

Oppdragsgiver: Bergen Kommune, Grønn etat ved Fritz Hafner

Oppdrag: Miljøtiltak ved Slettebakken avfallsdeponi

Del:

Dato: 21.5.2007

Skrevet av: Rolf E. Forbord

Arkiv:  
o:\510089\terrengmodell\massebere-  
gninger ved slettebakken  
avfallsdeponi.doc

Kvalitetskontroll: Ola Nordal

Oppdrag nr: 510089

## VOLUMBEREGNINGER – SLETTEBAKKEN AVFALLSDEPONI

### 1. INNLEDING

#### 1.1 Bakgrunn

Asplan Viak as utførte høsten 2006 miljøtekniske grunnundersøkelser og risikovurdering ved det nedlagte avfallsdeponiet på Slettebakken. Undersøkelsene viser at grunnvannet som strømmer ut mot overflateresipienten (Tveitevatnet) inneholder både olje, BTEX, klororganiske forbindelser og PAH-forbindelser. I tillegg er partikkeltransport av tungmetaller, PAH og PCB dokumentert. Det ble ut fra de beskrevne miljømål konkludert med at det må gjennomføres tiltak for å hindre at miljøgifter spres til resipienten.

NIVA har i løpet av vinteren 2006/2007 utført undersøkelser i resipienten som bekrefter konklusjonene fra den miljøtekniske grunnundersøkelsen. Ved hjelp av passive prøvetakere har NIVA dokumentert at man finner høyest konsentrasjon av PCB i bekken fra deponiet (i forhold til bekken i nordenden av vatnet). Det er også påvist markert høyere konsentrasjon av heksaklorbenzen (HCB) og insekticidet DDT med nedbrytingsprodukter i avrenningen fra deponiet.

Miljøgifter kan spres til Tveitevatnet, både som partikkeltransport via eksisterende overvannssystem og bekkelukking, og med forurenset grunnvann.

I rapporten fra den miljøtekniske grunnundersøkelsen ble følgende tiltak beskrevet som aktuelle for å hindre at miljøgifter spres til resipienten:

- 1) Etablering av avskjærende grøfter rundt deponiet for å hindre overvann inn i deponiet
- 2) Dekke til/tette overflaten for å unngå nedbørsinfiltrasjon og ytterligere redusere vann gjennomstrømningen i avfallsmassene.
- 3) Etablere fangdam nedstrøms deponiet for å hindre ukontrollert spredning av sigevann/forurenset grunnvann nedstrøms og ut til Tveitevatnet.

Disse foreslåtte tiltak vil medføre store setninger i området, og i ettertid har derfor fjerning av avfallsmassene på Slettebakken blitt foreslått som et alternativ. Masseutskifting vil fjerne en betydelig forurensningskilde og gir samtidig solid grunn for kunstgressbaner og ev. nye haller i området. I tillegg medfører masseutskifting at rene overskuddsmasser fra bybanen kan deponeres på Slettebakken. I denne sammenheng er volumet masse som må fjernes av stor interesse. Dette både mht kostnader og til hvor mye tunnelmasse fra bybanen det kan bli plass til.

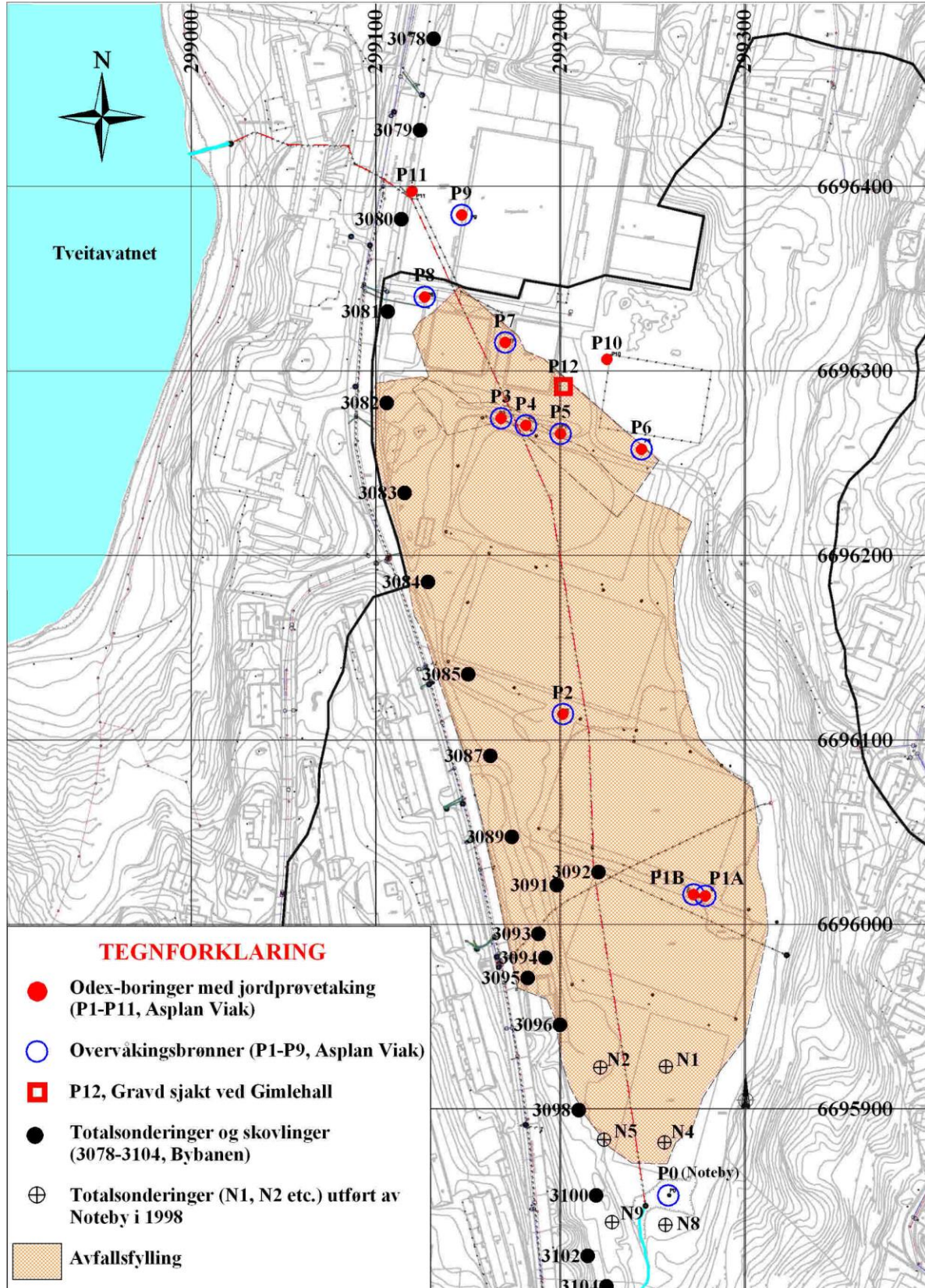
#### 1.2 Bakgrunnsmateriale brukt ved volumberegninger

- Økonomiske kart i målestokk 1:1000 fra 1951
- Kart over deponioverflaten basert på målinger utført av Bergen kommune, oppmålingsavdelingen i februar-07
- Grunnundersøkelser og miljøtekniske grunnundersøkelser, Bergen kommune, Storhall Slettebakken, NOTEBY 28.5.1998
- Totalsonderinger og skovlinger utført i bybanetraseen.
- Miljøtekniske grunnundersøkelser og risikovurdering ved Slettebakken, Asplan Viak AS, 29.11.2006

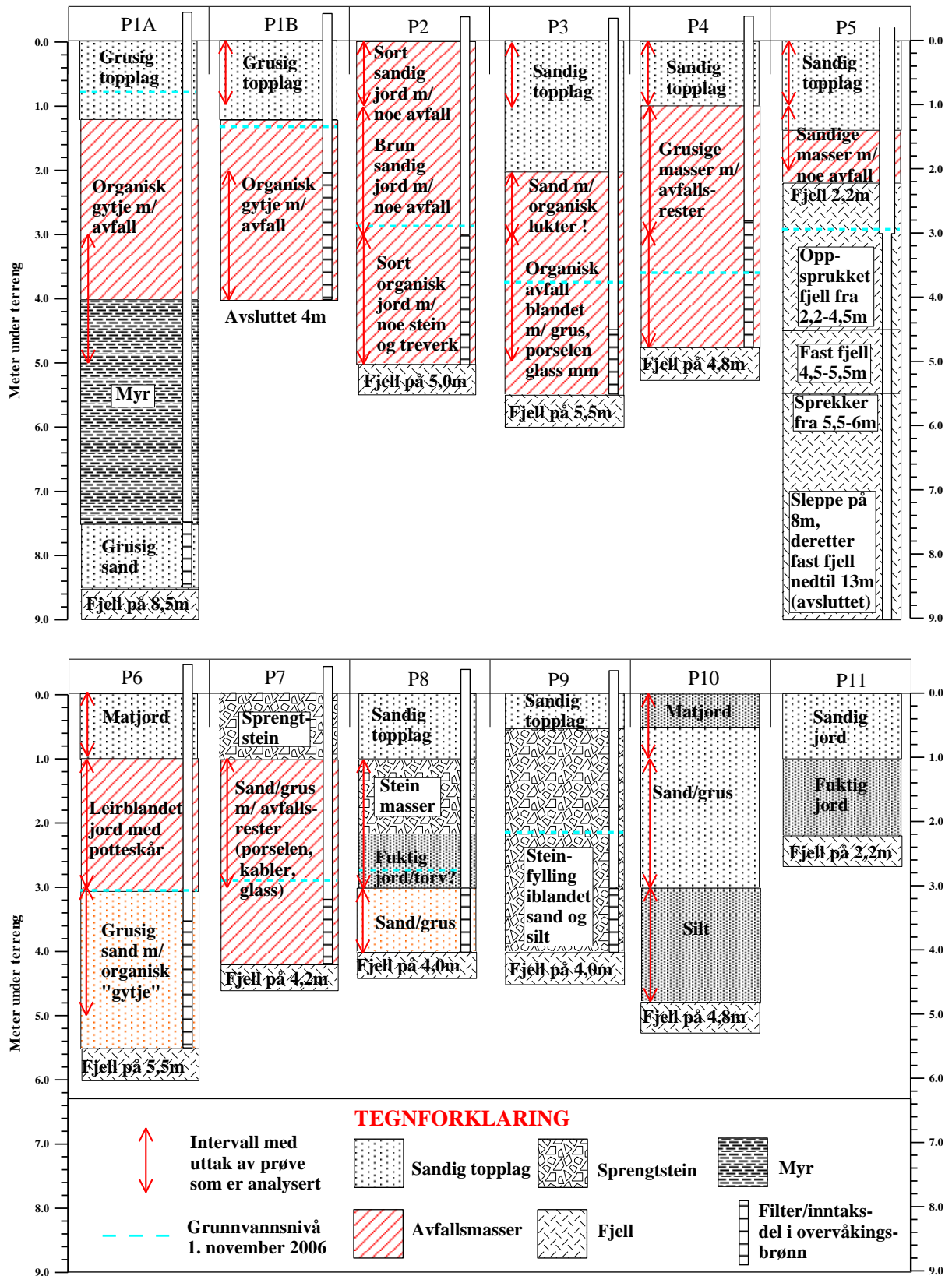
## 2. VOLUMBEREGNINGER

### 2.1 Volum basert på data fra Boringer

Det er utført 11 Odex-boringer inne i og nord for deponiområdet (se røde punkt på figur 1). I tillegg er informasjon fra totalsonderinger og skovlinger utført av NOTEBY i 1998 og boringer utført i samband med bybanetraseen tatt med i vurderingene.

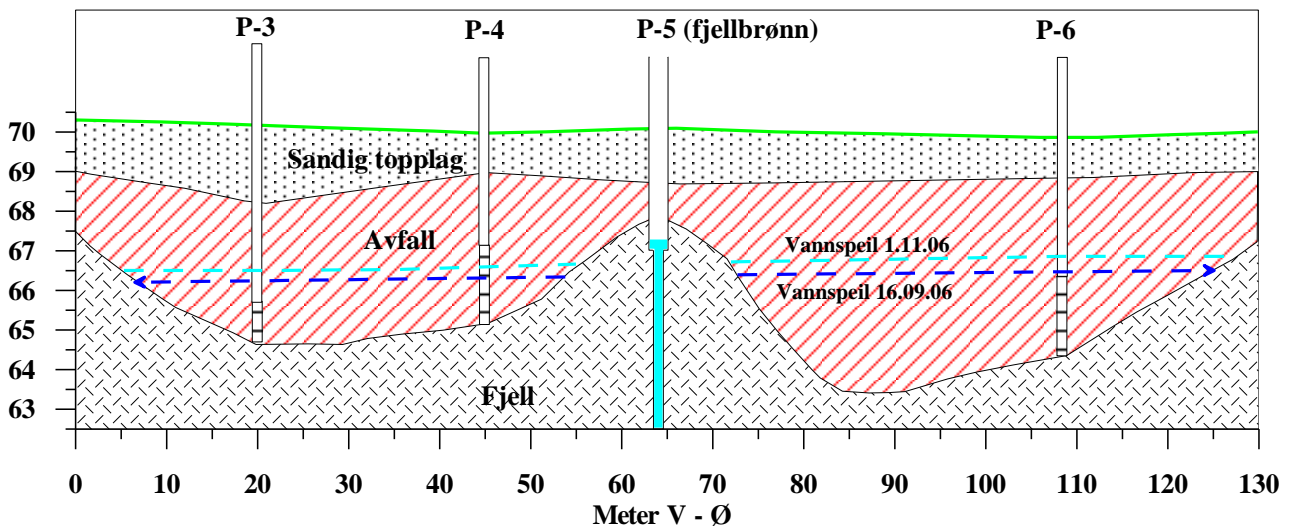


Figur 1. Kartutsnitt med alle relevante boringer og brønner i området.

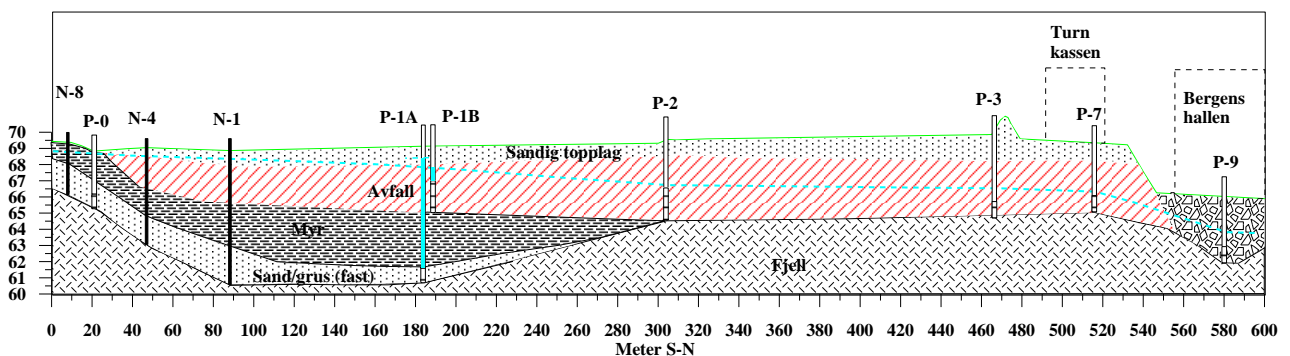


Figur 2. Profilbeskrivelser fra boring P1 til P11 inne i og nedstrøms deponiet (Asplan Viak Høsten 2006).





Figur 3. Vertikalsnitt mellom P3 og P6 fra vest mot øst nord rett sør for Turnkassen og Gimlehallen.



Figur 4. Vertikalsnitt mellom P0 i sør og P9 i nord ved Bergenshallen

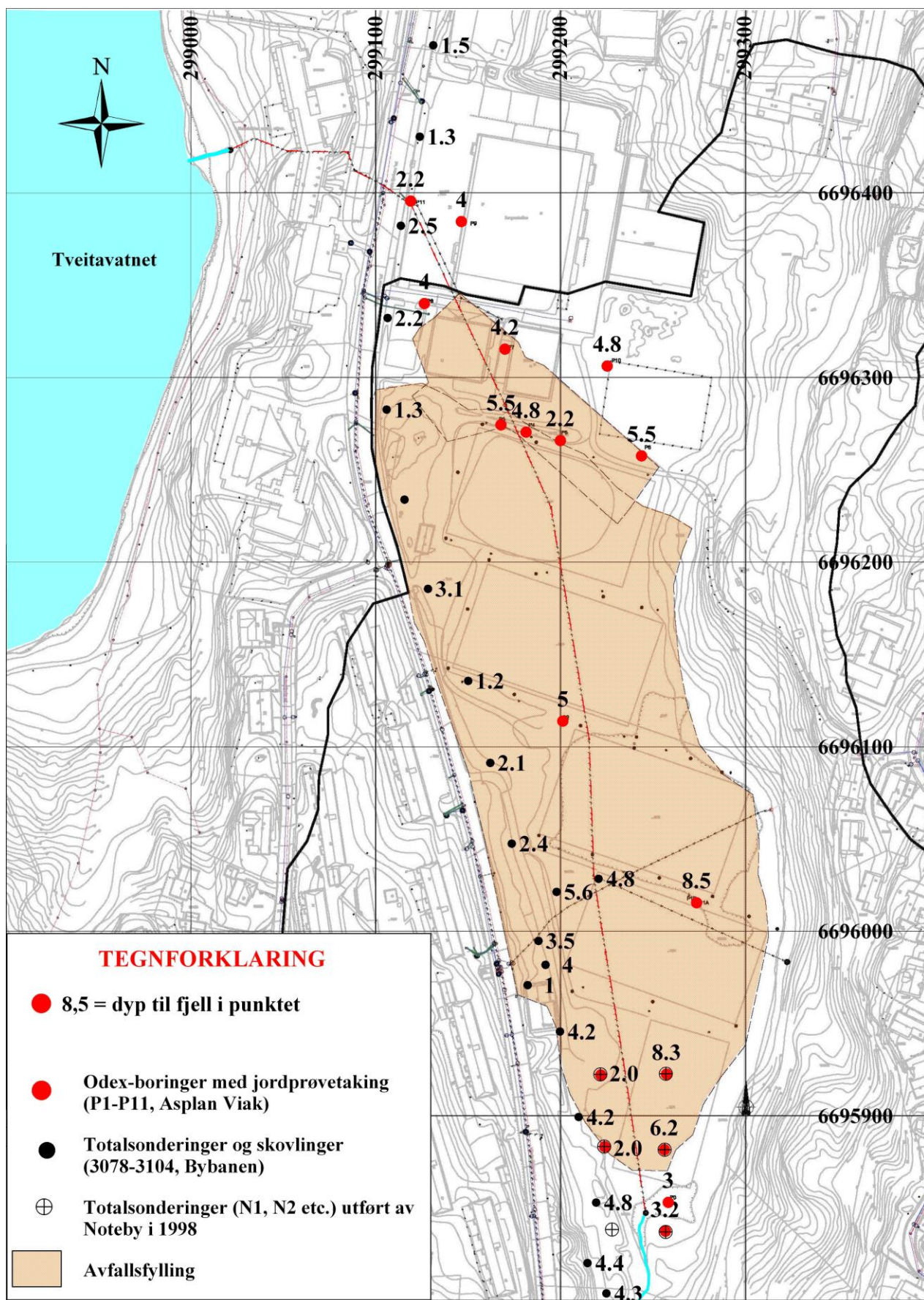
I boringene inne på det gamle deponiet er det påvist et sandig topplag av 1-1,5 meters tykkelse. Unntaket er P2, hvor man boret i avfallsmasser omtrent fra terreng. Enkelte av boringene for bybanen viste også liten overdekning over avfallsmasser.

Boring P1A lengst sør i området viser 1 meter sand/topplag, deretter 3 meter vannfylt nedbrutt avfall over 3,5 meter med torv. Fra 7,5-8,5 meter er det påvist et gruslag over fjellet, som ble påtruffet på 8,5 meters dyp. Boringen viser samme forhold som NOTEBY sin boring N1, ca 100 meter lenger sør, og er dermed beskrivende for grunnforholdene under de 2 sørligste banene i området. Det foreligger et langstrakt sør-nordgående dypt og myrfyllt trau/renne i dette området. **Grunnvannet står her kun 0,5-1 meter under terrengoverflaten, og avfallsmassene kan beskrives som en vandig og sort organisk gytje.** I boring P2 lenger nord er det påvist 5 meter med avfallsmasser over fjell. Avfallsmassene er her fastere og består av sand og jord med organisk materiale, stein og treverk.

Boringene P3 til P6 er satt på en linje fra vest mot øst rett nord for den nordligste banen (fra en fjellkole og mot lisen). Dette ble gjort fordi dette er en aktuell plassering for en eventuell fangdam for oppsamling av sigevann. I boring P3 og P4 er fjellet påtruffet på hhv 5,5 og 4,8 meters dyp. Bortsett fra sandlaget i toppen er massene gammelt avfall helt ned til fjellet. I P5 er fjellet påtruffet på 2,2 meters dyp, mens det lengst vest i P6 igjen er 5,5 meter til fjell. Også i P6 er det sannsynlig at avfallet er fylt rett på fjellet, selv om massene fra 3-5,5 meter var mer grusige. De grusige massene var iblandet sort organisk materiale med kraftig lukt. Dette kan imidlertid også være forlengelsen av det grusige laget påvist i boringene lenger sør.

Boring P7 er satt mellom turnkassen og Gimlehallen, for å dokumentere at disse bygningene er etablert på avfallsmasser. Boringen viser 1 meter sprengstein, deretter avfallsmasser fra 1 meter og ned til 4,2 meter, hvor fjellet ble påtruffet. Boringene P8, P9, P10 og P11 bekrefter den historiske kartleggingen. Disse boringene er satt utenfor den gamle fyllingsfronten, og viser fyllmasser i form av sprengstein og sand/grus uten gammelt avfall.

Dyp til fjell og fjelloverflaten i moh ved de forskjellige borpunkt fremgår av figur 5 og 6.

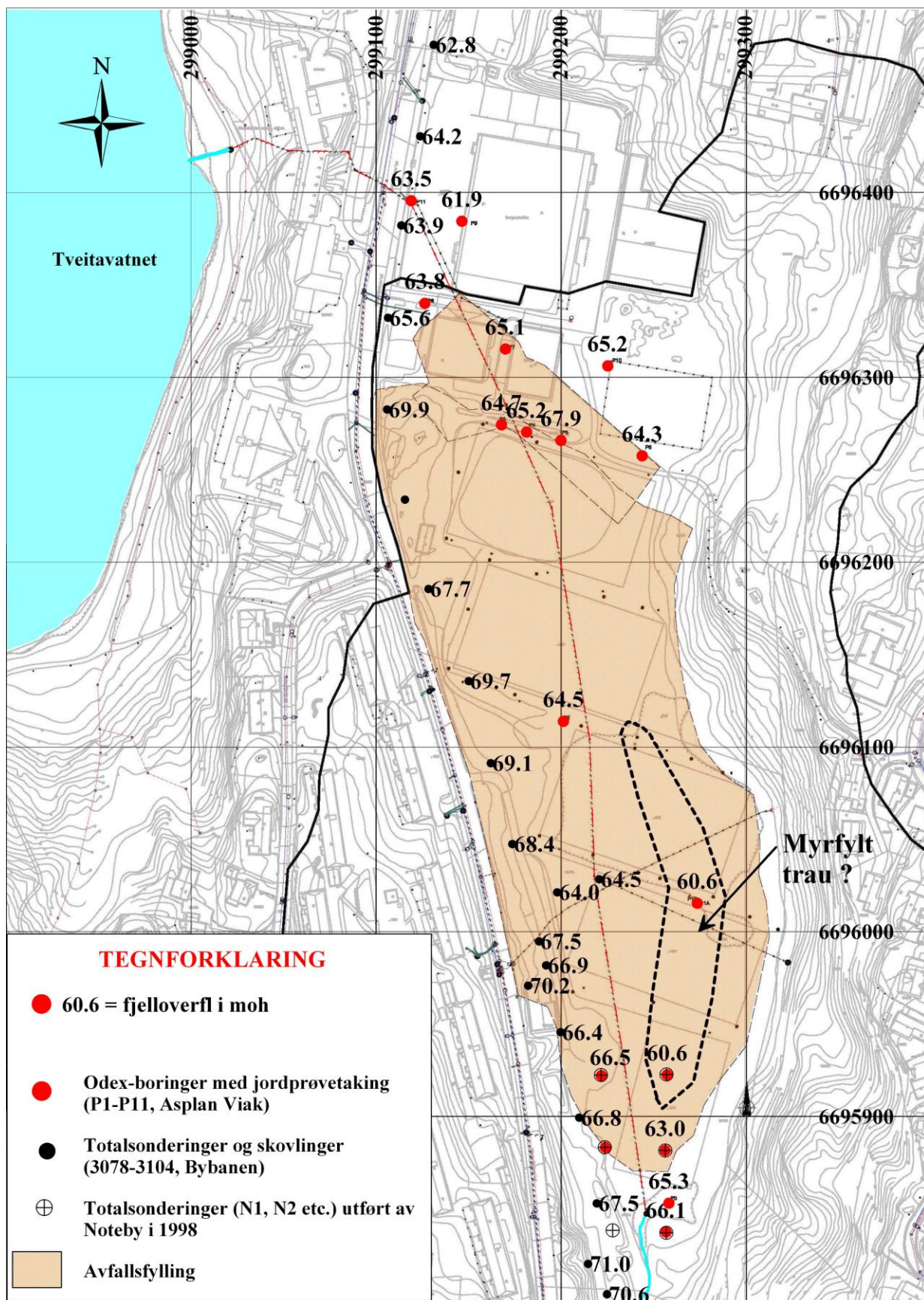


Figur 5. Kartutsnitt med foreliggende boringer i deponiområdet. Dyp til fjell fremgår ved hvert borpunkt.

Basert på boringene kan gjennomsnittlig mektighet av avfallsmasser og underliggende myr og løsmasser med innblandet avfall anslås til 5 meter. Forutsatt et areal på 52 000 m<sup>2</sup> (totalt areal minus areal båndlagt av turnkassen og Gimlehallen), kan volum avfall, myr og løsmasser over fjell som kan fjernes anslås til 260 000 m<sup>3</sup>.



Volumberegningen er usikker, fordi det foreligger store områder uten boringer sentralt i det gamle deponiet. I figuren under er fjelloverflaten i moh plottet ved hvert borpunkt. Dagens terrengoverflate ligger til orientering på kote 69 i sør (ved de 2 sørligste banene) og på kote 70 i nord. Det dype søkket hvor fjelloverflaten ligger på kote 60,6 er antydnet med stiplet strek.



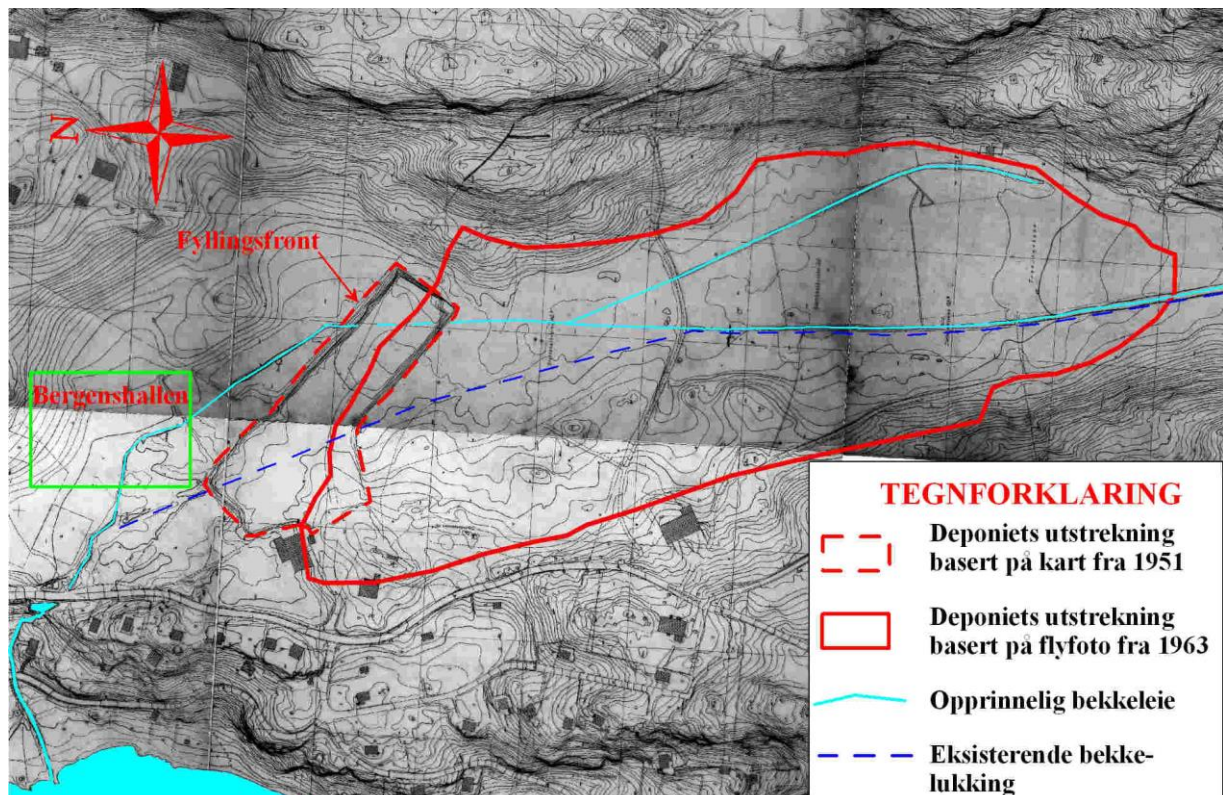
Figur 6. Kartutsnitt med foreliggende boringer i deponiområdet. Fjelloverflaten i moh fremgår ved hvert punkt.



## 2.2 Volum basert på terrengmodeller.

Innformasjon om det gamle deponiet er tidligere fremskaffet både fra gamle kart og flybilder, samt intervju med tidligere ansatt i BIR, pensjonist Gudmund Fotland. I følge Fotland er den delen av fyllingen som er nærmest Bergenshallen i nord eldst og dypest. Her ble avfallet fylt ut lagvis med en tykkelse opp til 4m. Når avfallet satte seg ble det etterfylt med mer avfall. Pga lett utstyr, først hester og senere lette lastebiler, ble fyllingen ikke komprimert. Det var derfor begrenset hvor tykke lag som kunne fylles ut, uten at fyllingen ble ustabil. **Mot sør ble avfallet lagt ut som en lav fylling med tykkelse < 2-3m, eventuelt i flere omganger ettersom fyllingen fikk setninger.**

Kartutsnittet i figur 7 er fra 1951. Her er deponiets utstrekning basert på flyfoto fra 1963 lagt inn på dette eldre kartet. I tillegg er Bergenshallen tegnet inn til orientering.



Figur 7. Utsnitt av kart fra 1951 med deponiets totale utstrekning, opprinnelig bekkeleie og eksisterende bekkelukning.

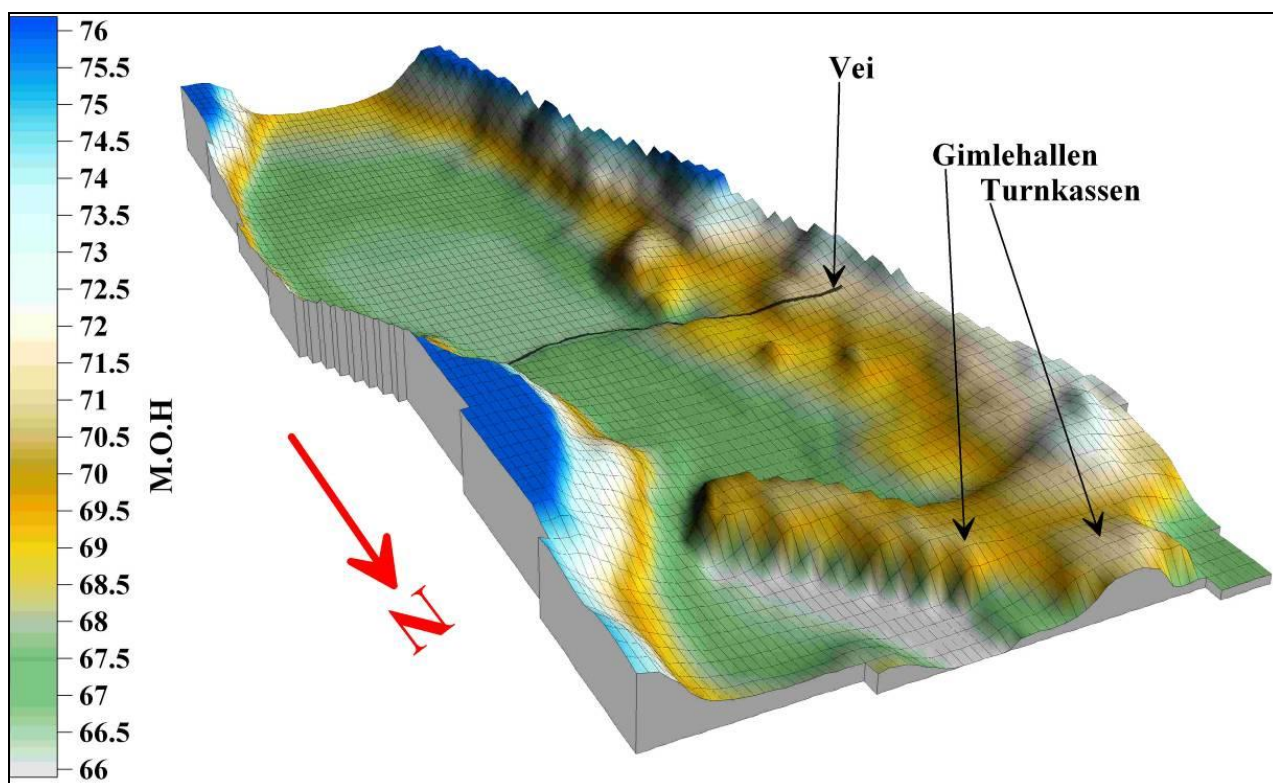
Kartet fra 1951 viser at deler av terrenget i nordenden av deponiet er hevet og har en "skarp" kant mot omkringliggende arealer (se rød stiplet strek på figur 7). Terrnghøyden er her 3m høyere enn omkringliggende områder. Denne Terrengformasjonen er første trinn av avfallsfyllingen på Slettebakken, noe som ble bekreftet av Fotland. **I dag sees denne gamle fyllingsfronten som en markert nivåforskjell (>3 meter) mellom terrenget ved Turnkassen og de asfalterte arealene/parkeringsplassen vest for Bergenshallen.**

Det gamle kartet viser tydelig hvordan terrenget i 1951 (som nå er flate fotballbaner) var et N-S gående dalsøkk med enkelte fjellkoller. Bekken som rant gjennom søkket ble på et eller annet tidspunkt lagt i rør i forbindelse med utvidelse av deponiet sørover. I nordre del av området følger denne bekkelukkingen ikke samme trase som den opprinnelige bekken. Den opprinnelige bekken rant ut under dagens Bergenshall og videre vestover mot Tveitevatnet.

I forbindelse med volumvurderingene har man digitalisert kartet fra 1951 og fremstil en terrengmodell basert på dette. Det gamle kartet har 0,5 meters koteintervall, og gir derfor et detaljert bilde på terrenget i dalgangen sør for det eldste deponittrinnet. I tillegg er det utarbeidet kart og terrengmodell for dagens situasjon basert på detaljerte målinger utført av oppmålingsavdelingen i Bergen kommune i februar 2007.

Terrenget fra 1951 er presentert som 3D-modell i figur 8. På dette tidspunkt er det fylt avfall i en ryggform lengst nord i området. Avfallet er fylt til kote 70, og det er på dette "platået" idrettshallene Turnkassen og Gimlehallen senere er plassert. Øst for avfallsryggen er det fortsatt en åpning som bekken fra dalgangen renner gjennom og dreier vestover mot Tveitvatnet.

Dalbunnen sør for dette eldste deponitrinnet lå i 1951 mellom kote 66,5 og 67. Terrenget er lavest (kote 66,5) sør for en vei som den gang gikk på tvers av dalgangen (lysegrønt område på figur 8). Dette lavereliggende området er sammenfallende med det området hvor boringene utført i 2006 påviste flere meter med myr under avfallet og hvor det ut fra dagens terreng stedvis er mer enn 8 meter til fjell.



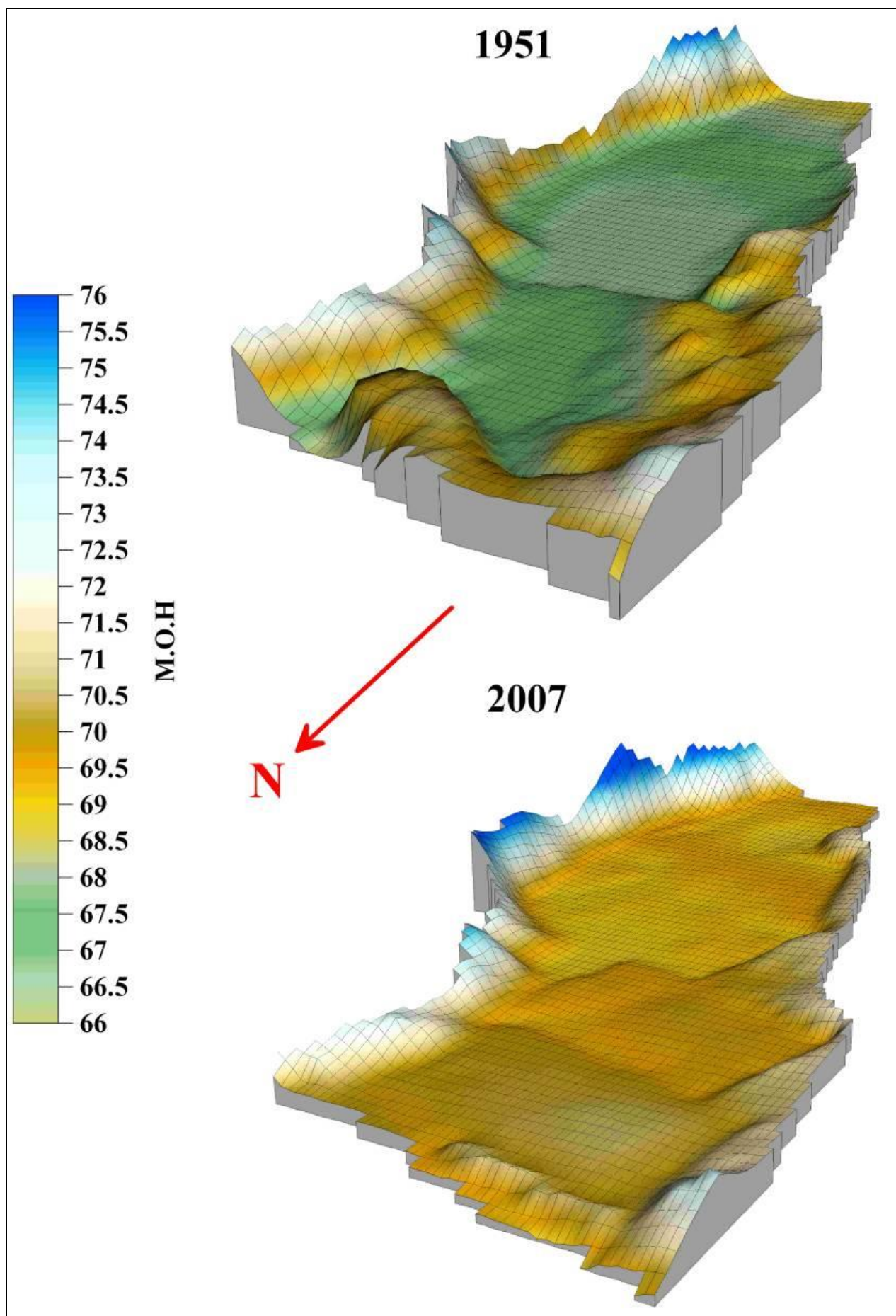
Figur 8. Terrengmodell – terrenget i 1951 sett fra nord – nordøst.

I figur 9 neste side er 3D modell over terrengoverflaten i 1951 og i 2007 presentert i samme figur. Kotekart som viser terrenget i 1951 og 2007 fremgår av figur 10.

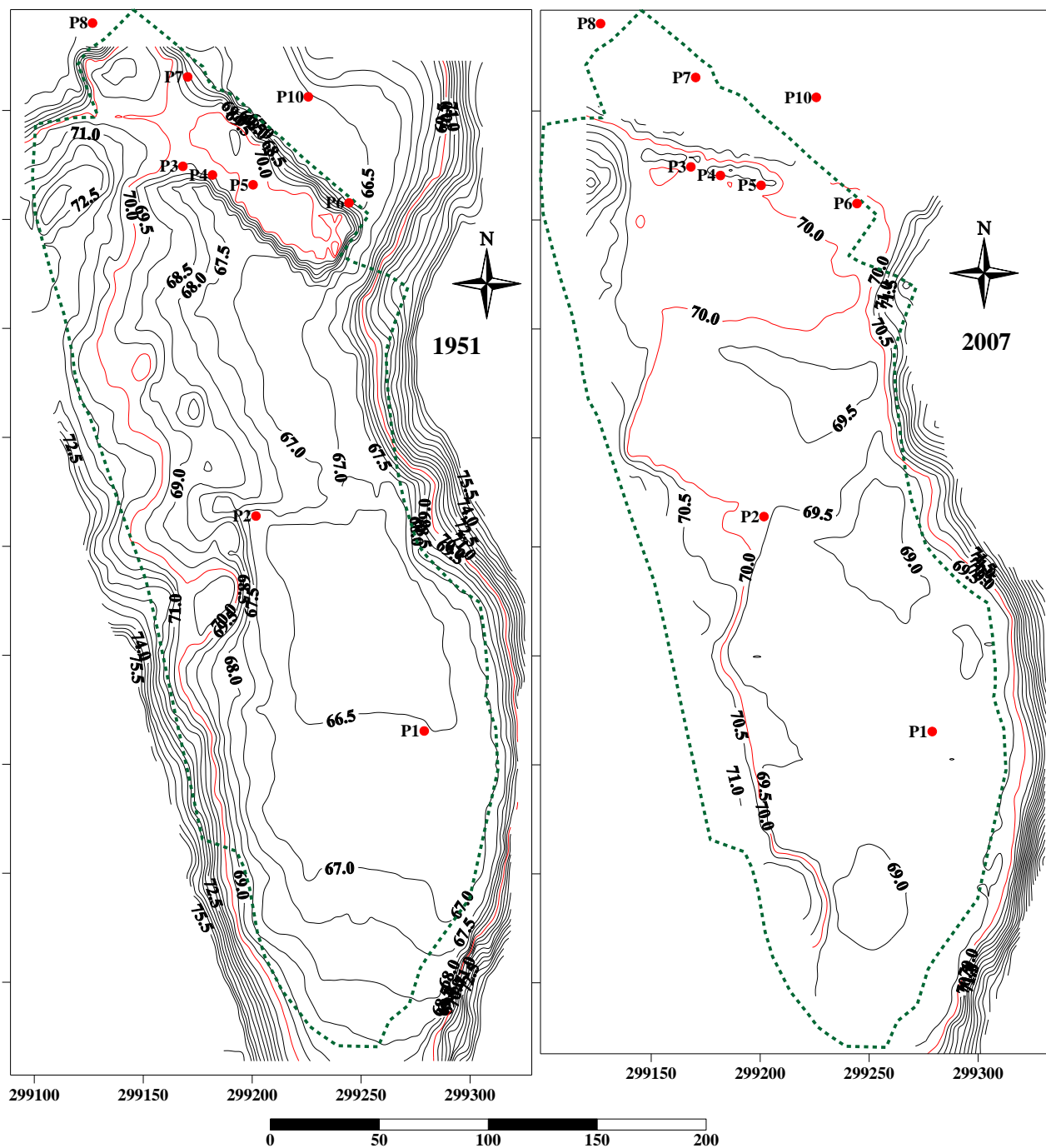
I 2007 varierer terrengoverflaten i det tidligere dalsøkket mellom kote 69 og kote 70. Også dagens terreng er lavest i sør (i samme område som 1951). Dette skyldes at man ved overlaging med avfallsmasser og toppdekke (sand), har fått de største setninger der hvor underliggende grunn består av flere meter med myr.

Sammenlignes de to kotekartene i figur 10, ser man at oppfylling etter 1951 i all hovedsak har skjedd opp til kote 69,5-70.





Figur 9. Terrenget i 1951 (øverst) og i februar 2007 (nederst).



Figur 10. Kotekart over deponiområdet FRA 1951 (venstre) og februar 2007 (høyre).

Boringer utført høsten 2006 er til orientering tegnet inn på begge kartene i figur 10, og kote 70 er uthevet med rødt. Basert på kartene ser man at terrenget i all hovedsak er fylt opp til kote 69,5-70 etter 1951.

Oppfylt volum i dalgangen sør for det eldste deponitrinnet er beregnet ved hjelp av terrengmodeller basert på kartene fra 1951 og 2007 laget i kartprogrammet Surfer fra Golden Software (Grid Volum computations). I dette programmet beregnes volumet mellom de to terrengoverflatene ut fra grid-filer laget ved hjelp av digitale X, Y og Z-data.

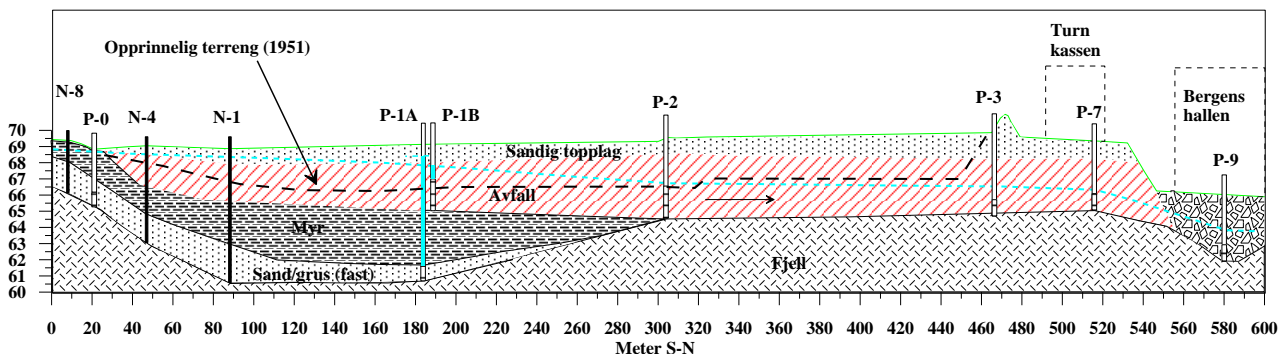
Tabell 1. Basert på terrengmodellene er følgende avfallsvolumer estimert (inkludert sandig topplag):

	Areal (m <sup>2</sup> )	Midlere Mektighet (m)	Volum (m <sup>3</sup> )	Metode
Avfallsmasser inkl. topplag sør for det eldste deponitrinnet (etter 1951)	46700	2,35	110.000	Terrengmodeller
Avfallsmasser inkl. topplag i det eldste deponitrinnet (før 1951)	5000	5	25.000	Areal og boringer
		Sum	135.000	



Volumberegninger utelukkende basert på terrengdata gir dermed vesentlig mindre mengder en grove overslagberegninger over totalt volum som kan fjernes (260.000 m<sup>3</sup> basert på areal og data fra foreliggende boringer).

Sør i området (fra P2 og sørover) ligger avfallsmassene over myr, og boringene viser 1-2 meter større mektighet med avfallsmasser enn det terrengmodellen/kartet fra 1951 viser, se figur 11. Dette skyldes at avfallet er vektet ned i myra. Dette bekreftes også av intervju med tidligere ansatt i BIR (se side 7), hvor det fremgår at man i sør la ut avfallet som en lav fylling med tykkelse < 2-3m, eventuelt i flere omganger ettersom fyllingen fikk setninger. Også i nord (mellom P2 og P3) viser boringene større mektighet med avfall eller avfallsblandede løsmasser enn det man kunne forvente ut fra det gamle kartet.



Figur 11. Vertikalsnitt fra sør mot nord i deponiområdet.

Volum av underliggende myr og avfallsmasser som har trengt ned under opprinnelig terreng er vanskelig å beregne (for få boringer). Ut fra de boringer som finnes har man estimert en midlere mektighet av nedtrengte avfallsmasser og myr og løsmasser med innblandet avfall på 2,2 meter innenfor et areal på 46.700 m<sup>2</sup>, som er arealet hvor terrengmodellene viser oppfylling av masser (tilsvarende arealet innenfor kote 70 på kartet til venstre i figur 10). Dette representerer dermed et volum med nedtrengt avfall og myr og løsmasser tilsvarende 102.000 m<sup>3</sup>.

Avfallsmassene i det eldste deponitrikket kan kun fjernes i omtrent halvparten av dette området, på grunn av Turnkassen og Gimlehallen, noe som tilsvarer ca. 2500 m<sup>2</sup>. Volum som kan fjernes her er derfor av størrelsesorden 12.500 m<sup>3</sup>.

Tabell 2. Oppsummerende tabell med volum av masser som fjernes:

	Areal (m <sup>2</sup> )	Midlere Mektighet (m)	Volum (m <sup>3</sup> )
Avfallsmasser inkl. topplag sør for det eldste deponitrikket (beregnet ved hjelp av terrengmodeller).	46700	2,35	110.000
Myrmasser og nedtrengt avfall under opprinnelig terreng sør for eldste deponitrikket.	46700	2,2	102.000
Avfallsmasser inkl. topplag som kan fjernes fra det eldste deponitrikket (rundt hallene).	2500	5	12500
		Sum, avrundet	225.000-230.000

Av disse 225.000 m<sup>3</sup> er det mer moderat eller ikke forurensede topplaget ca. 51.000 m<sup>3</sup>. (anslagsvis 1 meters tykkelse på 51.000m<sup>2</sup>). Volumet av avfallsmasser og myr/løsmasser iblandet avfall er derfor av størrelsesorden 175.000 m<sup>3</sup>.

Såfremt man velger å fjerne avfallsmassene fra Slettebakken medfører masseutskiftingen at man har plass for 225-230 m<sup>3</sup> med rene overskuddsmasser fra bybaneprosjektet på Slettebakken. Fjernes masser ned til fjell kan volumet øke opp til 260.000 m<sup>3</sup>.

I tillegg medfører planene for nye fotballbaner på flaten (etter tiltak) at terrenget skal heves til kote 70,3 til 70,7 i søndre del av området. Dette gir rom for ytterligere 25-30.000 m<sup>3</sup> av massene fra bybanen.

For Asplan Viak AS, Trondheim

Rolf E. Forbord