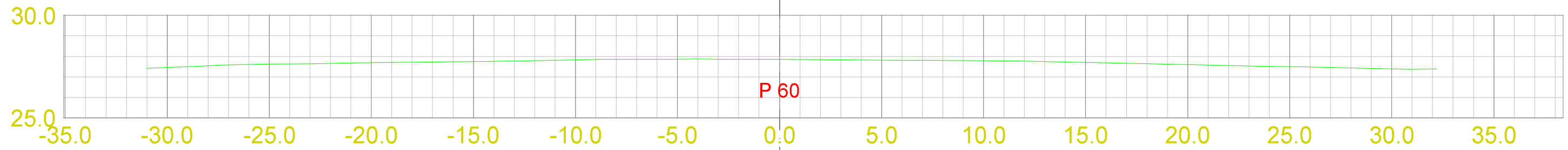
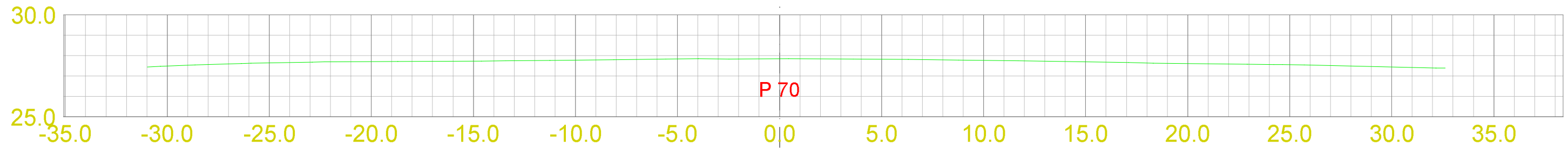




Rev. Revisjonen gjelder		Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
Varden grusbane		Prosjektnr.: S-17351	Geodetisk ref: Eura89 / NN2000		
Plantegning		Format: A3	Tegnet av: Finn Steien		
		Målestokk: 1:500	Dato: 16.08.2017		Rev:
			Kilde: Varden-001		
		Utarbeidet av: Skanska Survey Drammensveien 80, 0271 Oslo Postboks 1175 Sentrum 0107 OSLO Telefon: 40 00 64 00 Telefaks: 23 27 17 30			

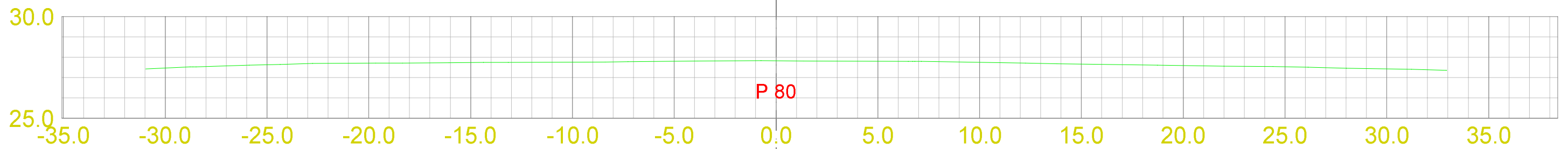
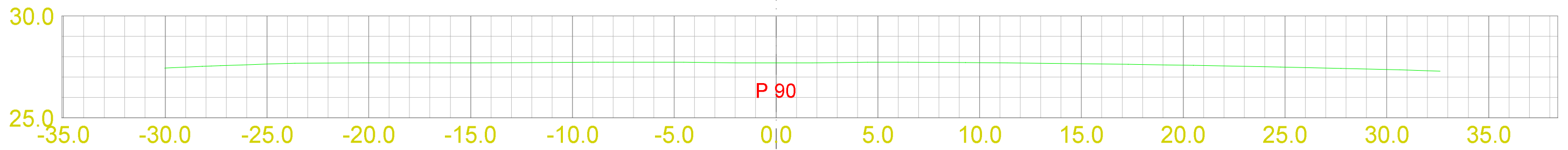
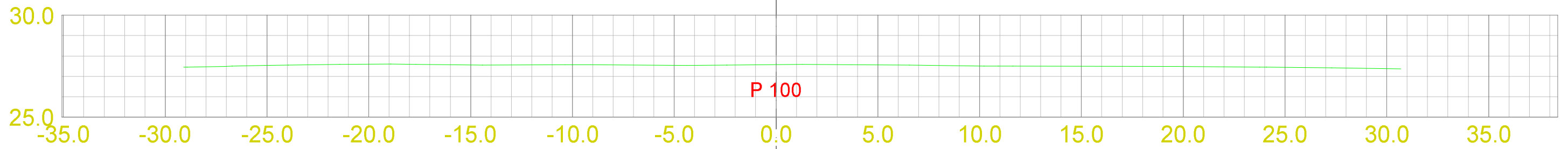
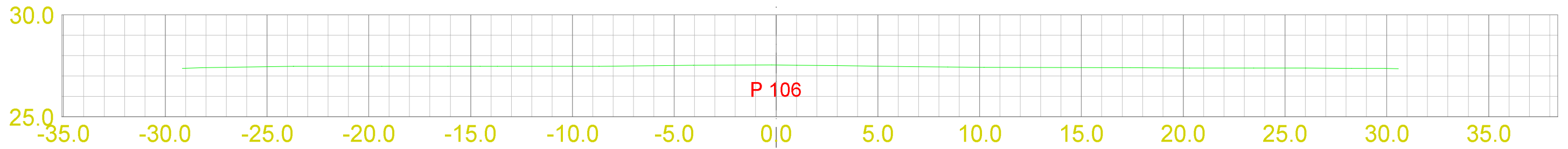




Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
<b>Varden grusbane</b>		Prosjektnr.: S-17351	Geodetisk ref: Euref89 / NN2000		
<b>Tverrprofiler</b>		Format: A3	Tegnet av: Finn Steien		
		Målestokk: 1:200	Dato: 16.08.2017		
			Kilde: Tegning nr.: Varden-002	Rev:	
		Utarbeidet av: Skanska Survey Drammensveien 80, 0271 Oslo Postboks 1175 Sentrum 0107 OSLO Telefon: 40 00 84 00 Telefaks: 22 27 17 30			





Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
<b>Varden grusbane</b>		Prosjektnr.: S-17351	Geodetisk ref: Euref89 / NN2000		
<b>Tverrprofiler</b>		Format: A3	Tegnet av: Finn Steien		
		Målestokk: 1:200	Dato: 16.08.2017		
			Kilde: Tegning nr.: Varden-002	Rev:	
		Utarbeidet av: Skanska Survey Drammensveien 80, 0271 Oslo Postboks 1175 Sentrum 0107 OSLO Telefon: 40 00 84 00 Telefaks: 22 27 17 30			



Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
<b>Varden grusbane</b>		Prosjektnr.: S-17351	Geodetisk ref: Euref89 / NN2000		
<b>Tverrprofiler</b>		Format: A3	Tegnet av: Finn Steien		
		Målestokk: 1:200	Dato: 16.08.2017		
			Kilde: Varden-002	Tegning nr.:	Rev:
		Utarbeidet av: Skanska Survey Drammensveien 80, 0271 Oslo Postboks 1175 Sentrum 0107 OSLO Telefon: 40 00 84 00 Telefaks: 22 27 17 30		Oppdragsgiver: 