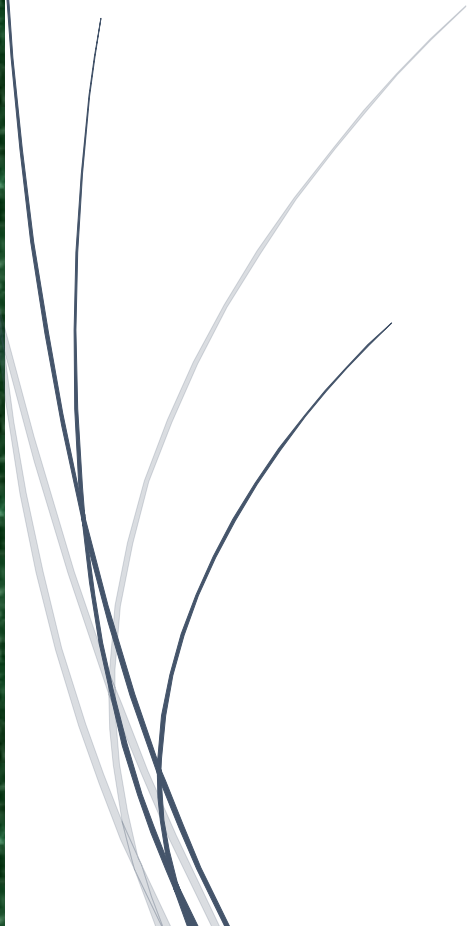


14.05.2025

GEO TEKNIKK

Geoteknisk områdestabilitetsvurdering

Ånnerødvegen (Knarrdal), 3739 Skien
Skien kommune



Rapport nr.: RIG-2025-123			
Oppdrag/emne	Geoteknisk områdestabilitetsvurdering		
Oppdragsgiver	GS-Maskin AS		
Kontaktperson	Asbjørn Pedersen		
Gnr/bnr.	224/1		
Adresse	Ånnerødvegen (Knarrdal), 3739 Skien		
Ansvarlig foretak	Geoteknikk AS		
Utarbeidet av	Saeed Abbasi Siv. Ing. (M.Sc.) Geoteknikk	Sign.	<i>Saeed Abbasi</i>
Kontrollert av	Hans Petter Bøckmann Geoteknisk rådgiver	Sign.	<i>Hans Petter Bøckmann</i>
Tlf. Geoteknikk AS	(+47) 69 33 33 00		
E-post	hpb@geoteknikkas.no : Hans Petter Bøckmann		
Dato	14.05.2025		
Revisjon	0		



Figur 1: Oversikt fra Norgeskart.no over tiltaksstedets beliggenhet, markert med den røde markøren [1].

Sammendrag

Det planlegges etablering av et nytt massedeponi på Gnr./Bnr.: 224/1 i Skien kommune.

I den forbindelse har Geoteknikk AS fått i oppdrag å vurdere områdestabiliteten i henhold til NVEs veileder 1/2019 for håndtering av kvikkleire.

Det stilles krav til en geoteknisk vurdering av grunnforholdene i reguleringsprosessen. I henhold til NVEs regelverk skal vurdering av skredfare skje senest på reguleringsplannivå. Denne rapporten er utført etter NVEs oppdaterte kvikkleireveileder 1/2019.

Tiltaksområdet ligger ikke innenfor en tidligere kartlagt faresone for kvikkleire.

Basert på analyse av områdets topografi og tidligere utførte grunnundersøkelser, er det ikke påvist forekomster av kvikkleire eller sprøbruddmaterialer innenfor planområdet. Videre er det ikke identifisert lag med sprøbruddmaterialer som er plassert slik at et eventuelt skred kan påvirke tiltaksområdet.

Med grunnlag i analysen av områdets topografi, grunnforhold og det planlagte tiltaket, vurderes det i denne rapport til at det ikke er reell fare for områdestabilitet/skred på planområdet. Det anses dermed at kravet i TEK17 §7-3 «Sikkerhet mot skred» er ivaretatt for planområdet.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
1.1	Bakgrunn for prosjektet	1
1.2	Tiltakskategori	2
1.3	Steg i prosedyren i NVE 1/2019 som er aktuelle	2
2	Regelverk og krav	3
2.1	Regelverk for prosjektet	3
2.1.1	<i>Plan og bygningsloven, pbl § 28-1</i>	3
2.1.2	<i>Sikkerhet mot naturpåkjenninger, TEK17 § 7-3</i>	3
2.1.3	<i>Konstruksjonssikkerhet, TEK17 § 10-2</i>	4
2.1.4	<i>Byggesaksforskriften</i>	4
2.1.5	<i>Veiledninger og standarder</i>	4
2.2	Sikkerhetskrav for planlagte tiltak avhengig av tiltakskategorier og sonens faregrad	4
3	Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løснеområde	6
3.1	Topografi	6
3.2	Kvartærgeologisk kart og marin grense	7
3.3	Flomfare	7
3.4	Skredfare	7
3.5	Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde	8
4	Befaring	9
4.1	Oppsummering av feltbefaringer	9
5	Grunnundersøkelser	10
5.1	Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser	10
5.3	Kvalitet på grunnundersøkelser	10
6	Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresone	11
6.1	Vurderingsprosedyre for områdeskred iht. NVE 1/2019	11
7	Klassifisering av faresone	12
8	Kritiske snitt og materialparametere	12
8.1	Opptegning av kritiske snitt	12
8.2	Lagdeling og beliggenhet av sprøbruddmaterialer	12
8.3	Laster	12
8.4	Grunnvannstand og poretrykksforhold	12
8.5	Tolkning av konsolideringsforhold	12
8.6	Tolkning av skjærfasthet	12
9	Stabilitetsvurderinger	12
9.1	Stabilitetsvurderinger (drenert og udrenert)	12
9.2	Vurdering av sikkerhetsbehov for ny bebyggelse og for eksisterende bygg	12
9.3	Stabilitetsvurderinger etter sikringstiltak	12

9.4	Volumoverslag av sikringstiltak	12
10	Stabiliserende tiltak	13
10.1	Anbefalte stabiliserende tiltak for økt stabilitet (fundamentering) og hindring av erosjon	13
10.2	Miljø og landskapspåvirkning	13
10.3	Hensyn ved anleggsdrift – faseplaner mv.....	13
10.4	Prosjektering, kontroll og oppfølging av tiltak.....	13
11	Konklusjon	13
11.1	Forslag til videre arbeid	13
12	Referanser	14
	Vedlegg	15

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for prosjektet

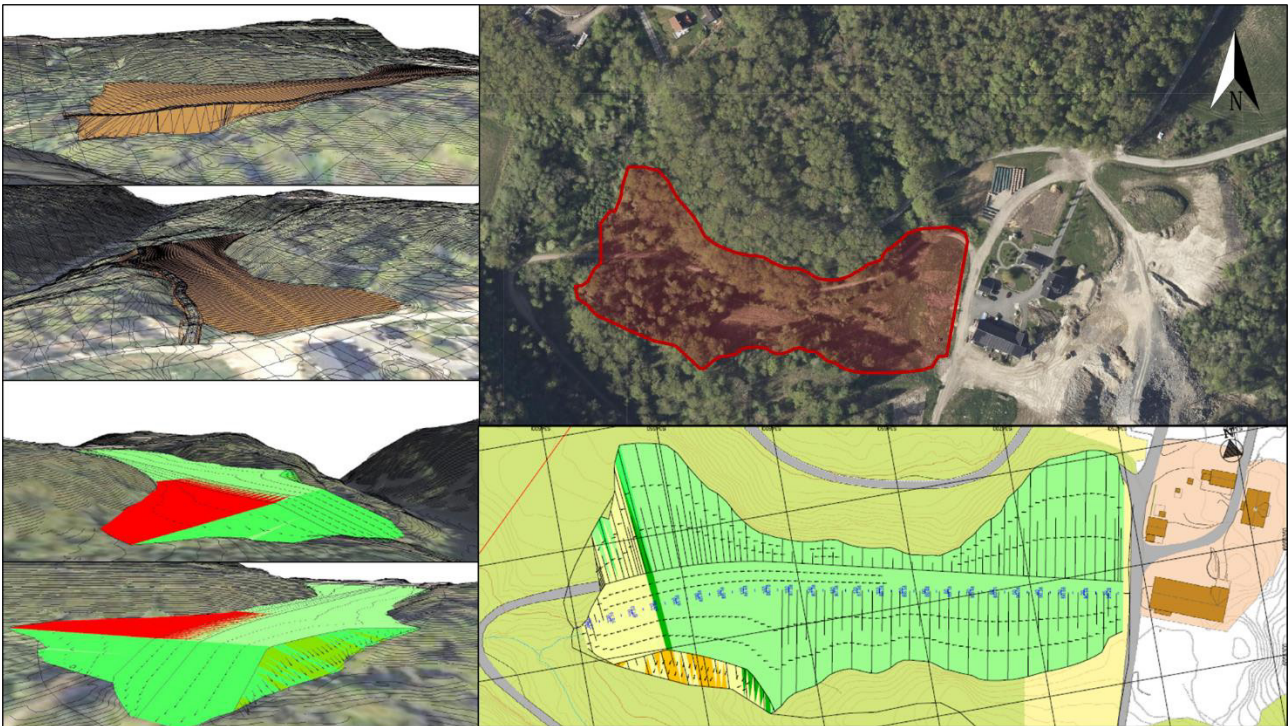
På eiendommen Gnr./Bnr.: 224/1, som ligger ved Knarrdal i Skien kommune, planlegges et nytt massedeponi (figur 2).

Geoteknikk AS har fått i oppdrag å utarbeide en geoteknisk områdestabilitetsvurderings rapport iht. NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot områdeskred» [2]. Retningslinjene gjelder for områder der det er funnet kvikkleire eller materiale med sprøbruddegenskaper (*materiale som mister det vesentlige av styrken ved omrøring*).

Denne områdestabilitetsvurderingen er basert på følgende datagrunnlag:

- NGU løsmasse kart
- NVE kvikkleirekart
- Høydedata, samt andre relevante geotekniske opplysninger

Ifølge NVE kartet, ligger ikke eiendommen innenfor en tidligere kartlagt kvikkleiresone. Formålet med denne rapporten er å presentere innledende geotekniske vurderinger i forbindelse med det planlagte prosjekt.



Figur 2: Oversiktskart over området [3]. Tiltaksstedet er vist med den røde markøren.

1.2 Tiltakskategori

Områdestabilitetsvurderingen omfatter ulike tiltak, avhengig av formålet og omfanget av det planlagte prosjektet. I henhold til NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot område-skred» [2], klassifiseres det aktuelle tiltaket som tiltaksklasse K2, som omfatter tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og massefylling. Tiltakskategori K2 og faregrad lav gir krav til følgende sikkerhetsnivå:

- Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,4 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Hvor: f_s er sprøhetsforholdet 1,15 som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene
- Det er ikke krav til soneutredning eller erosjonssikring [2].

Tabell 1: Oversikt tiltakskategori med eksempler tilhørende type tiltak iht. NVEs veileder 1/2019, tabell 3.2 [2].

Tiltakskategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer. Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod og landbruk- og skogsveger.
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer. Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafiksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler).
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og massefylling. Massedeponier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak og andre massefyllinger.
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi. Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi. Mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg og større VA-anlegg.
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner. Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg.

1.3 Steg i prosedyren i NVE 1/2019 som er aktuelle

Ifølge NVEs veileder 1/2019 for område-skred er nødvendige steg for vurdering av områdestabiliteten ved tiltaksstedet identifisert. Det er bekreftet at tiltaksområdet ikke ligger innenfor tidligere kartlagte kvikkleiresoner. Området ligger imidlertid under marin grense. Videre er terrenget identifisert som potensielt utsatt for skred på grunn av terrengforholdene. Derfor fortsetter prosedyren til steg 4. De utførte grunnundersøkelsene i nærområdet rundt tiltaksstedet påviste ikke kvikkleire eller sprøbruddmaterialer.

I dette tilfellet, kan prosedyren avsluttes etter behandling av steg 7 i prosedyren jfr. NVEs veileder nr. 1/2019.

2 Regelverk og krav

2.1 Regelverk for prosjektet

2.1.1 Plan og bygningsloven, pbl § 28-1

Følgende er beskrevet i PBL § 28-1 [4]:

Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.

For grunn som ikke er tilstrekkelig sikker, skal kommunen om nødvendig nedlegge forbud mot opprettelse eller endring av eiendom eller oppføring av byggverk, eller stille særlige krav til byggegrunn, bebyggelse og uteareal.

Departementet kan gi nærmere forskrifter om sikkerhetsnivå og krav til undersøkelser, sikringstiltak for person eller eiendom, dokumentasjon av tiltaket og særskilte sikringstiltak.

2.1.2 Sikkerhet mot naturpåkjenninger, TEK17 § 7-3

Følgende er beskrevet i TEK17 § 7-3 [5]:

- 1) Byggverk hvor konsekvensen av et skred, herunder sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, skal ikke plasseres i skredfarlig område.
- 2) For byggverk i skredfareområde skal det fastsettes sikkerhetsklasse for skred etter tabellen under. Byggverk og tilhørende uteareal skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred, herunder sekundærvirkninger av skred, slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen ikke overskrides.

Tabell 2: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde.

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	liten	1/100
S2	middels	1/1000
S3	stor	1/5000

For områder med fare for kvikkleireskred skal det fastsettes et tilsvarende sikkerhetsnivå.

- 3) Sikkerhetsklasse S1 omfatter også følgende tiltak der tiltaket har liten konsekvens for personsikkerhet og ikke omfatter etablering av ny bruksenhet:
 - a. Ett tilbygg, ett påbygg eller underbygging inntil 50 m² BRA i byggverkets levetid
 - b. Bruksendring og ombygging inntil 50 m² BRA.

Tredje ledd omfatter ikke tiltak som fører til etablering av virksomhet som inngår i § 7-3 første ledd. Tredje ledd omfatter ikke tiltak som ligger innenfor områder med fare for kvikkleireskred.

2.1.3 Konstruksjonssikkerhet, TEK17 § 10-2

Følgende er beskrevet i TEK17 § 10-2 [6]:

- 1) Materialer og produkter i byggverket skal ha slike egenskaper at grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet blir tilfredsstillt.
- 2) Byggverket skal prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot brudd og tilstrekkelig stivhet og stabilitet for laster som kan oppstå under forutsatt bruk. Kravet gjelder byggverk under utførelse og i endelig tilstand.
- 3) Grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet, herunder grunnforhold og sikringstiltak under utførelse og i endelig tilstand, kan oppfylles ved prosjektering av konstruksjoner etter Norsk Standard NS-EN 1990 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner og underliggende standarder i serien NS-EN 1991 til NS-EN 1999, med tilhørende nasjonale tillegg.

2.1.4 Byggesaksforskriften

Følgende beskriver hva forskriften skal sikre [7]:

- 1) Godt forberedte søknader og hensiktsmessig oppgave- og ansvarsfordeling
- 2) Effektiv og forsvarlig saksbehandling av byggesaker for å ivareta samfunnsmessige hensyn, herunder god kvalitet i byggverk
- 3) At foretak som opptrer som ansvarlig søker, prosjekterende, utførende eller kontrollerende, har tilstrekkelige kvalifikasjoner til å ivareta kravene gitt i eller med hjemmel i plan- og bygningsloven
- 4) At uavhengig kontroll planlegges, gjennomføres og dokumenteres slik at krav til tiltaket som følger av tillatelser eller bestemmelser gitt i eller med hjemmel i plan- og bygningsloven, er oppfylt
- 5) At det føres effektivt og systematisk tilsyn med at tiltak gjennomføres i samsvar med bestemmelser gitt i eller med hjemmel i plan- og bygningsloven
- 6) At det reageres mot brudd på bestemmelser gitt i eller med hjemmel i plan- og bygningsloven, og at reglene om illeggelse av overtredelsesgebyr praktiseres forsvarlig og ensartet.

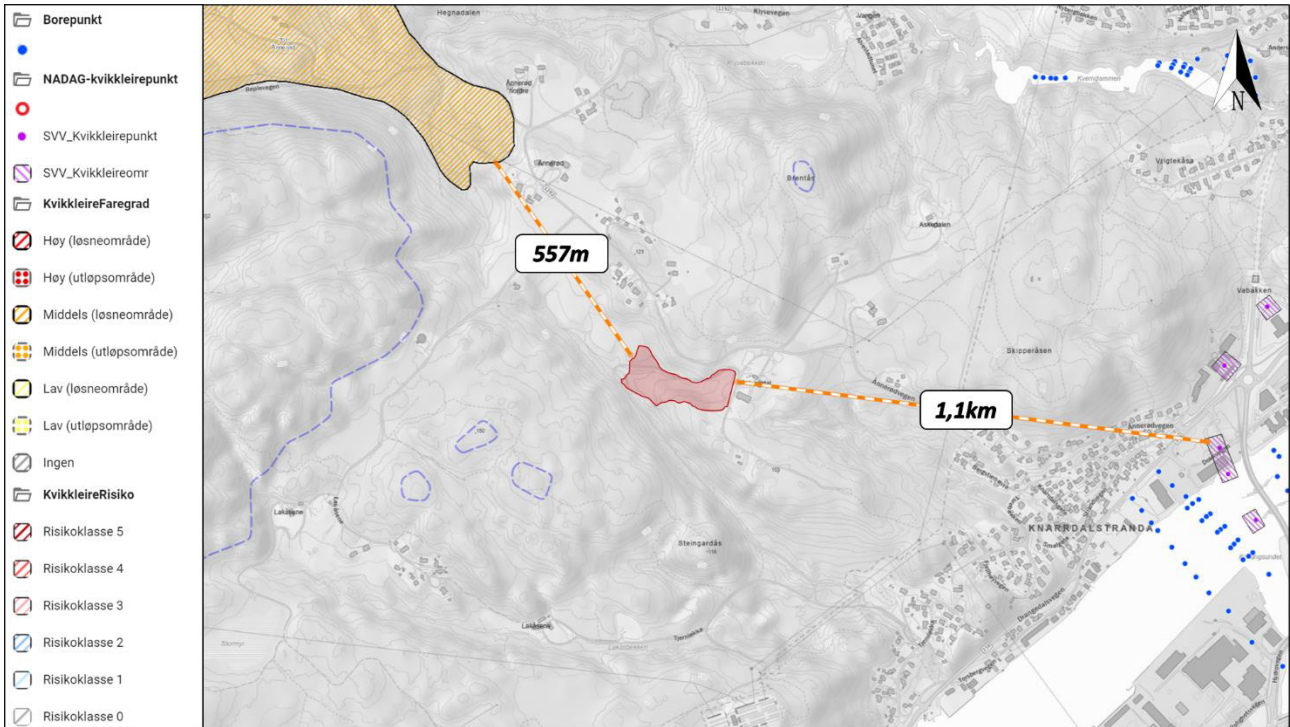
2.1.5 Veiledninger og standarder

I denne rapporten er NVE veileder 1/2019 og Norsk Standard/Eurokode benyttet.

2.2 Sikkerhetskrav for planlagte tiltak avhengig av tiltakskategorier og sonens faregrad

Generelt hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Hvor: f_s er sprøhetsforholdet 1,15 som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene. Kravet til sikkerhet for skrånende terreng vil være (F) større eller lik ($F_{cu} \cdot f_s$) for skråninger i tiltaksområdet, samt området i nærheten som kan influere på områdestabiliteten.

Figur 3 viser faresonekartet fra NVE Atlas og bekrefter at tiltaksstedet ikke ligger innenfor en tidligere kartlagt kvikkleire-faresone [8]. Den nærmeste kartlagte kvikkleiresonen ligger ca. 557 meter nordvest for tiltaksområdet. Denne faresonen «701, Ånnerød», er klassifisert som et løsneområde med middels faregrad og risikoklasse 2. Den nest nærmeste sonen ligger ca. 1,1 km øst for tiltaksstedet, og er kartlagt av Statens vegvesen (SVV).



Figur 3: Faresonekart for kvikkleire rundt tiltaksstedet [8].

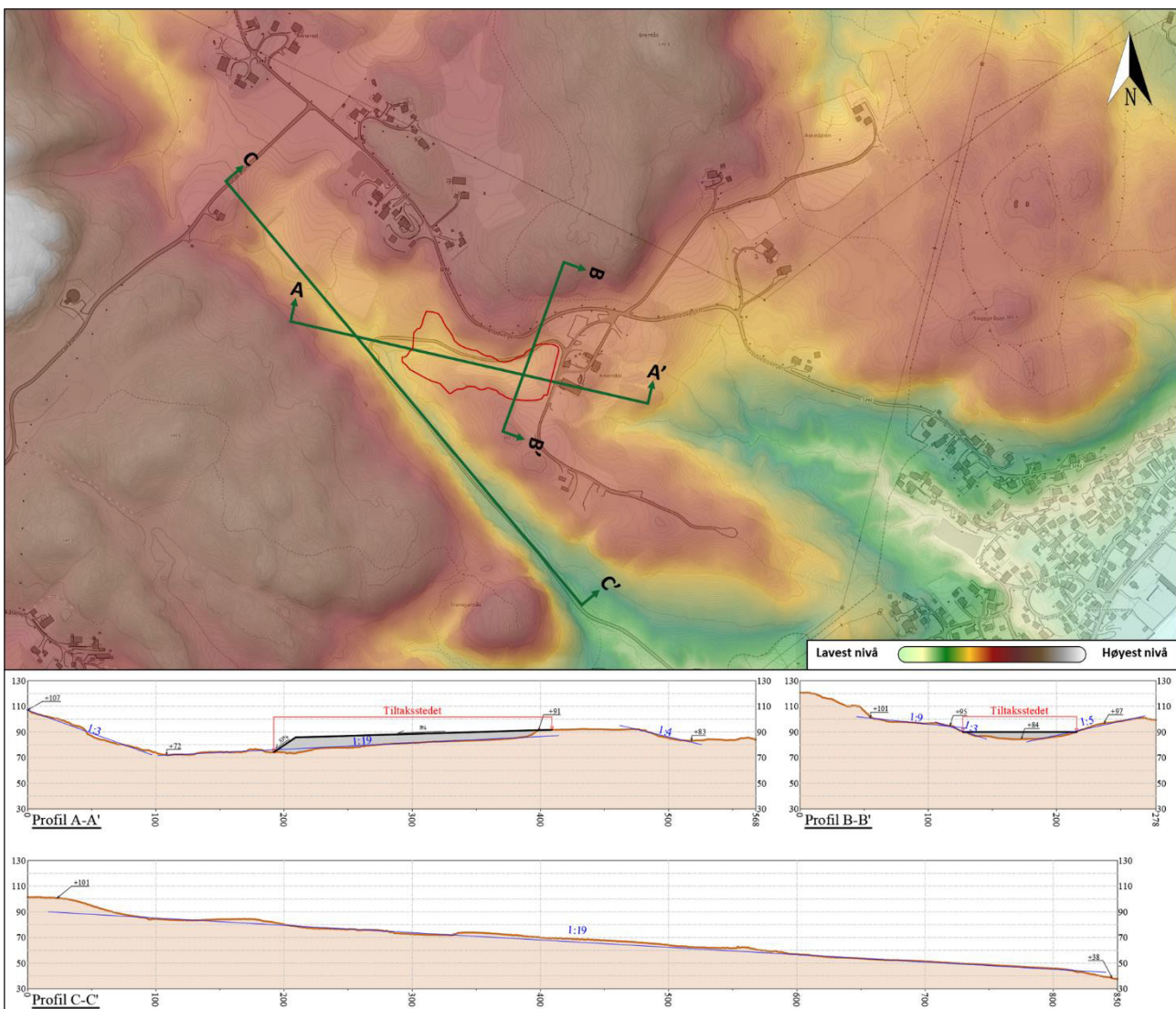
3 Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løснеområde

3.1 Topografi

Knarrdal gård ligger langs Ånnerødvegen, sør for Skien og vest for Porsgrunn. Det aktuelle deponiområdet følger en vest–østlig retning i dalsøkket Knarrdalen.

Området ligger i en tydelig dalform med et høybrekk ved Knarrdal gård, hvorfra terrenget faller ca. 19 meter vestover ned mot et markert dalsøkk. På begge sider av dalsøkket finnes fjellrygger og partier med blottlagt fjell. Det finnes flere bekkeleier rundt tiltaksstedet. Området er preget av både tidligere og pågående masseutfylling [9].

Se figuren under for oversikt over området og omkring.



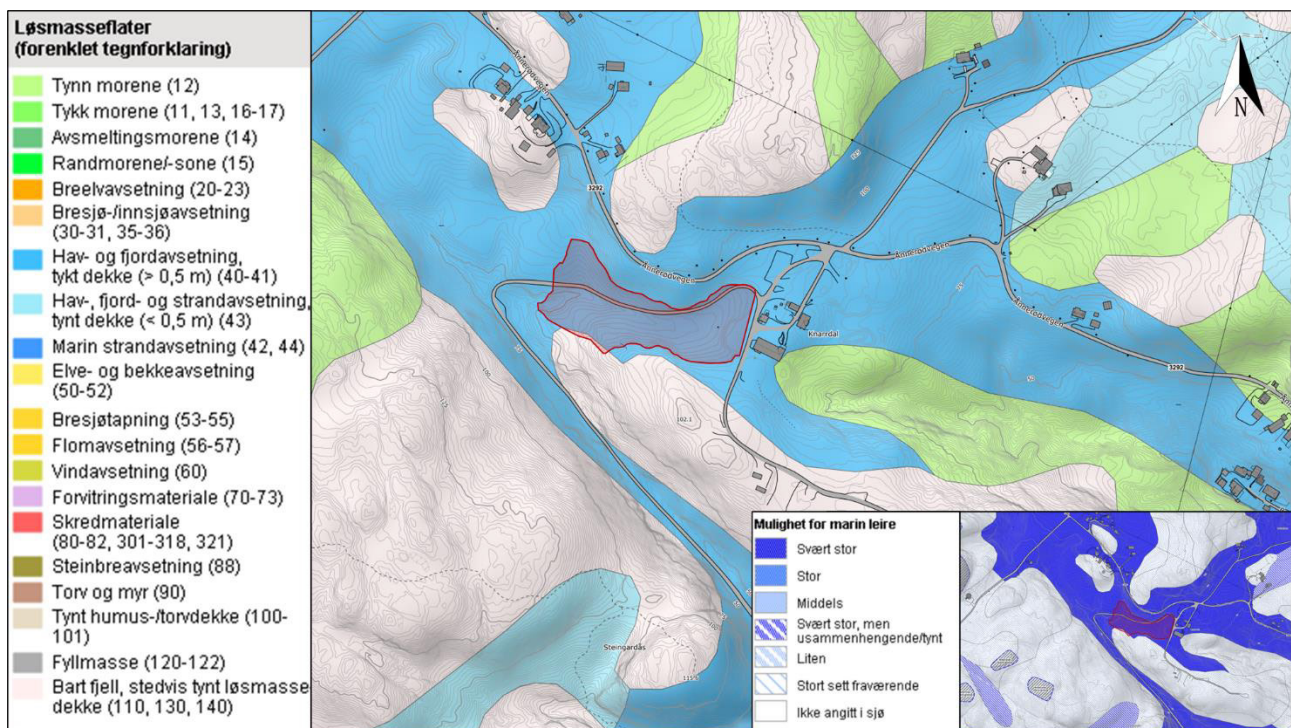
Figur 4: Topografi med de utvalgte profilene som viser dagens terrengforhold gjennom tiltaksstedet [9].

3.2 Kvartærgeologisk kart og marin grense

I henhold til NGUs kvartærgeologiske kart (se figur 5) ligger tiltaksområdet hovedsakelig innenfor områder klassifisert som tykk havavsetning. Hav- og fjordavsetningene består hovedsakelig av leire og silt, men kan også inneholde noe sand. Disse avsetningene kan ha en mektighet på opptil flere titalls meter [10]. Det er berg i dagen rundt tiltaksstedet.

Tiltaksstedet ligger under den marine grense, som i dette området er kartlagt til ca. 145 moh. Videre fremgår det av NGUs temakart at det er svært stor mulighet for forekomst av marin leire i grunnen under tiltaksområdet.

Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging og kun begrenset omfang av fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden, kun begrenset informasjon om løsmassemektighet. For mer informasjon vises det til www.ngu.no.



Figur 5: Oversikt over løsmasser i området rundt tiltaksstedet [11].

3.3 Flomfare

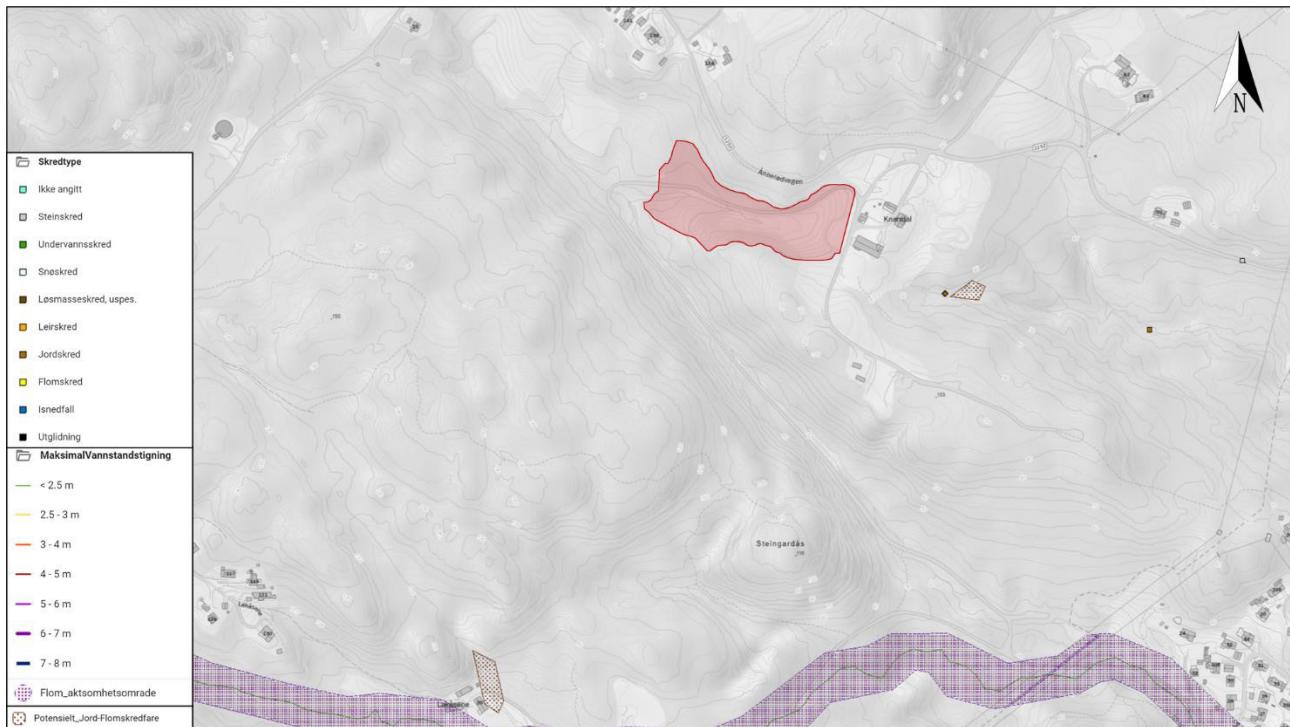
Nybygg skal iht. TEK 17 §7 plasseres, prosjekteres og utføres slik, at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger. Kapittel 7 i Byggeteknisk forskrift (TEK 17) krever sikkerhet mot naturpåkjenninger, herunder sikkerhet mot flomstormflo og skred [5].

I henhold til kart fra NVE ligger ikke tiltaksområdet innenfor noen identifiserte faresoner eller aktsomhetssoner for flom, og heller ikke innenfor noen sikkerhetssone for erosjon (se figur 6) [11].

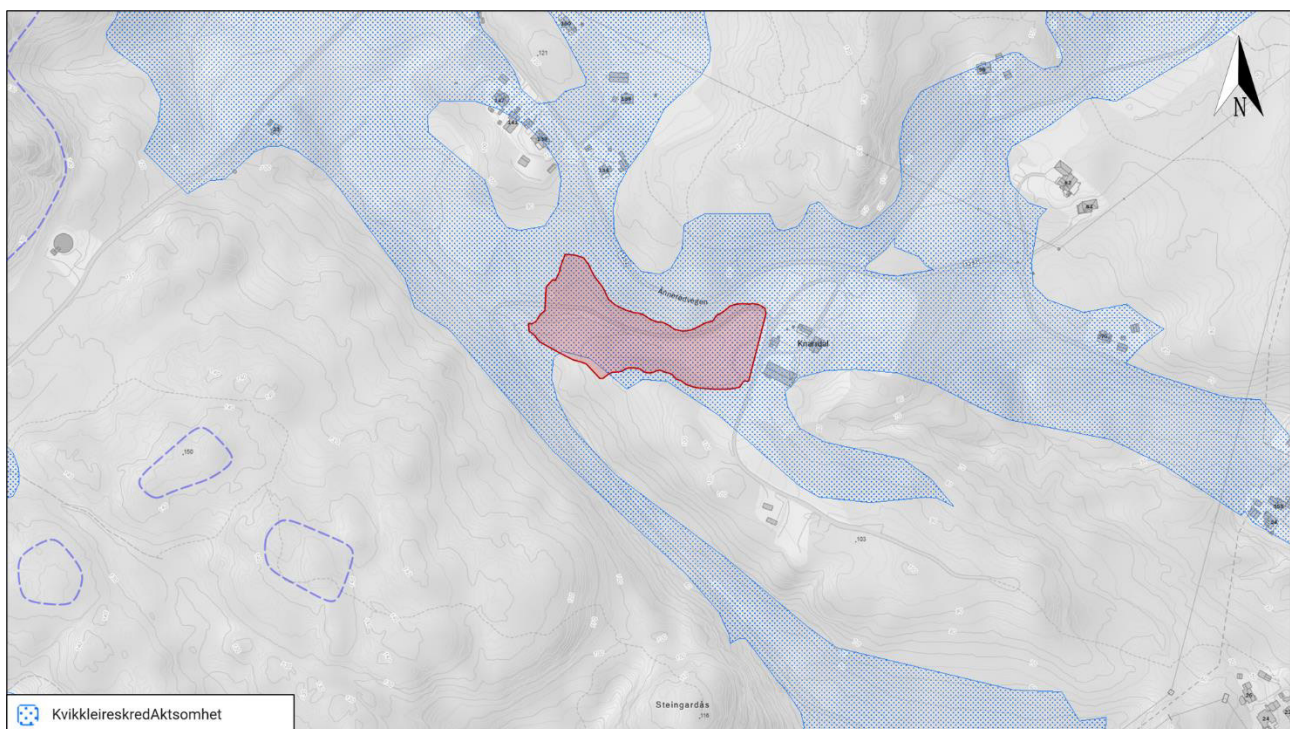
3.4 Skredfare

I henhold til NVEs faresonekart for kvikkleire ligger det planlagte tiltaksområdet utenfor områder med tidligere registrerte skredhendelser (se figur 6) [12]. I august 2023 ble det imidlertid registrert et jordskred i området øst for tiltaksområdet.

Samtidig fremgår det av NVEs aktsomhetskart for kvikkleireskred at tiltaksområdet ligger innenfor et aktsomhetsområde (se figur 7) [8]. Dette innebærer at det ut fra kartlagte terrengforhold og løsmassetypen kan være potensiale for forekomst av kvikkleire.



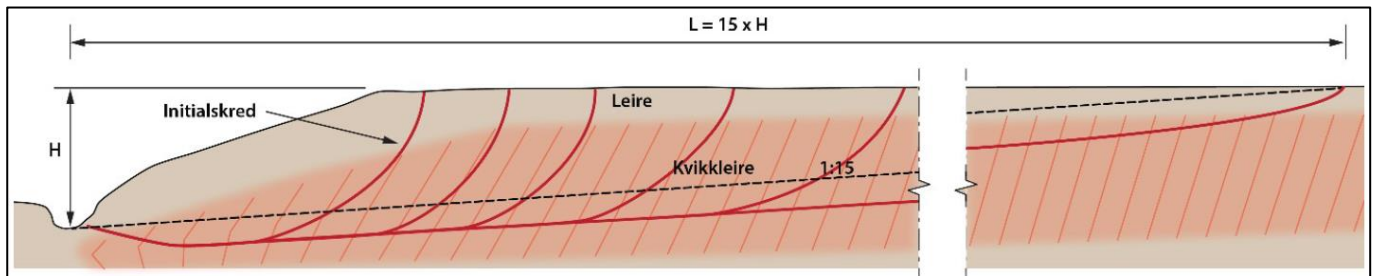
Figur 6: NVE-aksomhetsområde for flom og tidligere skredhendelser. Den røde markøren indikerer aktuelt område [11, 12].



Figur 7: NVEs aksomhetskart for kvikkleireskred [8].

3.5 Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde

NVEs kvikkleirekart viser at planområdet ikke ligger i en tidligere kartlagt faresone for kvikkleireskred (figur 3). I henhold til NVE veileder 1/2019 skal det utføres en terrengeanalyse med konservative kriterier for å begrense aksomhetsområdene til områder med marine avsetninger der topografien gir mulighet for område-skred. En slik analyse begrenser løsneområders maksimale bakover gripende utbredelse til 15 ganger skråningshøyden (figur 8) [2].



Figur 8: Avgrensning av maksimalt løsneområde for et retrogressivt skred. Løsneområdets lengde, $L = 15H$ [3].

Tiltaksområdet ligger på en skråning med helning fra øst mot vest, og skråningsforholdet overstiger 1:20 (profil A-A', figur 4). Tomten ligger utenfor et sannsynlig utløpsområde for skred fra omkringliggende terreng.

4 Befaring

4.1 Oppsummering av feltbefaringer

Vurderingene utført basert på åpne kilder (www.ngu.no, NADAG, www.skrednett.no), samt tidligere utførte rapporter av GrunnTeknikk AS [13, 14].

Massedepoiet skal etableres i den vestre delen av Knarrdalen, i et dalsøkk nedenfor Knarrdal gård. Området er preget av fallende terreng fra gårdsbruket og ned mot både vest og øst, med blottlagt fjell på begge sider av dalføret. Tiltaket er lokalisert vest for Porsgrunn og sør for Skien, og ligger i et terreng med helning fra øst mot vest. Terrenghøydene i området varierer mellom kote +72 og +91.

5 Grunnundersøkelser

5.1 Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser

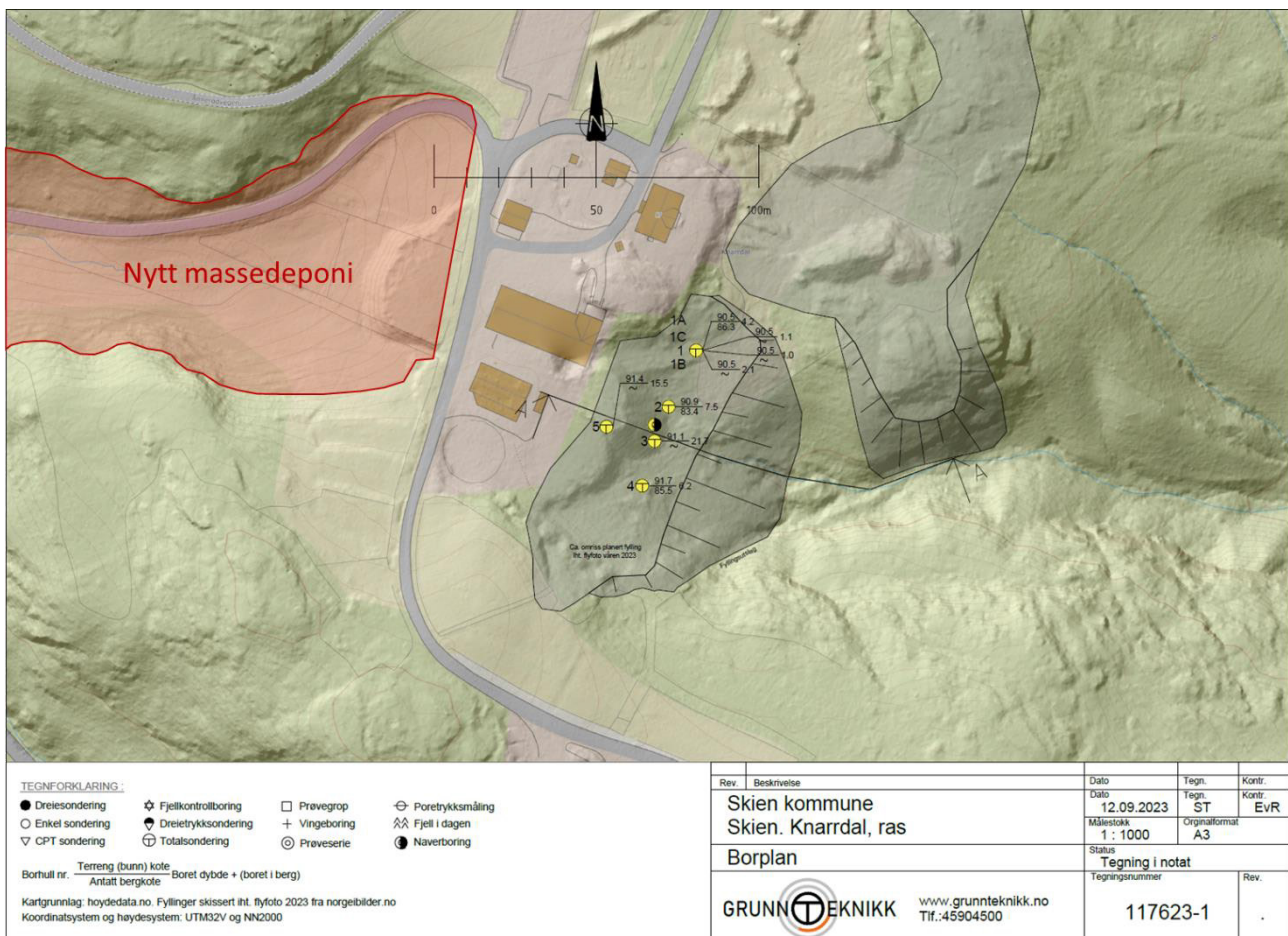
Geoteknikk AS er kjent med at det er utført grunnundersøkelser i nærheten av prosjektområdet. Oversikt over utførte grunnundersøkelser er gitt under (tabell 3):

Tabell 3: Tidligere utførte grunnundersøkelser i nærheten av prosjektområdet.

Utført av	År	Rapport nr.	Rapportnavn
GrunnTeknikk AS	2023	117623n1	Geoteknisk notat Knarrdal ras
GrunnTeknikk AS	2023	117848n1_rev1	Skien. Knarrdal, geoteknisk bistand, etablering av massedeponi

5.2 Oppsummering av utførte grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser ble utført av GrunnTeknikk AS den 17.08.2023 som strakstiltak etter et skred ved Knarrdal i Skien kommune, øst for tiltaksstedet. Undersøkelsene besto av totalsonderinger og prøvetaking ved 5 Borepunkter plassert bak skredkanten. Resultatene viste at borepunkt 1 hadde liten dybde til fjell, mens borepunkt 2 og 4 indikerte fyllmasser til henholdsvis 7,5 og 6,2 meters dybde over fast grunn. Borepunkt 3 og 5 avslørte en dypere løsmasserenne med antatt fyllmassemektighet på henholdsvis 11 og 6 meter, og ble avsluttet på henholdsvis 21,7 og 15,5 meters dybde uten å nå fjell. Prøvetaking i borepunkt 3 viste fyllmasser av grovere materialer med innhold av organisk materiale til ca. 10 meters dybde. Undersøkelsene bekrefter varierende grunnforhold i området og antyder en dyp, gjennomgående løsmasserenne mot nordvest, uten påvisning av kvikkleire eller sprøbruddmaterialer [14].



Figur 9: Borplan som viser oversikt over utførte grunnundersøkelser [14].

5.3 Kvalitet på grunnundersøkelser

De undersøkelser som er gjennomført i nærheten tilfredsstiller kravene gitt av meldinger fra NGF.

6 Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresone

6.1 Vurderingsprosedyre for områdeskred iht. NVE 1/2019

Tabell 3.1 i NVE [2] viser en stegvis prosedyre for hvordan utrede fare for områdeskred. Prosedyren kan grovt sett deles i to hoveddeler:

- **Del 1**, som omfatter steg 1-3, for innledende vurderinger og avgrensning av aktsomhetsområder for områdeskredfare.
- **Del 2**, som omfatter steg 4-11, for utredning av faresoner med tilhørende dokumentasjon. Prosedyre for utredning av aktsomhetsområder og faresoner vurdering fremgår generelt i tabell 4.

Tabell 4: Gjennomgått prosedyre iht. NVEs veileder 1/2019, tabell 3.1.

Pkt.	Prosedyre for utredning av områdestabilitet	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Tiltaksområdet ligger ikke innen tidligere kartlagt faresone.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Planområdet ligger under marin grense som er ca. 145 moh. på det aktuelle stedet.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	I henhold til den utførte topografiske vurderingen (se kapittel 3.1) ligger tiltaket på en høy skråning som heller med et helningsforhold brattere enn 1:20 og høydeforskjeller på over 5 meter. Skråningen i profil A-A' (figur 4) er vurdert som den mest kritiske skråningen i området. Prosedyren for avgrensning av faresone forsetter i punkt 4.
4	Bestem tiltakskategori	Tiltakskategorien vurderes til å være K2 (Massedeposier).
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Skråningen som ligger innenfor tiltaksområdet, oppfyller terrengkriteriet for et potensielt løsneområde.
6	Befaring	Det er gått befaring av tomten av geotekniker fra Geoteknikk AS ifm. arbeidet.
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	GrunnTeknikk AS har gjennomført grunnundersøkelser øst for tiltaksområdet. Som beskrevet i kapittel 5, ble det ikke påvist kvikkleire eller sprøbruddmaterialer i grunnen. Det er heller ikke registrert stedlige marine avsetninger som kan utløse et områdeskred som kan berøre tiltaket. Dette gjelder også for eventuelle områdeskred fra høyereliggende terreng. I dette tilfellet kan prosedyren for avgrensning av faresone avsluttes i dette punkt.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Utgår som følge av konklusjonen i steg 7.
9	Klassifiser faresoner	Utgår som følge av konklusjonen i steg 7.
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Utgår som følge av konklusjonen i steg 7.
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Utgår som følge av konklusjonen i steg 7.

Ettersom det ikke er påvist forekomst av sprøbruddmaterialer/kvikkleire i grunnen, kan prosedyren avsluttes i pkt. 7. Det er derfor ikke behov for 3.part kvalitetssikring av rapporten iht. NVEs veileder 1/2019.

7 Klassifisering av faresone

Området skal ikke klassifiseres, da ble det ikke påvist kvikkleire/sprøbruddmaterialer på området. Punktet skal dermed ikke utredes nærmere og risikoklasse skal ikke fastsettes.

8 Kritiske snitt og materialparametere

8.1 Opptegning av kritiske snitt

Se kapittel 3.1 for generell oversikt over terreng.

8.2 Lagdeling og beliggenhet av sprøbruddmaterialer

Se kapittel 5.2 for oversikt over lagdelingen som er vurdert.

8.3 Laster

Stabilitetsvurdering er ikke gjennomført som følge av utelatelseskriterie.

8.4 Grunnvannstand og poretrycksforhold

Grunnvannsnivå ble ikke målt. Iht. området topografi forhold, antas grunnvannsnivå å ligge på ca. 1,0 – 2,0 meter under terreng. Det vil være variasjoner i grunnvannstanden avhengig av årstid og nedbørsforhold..

8.5 Tolkning av konsolideringsforhold

Området er antatt litt overkonsolidert da marin grense og tidligere vannstand var på ca. 145 moh. Konsolideringsforhold er ikke vurdert nærmere.

8.6 Tolkning av skjærfasthet

Skjærfastheten er ikke vurdert.

9 Stabilitetsvurderinger

9.1 Stabilitetsvurderinger (drenert og udrenert)

Det er ikke nødvendig å vurdere som følge av konklusjonene i denne rapport.

9.2 Vurdering av sikkerhetsbehov for ny bebyggelse og for eksisterende bygg

Det er ikke nødvendig å vurdere som følge av konklusjonene i denne rapport.

9.3 Stabilitetsvurderinger etter sikringstiltak

Det er ikke nødvendig å vurdere som følge av konklusjonene i denne rapport.

9.4 Volumoverslag av sikringstiltak

Det er ikke nødvendig å vurdere på nåværende tidspunkt.

10 Stabiliserende tiltak

10.1 Anbefalte stabiliserende tiltak for økt stabilitet (fundamentering) og hindring av erosjon

Ikke aktuelt.

10.2 Miljø og landskapspåvirkning

Ikke aktuelt.

10.3 Hensyn ved anleggsdrift – faseplaner mv.

Ikke aktuelt.

10.4 Prosjektering, kontroll og oppfølging av tiltak

Ikke aktuelt i forhold til reguleringsaken.

11 Konklusjon

Ut ifra de undersøkelser som er gjort i denne rapport, konkluderes det med følgende:

- NVEs kvikkleirekart viser at det planlagte tiltaket ikke ligger i en tidligere kvikkleire-faresone.
- Iht. NVE-kart ligger ikke planområdet innenfor et aktsomhetsområde for flom.
- Mest kritisk skråning er brattere enn 1:20. Høydeforskjellene i terrenget mellom topp og bunnen av skråningen blir over 5m.
- De stedlige løsmassene består av fyllmasser ned mot berggrunn og fyllmasser av grovere materialer med innhold av organisk materiale. Det er ikke påvist kvikkleire eller sprøbruddmaterialer. Det anses dermed at kravet i TEK17 §7-3 «Sikkerhet mot skred» er ivaretatt og tiltaket kan derfor utføres uten særskilte tiltak med tanke på områdestabilitet.
- Da prosedyren er avsluttet i punkt 7, er det ikke behov for 3.part kvalitetskontroll av rapporten iht. NVEs veileder 1/2019.
- Krav til lokalstabilitet må ivaretas under anleggsfasen, og det skal kontrolleres at områdestabiliteten er ivaretatt under samtlige faser.

11.1 Forslag til videre arbeid

Det er foreløpig ingen kritiske forhold knyttet til det planlagte tiltaket. For å sikre fortsatt stabilitet anbefales det imidlertid å følge med på eventuelle endringer i grunnforholdene under byggeprosessen.

12 Referanser

- [1] Kartverket. "Norgeskart." <https://www.norgeskart.no/>.
- [2] NVE, "Sikkerhet mot kvikkleire," in "Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper," Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Oslo, 1/2019, 2020. Hentet: Jan. 2021. [Internett]. Tilgjengelig fra: https://publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019_01.pdf
- [3] Kartverket. "Opplysningen 1881." <https://kart.1881.no/>.
- [4] Plan- og bygningsloven. "Lov om planlegging og byggesaksbehandling." https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71/KAPITTEL_4-9#KAPITTEL_4-9.
- [5] TEK 17. "Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)." <https://lovdata.no/forskrift/2017-06-19-840/§7-3>.
- [6] TEK 17. "Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)." <https://lovdata.no/forskrift/2017-06-19-840/§10-2>.
- [7] Byggesaksforskriften. "Forskrift om byggesak." https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-488/KAPITTEL_1#KAPITTEL_1.
- [8] NVE. "Kvikkleiresoner." <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>.
- [9] Kartverket. "Høydedata." <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>.
- [10] NGU. "Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase." https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.
- [11] NVE. "NVE Aktsomhetskart for flom." <https://temakart.nve.no/tema/flomaktsomhet>.
- [12] NVE. "NVE Skredhendelser." <https://temakart.nve.no/tema/skredhendelser>.
- [13] GrunnTeknikk AS, "Skien. Knarrdal, geoteknisk bistand, etablering av massedeponi," 117848n1_rev1, 20.12.2023.
- [14] GrunnTeknikk AS, "Geoteknisk notat Knarrdal ras," 117623n1, 21.09.2023.

Vedlegg

VEDLEGG 1: Oversikt jordheving og veg

VEDLEGG 2: Helningskart

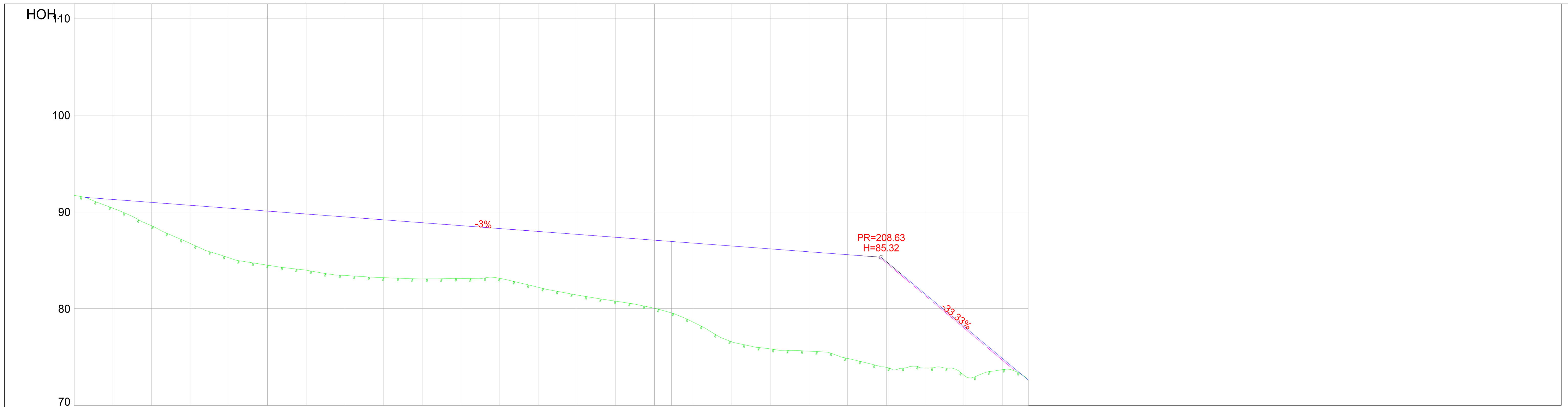
VEDLEGG 3: Snitt jordheving

VEDLEGG 1

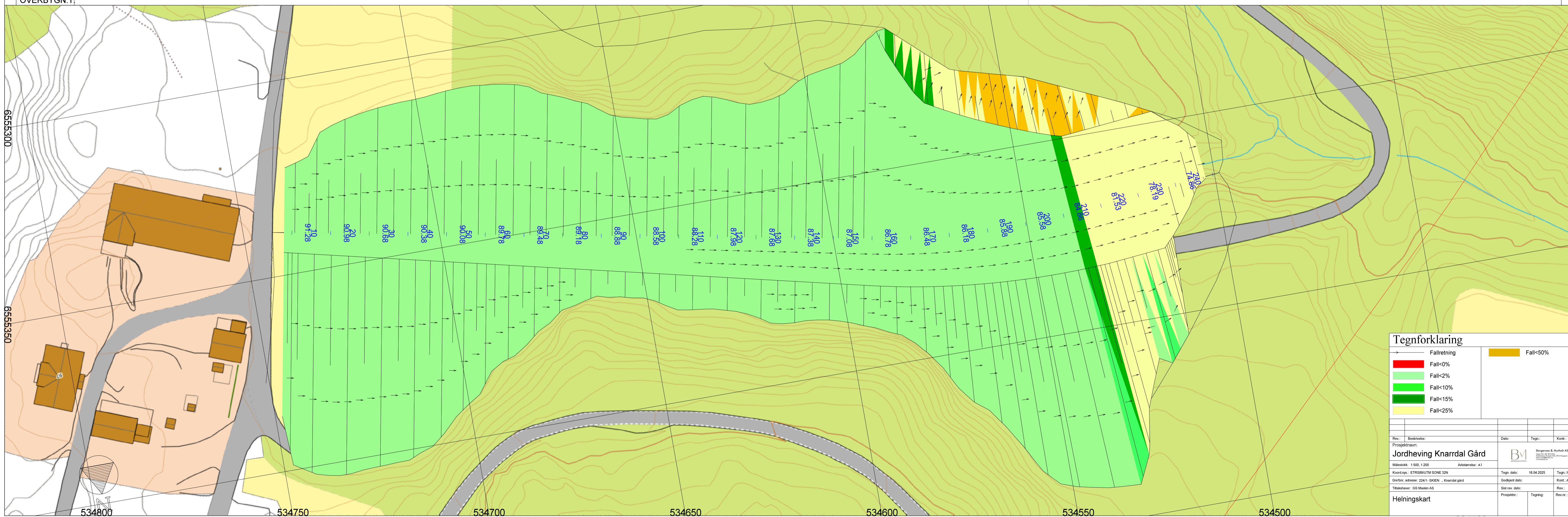
Oversikt jordheving og veg

VEDLEGG 2

Helningskart



PROFIL NR.	0.00
HOR. KURV.	
BREDDDEUTV.	
TVERRFALL (1%=2mm)	
— H.kj.b.k.	
— V.kj.b.k.	
PROFIL H.	91.71, 90.39, 89.28, 88.57, 88.08, 86.74, 86.08, 85.26, 84.38, 84.49, 83.98, 83.48, 83.21, 83.18, 83.08, 83.12, 83.58, 83.14, 82.28, 82.21, 81.98, 81.42, 80.78, 80.05, 78.62, 76.58, 75.84, 75.61, 74.86, 73.94, 73.86, 73.13, 73.70, 72.63
TERRENG H.	91.71, 90.39, 89.28, 88.57, 88.08, 86.74, 86.08, 85.26, 84.38, 84.49, 83.98, 83.48, 83.21, 83.18, 83.08, 83.12, 83.58, 83.14, 82.28, 82.21, 81.98, 81.42, 80.78, 80.05, 78.62, 76.58, 75.84, 75.61, 74.86, 73.94, 73.86, 73.13, 73.70, 72.63
OVERBYGN.T.	



Tegnforklaring

- Fallretning
- Fall<0%
- Fall<2%
- Fall<10%
- Fall<15%
- Fall<25%
- Fall<50%

Rev:	Beskrivelse:	Dato:	Tegn:	Kont:
Prosjektnavn: Jordeving Knarrdal Gård				
Målestokk:	1:500, 1:200	Arkivnavn:	A1	
Koordinatsystem:	ETRS89/UTM SONE 32N	Tegn dato:	18.04.2025	Tegn. No:
Gjelder adresse:	2241, SKEN - Knarrdal gård	Gjeldert dato:		Kont. AP:
Tilbakeser:	GS Mækin AS	Sist rev. dato:		Rev.:
Helingskart		Prosjekt:	Tegning:	Rev. nr.:

VEDLEGG 3

Snitt jordheving

LAGTYPER

- Teo.Gmi 0: Overflate
- Teo.Gmi 1: Trau
- Fys.Gmi 1: Høydedata_WCS
- Fys.Gmi 2: høydedata-justert terreng i topp

MASSETYPER

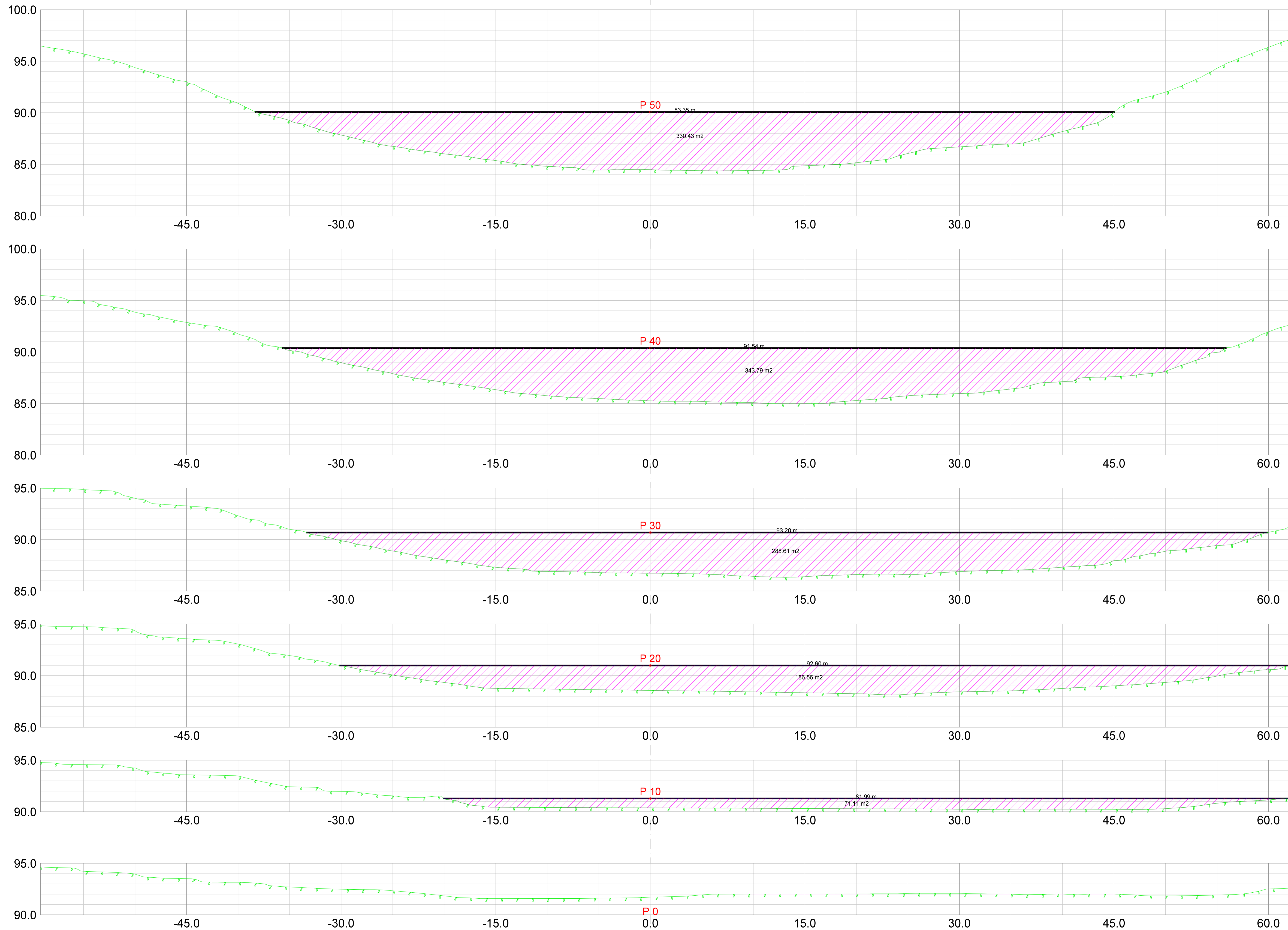
Masserapport for: fyllingscenterlinje.sfi
Standard: Ingen

5: areal

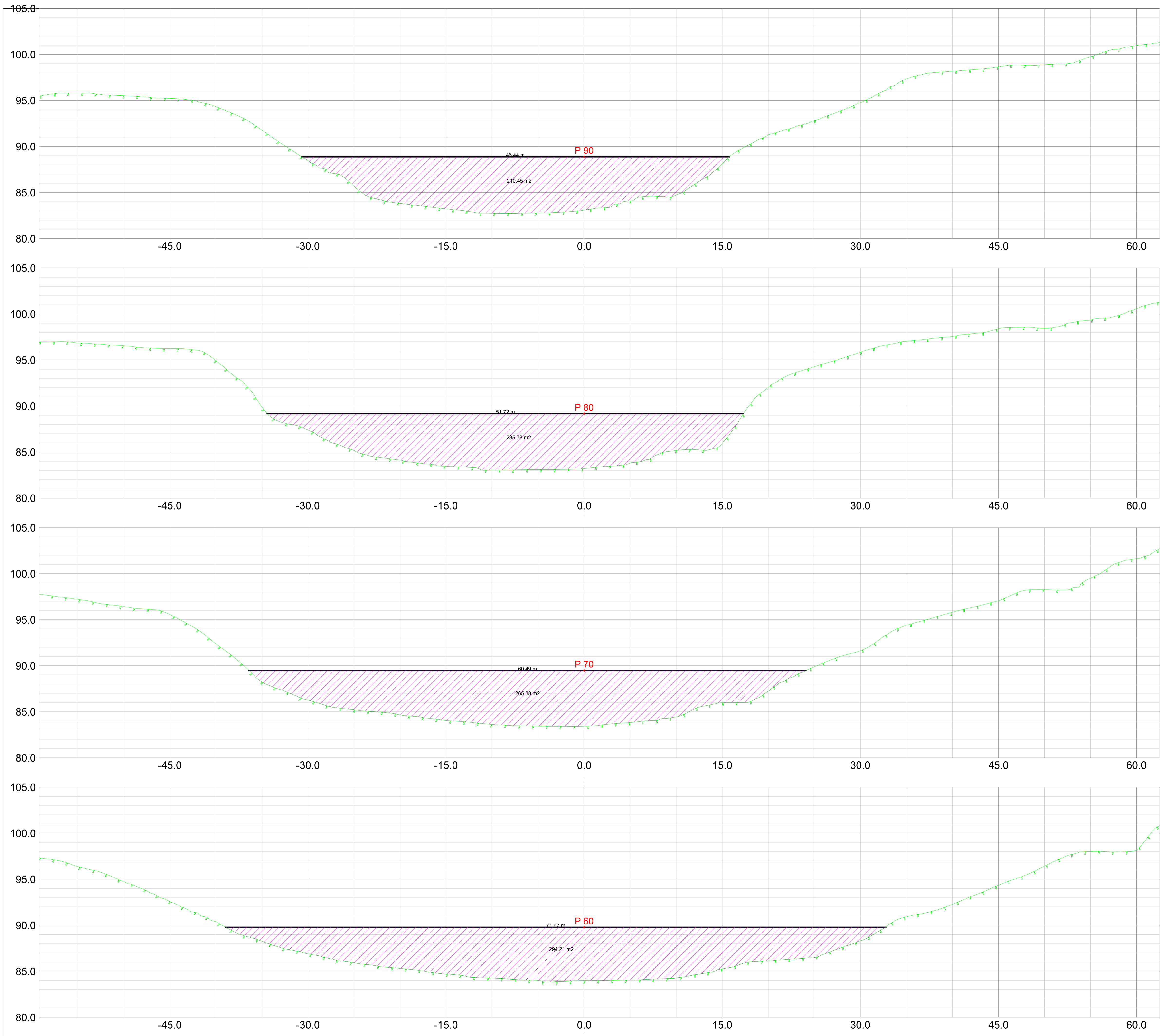
Profil	Rå mengde
10.000	81.987 m
20.000	92.597 m
30.000	93.198 m
40.000	91.539 m
50.000	83.347 m

6: Fylling

Profil	Rå mengde
10.000	71.114 m ²
20.000	186.561 m ²
30.000	288.611 m ²
40.000	343.790 m ²
50.000	330.430 m ²



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kont.
Prosjektnavn: Jordheving Knarrdal Gård				
Målestokk:	1:200	Arkivnavn:	A1	
Koordinat:	ETRS89/UTM SONE 32N	Tegn. dato:	16.04.2025	Tegn. no.
Gnr/bnr. adresse:	2241/ BKEN - Knarrdal gård	Oppdrags dato:		Kont. AP
Tilrådgiver:	GS Maskin AS	Sist rev. dato:		Rev.
Snitt jordheving		Prosjekt:	Tegning:	Rev. nr.:
			6.01	



LAGTYPER

- Teo.Gmi 0: Overflate
- Teo.Gmi 1: Trau
- Fys.Gmi 1: Høydedata_WCS
- Fys.Gmi 2: høydedata-justert terreng i topp

MASSETYPER

Masserapport for: fyllingscenterlinje.sfi
Standard: Ingen

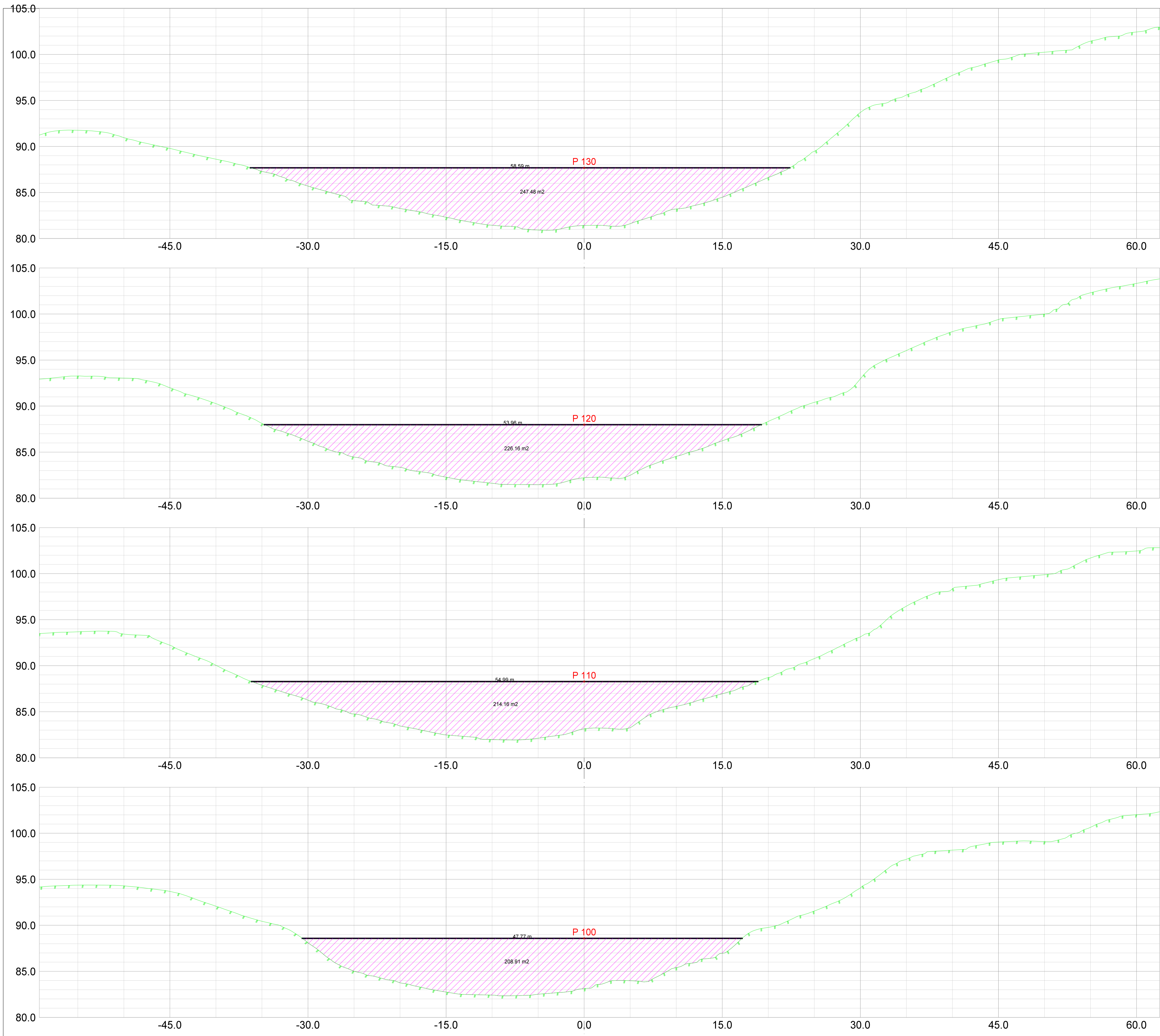
5: areal

Profil	Rå mengde
60.000	71.675 m
70.000	60.492 m
80.000	51.724 m
90.000	46.444 m

6: Fylling

Profil	Rå mengde
60.000	294.213 m ²
70.000	265.385 m ²
80.000	235.783 m ²
90.000	210.449 m ²

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kont.
Prosjektnavn: Jordheving Knarrdal Gård				
Målestokk:	1:200	Arkivnavn:	A1	
Koordinat:	ETRS89/UTM SONE 32N	Tegn. dato:	16.04.2025	Tegn. no:
Gitter, adresse:	2241: SKEN - Knarrdal gård	Oppjett dato:		Kont. AP:
Tilbehør:	GS Maskin AS	Sist rev. dato:		Rev.:
Snitt jordheving		Prosjekt:	Tegning:	Rev.:
			6.01	



LAGTYPER

- Teo.Gmi 0: Overflate
- Teo.Gmi 1: Trau
- Fys.Gmi 1: Høydedata_WCS
- Fys.Gmi 2: høydedata-justert terreng i topp

MASSETYPER

Masserapport for: fyllingscenterlinje.sfi
Standard: Ingen

5: areal

Profil	Rå mengde
100.000	47.771 m
110.000	54.986 m
120.000	53.961 m
130.000	58.588 m

6: Fylling

Profil	Rå mengde
100.000	208.915 m ²
110.000	214.161 m ²
120.000	226.156 m ²
130.000	247.479 m ²

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kont.
Prosjektnavn: Jordheving Knarrdal Gård				
Målestokk:	1:200	Arkivnavn:	A1	
Koordinat:	ETRS89/UTM SONE 32N	Tegn. dato:	16.04.2025	Tegn. nb.
Gitter, adresse:	2241: SKEN - Knarrdal gård	Oppjett dato:		Kont. AP
Tilbehør:	GS Maskin AS	Sist rev. dato:		Rev.
Snitt jordheving	Prosjekt:	Tegning:	6.01	Rev. nr.:

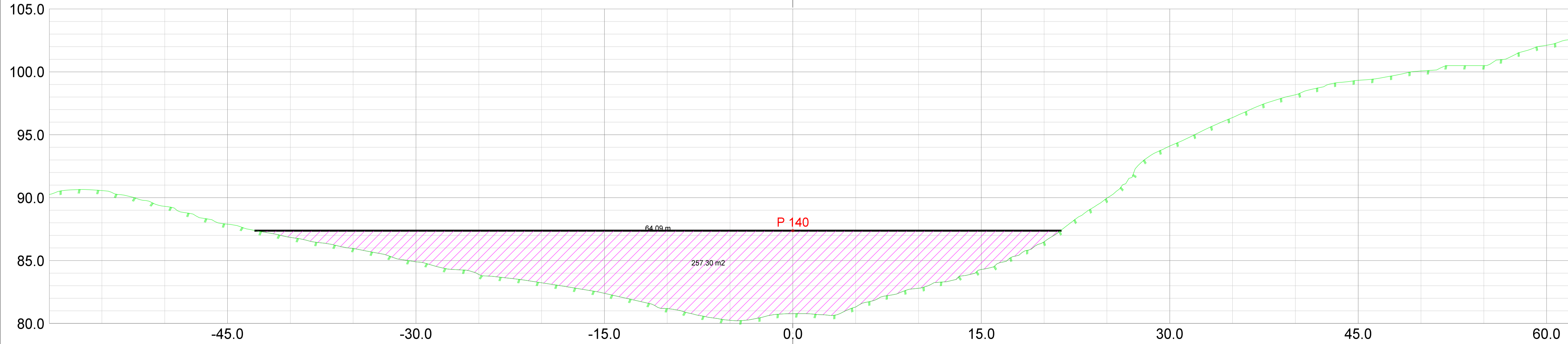
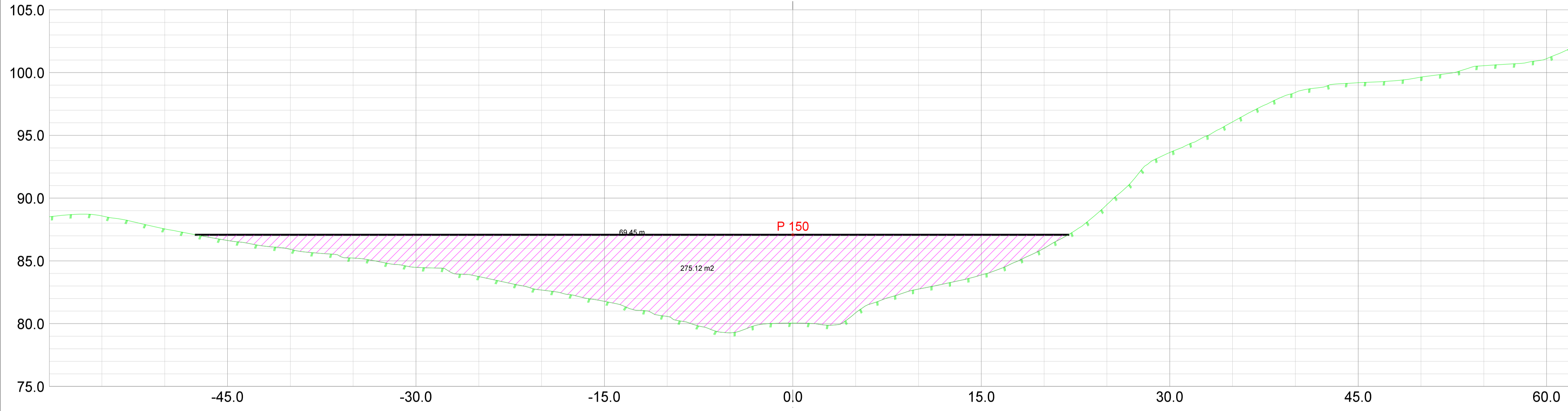
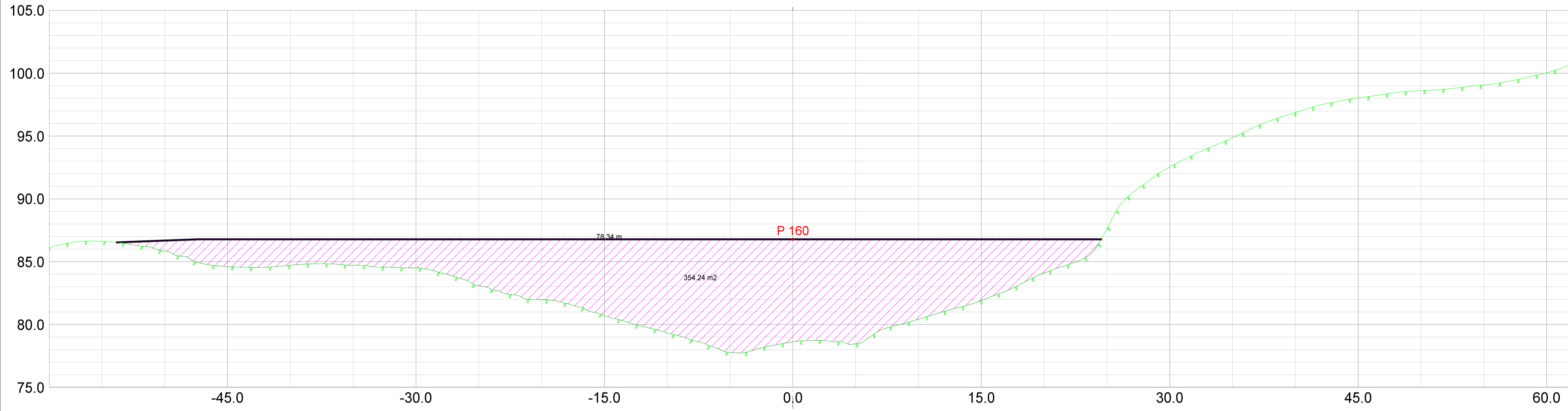
LAGTYPER

- Teo.Gmi 0: Overflate
- Teo.Gmi 1: Trau
- Fys.Gmi 1: Høydedata_WCS
- Fys.Gmi 2: høydedata-justert terreng i topp

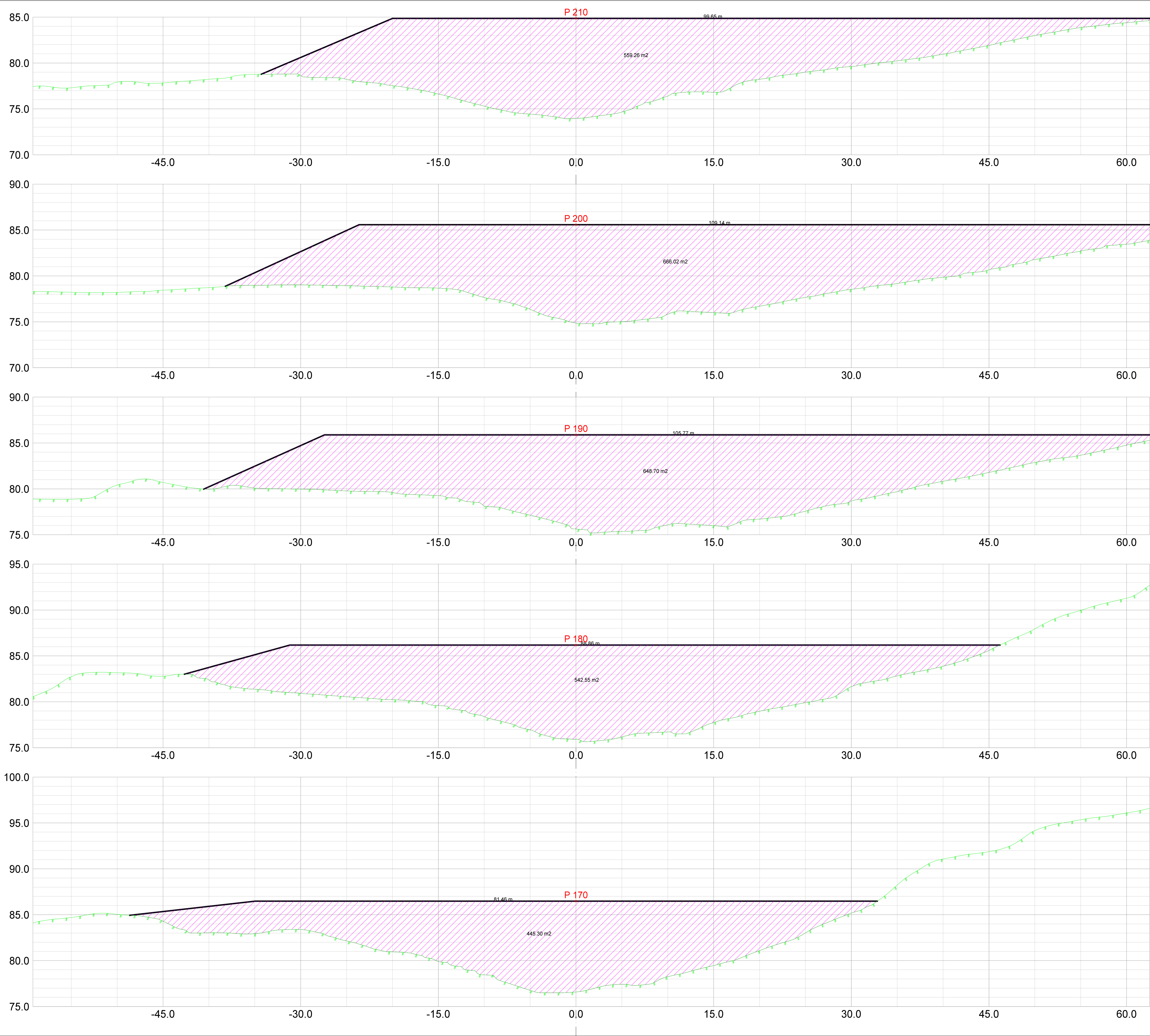
MASSETYPER

Masserapport for: fyllingscenterlinje.sfi
Standard: Ingen

- 5: areal
 - Profil Rå mengde
 - 140.000 64.092 m
 - 150.000 69.448 m
 - 160.000 78.340 m
- 6: Fylling
 - Profil Rå mengde
 - 140.000 257.300 m²
 - 150.000 275.124 m²
 - 160.000 354.240 m²



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kont.
Prosjektnavn: Jordheving Knarrdal Gård				
Målestokk:	1:200	Arkivnavn:	A1	
Koordinat:	ETRS89/UTM SONE 32N	Tegn. dato:	16.04.2025	Tegn. no.
Gitter:	adresse: 2241: SKEN - Knarrdal gård	Oppjett dato:		Kont. AP
Tilbakeløst:	GS Maskin AS	Sist rev. dato:		Rev.
Snitt jordheving		Prosjekt:	Tegning:	Rev.:
			6.01	



LAGTYPER

Teo.Gmi	0: Overflate
Teo.Gmi	1: Trau
Fys.Gmi	1: Høydedata_WCS
Fys.Gmi	2: høydedata-justert terreng i topp

MASSETYPER

Masserapport for: fyllingscenterlinje.sfi
Standard: Ingen

5: areal	
Profil	Rå mengde
170.000	81.456 m
180.000	88.858 m
190.000	105.767 m
200.000	109.142 m
210.000	99.648 m
6: Fylling	
Profil	Rå mengde
170.000	445.302 m²
180.000	542.547 m²
190.000	648.700 m²
200.000	666.015 m²
210.000	559.264 m²

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Korr.
Prosjektnavn: Jordheving Knarrdal Gård				
Målestokk: 1:200 Arknavn: A1				
Koordinat:	ETRS89/UTM/ZONE 32N	Tegn. dato:	16.04.2025	Tegn. no:
Gitter, adresse:	2241: SKEN - Knarrdal gård	Opprettet dato:		Kont. AP:
Tilbakelever:	GS Maskin AS	Sist rev. dato:		Rev.:
Snitt jordheving		Prosjekt:	Tegning:	Rev.:
			6.01	

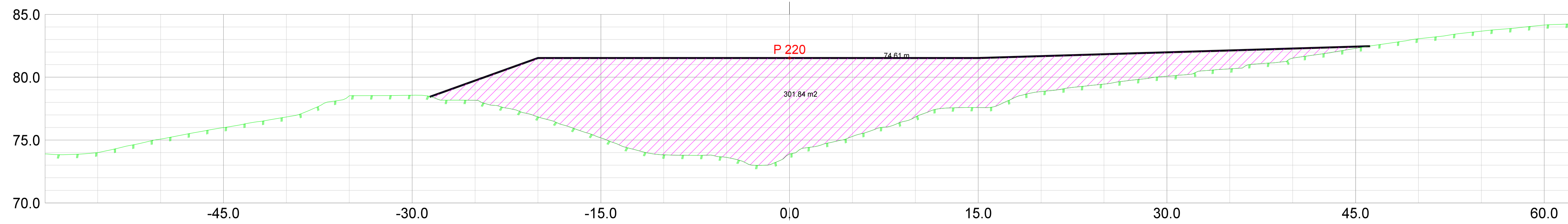
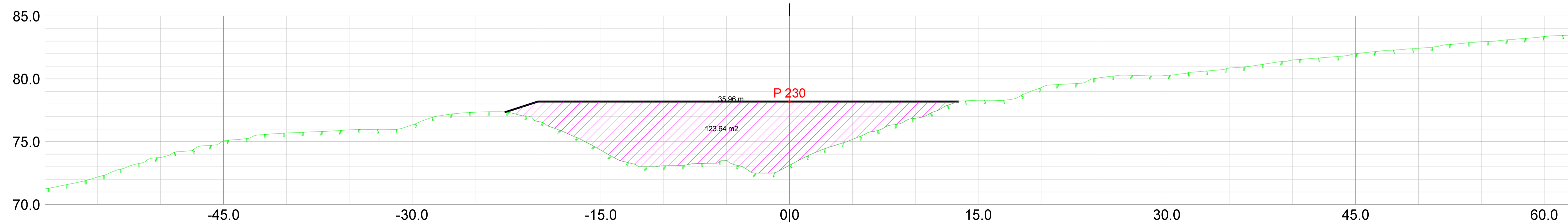
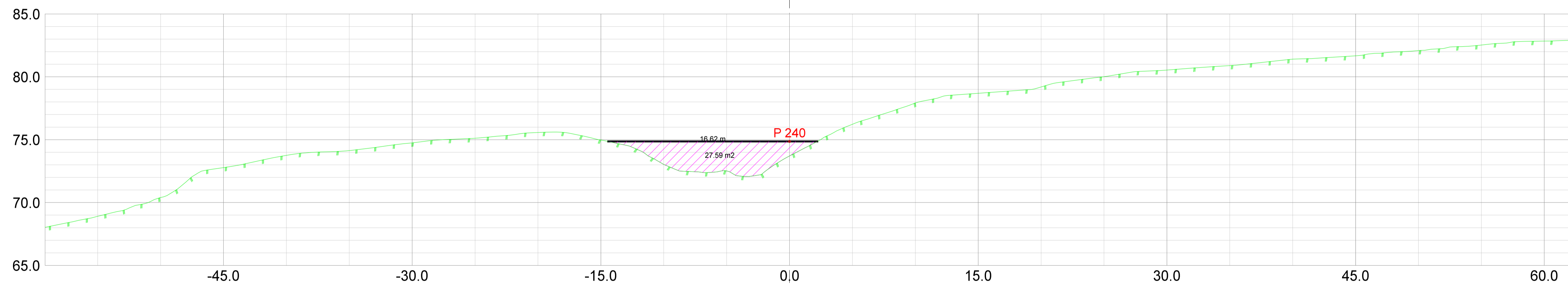
LAGTYPER

- Teo.Gmi 0: Overflate
- Teo.Gmi 1: Trau
- Fys.Gmi 1: Høydedata_WCS
- Fys.Gmi 2: høydedata-justert terreng i topp

MASSETYPER

Masserapport for: fyllingsenterlinje.sfi
Standard: Ingen

- 5: areal
 - Profil Rå mengde
 - 220.000 74.614 m
 - 230.000 35.956 m
 - 240.000 16.624 m
- 6: Fylling
 - Profil Rå mengde
 - 220.000 301.840 m²
 - 230.000 123.640 m²
 - 240.000 27.590 m²



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kont.
Prosjektnavn: Jordheving Knarrdal Gård				
Målestokk:	1:200	Arkivnavn:	A1	
Koordinat:	ETRS89/UTM SONE 32N	Tegn. dato:	16.04.2025	Tegn. no.
Gitter, adresse:	2241: SKEN - Knarrdal gård	Oppbjet dato:		Kont. AP
Tilbehør:	GS Maskin AS	Sist rev. dato:		Rev.
Snitt jordheving		Prosjekt:	Tegning	Rev. nr.
			6.01	