

Samlerapport for tomtealternativ og massebalanse

Samlerapporten inneholder tre delrapporter knyttet til tema tomtealternativ og massebalanse.

1. Posten Bring – Tomtealternativ for terminalbygg Kokstad: Grunnundersøkelser og bergtekniske vurderinger

Rapporten er utført av Multiconsult og datert 13.03.2017.

Posten Bring skal samlokalisere virksomheten i Bergensområdet til et nytt terminalbygg på Kokstad i Bergen. Det er utført 103 enkle sonderinger og 14 totalsonderinger. Torvtykkelsen varierer fra 0,2 m til 6,0 m i de ulike myrområdene. Totalsonderingene avslører at det kan være noe fastere masser under torvlaget i form av sand, grus og stein eller morene med tykkelser opp til 3 m. Dette er masser som det normalt er unødvendig å skifte ut.

2. Posten Bring - Tomtealternativ for terminalbygg Kokstad: Tomtenivå og masseberegning

Rapporten er utført av Multiconsult og datert 21.03.2017.

Posten Bring skal samlokalisere virksomheten i Bergensområdet til et nytt terminalbygg på Kokstad i Bergen. Det er vurdert terrengnivå for tomt A og B på henholdsvis kote 85,80 og kote 88,45. Det blir marginalt noe mindre sprengning/fylling på tomt A enn på tomt B.

3. Vedlegg: Massebalanse

Beregninger for massebalanse er utført av Novaform

Beregning er foretatt mot foreslåtte regulerte høyder og etablerte flatemodeller med overbygning. Urørt terreng er beregnet å ha et snitt på 0,5 meter renskemasse før fast fjell, steder hvor prøvegraving er foretatt er dette lagt til grunn. Mengde jord er ansett som usikker og vil variere med omfang av masseutskifting. Overskudd fjell er beregnet med utvidelse faktor 1,25 for fjell til sprenging, anbragt volum for fyllingsmasser og produserte ferdigvarer.

RAPPORT

Posten Bring – Tomtealternativ for terminalbygg Kokstad

OPPDAGSGIVER

Posten Norge Bergen AS

EMNE

Grunnundersøkelser og bergtekniske vurderinger

DATO / REVISJON: 13. mars 2017 / 00

DOKUMENTKODE: 617127-RIG-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDAG	Posten Bring – Ttomtealternativ for terminalbygg Kokstad	DOKUMENTKODE	617127-RIG-RAP-001
EMNE	Grunnundersøkelser og bergtekniske vurderinger	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDAGSGIVER	Posten Norge AS	OPPDAGSLEDER	Arne Stordal
KONTAKTPERSON	Kjell Ove Amundgård, XPRO AS	UTARBEIDET AV	Arne Stordal
KOORDINATER	SONE: 32 V ØST: 2930 NORD: 66905	ANSVARLIG ENHET	2210 Bergen Geo - felles
GNR./BNR./SNR.	X / X / X / Bergen		

SAMMENDRAG

Posten Bring skal samlokalisere virksomheten i Bergensområdet til et nytt terminalbygg på Kokstad i Bergen. Det er utført 103 enkle sonderinger og 14 totalsonderinger.

Torvtykkelsen varierer fra 0,2 m til 6,0 m i de ulike myrområdene.

Totalsonderingene avslører at det kan være noe fastere masser under torvlaget i form av sand, grus og stein eller morene med tykkelser opp til 3 m. Dette er masser som det normalt er unødvendig å skifte ut.

00	10.03.2017	Klar for utsendelse	Arne Stordal/Torben Wedervang	Runar Tyssebotn/Frode Arnesen	Arne Stordal
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Lokalitet	5
3	Utførte undersøkelser	6
4	Resultater Grunnforhold	6
4.1	Terreng	6
4.2	Løsmasser	6
4.3	Bergoverflate	7
5	Berg	7
5.1	Energibrønner	9
6	Registreringer med drone	10

TEGNINGER

617127-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan område A
	-002	Borplan område B
	-100	Profil A-A, B-B og C-C område A
	-101	Profil D-D, E-E og F-F område A
	-102	Profil G-G, H-H og I-I område B

VEDLEGG

Geotekniske bilag - Feltundersøkelser

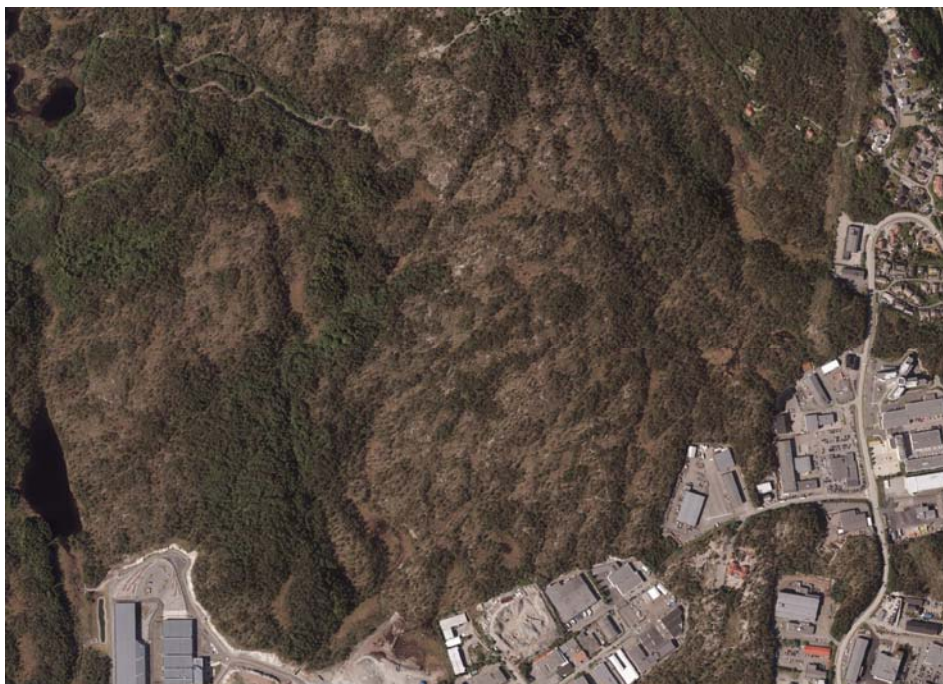
Geotekniske bilag - Laboratorieundersøkelser

1 Innledning

Posten Bring skal samlokalisere virksomheten i Bergensområdet til et nytt terminalbygg på Kokstad i Bergen. To alternative tomter er tilgjengelige, og basert på datainnsamling, terrengmodellering og masseberegning skal gunstigste tomt velges.

2 Lokalitet

Tomtene ligger på området Kokstad vest, mellom industriområde Kokstad og Bergen Lufthavn, se oversiktsbilde på figur 1 og tomtene på figur 2.



Figur 1: Flyfoto over området (www.norgeskart.no)



Figur 2: Tomt A (ca. 100 daa) til venstre og tomt B (ca. 135 daa) til høyre (fra reguleringsplan)

3 Utførte undersøkelser

Enkle sonderinger ble utført i perioden 13.-16. februar 2017 av tekniske assistenter Torben Nesse og Njård Nesse, og totalsonderinger i perioden 15.-21. februar av borformennene Frank Dyrkolbotn og Kjell-Bjarne Wergeland. Totalsonderingene ble utført med en geoteknisk borerigg av typen GM 100. Riggeren er utstyrt med en elektronisk registreringsenhet for automatisk logging og opptegning av sonderingsdata. Sonderingspunktene ble satt ut og målt inn av landmåler Torben Nesse med GPS-utrusning av typen Leica RX 1250XC. Høydereferanse er NN2000.

Etter en innledende befarings ble sju områder med myr plukket ut til å undersøkes med sonderinger. Resten av området er stort sett berg i dagen eller med svært liten løsmasseoverdekning. Følgende geoteknisk feltprogram ble gjennomført:

- 103 enkle sonderinger
- 14 totalsonderinger

Enkle sonderinger utføres manuelt av to personer der en $\varnothing 13$ mm myrsonderingsstang med en langsgående slisse presses ned i massene manuelt. Ved omdreining før opptrekk vil det legges seg masser i slissen som igjen kan identifisere eventuelle jordtyper og lagdelinger. Metoden egner seg bare for torv og bløte masser. Metoden stopper opp mot stein, blokk og i faste masser og kan derfor ikke benyttes til bergpåvisning.

Totalsondering er en kombinasjon av fjellkontrollboring og modifisert dreietrykkssondering. Metoden viser normalt lagdeling og har god nedtreningssevne ved at det kan kobles inn vannspyling og slag under sonderingen. Metoden gir relativ sikker påvisning av bergnivå ved at det normalt blir avsluttet etter boring i antatt berg. Hovedformålet med denne undersøkelsen er å kartlegge nivået for masseutskiftning og det var derfor ikke behov for å bore vesentlig i berg. Men for å vurdere bergkvalitet for eventuelle energibrønner ble det på ett punkt boret ned til 3 m i berg.

For nærmere forklaring av boremetoder og tolkning av resultater vises det til rapportens geotekniske bilag feltundersøkelser.

4 Resultater | Grunnforhold

Borpunktens plassering er vist i plan på rapportens tegninger nr. -001 og -002 og resultatene fra grunnundersøkelsene er tegnet opp i profilene A-A til I-I på rapportens tegninger nr. -100 til -102.

4.1 Terreng

Området for de to tomtene er småkupert med berg i dagen, noe skog og mindre myrområder. Terrenghøydene i sonderingspunktene varierer i fra kote 71 til kote 88 i område A og fra kote 81 til kote 93 i område B.

4.2 Løsmasser

De enkle sonderingene stoppet opp mot antatt berg eller stein på de fleste lokasjoner men det er hovedsakelig dybden av torvlaget som er registrert på denne måten. Torvtykkelsen varierer fra 0,2 m til 6,0 m i de ulike myrområdene.

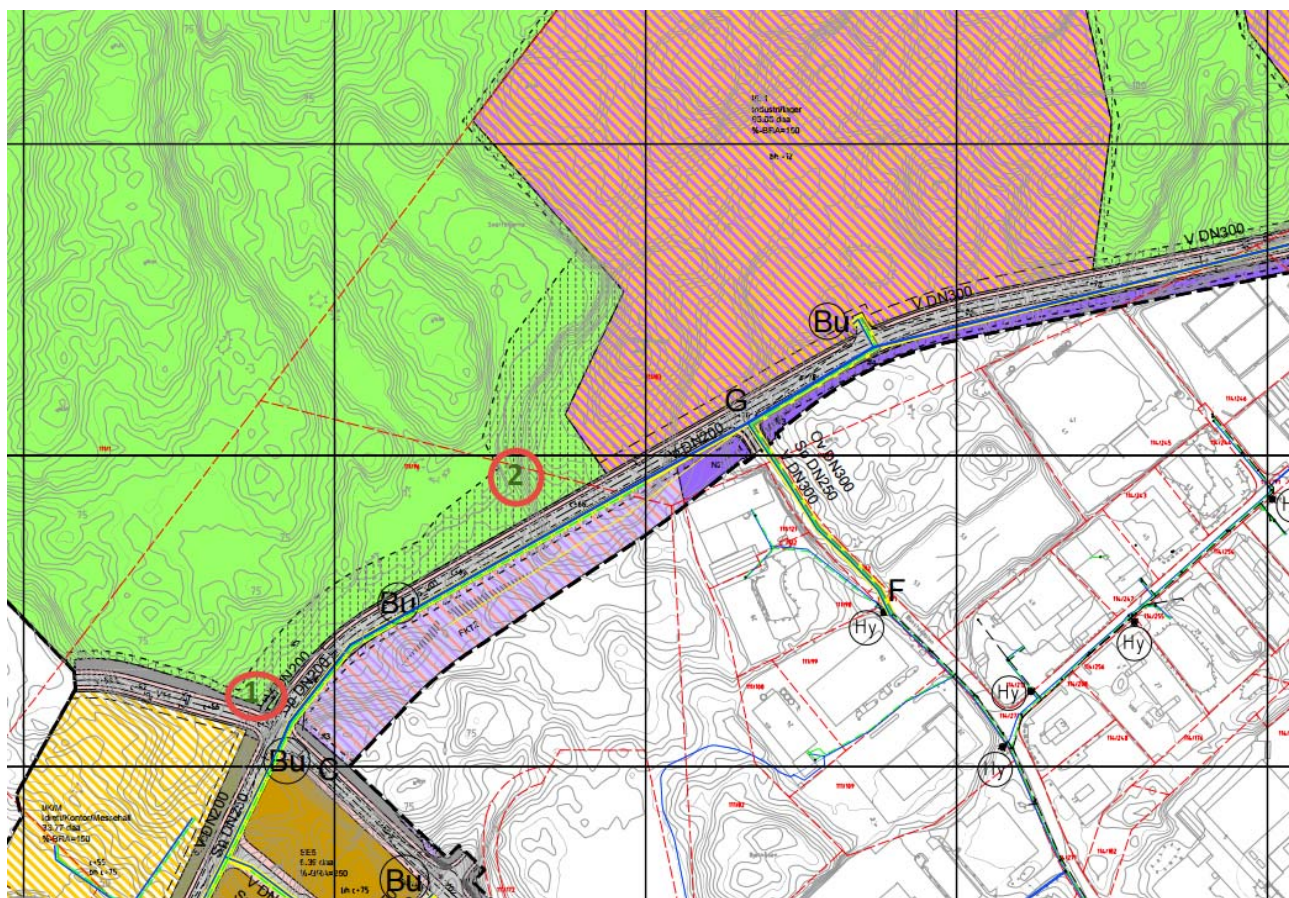
Totalsonderingene avslører at det kan være noe fastere masser under torvlaget i form av sand, grus og stein eller morene med tykkelser opp til 3 m. Dette er masser som det normalt er unødvendig å skifte ut.

4.3 Bergoverflate

Antatt berg er påtruffet i samtlige totalsonderinger. Bergoverflaten i område A er påtruffet fra kote 67 til kote 85 og i område B fra kote 79 til kote 90 i totalsonderingspunktene.

5 Berg

Det ble utført befaring av ingeniørgeolog Torben Wedervang 7. mars 2017. Områder som ble undersøkt var tomt A, tomt B og punkt for start tilkomstvei (området der Stemmebekken krysser Kokstadflaten), se figur 3 og bilde 1 (og 2). Formålet for befaringen var å undersøke bergets beskaffenhet på tomtene og i tilkomstveien.



Figur 3: Viser tenkt trase for tilkomstvei samt deler av tomt A. Omringet på figuren er områdene der bilde 1 og bilde 2 er tatt.



Bilde 1: Tilkomsvei til tomtene vil være til høyre for betongkulvert. Veien vil gå sørøst for Stemmebekken. Synlig berg ved starten av tilkomstvei. Bildet er tatt i retning NNV.



Bilde 2: Viser myrområdet og Stemmebekken til høyre i bildet. Til venstre vises grensen for utfyllingen til tomten i sør. Tilkomsveien vil gå cirka på topp fylling. Bildet er tatt i retning VSV.

Bergarten i området er ifølge NGU sine kart en anortositt. Observasjoner i felt indikerer også dette. Denne anortositten har gjennomgått metamorfose og blitt en omdannet bergart, og ligner ikke på yngre magmatiske grovkornete anortositter. Bergarten er lys i farge og viser foliasjon. Selv om berget ikke er grovkornet er enkelte mineralkorn synlig. Bruddene i berget oppstår oftest langs foliasjonen. Det kan forventes at de øverste 2-4 meterne av berget er dagfjell og av nedsatt kvalitet, se bilde. Det er også forventet nedsatt kvalitet på berg som ligger i svakhetssoner. Der hvor det er forsenkninger i topografien forventes det nedsatt kvalitet på berget. Bergkvaliteten kan variere, men erfaringer fra anlegg i nærområdet tilsier at kvaliteten er middels til bra. Det er ikke foretatt tester på enaksial trykkfasthet, men erfaringer fra tilsvarende bergarter tilsier en trykkfasthet på cirka 70-100 MPa. Dette er mer enn tilstrekkelig for at berget kan benyttes som fyllmasser. Sprengstein som benyttes til fyllingsformål må sorteres og bør ikke inneholde humusholdige masser eller andre masser som kan gi opphav til setninger eller stabilitetsproblemer.

I forbindelse med utsprenging av skjæringer forventes det i mindre grad problemer tilknyttet totalstabilitetsproblemer i ferdig utsprengte skjæringer. I forkant av utsprenging kan det være aktuelt med forbolter. Det forventes at det må installeres bergbolter i skjæringene for å sikre detaljstabilitet. Det vil stedvis være aktuelt med steinsprangnett der berget er oppsprekt eller fører mye vann.

Kvaliteten på berget og bergets beskaffenhet er vurdert til lik for begge tomter og tilkomstvei.

5.1 Energibrønner

Typisk varmeuttak fra energibrønner i fjell er 40 W per meter med variasjon fra 20 til 80 W/m. Hullene er typisk 100 til 200 meter dype, men kan også være dypere. Multiconsult har ikke konkrete erfaringstall på hvilken effekt energibrønner vil ha i anortositt i Bergen. Varmeuttaket er avhengig av blant annet berggrunnens sammensetning og oppsprekking, terrengets helning, grunnvannsnivå og brønnenes innbyrdes plassering. Best effekt får man i områder med oppsprukket berg med mye grunnvannstilsg.

Anorthositt består overveiende av felstpat med 1-4 % innhold av kvarts. Andre mineraler i denne bergarten kan være pyroksen, amfibol, epidot og zoisitt. Innhold av sprekker og porer er indre enn 2%.

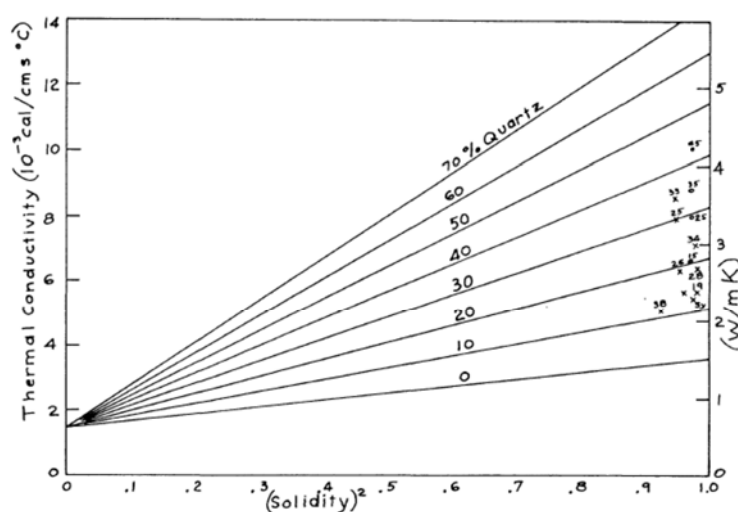
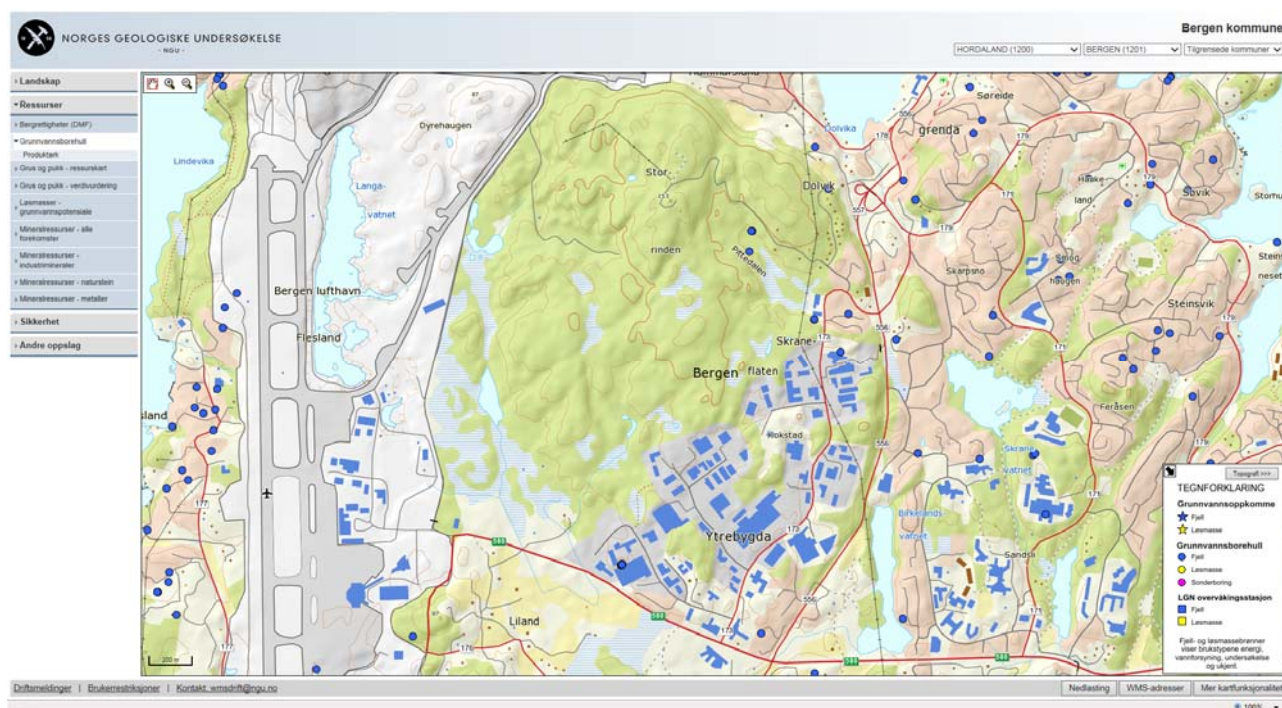


FIGURE 4. Thermal conductivity of felsic rocks with water in the pores, showing variation with solidity and quartz content, at 300 K, 5 MPa.

Figur 4. Figur som viser termisk konduktivitet i felstpatbergarter som funksjon av kvartsinnhold og porøsitet fra USGS 1988: Robertson, *Thermal Properties of Rock*. Vi venter at berggrunnen på tomten ligger i den lave enden av diagrammet.

Vi antar at anortosittkroppen er nokså mektig i området hvor brønnene skal plasseres og at derfor hele brønnens lengde vil være i anortositt. Det forventes at borehull som etableres ikke vil kollapse. Anortositten kan variere i oppsprekingsgrad, men vi forventer ikke at den er spesielt oppsprukket eller vannførende i dypet. Terrenget er nokså flatt innenfor de ulike ^{tomtene}, men faller slakt mot havet i 1-1,5 kilometer i vestlig til nordøstlig retning utenfor tomtegrensene. Det forventes at vann og grunnvann transporteres i dagen og ellers i de helt øvre lagene av berget/løsmassene. Anortositten forventes ikke å ha spesielt god varmeledningsevne, ca 2-4 W²/mK, se diagram over.

På bakgrunn av disse betraktningene tror vi det skal være mulig å etablere energibrønner på begge tomter. Det anbefales at energibrønnene plasseres med tilstrekkelig innbyrdes avstand for å oppnå best mulig varmeuttak. På grunn av bergartens noe spesielle egenskaper anbefales det å utføre termisk responstest i en testbrønn tidlig i prosjekteringsfasen.. For øvrig er det andre bygninger i området med erfaringer fra energibrønner, se kartutsnitt under.



Figur 5. Nedlasting fra NGUs brønnregister Granada. Registrerte fjellbrønner er vist med blå punkter.

6 Registreringer med drone

Overflyging med drone med video-opptak og terrengregistrering ble utført av Ove Steinestø 10.03.2017, og utarbeidelse av terrengmodell fra denne registreringen er under utarbeidelse.



POSTEN BRING TOMTEALTERNATIV FOR TERMINALBYGG, KOKSTAD

OVERSIKTSKART

Multiconsult

www.multiconsult.no

Status

Oppdragsnr.

617127

Konstr./Tegnet
/JSB

Tegningsnr.

RIG-TEG-0

Kontrollert
RT

Godkjent

ADS

Rev.

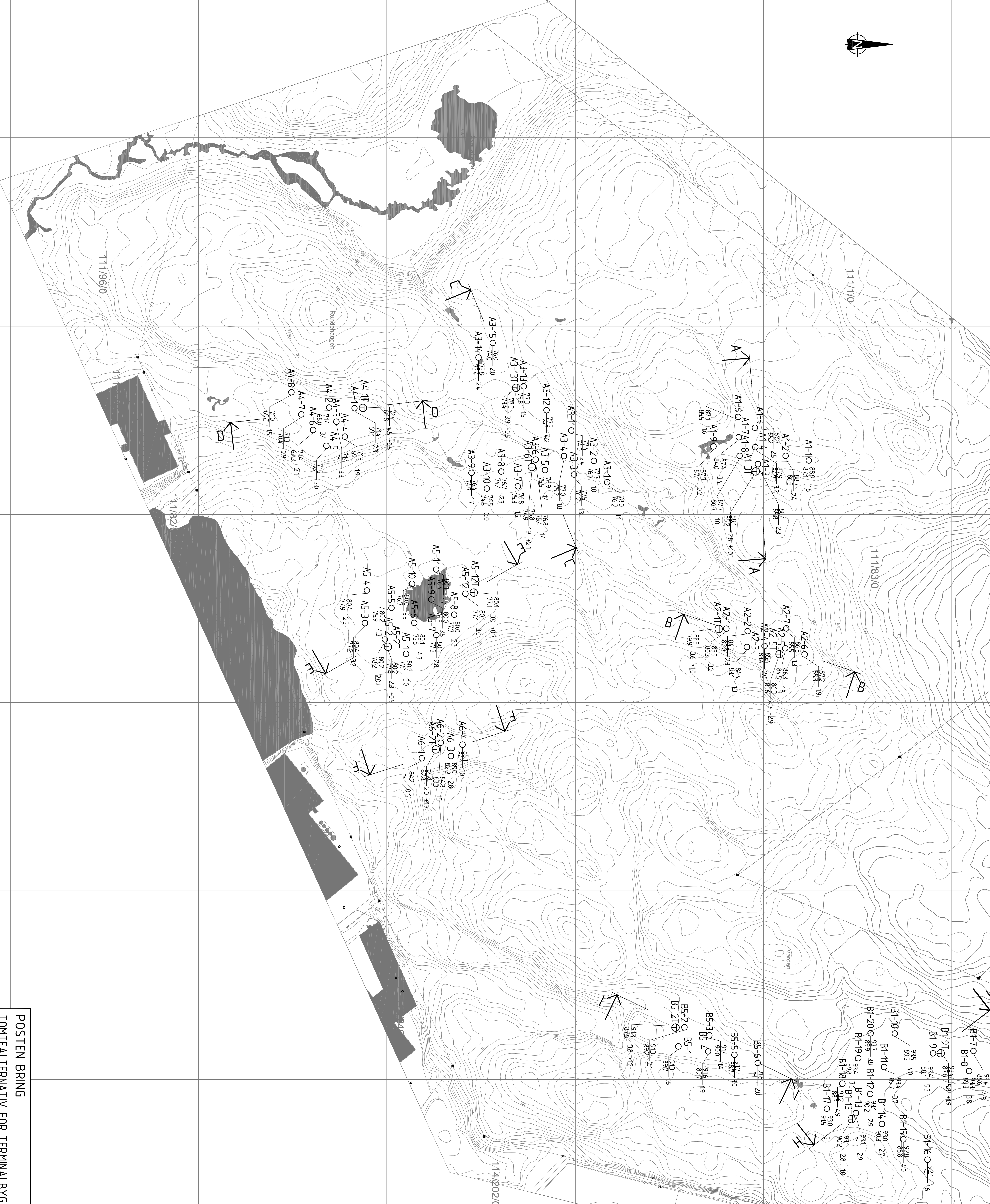
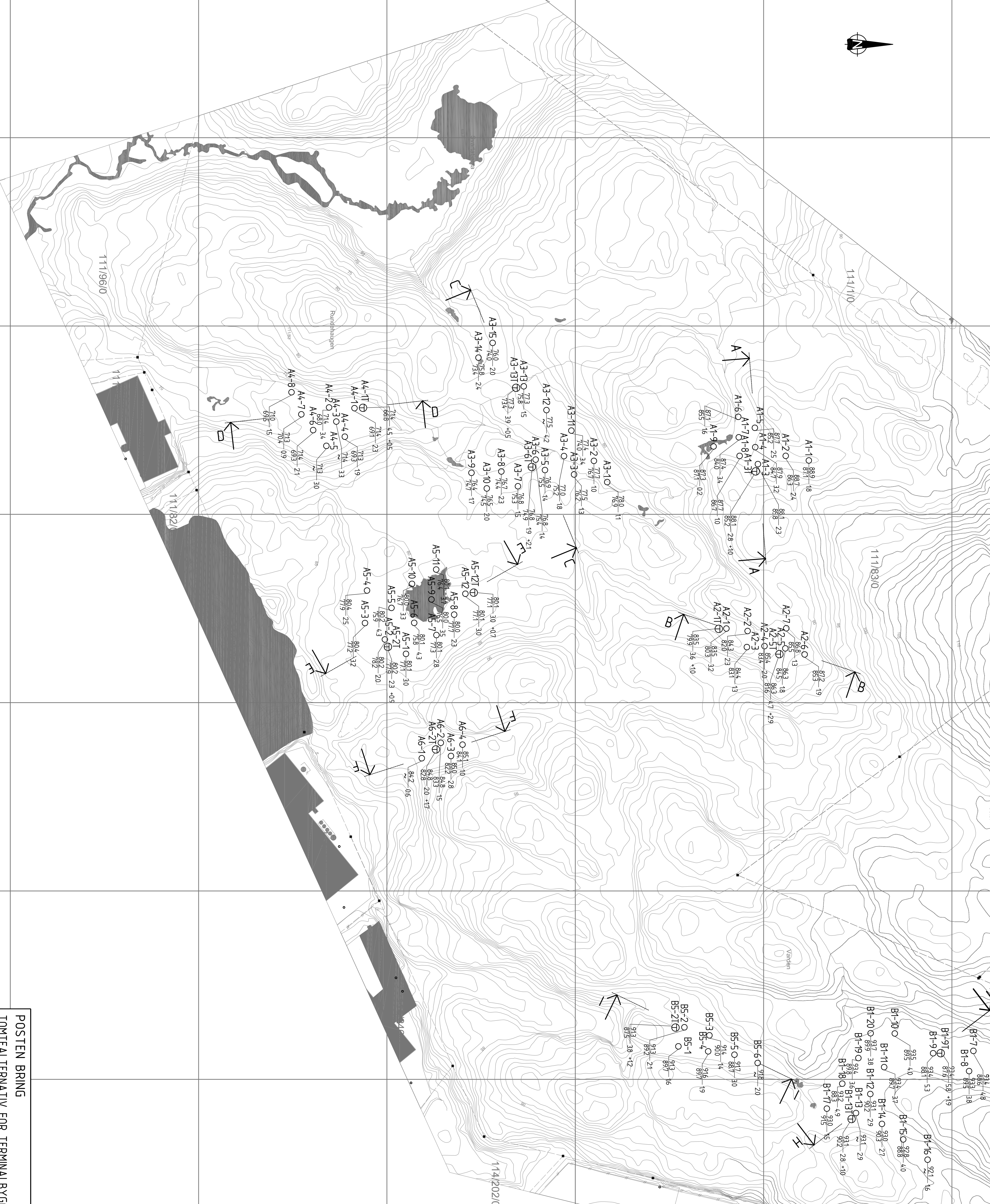
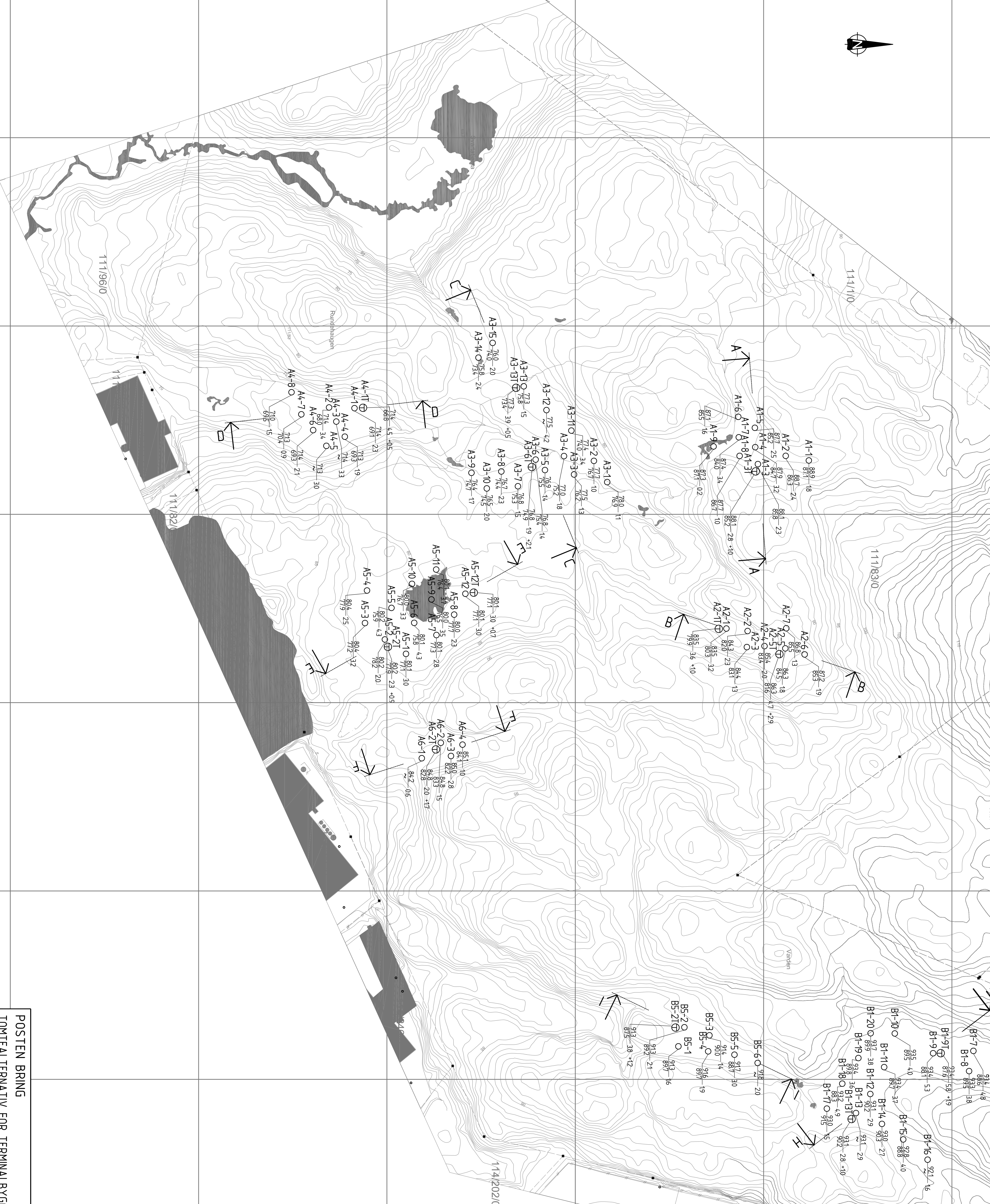
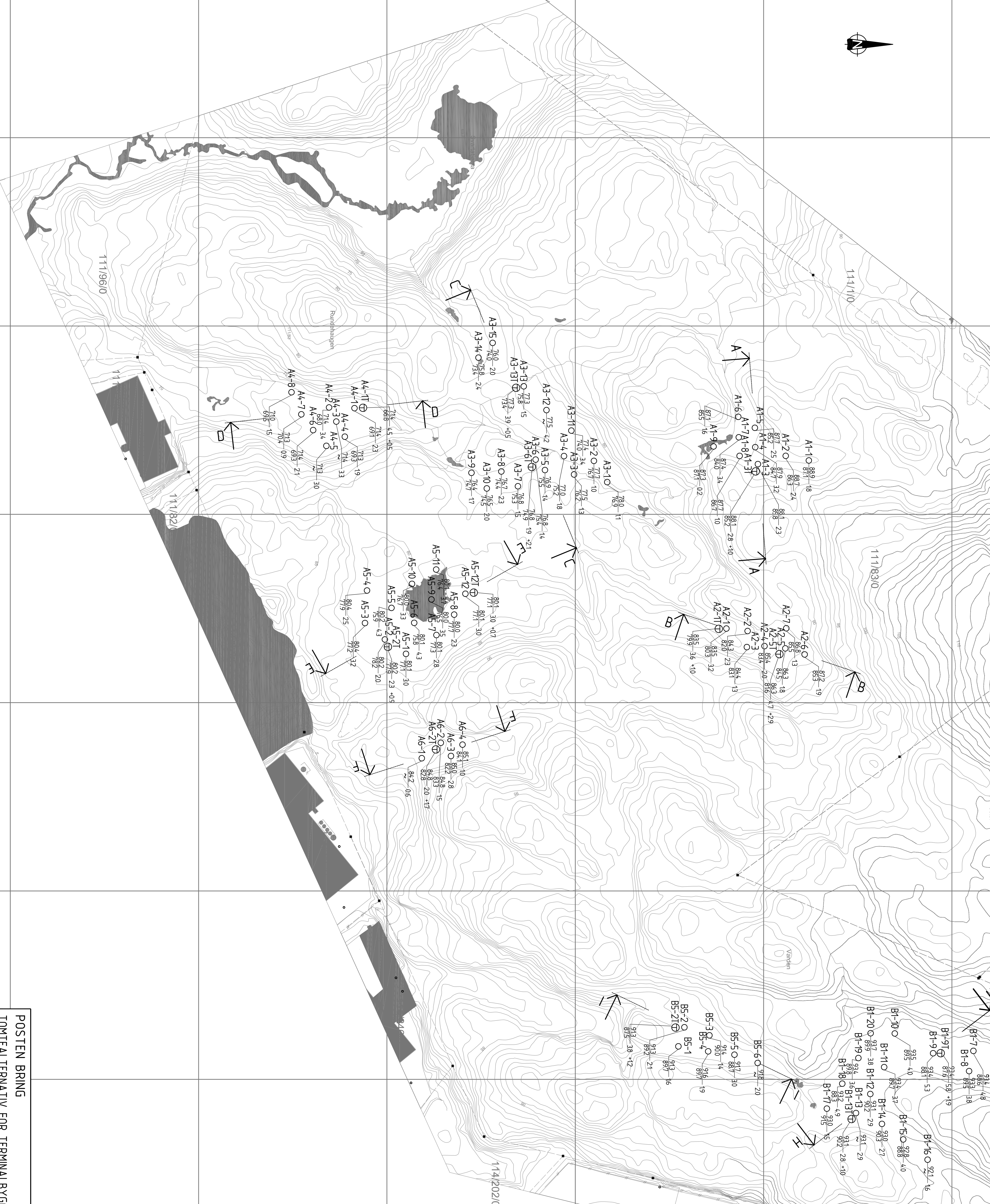
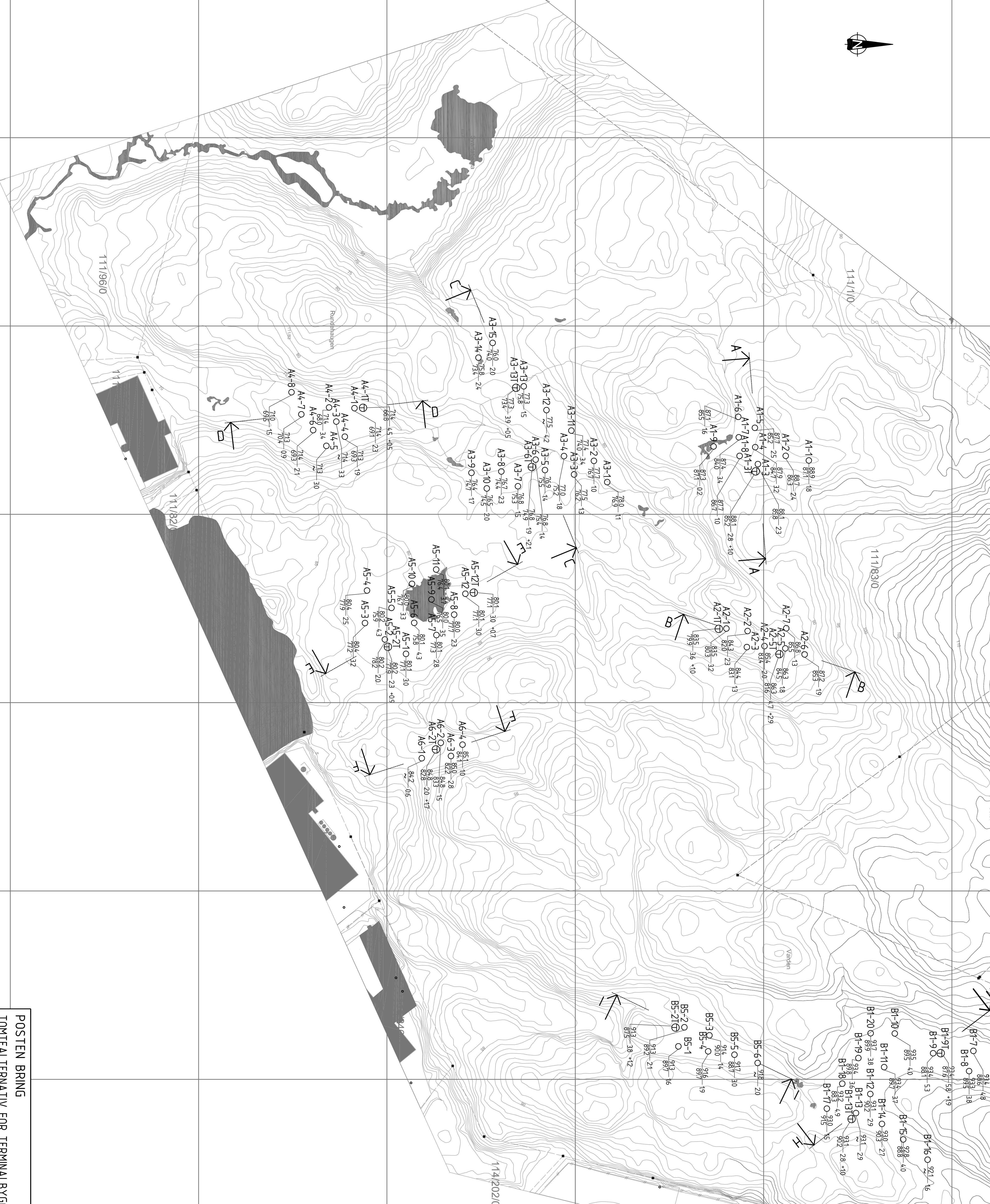
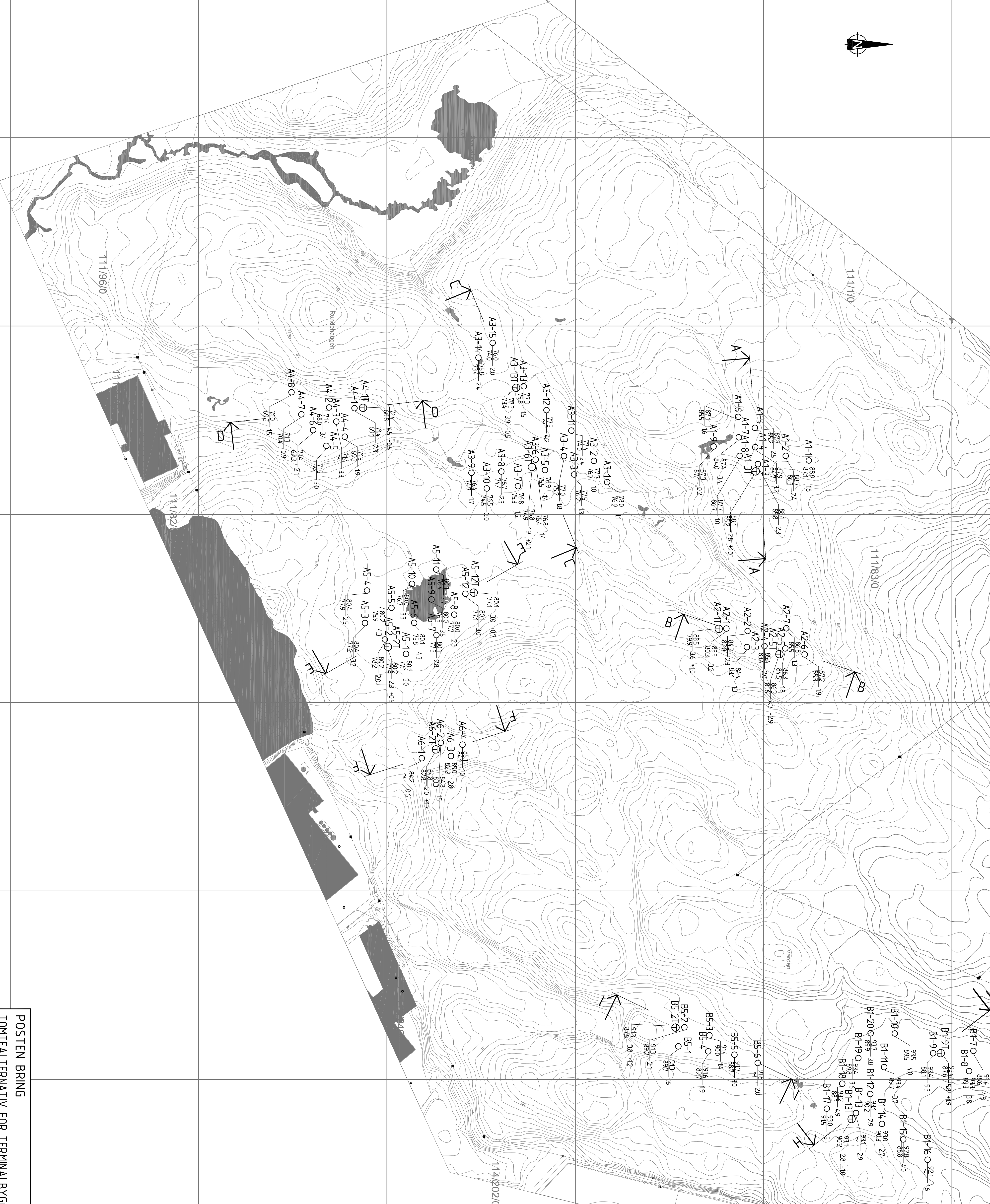
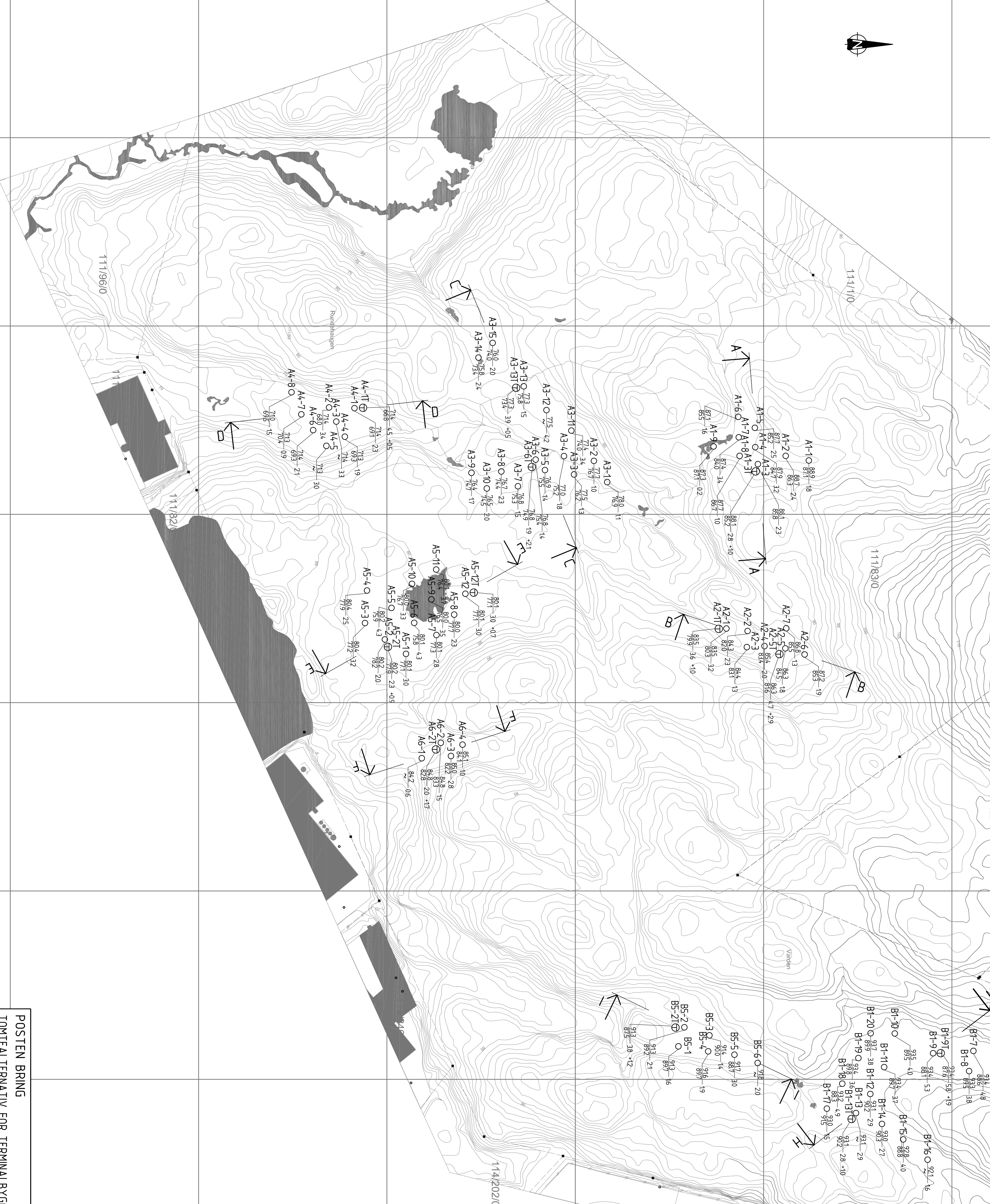
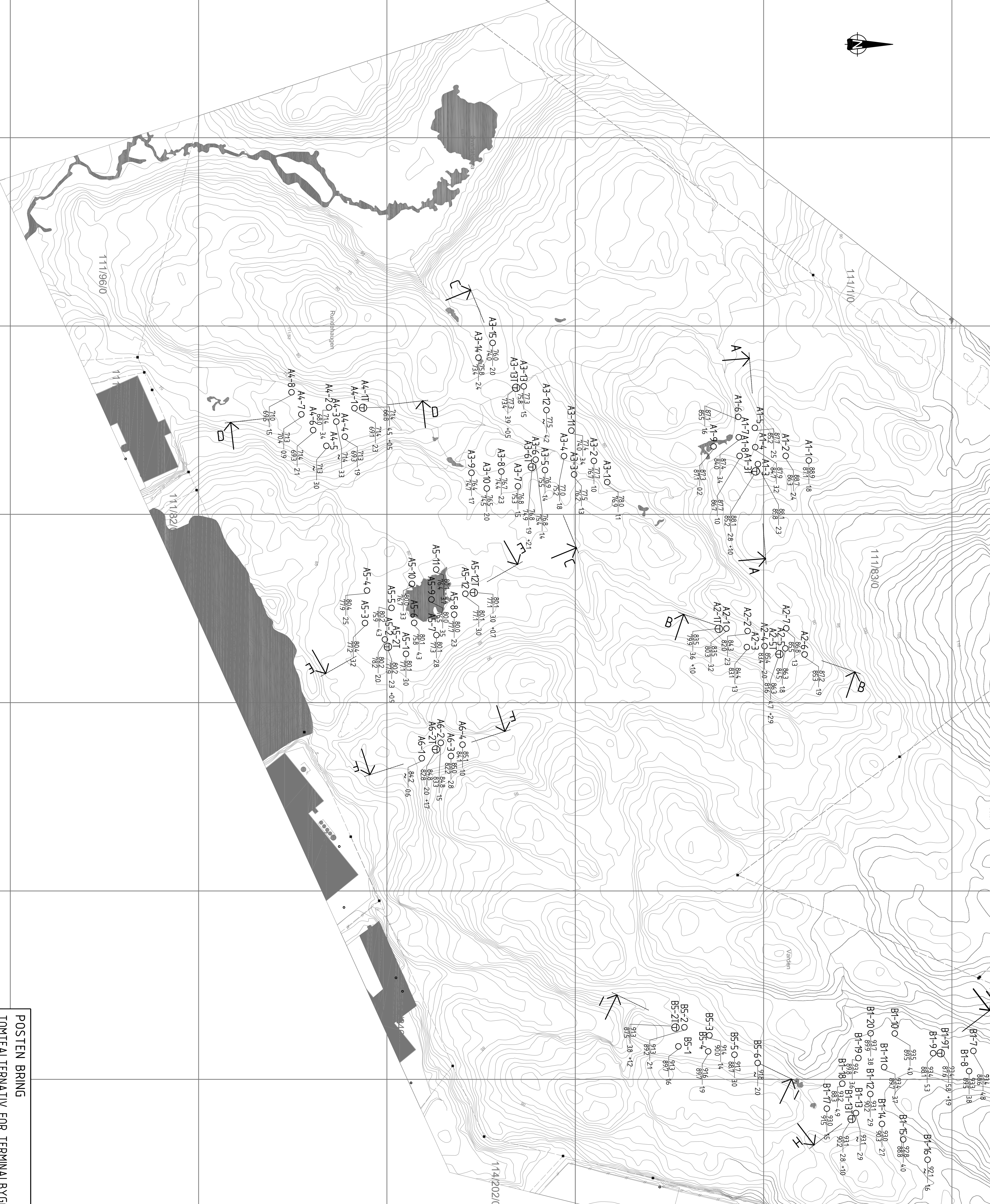
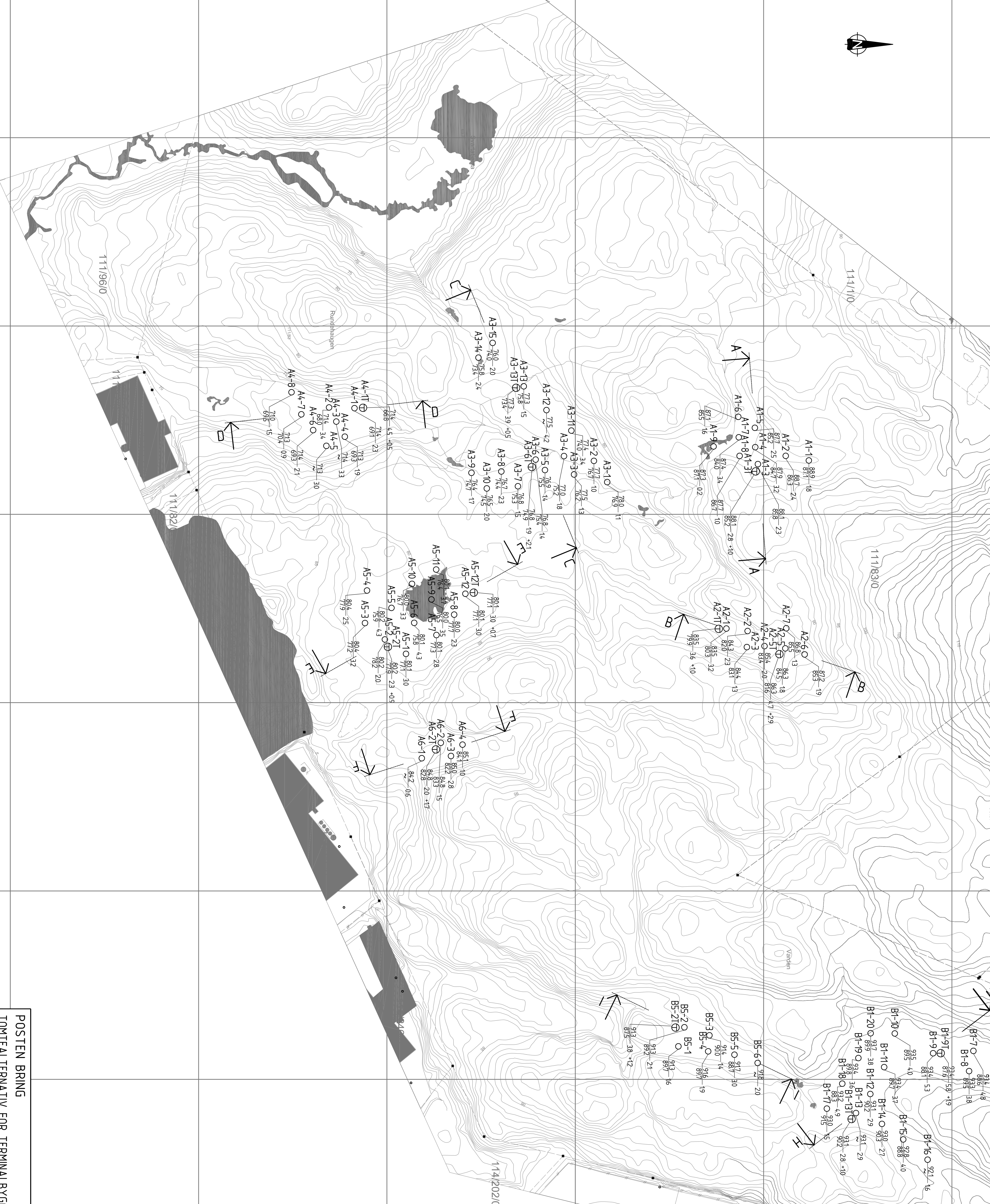
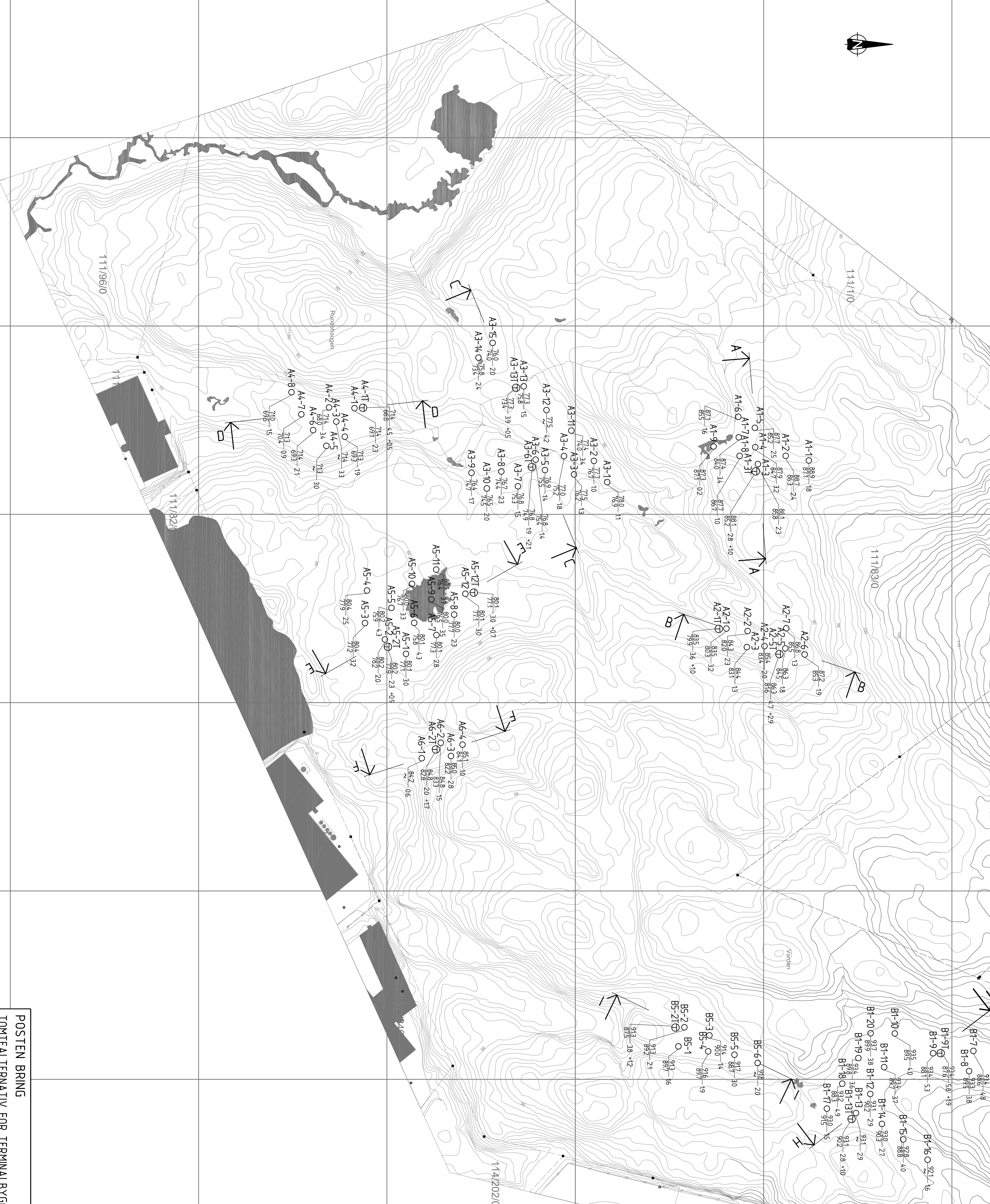
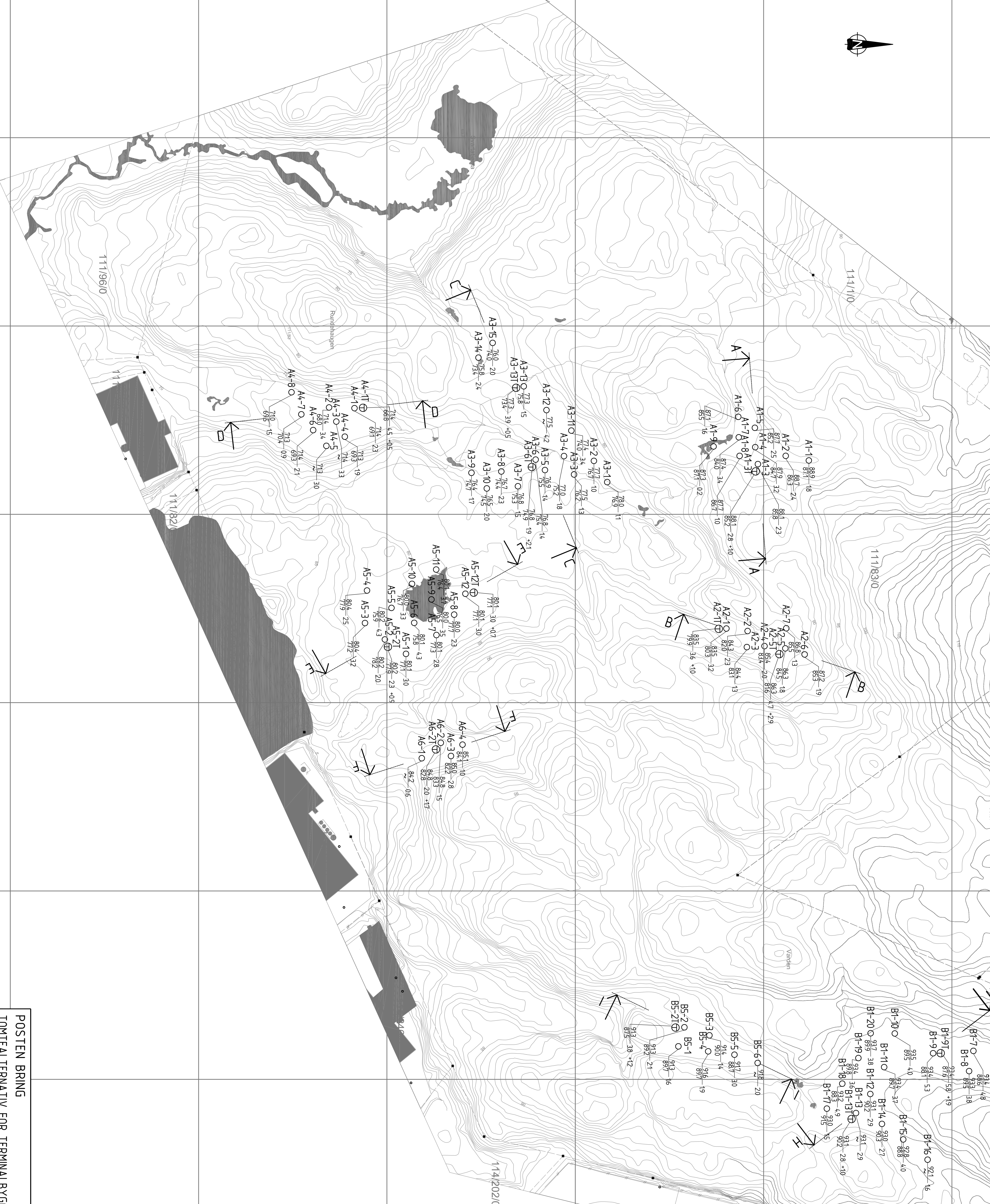
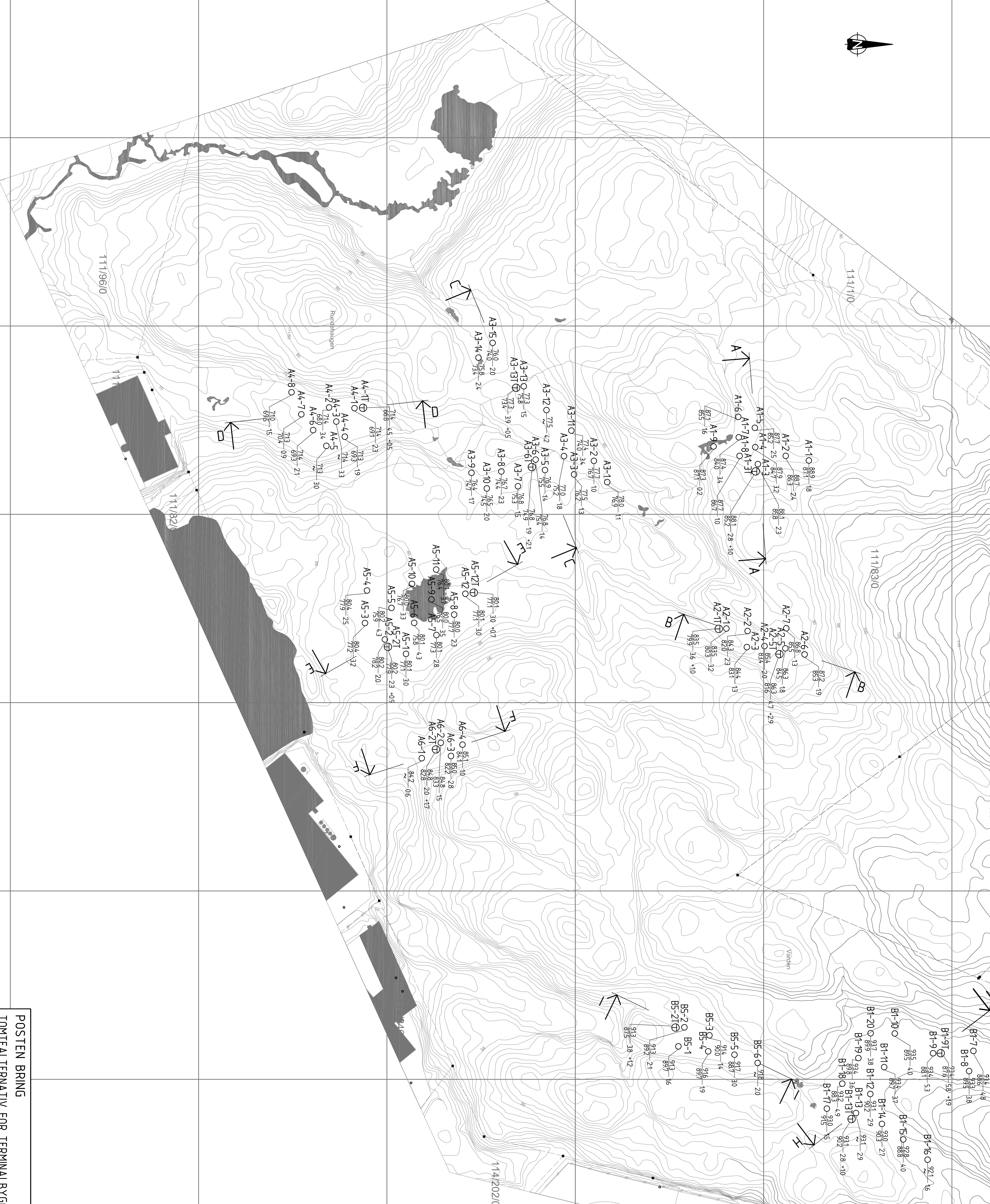
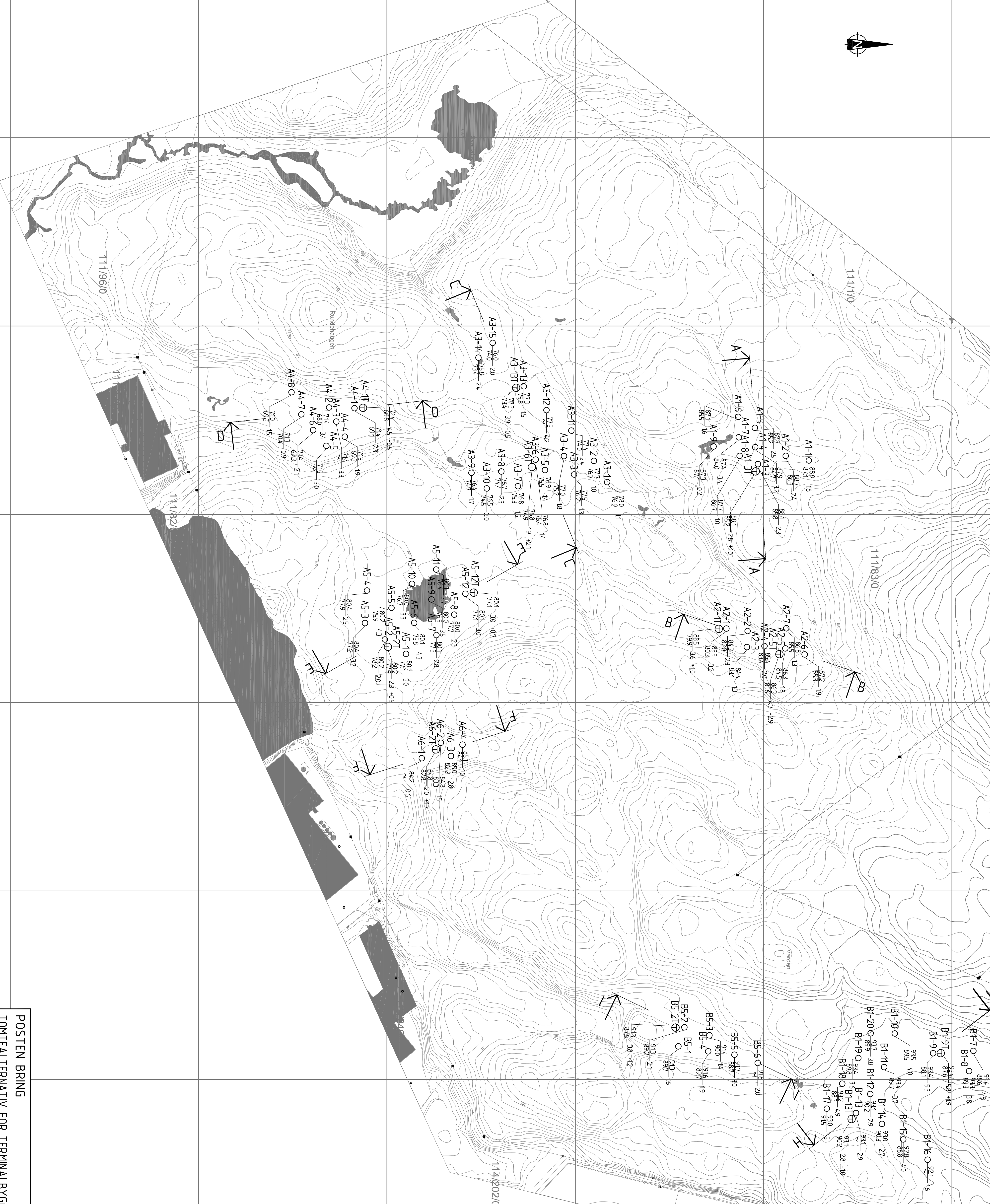
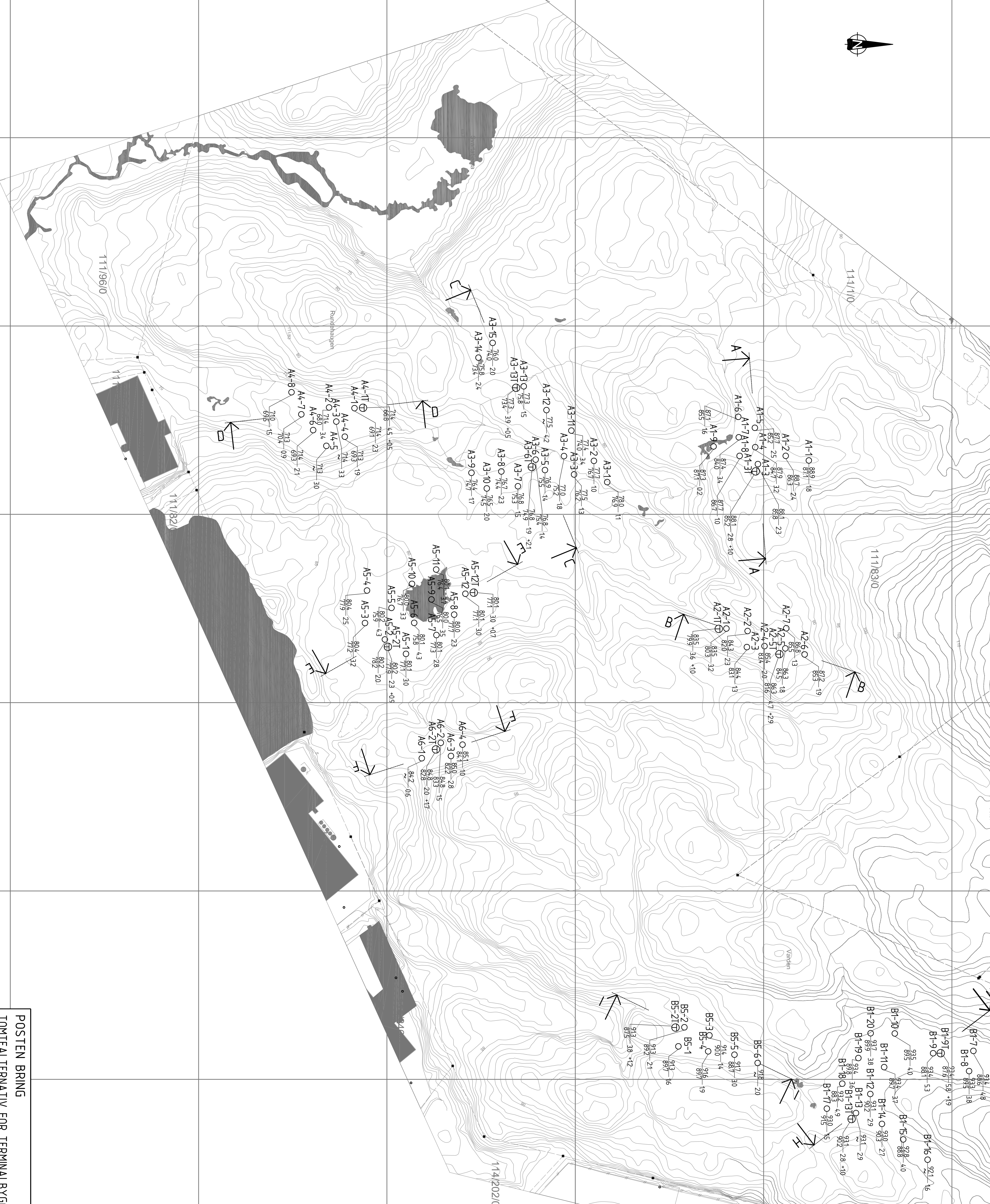
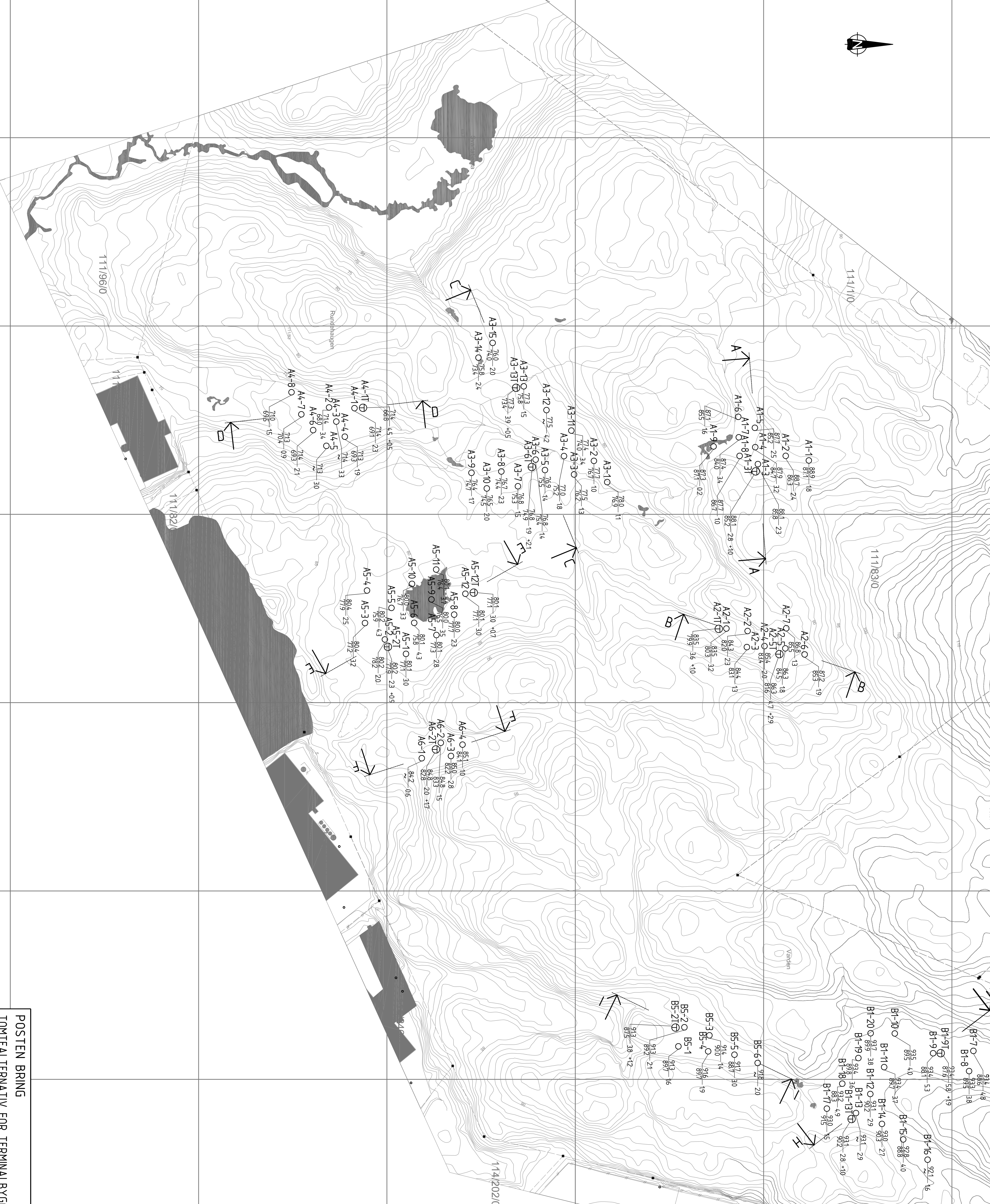
Fag
RIG

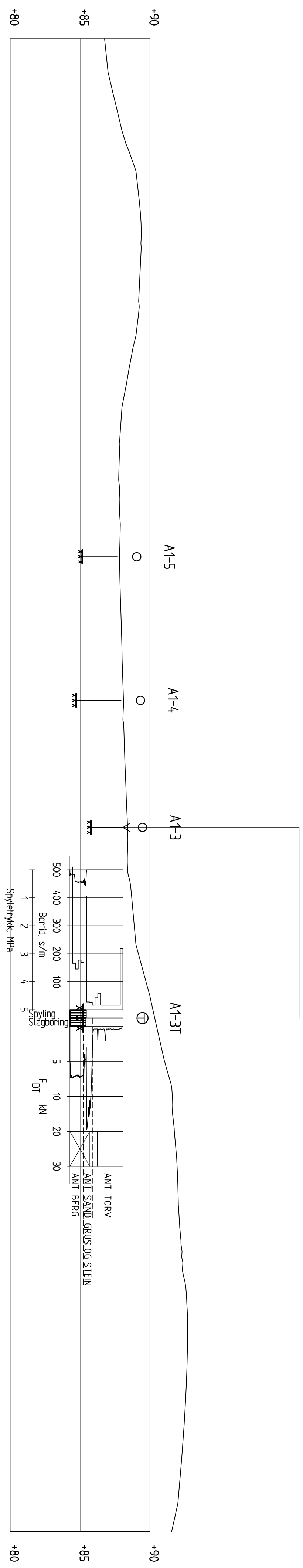
Format
A4

Dato
02.03.17

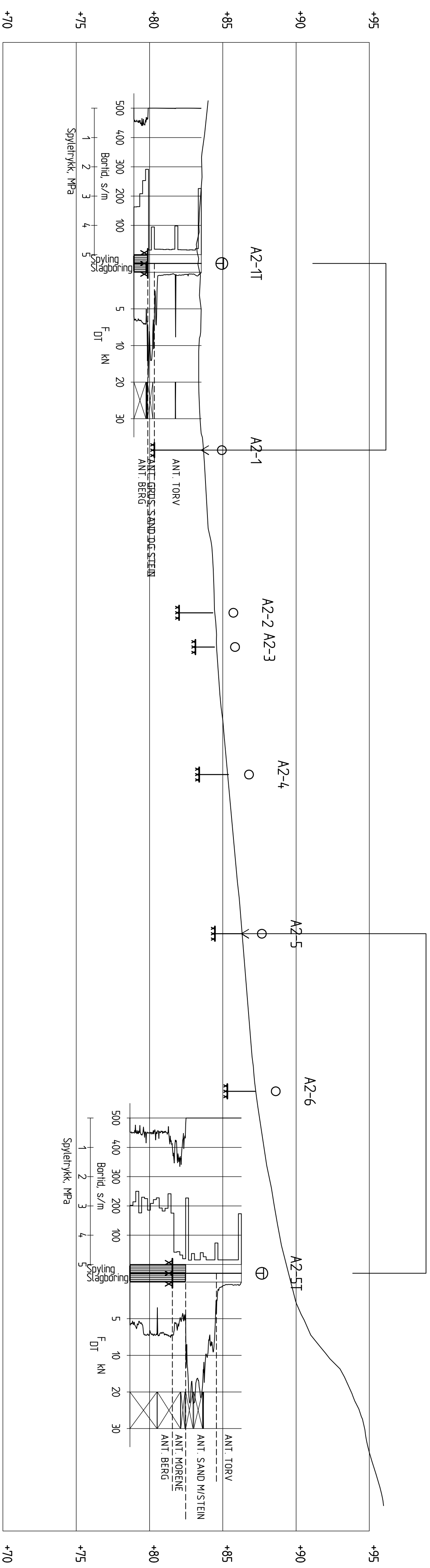
Format/Målestokk:

1:50000

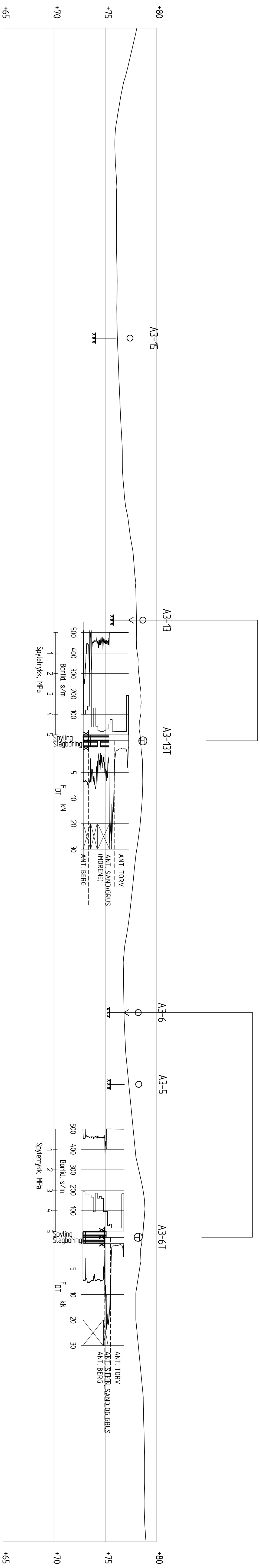




Profil A-A
1 : 200

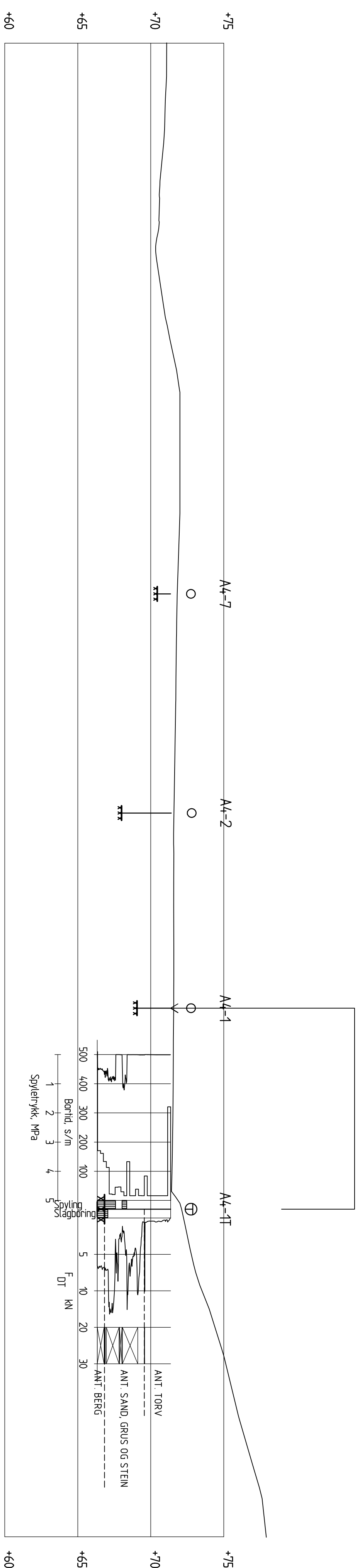


Profil B-B
1 : 200



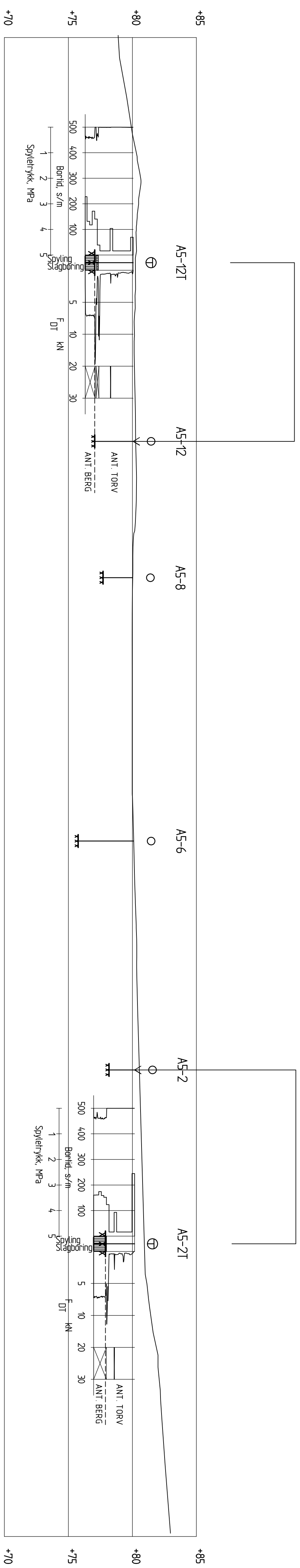
Profil C-C

POSTEN BRING		Frag	Total
TOMTEALTERNATIV FOR TERMINALBYGG, KOKSTAD		RIG	A1
PROFIL A-A, B-B OG C-C OMRÅDE A		Dato:	02.03.17
		Format/Referanse	
		1:200	
Status		Kept / Endet	Kontrollert
617127		RIG / JSB	RT
Signatur		godkjent	ADS
www.multiconsult.no		Rev.	
Multiconsult		RIG-TEG-100	



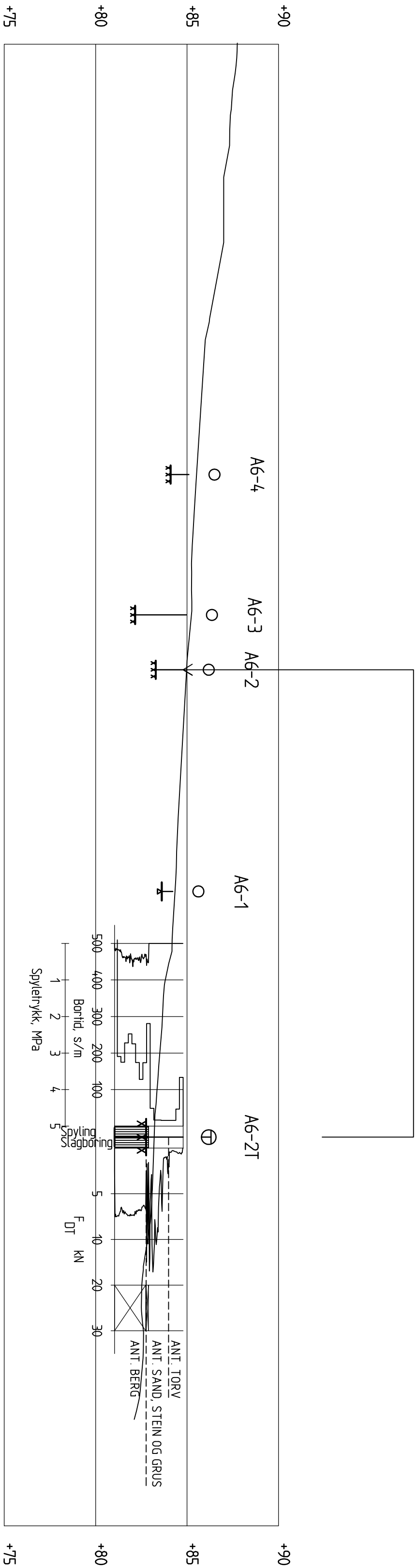
Profil D-D
1 : 200

1 : 200



Profil E-E

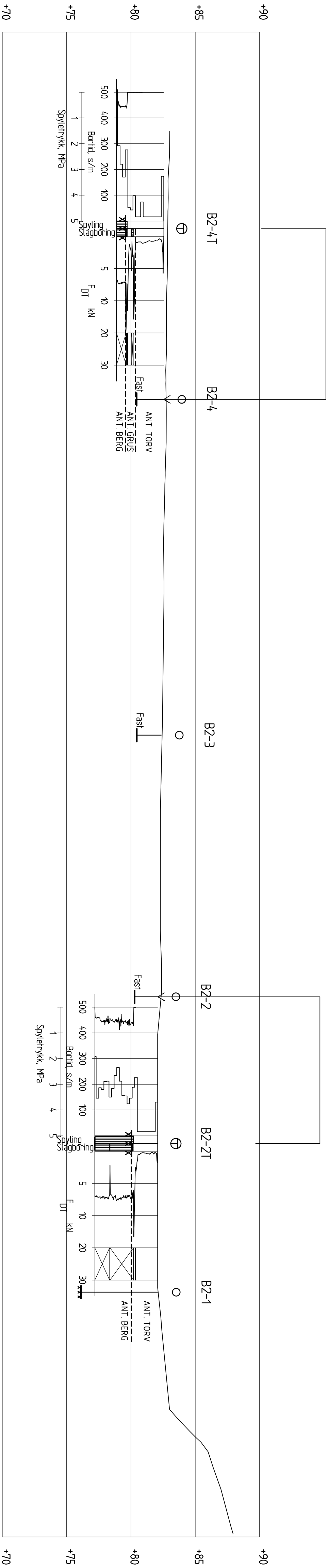
1 : 200



Profil F-F

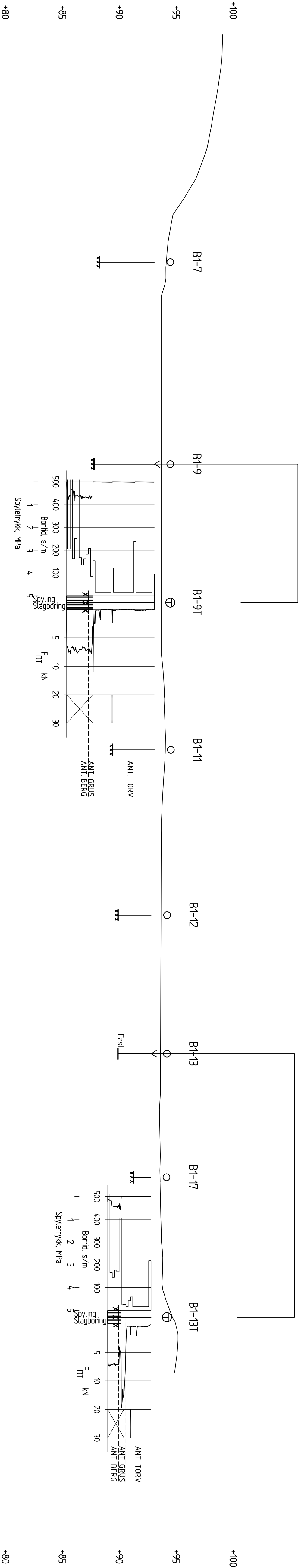
1 : 200

[illegible]



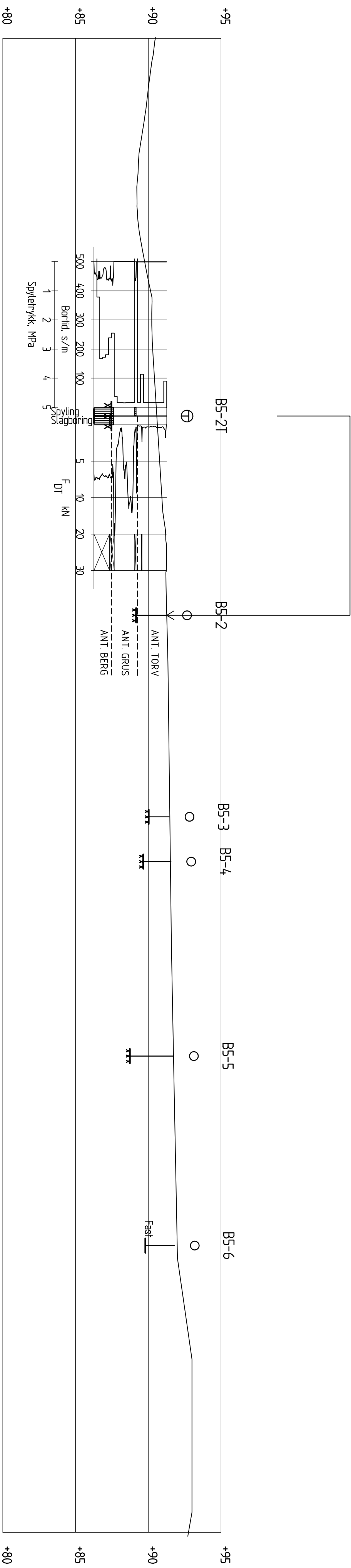
Profil G-G

1 : 200



Profil H-H

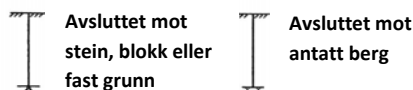
1 : 200



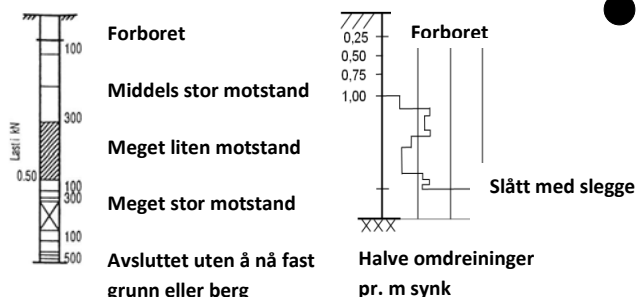
Profil I-I

1 : 200

POSTEN BRING		Fig	Formål
TOMTEALTERNATIV FOR TERMINALBYGG, KOKSTAD		RIG	A1
PROFIL G-G, H-H OG I-I OMRÅDE B		Dato	02.03.17
		Formål/Modifik.	
		Skala	1:200
		Status	
		Oppdragsgiver	617127
		Prosjekt	RIG-TEG-102
		Kontroll / Sign	RT
		Godkjent	AOS
		Rev	



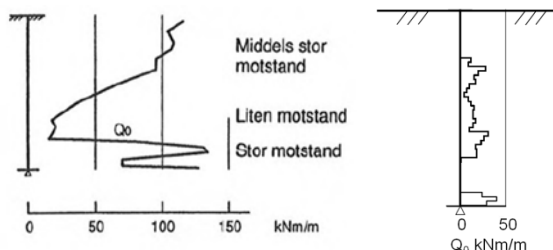
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



DREIESONDERING (NGF MELDING 3)

Utføres med skjøtbare $\phi 22$ mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall $\frac{1}{2}$ -omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybde-skala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikalast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.

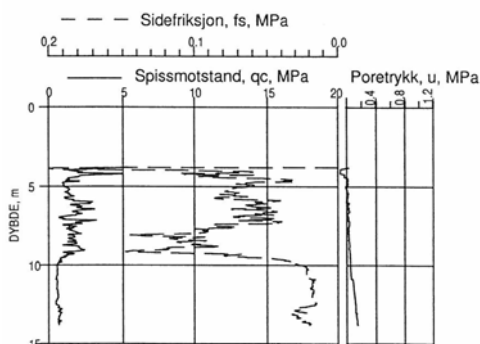


RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres.

Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming.

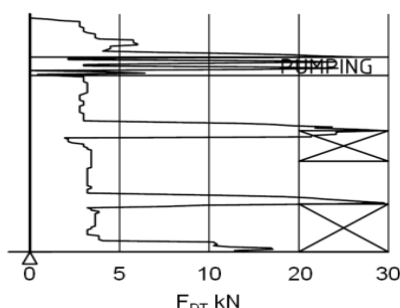
Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)

Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand q_c og sidefriksjon f_s kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket u måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene.

Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).

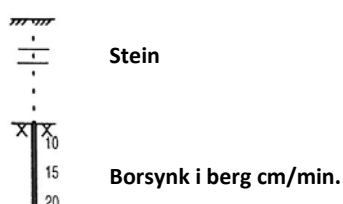


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

Utføres med glatte skjøtbare $\phi 36$ mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min.

Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.

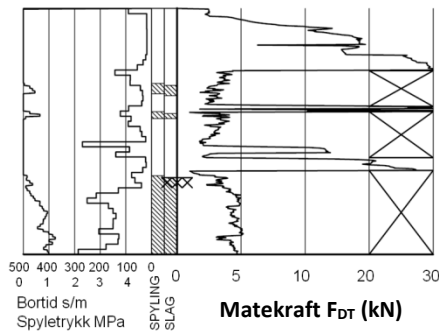


BERGKONTROLLBORING

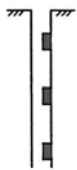
Utføres med skjøtbare $\phi 45$ mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.

Geotekniske bilag

Feltundersøkelser

**TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)**

Kombinerer metodene dreietrykksondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm skjøtbare borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



Prøvemarkering

**MASKINELL NAVERBORING**

Utføres med hul borstang påsveis et metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrhjelp kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er også mulig å benytte enklere håndholdt utstyr som for eksempel skovlprøvetaking.

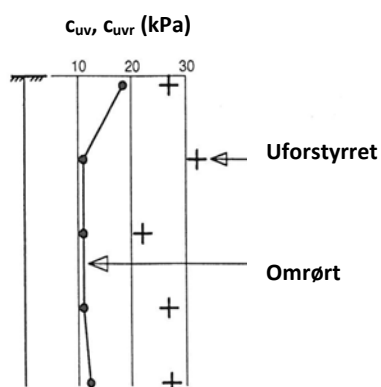


Prøvemarkering

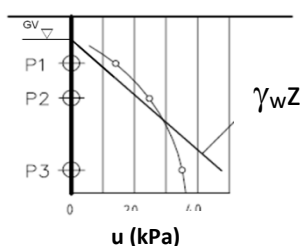
**PRØVETAKING (NGF MELDING 11)**

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde blir prøvesylinderen presset ned mens innerstangen med stempelet holdes i ro. Det skjæres derved ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom $\phi 54$ mm (vanligst) og $\phi 95$ mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere.

Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet. Stempelprøvetaking gir vanligvis prøver i Kvalitetsklasse 1-2 for leire.

**VINGEBORING (NGF MELDING 4)**

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner $b \times h = 55 \times 110$ mm eller 65×130 mm presses ned i grunnen til ønsket målnivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet C_{uv} og C_{ur} beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_t = C_{uv}/C_{ur}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlageringsstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.

**PORETRYKKSÅLING (NGF MELDING 6)**

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stighøyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene.

Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

Geotekniske bilag

Laboratorieforsøk

MINERALSKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Ved prøveåpning klassifiseres og identifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjoner er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse (mm)	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet.
• <i>Fibrig torv</i>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke.
• <i>Delvis fibrig torv, mellomtorv</i>	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene.
• <i>Amorf torv, svarttorv</i>	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens.
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler.
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold.
Mold og matjord	Sterkt omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget.

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten uttrykkes ved jordens skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (effektivspenningsanalyse) eller c_u (c_{uA} , c_{uD} , c_{uP}) (totalspenningsanalyse).

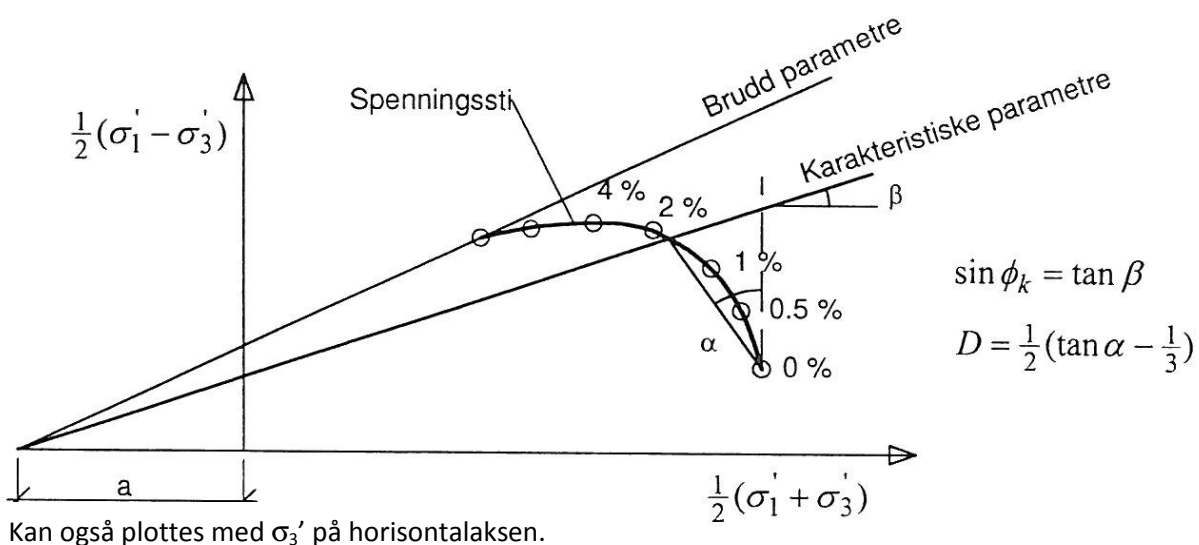
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), $\tan\phi$ (friksjon) og eventuelt $c = a \tan\phi$ (kohesjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

For korttids effektivspenningsanalyse kan også poretrykkparametrene A , B og D bestemmes fra forsøksresultatene.

Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfasthet, c_u (kPa)

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{uA}) (NS8016), konusforsøk (c_{uK} , c_{uKr}) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk (c_{uA} , c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksøndering med poretrykksmåling (CPTU) (c_{uCPtu}) eller vingebor (c_{uV} , c_{uR}).

SENSITIVITET S_t (-)

Sensitiviteten $S_t = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet (NS 8015) eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet c_r ($s_r < 0,5$ kPa), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

Geotekniske bilag

Laboratorieforsøk

VANNINNHold (w %) (NS 8013)

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

KONSISTENSGRENSER – FLYTEGRENSE (w_i %) OG PLASTISITETSGRENSE (w_p %) (NS 8002 & 8003)

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisiteten $I_p = w_i - w_p$ (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

DENSITETER (NS 8011 & 8012)

Densitet (ρ , g/cm³) Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.

Korndensitet (ρ_s , g/cm³) Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff

Tørr densitet (ρ_d , g/cm³) Masse av tørt stoff pr. volumenhet

TYNGDETETTHETER

Tyngdetetthet (γ , kN/m³) Tyngde av prøve pr. volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der $g = 10 \text{ m/s}^2$)

Spesifikk tyngdetetthet (γ_s , kN/m³) Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)

Tørr tyngdetetthet (γ_d , kN/m³) Tyngde av tørt stoff pr. volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)

PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

Poretall e (-) Volum av porer dividert med volum fast stoff ($e = n/(100-n)$) der n er porøsitet (%)

Porøsitet n (%) Volum av porer i % av totalt volum av prøven

KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063 \text{ mm}$. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved setningsberegning og bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon og belastes vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhengende verdier for last og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan regnes som $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen σ' . Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og spenningstilstander, og oppførselen kan hensiktsmessig beskrives med modulfunksjoner og inndeles i tre modeller:

Modell	Moduluttrykk	Jordart - spenningsområde
Konstant modul	$M = m_{oc}\sigma_a$	OC leire, $\sigma' < \sigma'_c$ (σ'_c = prekonsolideringsspenningen)
Lineært økende modul	$M = m(\sigma' \pm \sigma_r)$	Leire, fin silt, $\sigma' > \sigma'_c$
Parabolisk økende modul	$M = m\sqrt{\sigma'\sigma_a}$	Sand, grov silt, $\sigma' > \sigma'_c$

PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = k i A$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og i = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_r som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

TELEFARLIGHET

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig).

HUMUSINNHold

Humusinnholdet bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse). Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Andre metoder, som glødning av jordprøve i varmeovn og våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd, kan også benyttes.

NOTAT

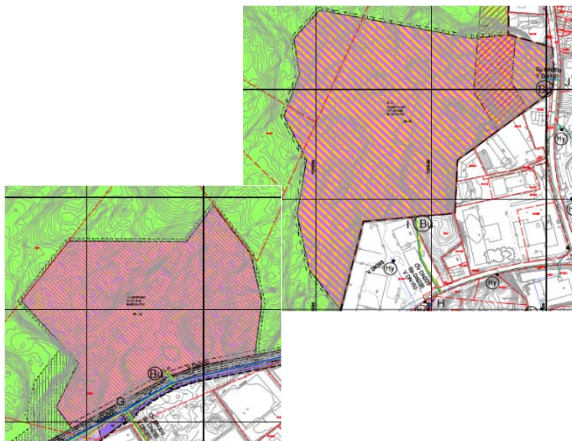
OPPDRAG	Posten Bring - Tomtealternativ for terminalbygg Kokstad	DOKUMENTKODE	617127-LARK-NOT-001
EMNE	Tomtenivå og masseberegning	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Posten Norge Bergen AS	OPPDRAGSLEDER	Arne Stordal
KONTAKTPERSON	Kjell Ove Amundsgård, XPRO AS	SAKSBEHANDLER	Lars Arne Bakke
KOPI		ANSVARLIG ENHET	2212

SAMMENDRAG

Posten Bring skal samlokalisere virksomheten i Bergensområdet til et nytt terminalbygg på Kokstad i Bergen. Det er vurdert terrengnivå for tomt A og B på henholdsvis kote 85,80 og kote 88,45. Det blir marginalt noe mindre sprengning/fylling på tomt A enn på tomt B.

1 Innledning

Posten Bring skal samlokalisere virksomheten i Bergensområdet til et nytt terminalbygg på Kokstad i Bergen. De alternative tomtene betegnes som Tomt A og Tomt B. Det vises også til resultater fra grunnundersøkelser presentert i rapport 617127-RIG-RAP-001.



Figur 1: Tomt A (ca. 100 daa) til venstre og tomt B (ca. 135 daa) til høyre (fra reguleringsplan)

00	21.03.2017	Klar for kontroll	Lars Arne Bakke	Arne Stordal	Arne Stordal
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Tomtenivå og masseberegning

2 Forutsetninger

Masseberegninger er utarbeidet på grunnlag av terrenghøyder fra Sosi-kartgrunnlag. Løsmassemektighet er basert på grunnboringer. SOSI kart er ikke godt nok for detaljerte beregninger, men for en overordnet beregning er det vurdert som godt nok.

Droneflyging ble utført for videoopptak og alternativ terrengmodellering. På grunn av mye «støy» fra vegetasjon er det bare i søndre del at disse dataene ble tilfredsstillende og kan brukes til vurdering av tilkomstveg.

Helning av fjellskjæringer er lagt på omtrent 10:1, mens fyllingsskråning er lagt med helling på 1:1,5. Det er benyttet 1,4 som utvidelsesfaktor på fjellmasser.

Masseberegning tar sikte på å fastslå nivå for massebalanse inne på tomt. Overbygning er ikke tatt med.

3 Massebalanse

Beregningene ovenfor viser at massebalanse oppnås dersom nytt terreng legges på kote 85,80 for tomt A og på kote 88,45 for tomt B.

3.1 Masseberegning Tomt A

Nivå +85.00				
		Cut	Fill	Balanse
Volum Tomt A		246 928	242 512	4 416
Volum Tomt A Løsmasser		0	26 373	
Samlet Volum Tomt A		246 928	268 885	-21 957
Samlet Volum Tomt A (justert)	Utvidelsesfaktor 1,40	345699,2	268 885	Massebalanse 76 814
Nivå +85.70				
		Cut	Fill	Balanse
Volum Tomt A		220 703	269 891	-49 188
Volum Tomt A Løsmasser		0	26 373	
Samlet Volum Tomt A		220 703	296 264	-75 561
Samlet Volum Tomt A (justert)	Utvidelsesfaktor 1,40	308984,2	296 264	Massebalanse 12 720
Nivå +85.75				
		Cut	Fill	Balanse
Volum Tomt A		218 870	272 411	-53 541
Volum Tomt A Løsmasser		0	26 373	
Samlet Volum Tomt A		218 870	298 784	-79 914
Samlet Volum Tomt A (justert)	Utvidelsesfaktor 1,40	306418	298 784	Massebalanse 7 634

Optimalt Tomtenivå

Nivå +85.80				
		Cut	Fill	Balance
Volum Tomt A		216 920	274 938	-58 018
Volum Tomt A Løsmasser		0	26 373	
Samlet Volum Tomt A		216 920	301 311	-84 391
Samlet Volum Tomt B (justert)	Utvidelsefaktor 1,40	303688	301 311	Massebalance 2 377

Nivå +86.85				
		Cut	Fill	Balance
Volum Tomt A		215 042	277 473	-62 431
Volum Tomt A Løsmasser		0	26 373	
Samlet Volum Tomt A		215 042	303 846	-88 804
Samlet Volum Tomt A (justert)	Utvidelsefaktor 1,40	301058,8	303 846	Massebalance -2 787

Nivå +86.00				
		Cut	Fill	Balance
Volum Tomt A		209 457	285 131	-75 674
Volum Tomt A Løsmasser		0	26 373	
Samlet Volum Tomt A		209 457	311 504	-102 047
Samlet Volum Tomt A (justert)	Utvidelsefaktor 1,40	293239,8	311 504	Massebalance -18 264

3.2 Masseberging Tomt B

Nivå +88.50				
		Cut	Fill	Balance
Volum Tomt B		228 265	284 330	-56 065
Volum Tomt B Løsmasser		0	37 666	
Samlet Volum Tomt B		228 265	321 996	-93 731
Samlet Volum Tomt B (justert)	Utvidelsefaktor 1,40	319571	321 996	Massebalance -2 425

Tomtenivå og masseberegning

Optimalt Tomtenivå

Nivå +88.45				
		Cut	Fill	Balanse
Volum Tomt B		231 175	280 840	-49 665
Volum Tomt B Løsmasser		0	37 666	
samlet Volum Tomt B		231 175	318 506	-87 331
	Utvidelsefaktor			Massebalanse
Samlet Volum Tomt B (justert)	1,40	323645	318 506	5 139

Nivå +88.40				
		Cut	Fill	Balanse
Volum Tomt B		233 105	277 367	-44 262
Volum Tomt B Løsmasser		0	37 666	
samlet Volum Tomt B		233 105	315 033	-81 928
	Utvidelsefaktor			Massebalanse
Samlet Volum Tomt B (justert)	1,40	326347	315 033	11 314

Nivå +88.30				
		Cut	Fill	Balanse
Volum Tomt B		240 018	270 478	-30 460
Volum Tomt B Løsmasser		0	37 666	
samlet Volum Tomt B		240 018	308 144	-68 126
	Utvidelsefaktor			Massebalanse
Samlet Volum Tomt B (justert)	1,40	336025,2	308 144	27 881

Nivå +88.00				
		Cut	Fill	Balanse
Volum Tomt B		258 209	250 259	7 950
Volum Tomt B Løsmasser		0	37 666	
samlet Volum Tomt B		258 209	287 925	-29 716
	Utvidelsefaktor			Massebalanse
Samlet Volum Tomt B (justert)	1,40	361492,6	287 925	73 568

4 OVERVANN

4.1 Områdebeskrivelse

Tomtene har et areal på i underkant av 250 daa. Selve anleggsområdet er «flatt», med et lite midlere fall. Det ligger delvis sprengt ned i fjell, og tomt A har flomveg* for overvann mot vest, mens tomt B har flomveg mot sørøst. Overflaten antas å være hard med liten infiltrasjonsevne.

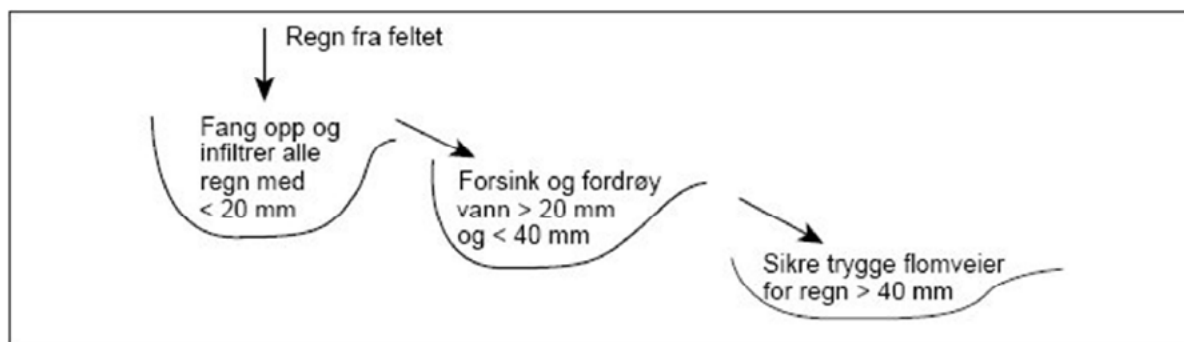
Anleggsområdet er stort og det er flere momenter som må ivaretas:

- Avrenning/overflatevann i anleggsområdet
- Drenering av anleggsvann
- Drenering av vegsystemer (anleggsveier og permanente veier)
- Avrenning fra deponier
 - o Sprengsteindeponi på planert område
 - o Eventuell jorddeponier på

Det må påregnes rensing og etablering av rensetiltak for å hindre forurenset avrenning.

4.2 Fordrøyning

Det vil bli etablert en del tette flater som resultere i større avrenning. Dette, kombinert med endring i topografien, vil føre til krav om fordrøyning av overflatevannet. Her er store arealer og fordrøyningen bør være åpen (dam og myr og lignende).



Figur 4.2. Prinsippplønsning for overvannshåndtering i anleggsområdet.

5 Tilkomstveg

Tilkomstvegen er skissert inn på tegning 001 som en forlengelse av Kokstaddalen. Høydeforskjellen er på 14,27m, over en lengde på 175m. Dette gir en gjennomsnittlig stigning på 8,15%.

Som følge av vertikalkurvatur, vil likevel det bratteste partiet nærme seg 12%

Stigning på kommunal veg bør ikke overstige 10-12%.

Sentralt i spørsmålet om stigning, er hvor oppramping kan begynne. Her har vi lagt vegen på terrenget ved kartgrunnlagets ytterkant. Dess lenger ut av kartgrunnlaget (mot sør) opprampingen kan begynne, desto bedre.

Ved 6,5% gjennomsnittlig stigning, må opprampingen starte ca 50 sør for kartgrunnlaget.

6 Konklusjon

Ut i fra beregning av massebalanse, anbefales det at Tomt A legges på kote 85,80, og at Tomt B legges på nivå 88,45. Det blir marginalt noe mindre sprengning/fylling på tomt A enn på tomt B.

7 Tegninger og Referanser.

7.1 Reguleringsplan:

BERGEN KOMMUNE. Ytrebygda, del av gnr. 33, 34, 111. KOKSTAD VEST OG STORRINDEN. Nasjonal arealplanID 1201_60820000

7.2 Tegninger

617127-LARK-TEG-001 Tomt A, plan

617127-LARK-TEG-002 Tomt B, plan

617127-LARK-TEG-003 Tomt A, snitt AA og BB

617127-LARK-TEG-004 Tomt B, snitt CC og DD

Vedlegg: Massebalanse

Plan Id: 60820000

Massebalanse regnskap ifm opparbeidelse av IL1, IL2, o_SKV2

Utsnitt fra mengdeberegning:

Massetype:	Skjæring jord	Skjæring fjell	Fylling	F32	G13	F41	F51	F51.1	F32	F41
Beskrivelse	Skjæring jord	Skjæring fjell	Fylling	Graving av groper og renner	Sprengning av byggegrop	Fylling fjell	Fylling av jord	Fylling av 0-300	Graving av groper og renner	Fylling fjell
Enhet:	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3
IL1-Alternativ-8.efi				64196,83	260976,86	261277,31	1319,38	25905,25		
IL2-Alternativ-C.efi				42257,10	215522,91	126981,95	16650,45	50966,27		
26000_rev-C.sfi	897,98	4409,40	1954,68							
25000_rev-C.sfi	145,76	495,22	227,25							
27000_rev-C.sfi	1186,73	2401,70	592,64							
20100.sfi	11742,53	44610,80	39221,73							
Kryss 25000-26000_revC.xfi									127,16	2184,67
Kryss 26000-27000_revC.xfi									1,57	4839,27
Totalt:	13973,00	51917,12	41996,30	106453,93	476499,77	388259,26	17969,83	76871,52	128,73	7023,94
Skaleringsfaktor:	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Total skalert:	13973,00	51917,12	41996,30	106453,93	476499,77	388259,26	17969,83	76871,52	128,73	7023,94

Massetype	Enhet: m3	Forklaring:
Skjæring Jord	117230,23	Sum av renskemasser og humusholdig jord/myr
Fylling jord	20823,83	Fylling av jordholdig masse til vekstjordformål eller andre grøntstrukturer
Sum over/underskudd	+ 100000,00	*Overskudd reguleres av endelig omfang av terrengdekke og masseutskiftningsbehov i myrdrag
Sprengning	500440,89	Fjell til demolering, inkl 0,5m undersprengning
Fylling fjell	464462,77	Fyllingsbehov (veg, parkering, byggesoner etc)
Fylling 0-300 fk	76871,52	Topplag 0,5m; tomteareal
Produksjon Ferdigvarer:		
Pukk 4-16fk	5000,00	Stipulert behov for grøftesingel
Pukk 20-120fk	60000,00	Stipulert behov for forsterkningslag
Bærelag 0-32 fk	32000,00	Stipulert behov for bærelag
Sum over/underskudd	+ 10000,00	*Overskudd reguleres av endelig omfang av terrengdekke og masseutskiftningsbehov i myrdrag

Beregning er foretatt mot foreslåtte regulerte høyder og etablerte flatemodeller med overbygning. Urørt terreng er beregnet å ha et snitt på 0,5meter renskemasse før fast fjell, steder hvor prøvegraving er foretatt er dette lagt til grunn. Mengde jord er ansett som usikker og vil variere med omfang av masseutskifting. Overskudd fjell er beregnet med utvidelse faktor 1,25 for fjell til sprengning, anbragt volum for fyllingsmasser og produserte ferdigvarer.

