

Oppdragsgiver: Bergen Kommune, Grønn etat ved Fritz Hafner

Oppdrag: Miljøtiltak ved Slettebakken avfallsdeponi

Del:

Dato: 18.8.2008

Skrevet av: Rolf E. Forbord

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

Kvalitetskontroll: Bernt Olav Hilmo

Oppdrag nr: 510089

## OPPDATERTE 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. 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.

I rapporten fra den miljøtekniske grunnundersøkelsen ble det foreslått etablering av avskjærende grøfter, tetting av deponioverflaten og etablering av fangdam nedstrøms som tiltak for å hindre at miljøgifter spres til resipienten. Disse tiltakene vil medføre store setninger i området, og fjerning av avfallsmassene på Slettebakken er derfor fremlagt som et alternativ. Masseutskifting vil fjerne en betydelig forurensningskilde og gir samtidig solid grunn for kunstgressbaner og ev. nye haller i området. I denne sammenheng er volumet masse som må fjernes av stor interesse. For å unngå fremtidige setninger er det aktuelt å masseutskifte torvmasser som ligger under avfallsmassene i deler av området.

Supplerende undersøkelser av avfallsmassene (sjakting med gravemaskin) utført av Asplan Viak i juli 2008 har gitt mer informasjon om mektigheten av dekkmasser og avfallsmasser. Dette muliggjør et noe sikrere volumanslag enn de beregninger som ble gjort i mai 2007. I tillegg har sjaktingen gitt gode indikasjoner på at massene er håndterbare, både i forhold til oppgraving og transport. Grunnvannsnivået var vesentlig lavere ved sjakting i juli 2008 enn ved undersøkelsene utført høsten 2006.

I det etterfølgende man beregnet avfallsmassenes og topplagets volum på 2 forskjellige måter:

- Volum basert på terrengmodeller. Terrengmodellene er i denne runden noe forbedret med bakgrunn i nye data, og volumberegninger er utført på nytt.
- Volum av topplag og avfallsmasser er beregnet ut fra mektigheter fra borer og sjakter samt areal.

I tillegg har man anslått volumet av torv som ligger under avfallsmassene.

#### 1.2 Bakgrunnsmateriale brukt ved volumberegninger

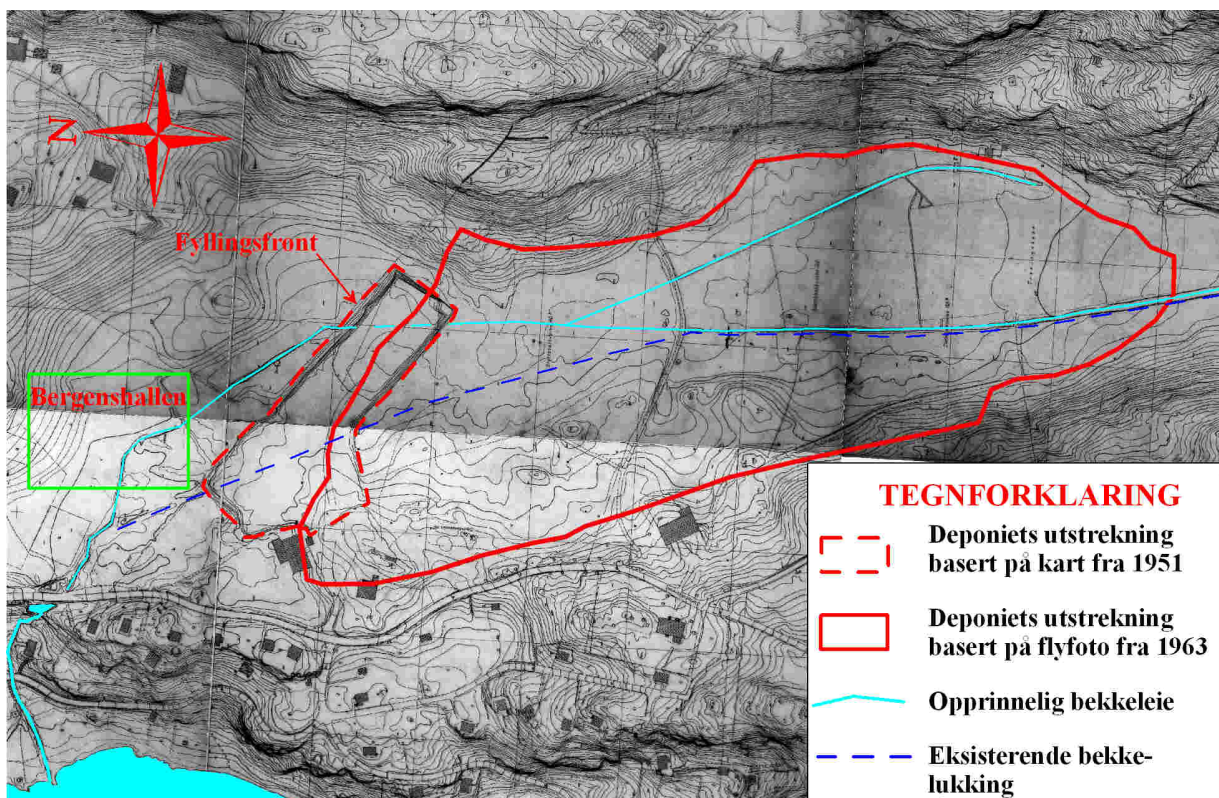
- Økonomiske kart i målestokk 1:1000 fra 1951
- Kart over deponioverflaten basert på målinger utført av Bergen kommune, oppmålingsavdelingen i februar-07
- Grunnundersøkelser og miljøtekniske grunnundersøkelser, Bergen kommune, Storhall Slettebakken, NOTEBY 28.5.1998
- Totalsonderinger og skovlinger utført i bybanetraseen.
- Miljøtekniske grunnundersøkelser og risikovurdering ved Slettebakken, Asplan Viak AS, 29.11.2006
- Volumberegninger – Slettebakken avfallsdeponi, Notat, Asplan Viak AS, 21.5.2007
- Undersøkelser og fotodokumentasjon av avfallsmasser, Slettebakken. Notat, Asplan Viak AS, 31.7.2008.

## 2. VOLUMBEREGNINGER

### 2.1 Volum basert på terrengmodeller.

Den nordlige delen av fyllinga (nærmest Bergenshallen) er 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 1 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 1. Utsnitt av kart fra 1951 med deponiets totale utstrekning, opprinnelig bekkeleie og eksisterende bekkelukning.

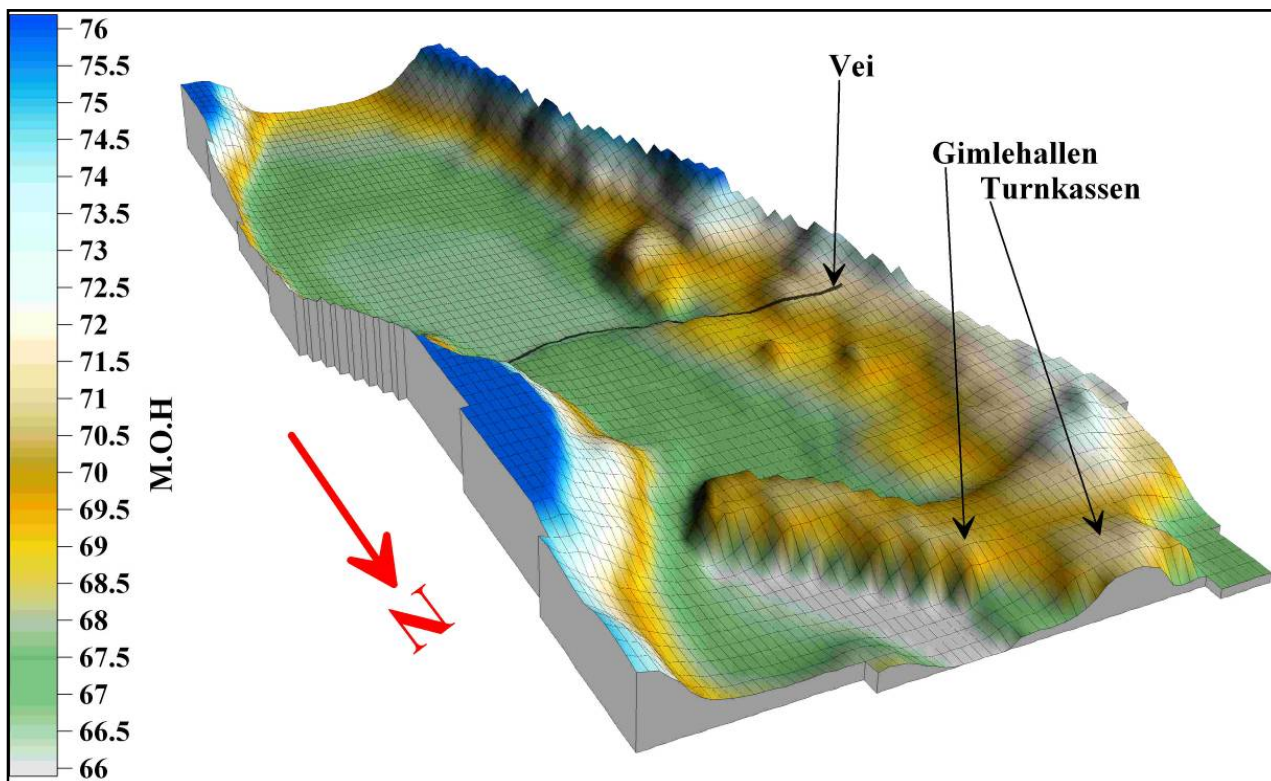
Kartet fra 1951 viser at deler av terrenget i nordenden av deponiet er hevet og har en "skarp" kant mot omkringliggende arealer (se rød stiplede strek på figur 1). Terrenghøyden er her 3m høyere enn omkringliggende områder. Denne terrengformasjonen er første trinn av avfallsfyllingen på Slettebakken. **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 lite 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 fremstilt 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 2. 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 2). 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. Sjakter gravd i juli 2008 bekrefter at man finner torv under avfallsmassene i dette området.

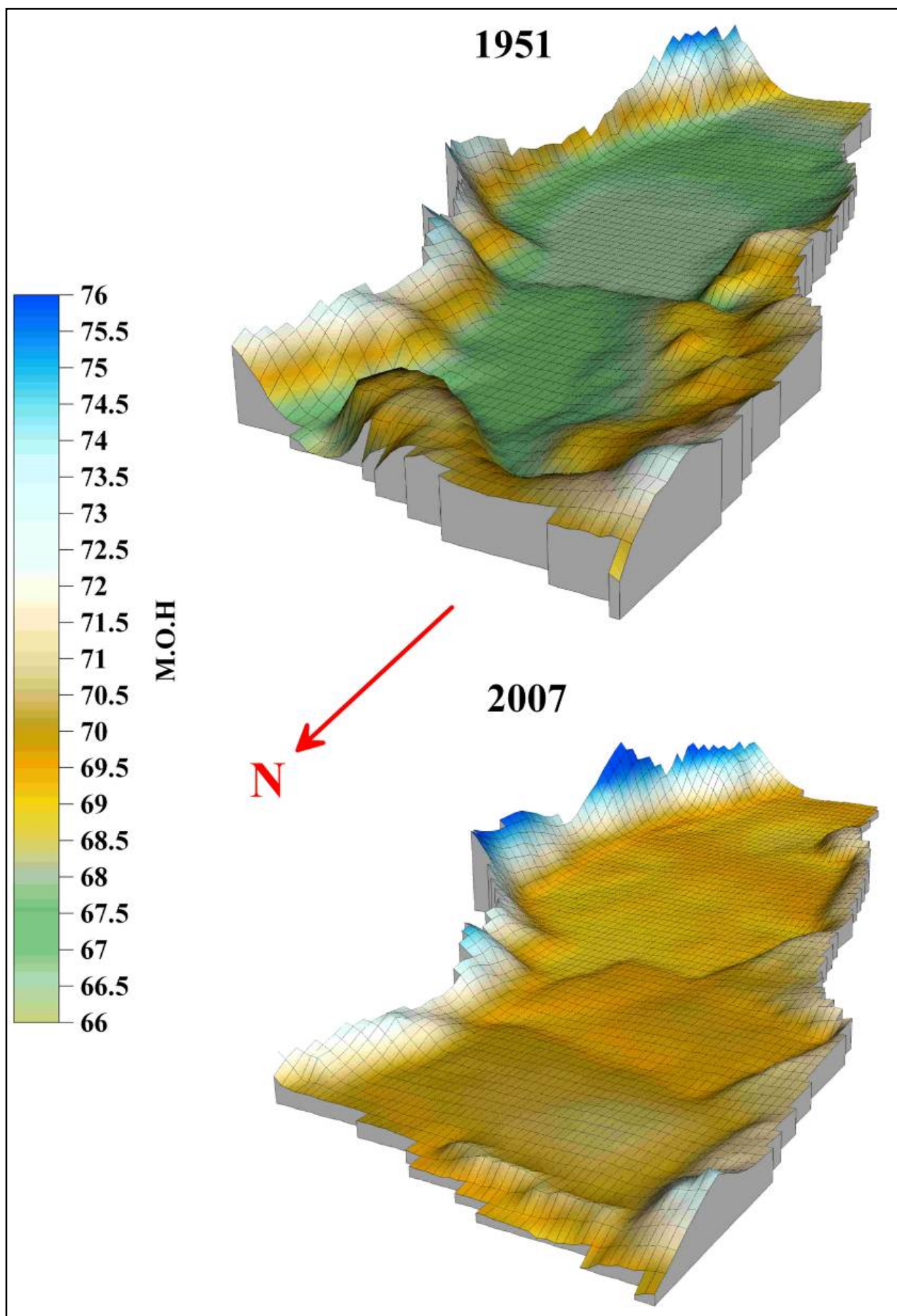


Figur 2. Terrengmodell – terrenget i 1951 sett fra nord – nordøst.

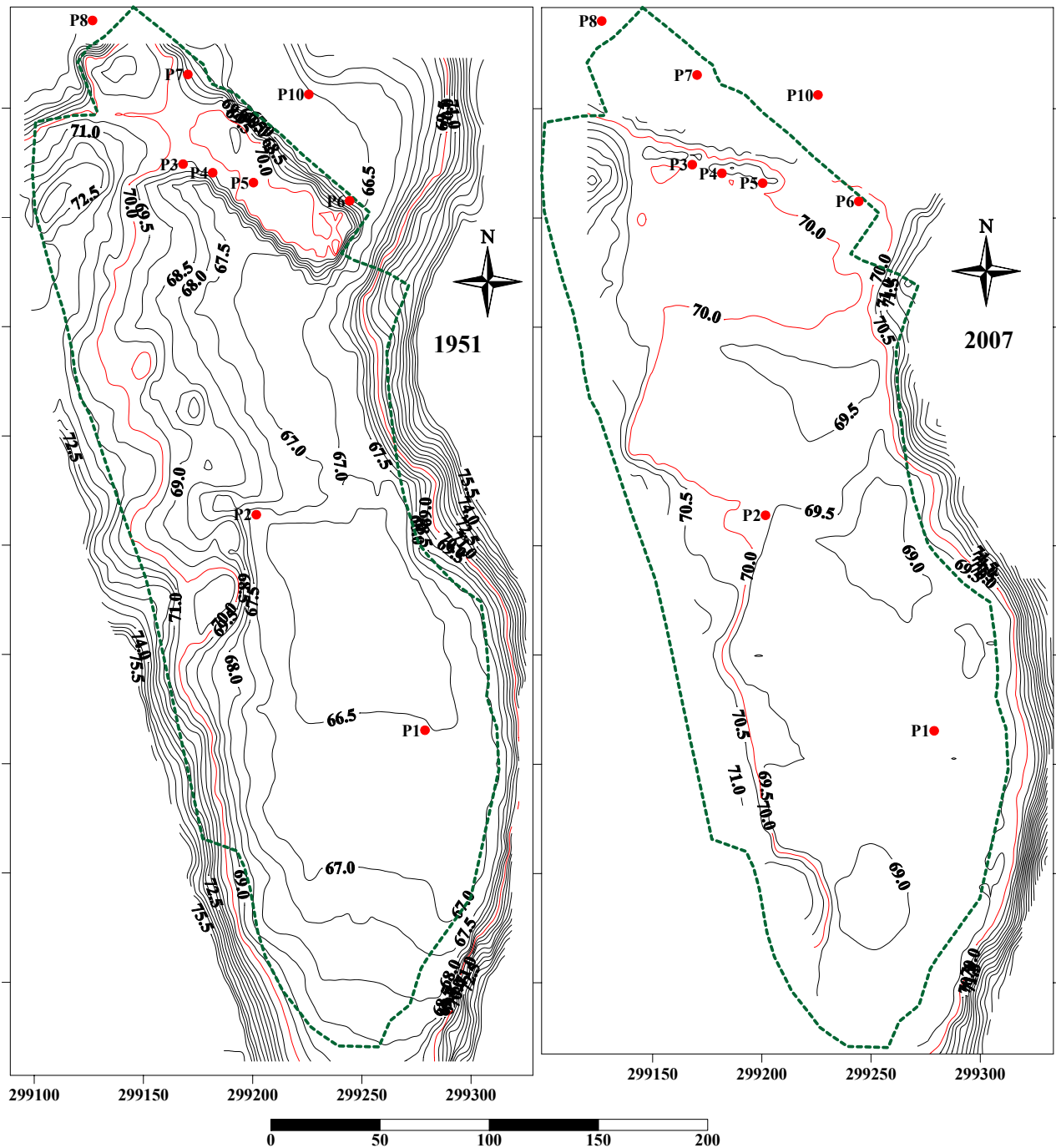
I figur 3 neste side er 3D modell over terrengoverflaten i 1951 og i 2007 presentert i samme figur. Kotekart som viser terrenget i 1951 og 2007 fremgår av figur 4.

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 4, ser man at oppfylling etter 1951 i all hovedsak har skjedd opp til kote 69,5-70.



Figur 3. Terrenget i 1951 (øverst) og i februar 2007 (nederst).



Figur 4. Kotekart over deponiområdet FRA 1951 (venstre) og februar 2007 (høyre).

Boringer utført høsten 2006 er til orientering tegnet inn på begge kartene i figur 4, 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.

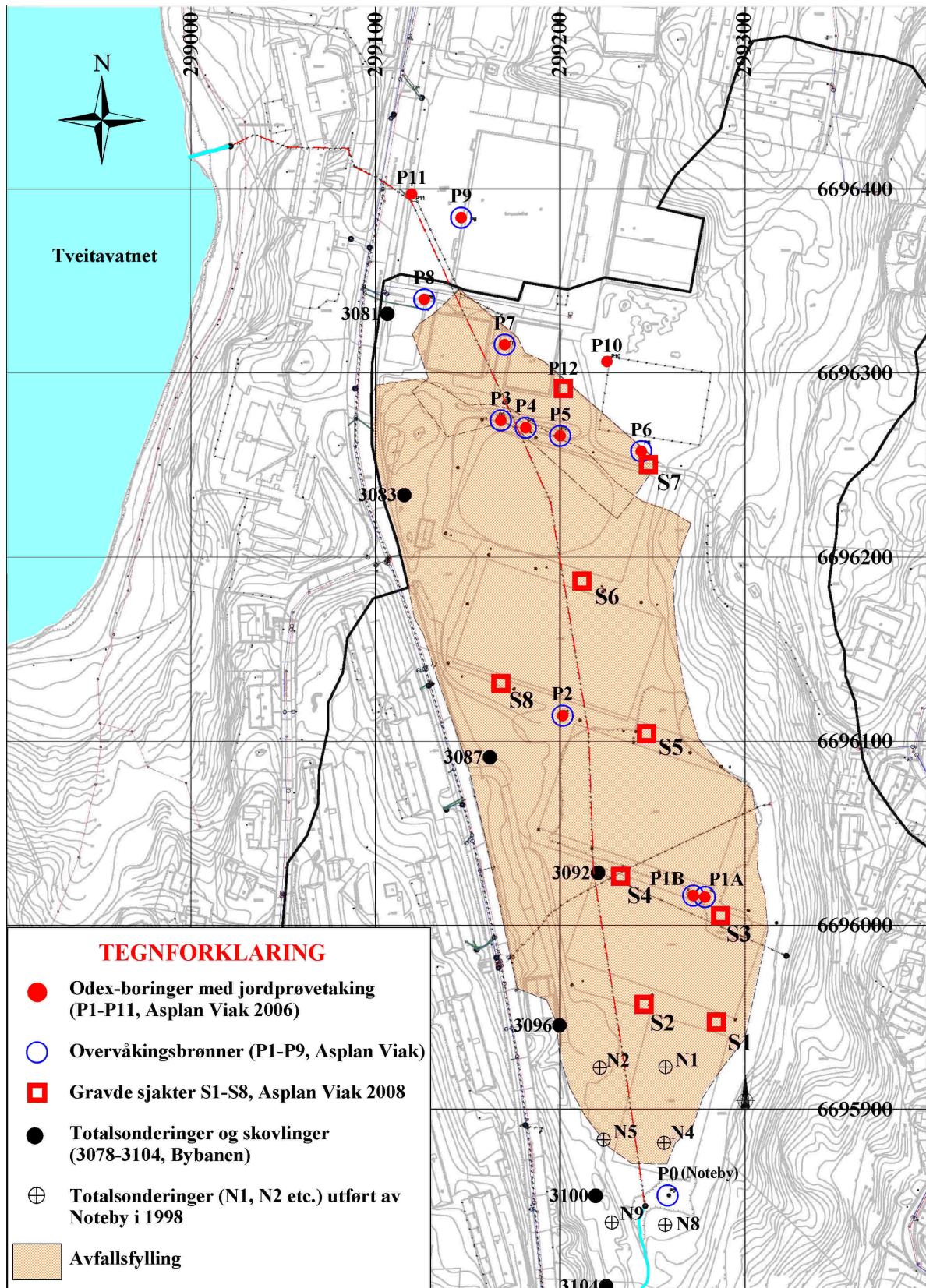
Oppfylt volum i dalgangen sør for det eldste deponitrinnet er beregnet ved hjelp av terrengmodeller basert på kartene fra 1951 og 2007 laget i kartprogrammet Surfer fra Golden Software (Grid Volum computations). I dette programmet beregnes volumet mellom de to terrengoverflatene ut fra grid-filer laget ved hjelp av digitale X, Y og Z-data. Samme beregning er også gjort ved å legge inn dagens terreng som et plan (kote 70).

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

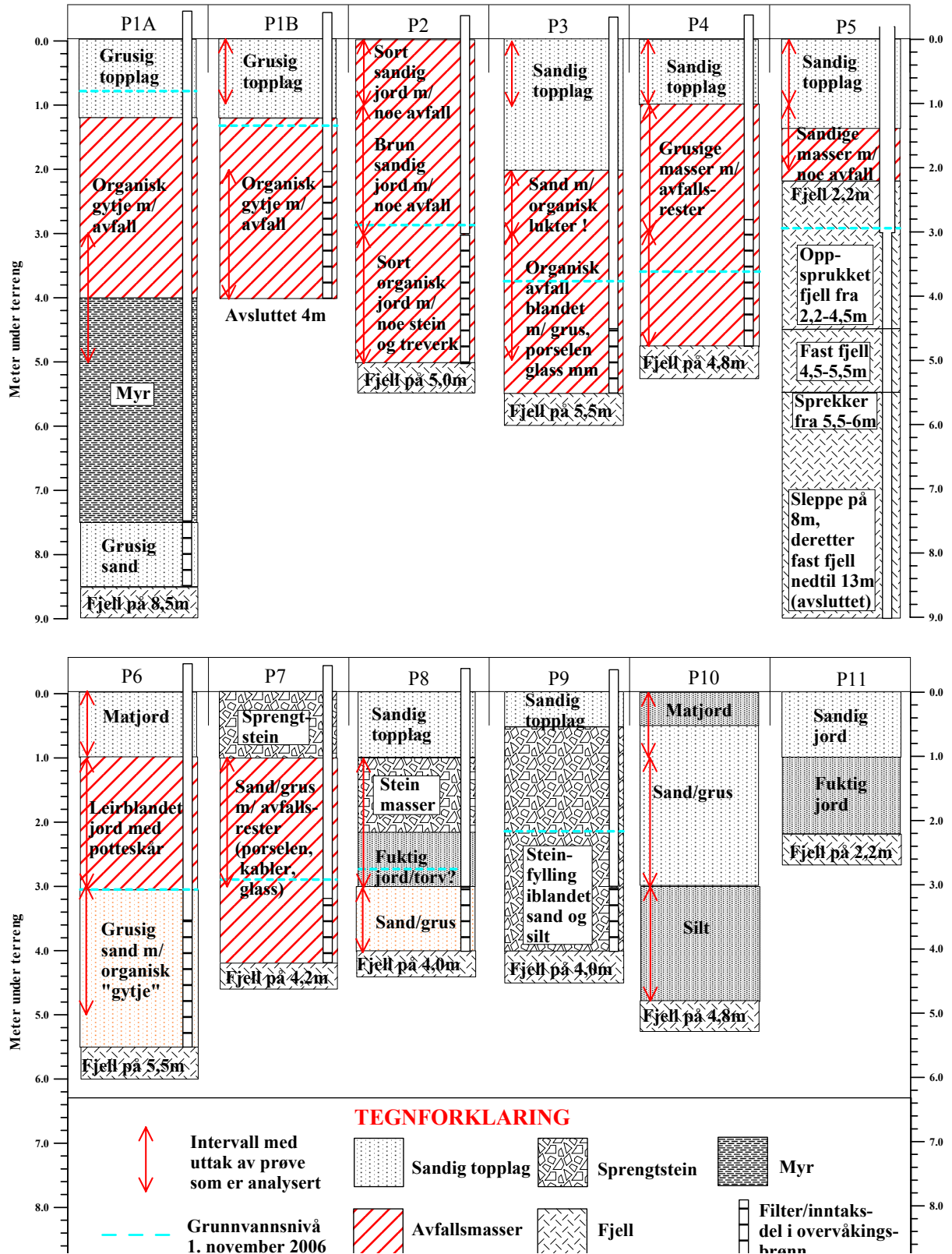
	Areal (m <sup>2</sup> )	Midlere Mektighet (m)	Volum (m <sup>3</sup> )	Metode
Avfallsmasser inkl. topplag sør for det eldste deponitrinnet (etter 1951)	46000	2,39	110.000	Terrengmodeller
Avfallsmasser inkl. topplag i det eldste deponitrinnet (før 1951)	6000	4,3	25.800	Areal og boringer
		Sum	135.800	

## 2.2 Volum basert på data fra boringer og sjakter

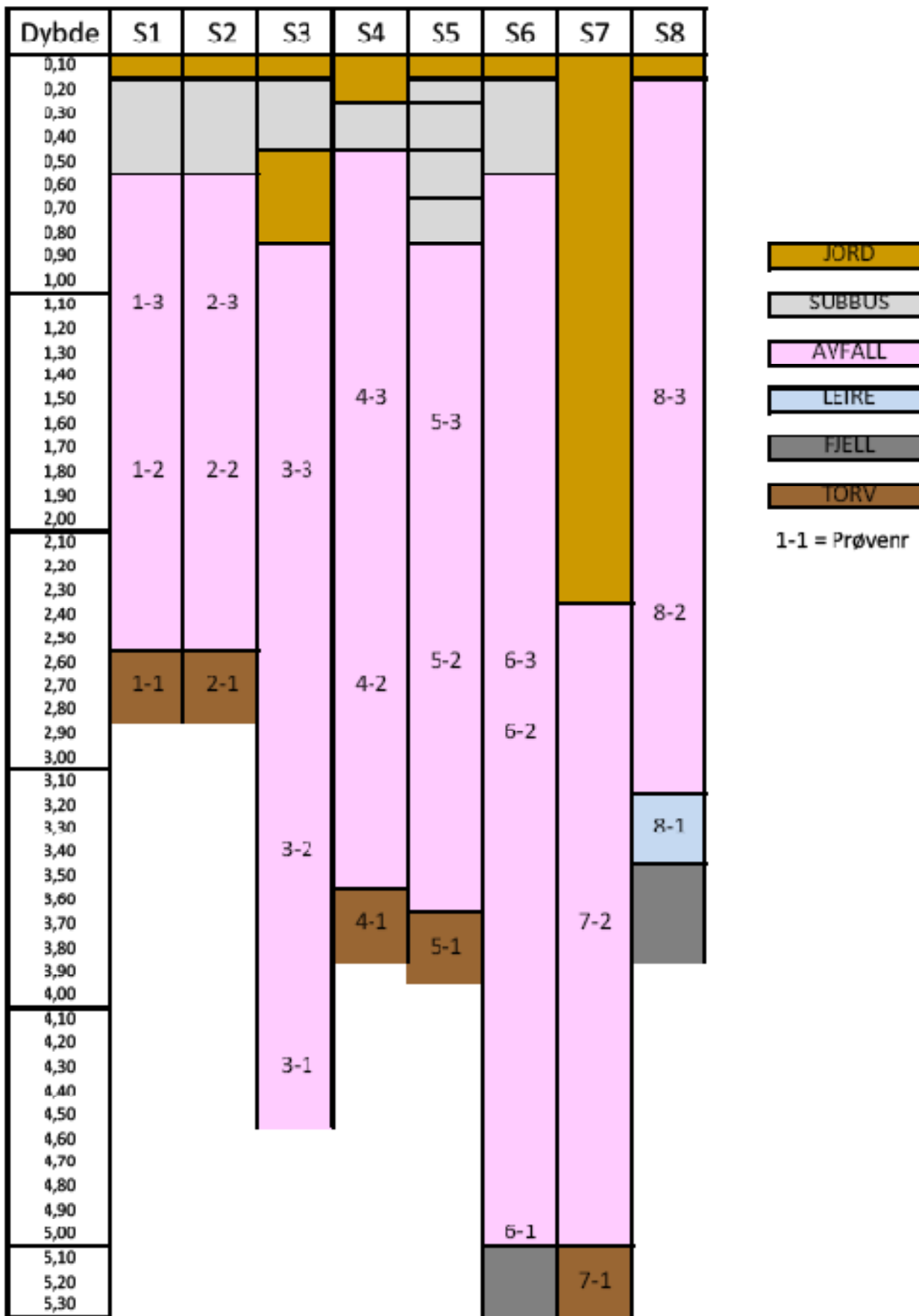
Det er utført 11 Odex-boringer inne i og nord for deponiområdet (se røde punkt på figur 5). I juli 2008 ble det gravd 8 supplerende sjakter (S1 til S8). I tillegg er informasjon fra totalsonderinger og skovlinger utført av NOTEBY i 1998 og boringer utført i samband med bybanetraseen tatt med i vurderingene.



Figur 5. Kartutsnitt med alle relevante boringer og brønner i området.

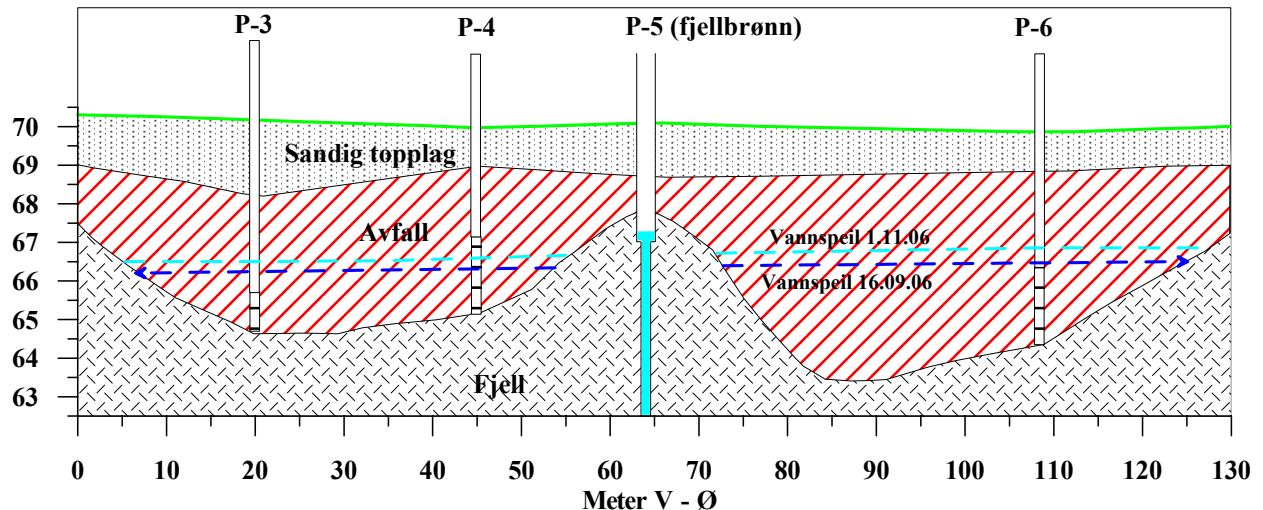


Figur 6. Profilbeskrivelser fra boring P1 til P11 inne i og nedstrøms deponiet (Asplan Viak Høsten 2006).

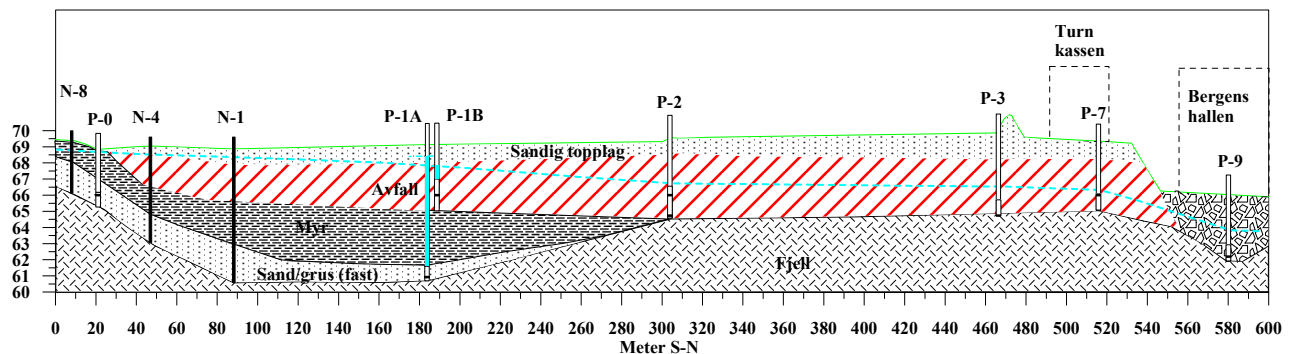


Figur 7. Profilbeskrivelser fra sjakt S1 til S8 inne i deponiet (Asplan Viak juli 2008).





Figur 8. Vertikalsnitt mellom P3 og P6 fra vest mot øst nord rett sør for Turnkassen og Gimlehallen.



Figur 9. Vertikalsnitt mellom P0 i sør og P9 i nord ved Bergenshallen

### Topplaget

I borer og sjakter på flaten sør for det eldste deponitrinnet er det sandige topplaget i hovedsak av 0,5 meters tykkelse, mens det er påvist 1 meter med dekkmasser lengst nord (se figur 10 side 10). I vest er topplaget dels ikke påvist. Enkelte av borer langs bybanetraseen viser også liten overdekning over avfallsmassene. Arealet hvor toppdekket i snitt er ca. 0,5 meter er av størrelsesorden 31.000 m<sup>2</sup>. Tilsvarende er arealet hvor midlere mektighet er satt til 1 meter ca. 6.000 m<sup>2</sup>. **Ut fra dette utgjør topplaget om lag 21.500 m<sup>3</sup>.**

### Avfallsmasser

I borer og sjakter varierer mektigheten av avfallsmasser mellom 2 og 4,5 meter (se figur 11 side 11). På flaten sør for det eldste deponitrinnet er midlere mektighet av størrelsesorden 3,1 meter på et areal som utgjør ca. 28.750 m<sup>2</sup>. I nord er midlere mektighet av størrelsesorden 3,3 meter på et areal av størrelsesorden 6.000 m<sup>2</sup> (det eldste deponitrinnet). Mektigheten avtar på grunn av den underliggende topografi både mot øst, vest og dels sør. For å kompensere for dette har man lagt inn en randsone med areal 17.000 m<sup>2</sup> med midlere mektighet på 0,9 meter. **Ut fra disse vurderinger er avfallsmassenes volum av størrelsesorden 124.000 m<sup>3</sup>.**

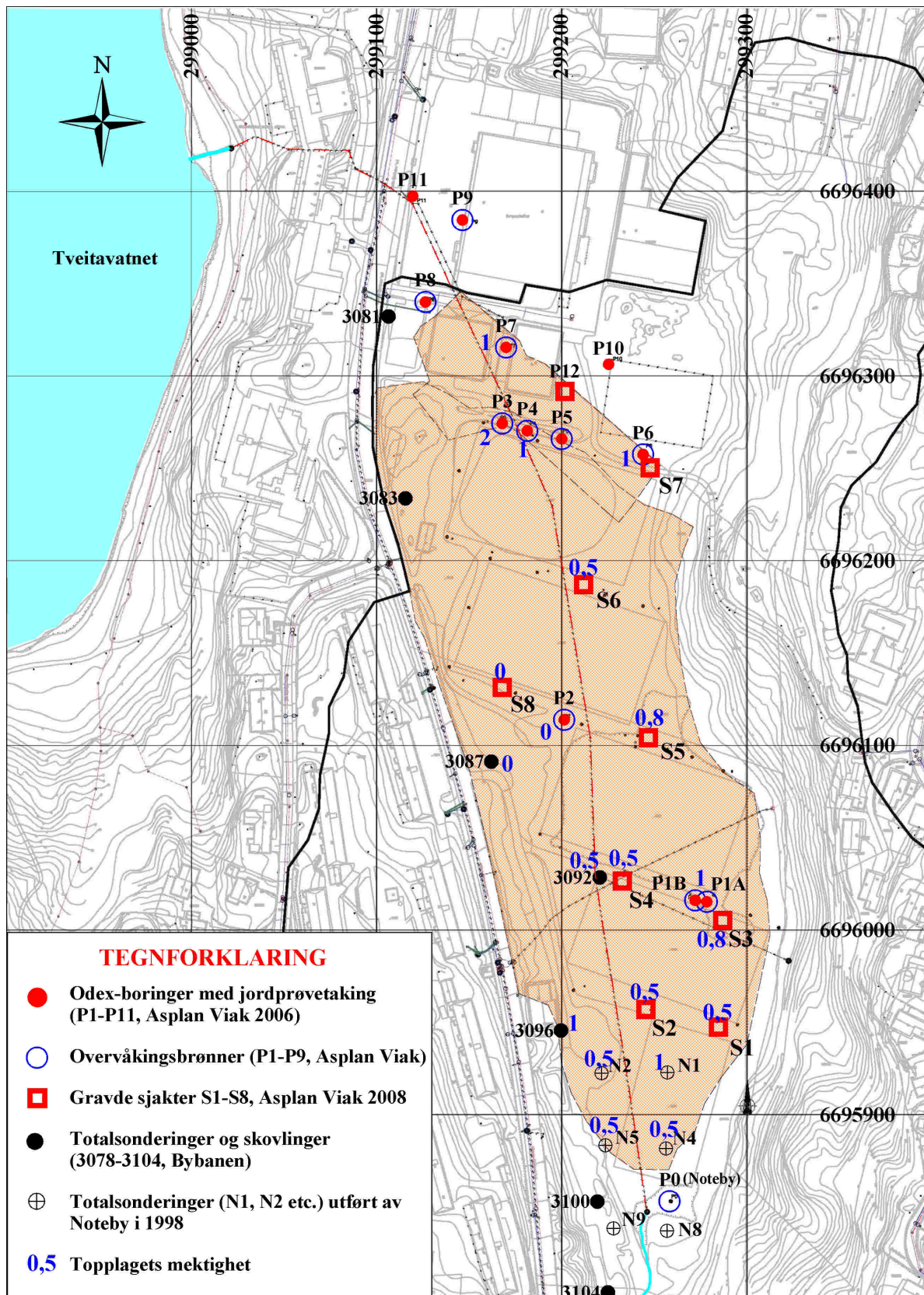
### Underliggende torv

Boring P1A lengst sør i området viste 1 meter sand/topplag, deretter 3 meter vannfylt nedbrutt avfall over 3,5 meter med torv (se figur 9). Fra 7,5-8,5 meter ble det påvist et gruslag over fjellet, som ble påtruffet på 8,5 meters dyp. I dette gruslaget har grunnvannet et vist overtrykk (0,3-0,6m) i forhold til vann-nivået i avfallsmassene over torva. Boringen viser samme forhold som NOTEBY sin boring N1, ca 100 meter lenger sør, og er dermed beskrivende for grunnforholdene sentralt under de 2 sørligste banene i området.

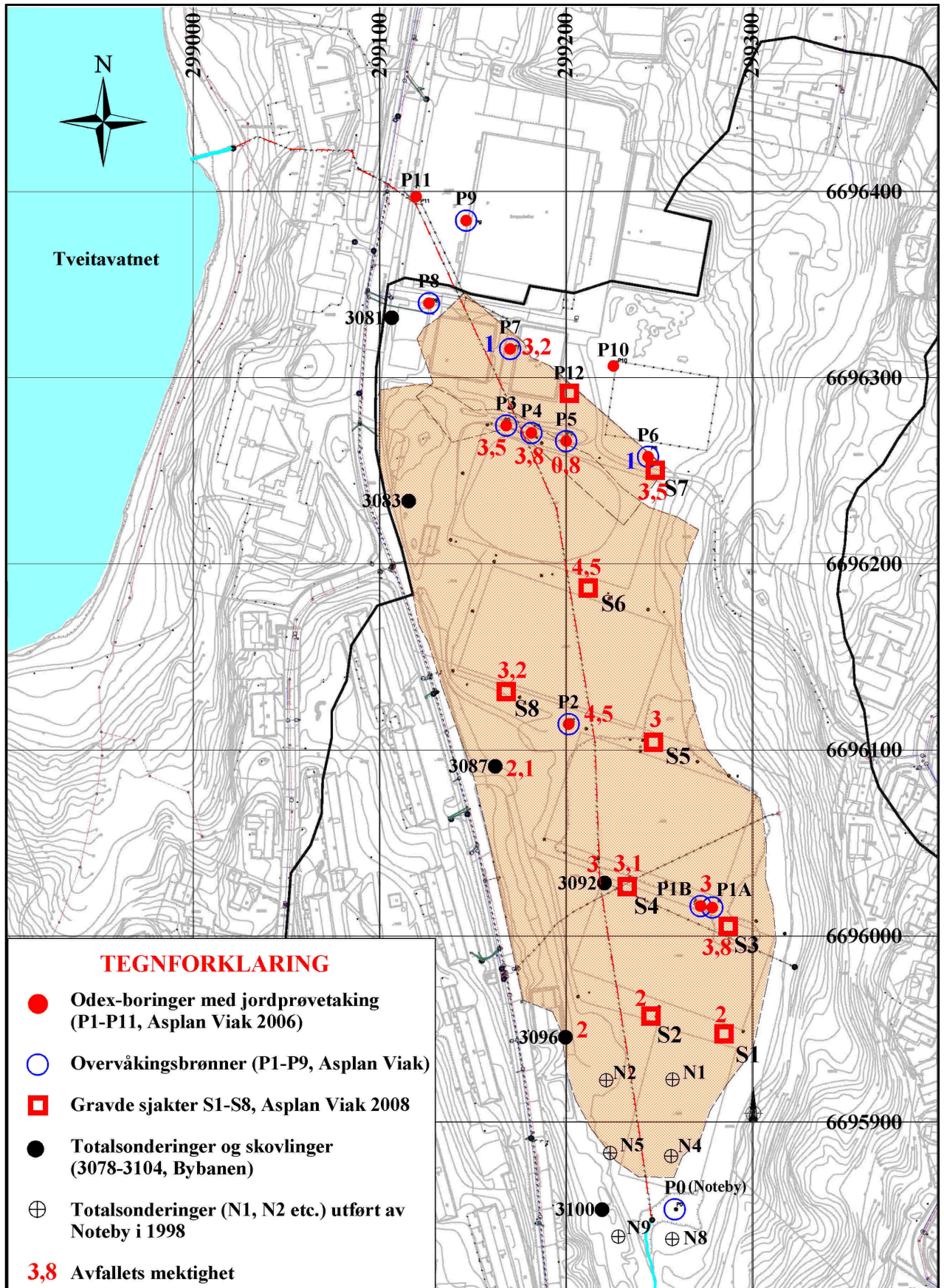
Det foreligger et sør- nordgående dypt og torvfyllt trau/renne i dette området. Med unntak for sjakt S7 i nord, er torv under avfallsmassene kun påvist i sjakter og borer sør for sjakt S5 (se figur 12 side 12). Ved sjacting har man ikke gravd gjennom torvmassene til underliggende grusige masser eller fjell.

Dette ville i så fall kunne spre forurenset sigevann, eller medføre at artesisk grunnvann drenerte inn i avfallsmassene. Torvlagets mektighet er derfor kun kjent i P1A (3,5 meter).

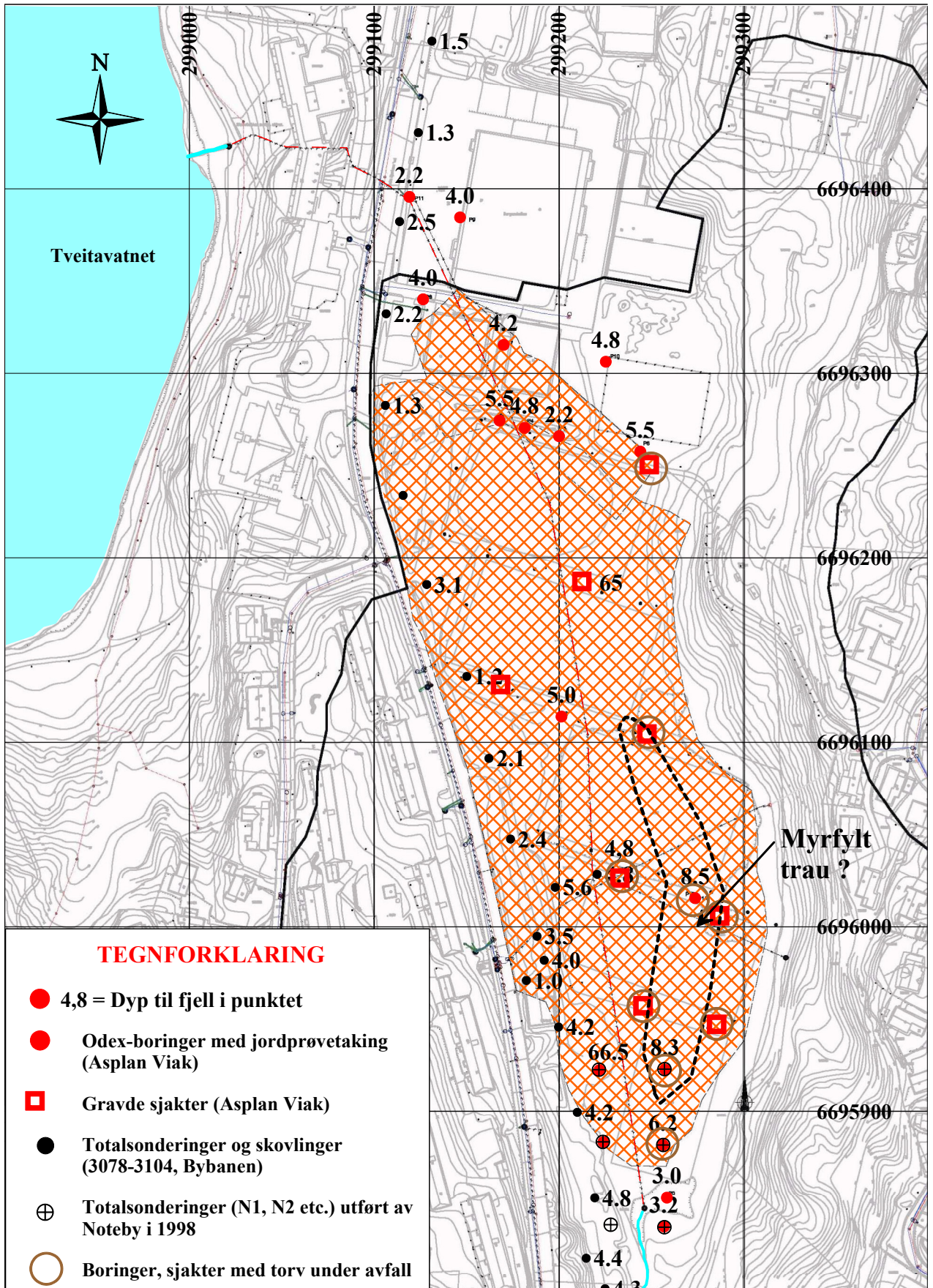
Ut fra boringer som er ført ned til fjell, er trauret med stor mektighet av torv begrenset. Arealet hvor underliggende torv er påvist utgjør anslagsvis 15.500 m<sup>2</sup>. Dette utgjør de lavereliggende områdene i sør på kartet fra 1951 (se figur 4). **Forutsatt en midlere mektighet på eksempelvis 1,5 meter, utgjør torvmassene 23.250 m<sup>3</sup>.**



Figur 10. Kartutsnitt med topplagets mektighet i foreliggende boringer og sjakter.



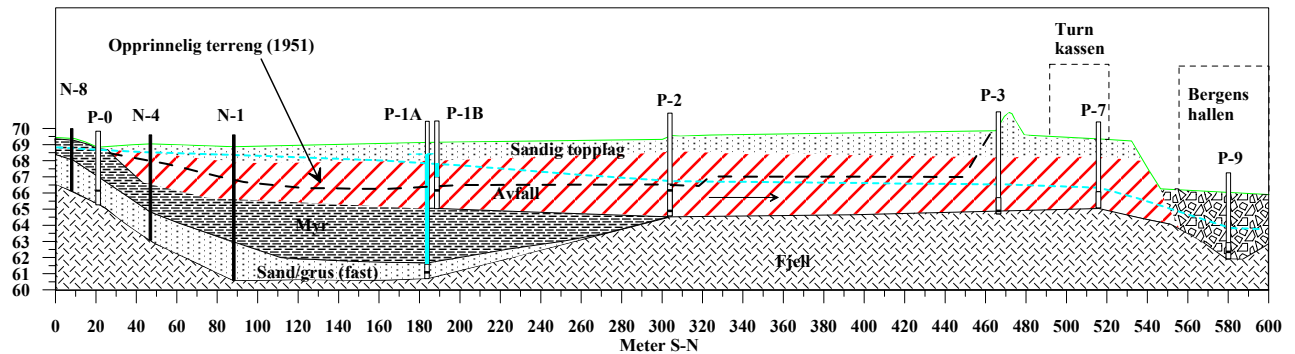
Figur 11. Kartutsnitt med avfallsets mektighet i foreliggende boringer og sjakter.



Figur 12. Kartutsnitt med borpunkt med dyp til fjell samt markering av punkt med underliggende torv.

### 3. OPPSUMMERING

Sammenlignes kartene fra 1951 og 2007 ser man at det i sentrale deler av det opprinnelige dalsøkket er påfylt 3 meter med avfall og dekkmasser. Sør i området (fra P2 og sørover) ligger avfallsmassene over myr, og boringene viser dels 0,5-1 meter større mektighet med avfallsmasser enn det kartene viser, se figur 13. Dette skyldes at avfallet er vektet ned i myra. Også i nord (mellom P2 og P3) viser boringene større mektighet med avfall enn det man kunne forvente ut fra det gamle kartet. En annen feilkilde her kan være at høydedata fra 1951 ikke er direkte sammenlignbare med høydedata fra 2007.



Figur 13. Vertikalsnitt fra sør mot nord i deponiområdet.

Justering og ny beregning basert på terrengmodeller gir samme resultat som tilsvarende utført våren 2007 (tabell 1.)

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 ( <b>etter 1951</b> )	46000	2,39	110.000	Terrengmodeller
Avfallsmasser inkl. topplag i det eldste deponitrinnet ( <b>før 1951</b> )	6000	4,3	25.800	Areal og boringer
		<b>Totalt volum</b>	135.800	
		<b>Totalt volum - topplag = avfallsvolum</b>	114.300	Volum topplag, se tabell 2

Sjaktning utført i juli 2008 har gitt sikrere grunnlag for beregning av topplagets og avfallsmassenes volum basert på mektigheter og areal (tabell 2).

Tabell 2. Basert på boringer og areal er følgende avfallsvolumer og volum av topplag estimert:

	Areal (m <sup>2</sup> )	Midlere Mektighet (m)	Volum (m <sup>3</sup> )	Metode
Topplag sør for det eldste deponitrinnet ( <b>etter 1951</b> )	31.000	0,5	15.500	Areal og boringer/sjakter
Topplag i det eldste deponitrinnet ( <b>før 1951</b> )	6000	1	6000	Areal og boringer/sjakter
		<b>Sum topplag</b>	21.500	
Avfallsmasser sør for det eldste deponitrinnet ( <b>etter 1951</b> )	28.750	3,1	89.125	Areal og boringer/sjakter
Avfallsmasser inkl. topplag i det eldste deponitrinnet ( <b>før 1951</b> )	6000	3,3	19.800	Areal og boringer/sjakter
Randsoner med avtagende mektighet	17000	0,9	15.000	Areal og boringer/sjakter
		<b>Sum avfall</b>	124.000	
		<b>Totalt Volum</b>	145.500	

Basert på hhv terrengmodeller og boringer/sjakter utgjør avfallet fra 114.300 til 124.000 m<sup>3</sup>. Forskjellen er <8 %, og utgjør et lag på 18 cm på et areal av denne størrelse. I det eldste deponitrinnet er det ikke mulig å fjerne alt avfall på grunn av Turnkassen og Gimlehallen. Dette gjelder et areal på ca. 2.800 m<sup>2</sup>. Avfallets volum kan derfor reduseres med 9.240 m<sup>3</sup>. **Avfallsvolumet er derfor av størrelsesorden 105.000 til 114.750 m<sup>3</sup>.**

Volumet av topplaget er ut fra mektighet og areal beregnet til 21.500 m<sup>3</sup>. **Topplagets volum reduseres til 18.700 m<sup>3</sup> på grunn av bygningene på det eldste deponitrinnet.**

Med unntak for sjakt S7 i nord, er torv under avfallsmassene kun påvist i sjakter og boringer sør for sjakt S5 (se figur 12). Ved sjakting har man ikke gravd gjennom torvmassene til underliggende grusige masser eller fjell. Dette ville i så fall kunne spre forurenset sigevann, eller medføre at artesisk grunnvann drenerte inn i avfallsmassene. Torvlagets mektighet er derfor kun kjent i P1A (3,5 meter), noe som medfører at anslag på volum blir meget usikkert.

Ut fra boringer som er ført ned til fjell, er traet med stor mektighet av torv begrenset. Arealet hvor underliggende torv er påvist utgjør anslagsvis 15.500 m<sup>2</sup>. Dette er de tidligere lavereliggende områdene i sør på kartet fra 1951 (se figur 4). **Forutsatt en midlere mektighet på eksempelvis 1,5 meter, utgjør torvmassene 23.250 m<sup>3</sup>.**

For Asplan Viak AS, Trondheim

Rolf E. Forbord