



WSP Engineering AS

## RAPPORT

OPPDRAGSNAVN: Borge Massemtak

EMNE: Geologisk rapport

DOKUMENTKODE: 1701045-RIG-001-20170930





Med mindre annet er skriftlig avtalt, tilhører alle rettigheter til dette dokument **WSP Engineering AS**.

Innholdet – eller deler av det – må ikke benyttes til andre formål eller av andre enn det som fremgår av avtalen. WSP Engineering har intet ansvar hvis dokumentet benyttes i strid med forutsetningene. Med mindre det er avtalt at dokumentet kan kopieres, kan dokumentet ikke kopieres uten tillatelse fra WSP Engineering.

## RAPPORT

<b>Oppdragsnavn:</b>	Borge Masseemottak		
<b>Oppdragsgiver:</b>	Pöyry Norway AS		
<b>Kontaktperson:</b>	Frank Tore Olsen		
<b>Emne:</b>	Geologisk rapport		
<b>Dokumentkode:</b>	1701045-RIG-001-20170930		
<b>Ansvarlig enhet:</b>	RIG	<b>Utført av:</b>	Ewa Teresa Sokalska
<b>Tilgjengelighet:</b>	Åpen	<b>Dato:</b>	16.10.2017

### SAMMENDRAG:

Det ble utført en geologisk kartlegging i sammenheng med drift av det ordinære deponiet på Borge i Fredrikstad kommune.

Selv om deponiet ligger under grunnvannsnivå ble det ikke påvist fukt på fjellveggene. Noe fukt påvist i noen av sprekkene kommer mest sannsynlig fra regnvann som renner ned langs sprekkene. Det er ingen merknad av horisontal vanninfiltrasjon.

De påviste bergartene er av god kvalitet. Områdene markert som svakhetssoner har litt større mengder med sprekker, men disse områdene har også bergarter med god kvalitet. Sprekkene er ofte tettet med forvitningsmateriale som kan inneholde jernoksider og leire. Sprekkene kan også inneholde noe svellende leire i mengder som kan tette sprekkene, men ikke nok til å påvirke dem negativt i form av ekspansjon ved stor tilgang på vann.

Bergartene rundt deponiet er derfor ansett som tette. Selv om deponiet ligger noen meter under antatt grunnvannsnivå i området er det ingen merknad av horisontal drenering i sprekkene. Forandringer av farge på sprekkene antyder vertikal migrasjon av vann gjennom sprekkene over en lang periode. På grunn av at de også ligger i nærheten eller under nåværende grunnvannnivå for området kan man forvente at de ofte er prehistoriske, fra den tiden da vannstanden var lavere.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	GODKJENT AV
0.0	16.10.2017		Ewa Teresa Sokalska	Ingjerd Ulsaker Høy

## Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	5
2.	Bakgrunn for undersøkelse .....	7
3.	Forutsetninger for oppdrag .....	7
4.	Grunnforhold .....	8
4.1.	Fast fjell .....	8
4.2.	Løssmasser.....	9
5.	Kvaliteten av Bergarter .....	10
6.	Hydrologisk analyse .....	14
7.	Drift av deponiet.....	16
8.	Oppsummering .....	17

## Vedlegg

- Boreplan
- Kvalitet på bergarter
- Vannmigrasjon



## 1. INNLEDNING

Borge Massemtottak driftes av Ole & Peder Ødegaard A/S (OPØ) og Norsk Gjenvinning m<sup>3</sup> AS. OPØ driver også med pukkverksdrift på området. Etter uttak av stein gjenfylles steinbruddet med mineralske masser som avfallsforskriften tillater på ordinære avfallsdeponier. Det foreligger tillatelse fra FM i Østfold og Statens Strålevern. De mineralske massene som tas imot omfatter i hovedsak jord, bunnaske og alunskifer, men mindre mengder asbest og ikke gjenvinnbar gips. Deponiet er tett med doble membraner (bentonittmembran og HDPE-membran) i henhold til avfallsforskriftens krav.

Steinuttak foregår i et nytt steinbrudd, som ligger 170-300 m fra det aktive deponiet. Det er utført målinger av vibrasjoner ved sprengning, og det forventes ikke at driften av pukkverket skal påvirke tettheten på deponiet negativt.

Området som blir brukt som deponi ligger under terrengnivået til nabo-området og er sprengt ned fra ca. kote +40 til ca. kote +4. Nåværende nivå av fyllmasser i deponiet ligger ca. på kote +10. Vannstanden i deponiet er under terrengnivå og ingen betydelig merknad av innlekkasje ble påvist. Sprekkene var vanligvis helt tørre. I noen sprekker ble det påvist litt fukt, men mest sannsynlig var dette rester etter regnvann. Grunnvannstanden var lav og synkende da befaringen fant sted.



Fig. 1. Borge massemttak. Bilde fra [google.no/kartdata](https://www.google.no/kartdata).



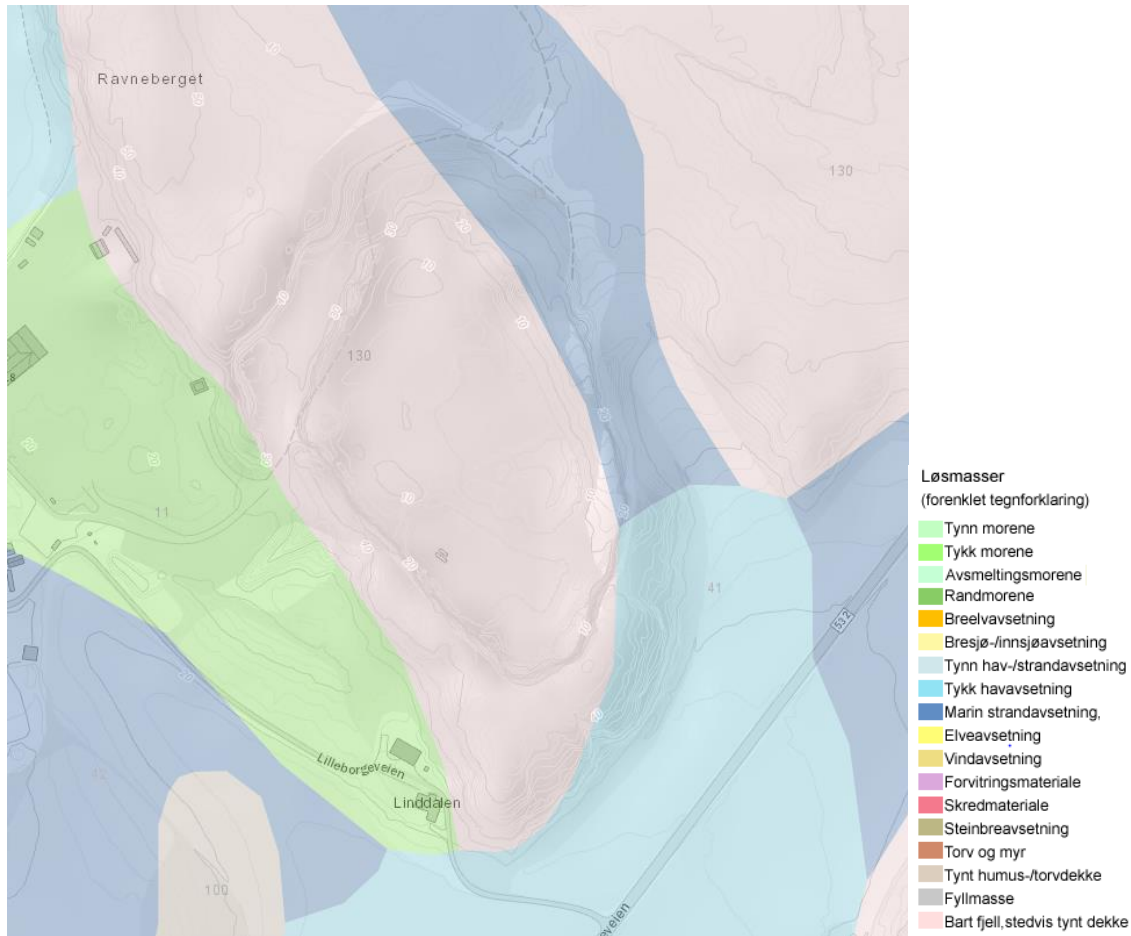


Fig. 2 Utsnitt fra NVE løsmassekart.

## 2. BAKGRUNN FOR UNDERSØKELSE

WSP Engineering AS fikk oppdraget fra Pöryr Norway AS om geologisk og hydrogeologisk vurdering i sammenheng med driften av deponiet for farlige avfall. Geologisk kartlegging, utarbeidelse av boreplan og feltarbeid ble utført av Pöryr Norway AS i juni, august og september.

## 3. FORUSETNINGER FOR OPPDRAG

Gjeldende regelverk legges til grunn for rapporten:

NS-EN 1990-1:2002 + NA:2008 (Eurokode 0) og NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 7).

NS 9431:2011 Klassifikasjon av avfall

NS-EN 1717:2000: Beskyttelse mot forurensning av drikkevann i drikkevannsinstallasjoner og generelle krav til utstyr for å hindre forurensning ved tilbakestrømning

Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften). FOR-2004-06-01-930

TA-2095/2005 - Veileder om bunn- og sidetetting av deponier.

## 4. GRUNNFORHOLD

### 4.1. FAST FJELL

Deponiet er plassert i et område hvor fast fjell har blitt utnyttet til produksjon av pukk. Nedre del av deponiet ligger under nåværende terrengnivå, rester av fjell er fortsatt mye høyere.

Bergarten er klassifisert som en ca. 900 millioner år gammel granitt/granodioritt (Fig. 3).



Fig. 3. Utsnitt fra NGU- Berggrunnskart.

På NGU sitt kart er det ikke registrert noen store sprekker eller svakhetssoner. På befaring ble det påvist soner med varierende mengde sprekker og forvitringsgrad. Sprekkene i de lokale svakhetssonene er i stor grad tettet naturlig med forvittringsmateriale. På grunn av sikkerheten var det ikke mulig å gå helt inn til fjellveggen. Men på grunn av mineralsammensetningen til bergarten kan man forvente at forvittringsmaterialet inneholder mye leiremateriale som illitt og smektitt. Den gule, røde og brune fargen på forvittringsmaterialet i sprekken kan være jernoksider og hydroksider. Både leire- og jernmineraler har meget gode sorberende egenskaper og kan binde store mengder giftige metaller og også noe organiske komponenter. I tillegg kan leiren tette sprekken slik at ikke vann renner gjennom. Men hvis det er mye svellende materiale i sprekken kan man forvente at sprekken kan ekspandere hvis leiren får mye vann eller mister volumet når den tørker. Det forventes at det ikke er så store mengder med svellende materiale slik at svelling og mer oppsprekking vil oppstå, men at mengden leire vil være positivt fordi leiren fungerer som en sorptiv komponent og som vanntetter.



## 4.2. LØSSMASSER

På grunnlag av informasjon fra kart fra fig. 2. kan man forvente at de mekaniske og fysiske egenskapene til jordartene rundt deponiet blir klassifisert som morene, strandavsetninger og marine avsetninger.

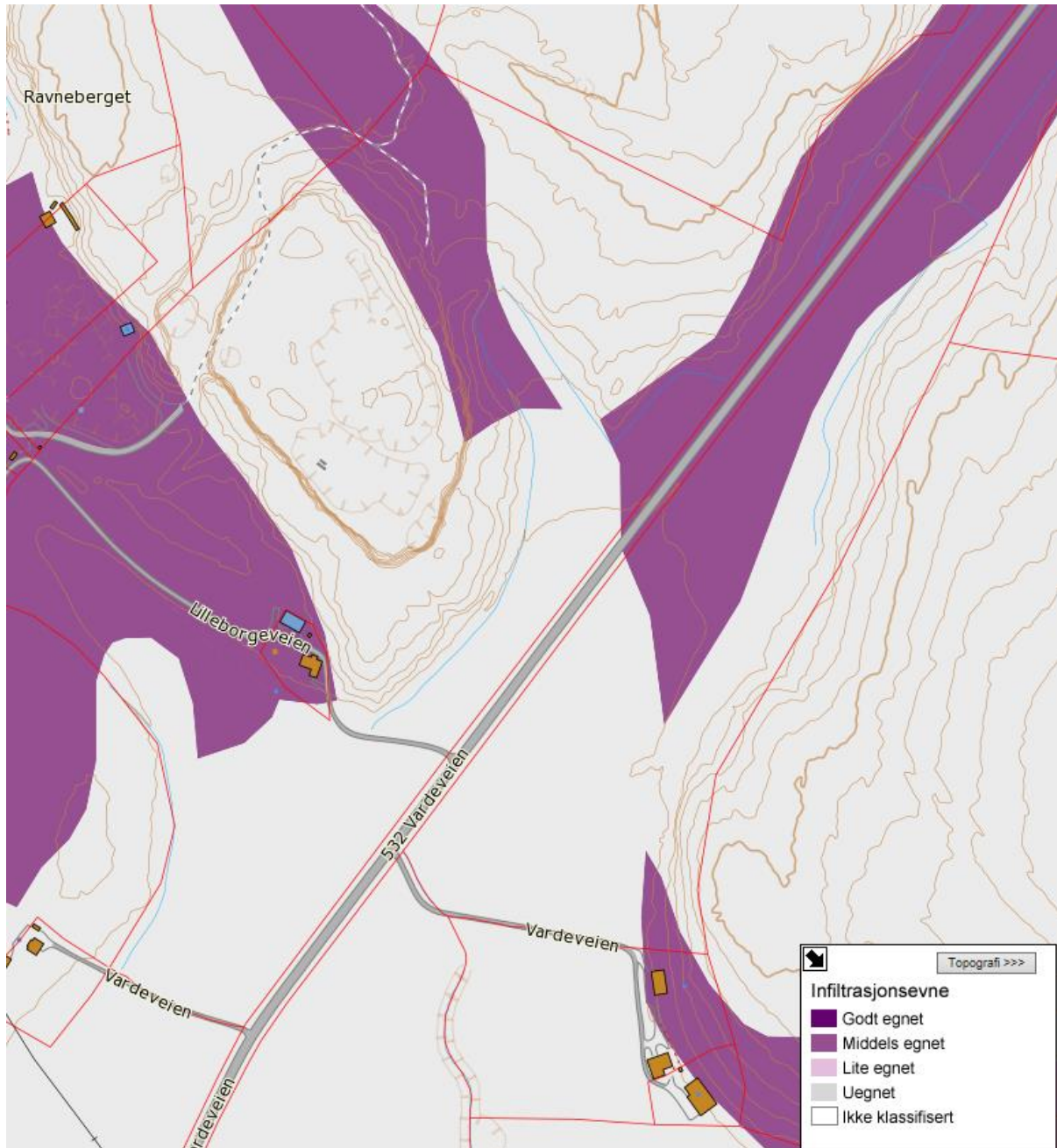


Fig. 4. Utsnitt fra Infiltrasjonsevnekart for Fredrikstad kommune.

Kartet fra Fig. 4 viser at morene og strandaavsetninger kan ha gode infiltrasjonsegenskaper. De kan derfor ikke vurderes som tette lag mot spredning av miljøgifter. Men marine avsetninger har meget dårlig infiltrasjon og permeabilitet, man kan derfor håndtere dem som en barriere mot forurensning.

## 5. KVALITETEN AV BERGARTER

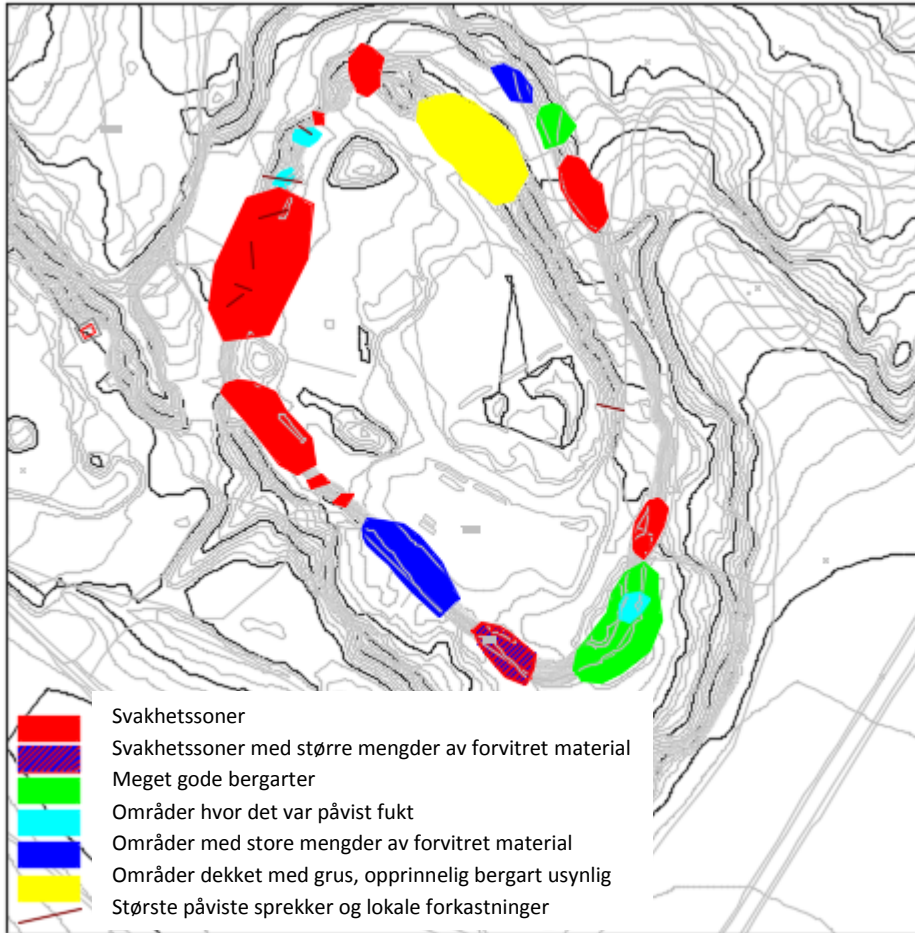


Fig. 5. Kart som viser bergkvaliteten.

Bergarten har god, men noe varierende kvalitet. Som nevnt tidligere ble det ved befarig påvist noen svakhetssoner med en større mengde av sprekker. Det kan forventes at de påviste sprekkeene har dårlig permeabilitet siden de er fylt med forvitningsmateriale som leire og jernoksider (sorptive komponenter).

Svakhetssonene og de største sprekkeene ser ut til å være relativt tette mot infiltrasjon av vann, selv om sprekkeene sannsynligvis er under grunnvannsnivå. Ved befarig ble det påvist kun litt fukt i noen av sprekkeene som var ca. 1-3 meter over membranen. Det er kun litt vegetasjon i fjellveggen i form av små busker og alger siden det er begrenset tilgang på løsmasser og vann. Man kan derfor anta at den påviste fukten kommer fra infiltrasjon av regnvann og at bergarten er relativt tett.

Svakhetssoner markert på Fig. 5 er definert som soner hvor det er et tettere nettverk av sprekker enn gjennomsnittlig i deponiet. Områder med den beste kvaliteten av bergarter er definert som områder hvor mengde av sprekker er mindre enn gjennomsnittet og steinblokkene er større. I denne type soner er bergartene mindre forvitret og de ser ferske ut. Det ble også påvist områder hvor sprekkeene er mindre enn gjennomsnittet.



På tre steder ble det påvist en liten merknad av fukt på bergartene. Vi antar at dette er rester av regnvannet fra nedbøren den 24.06.2017. Det er ikke funnet noen sammenheng mellom mengde vann i deponiet og mengde nedbør og grunnvannstand.



*Fig. 6. Sprekker med grønt dekke (mest sannsynlig alger). På veggen er det markert kote 19, som tilsvarer ca. grensekoten for avsetninger rundt fjellet. Det er mistanke om at fukten som alene vokser i kommer fra regnvann siden det er en vertikal forandring i mengde alger. Horizontal vannmigrasjon er ikke sannsynlig.*

Det er påvist 4 sprekkesystemer. Størrelsen på sprekkene er varierende, fra separate linjesprekker til sprekkesoner som kan bli tolket som forkastninger. Noe av sprekker har merknader av påvirkning av vann (hydrotermal?). På noen av fjellveggene ble det påvist et

sprekkesystem med typisk X-kryssing (Fig. 7), dette er typisk for seismiske soner. Men det er usikkert om dette er menneskeskapt (sprengning av stein) eller tektonisk.



*Fig. 7. Eksempel på et X-kryssings sprekkesystem. På bildet er det vist fire retninger av sprekker: to med vinkel på ca. 50 grader, en ca. horisontal og en vertikal.*





*Fig. 8. Svakhetszone eller forkastning med gulbrunt forvittringsmateriale. Området er markert på kartet som et rødt felt med blå striper. Dette materialet har gode sorptive egenskaper.*

Selv om noen områder er markert som svakhetssoner betyr det at områdene er noe svakere enn de aller beste, og ikke at kvaliteten på bergarten er dårlig. Sprekkene i disse sonene inneholder mye finstoff og er derfor tette. De mindre sprekkene kan også inneholde noe forvittringsmateriale, men som regel mindre enn de største sprekkene. De har dermed bedre permeabilitet enn de større sprekkene, men størrelsen vil kompensere for manglende forvittringsmateriale.



## 6. HYDROLOGISK ANALYSE

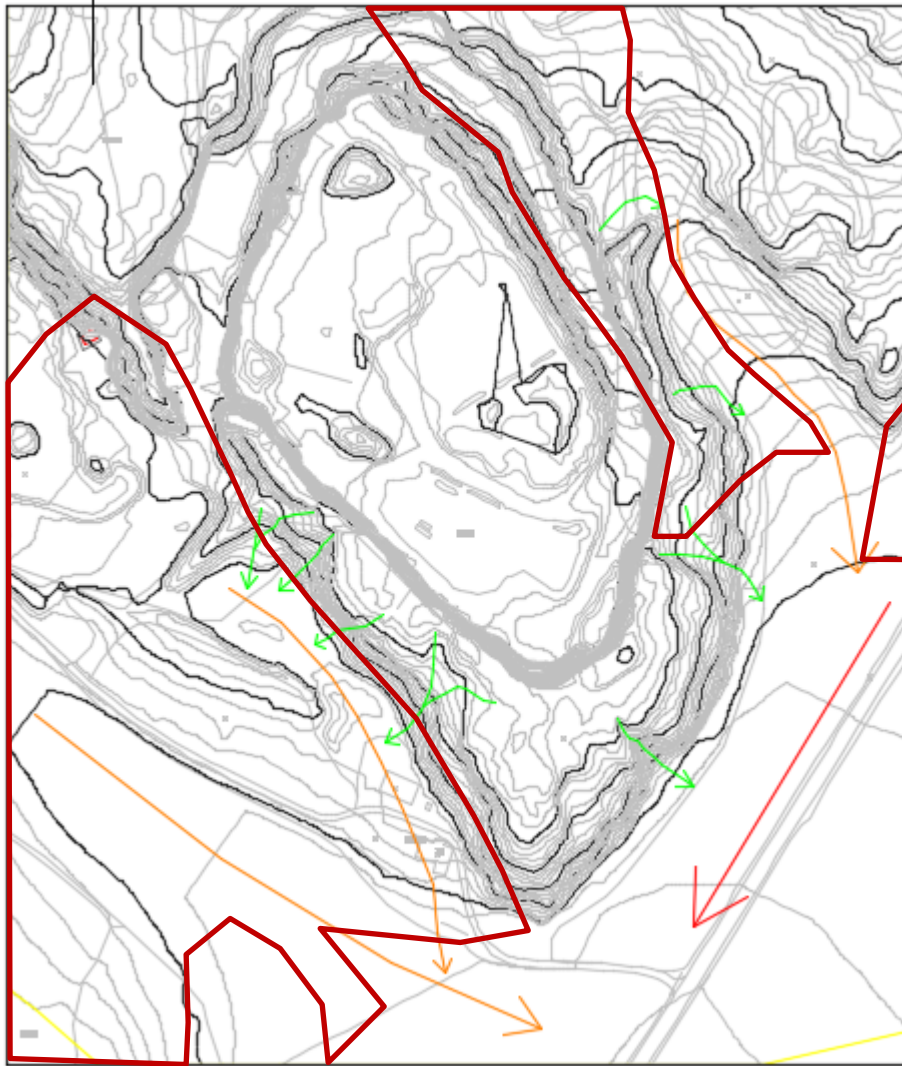


Fig. 9. Kart over område. Mulige retninger for vannstrømning er markerte med farger. Området markert med rød har relativt god dreneringsevne.

Basert på geomorfologien ble retningen for vannføring vurdert. Den røde pilen markerer Lindalbekken som er hoveddreneringsretningen. Den oransje pilen markerer vanninfiltrasjonen i de mindre dalene. Grunnvannsbrønnene er plassert i løsmassene over fjell. Dårlig infiltrasjon av vann til brønnene tyder på at løsmassene over fjell i området rundt deponiet har begrenset permeabilitet. Dette er gunstig fordi den marine leiren fungerer som en tilleggsetting for deponiet. Grønne piler markerer hvor det er tolket av strømmingen fra regnvannet går.

Bergartene rundt deponiet er vanntette. Selv om deponiet ligger noen meter under antatt grunnvannsnivå i området er det ingen merknad av horisontal drenering i sprekkene. Forandringer av farge på sprekkene antyder vertikal migrasjon av vannet gjennom sprekkene over en lang periode. På grunn av at de også ligger i nærheten eller under nåværende grunnvannsnivå for området kan man forvente at de ofte er prehistoriske, fra den tiden da vannstanden var lavere.

Det er ingen sammenheng med mengde vann i deponiet og mengde nedbør og nivået på grunnvannet.

Som følge av lokal bekymring for grunnvannets kvalitet har Pöyry i oppdrag for Borge Masseinntak, i august 2017 installert tre brønner for opptak av vannprøver for overvåking av grunnvannkvaliteten i området. Disse er plassert slik at en ligger oppstrøms (nr. 1) og to like nedstrøms (nr. 2 og 3) for deponiet. Figur 10 viser plasseringen av de tre brønnene.

Tabell 1: Koordinater til brønnene

Brønn nr.	Koordinater		
	N	Ø	Z
1	6567966.803	617280.196	21.120
2	6567622.700	617180.204	16.510
3	6567747.142	617105.657	17.910

Brønn nr. 1 er plassert oppstrøms for deponiet ved en fjellskråning og skal fungere som en referansebrønn. Det ble antatt at massene brønnen ble satt ned i hadde god dreneringsevne (strandavsetninger), men det har blitt påvist mer leire enn først antatt. Brønnen ble satt her for å minimalisere risikoen for forurensning fra jordbruket.

Brønn nr. 2 er plassert ved Lindalbekken. Brønnen er plassert slik at den skal fange opp vann fra området hvor deponiet er plassert. Området er dekket med leire og har derfor relativt dårlig permeabilitet. Tomten er brukt til kornkultivering og dette kan forårsake forurensning.

Brønn nr. 3 ligger mest sannsynlig mellom marin leire og moreneavsetninger. Det var først tenkt at denne brønnen skulle settes ned lengre nordvest, på tomt 655/12. Her er det en svakhetssone. Men på grunn av at det ble påvist en villfylling her ble denne brønnen flyttet lengre vest for at boreriggen skulle klare å sette ned en brønn og for at ikke vannet skulle bli påvirket av fyllingen. Det ble tatt miljøprøver av fyllingen. Det ble påvist mer leire på området hvor brønnen ble satt ned enn det som var antatt. Om det i ettertid skal settes ut flere brønner kan det være en fordel å sette disse utenfor deponiet hvor det er svakhetssoner.

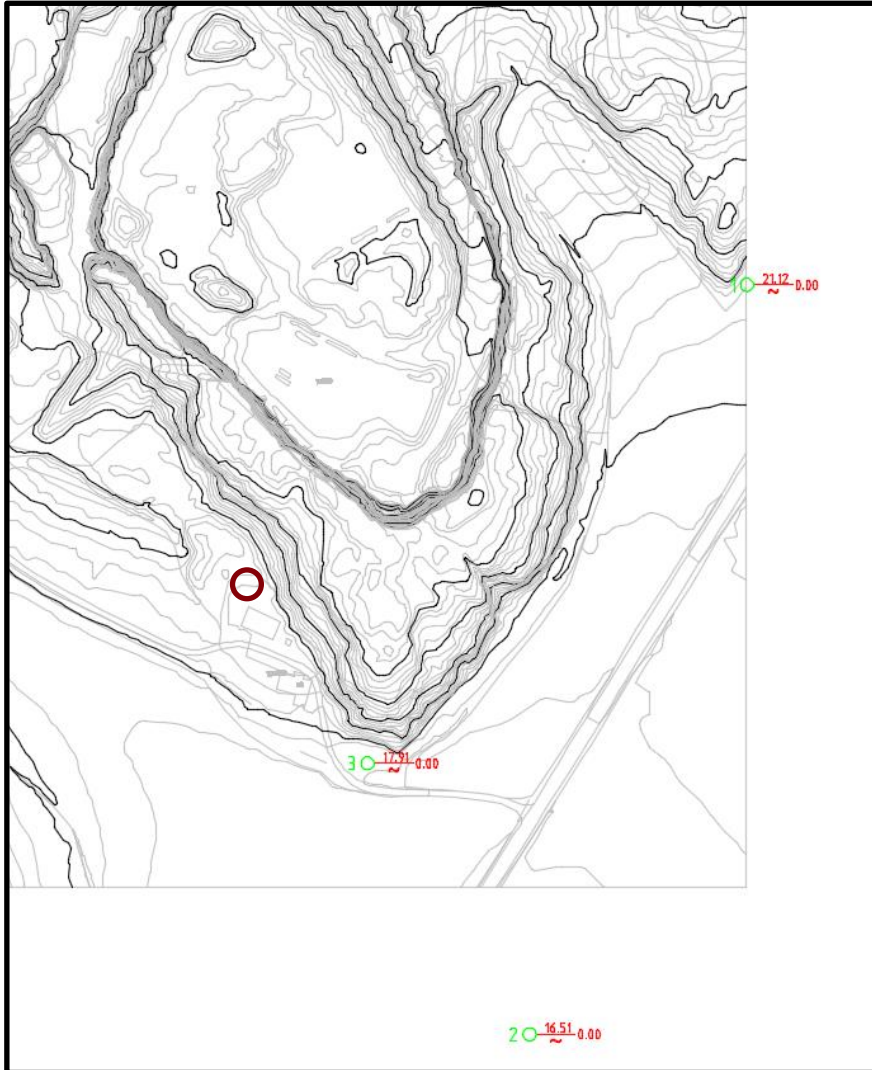


Fig. 10. Kart over området viser plasseringen av brønnene. Rød sirkel markerer hvor det var planlagt at brønn 3 skulle vært plassert.

## 7. DRIFT AV DEPONIET

Det foreligger tillatelser fra to fagmyndigheter på drift av deponiet. Overvåkingsresultater rapporteres årlig til begge myndigheter og det føres i tillegg rutinemessige tilsyn og revisjoner fra myndighetene på anlegget. En av forutsetningene for tillatelse er at deponiet er utformet med tette membraner i henhold til avfallsforskriftens krav til dimensjonering av deponier.

Dersom fjellet hadde hatt vannførende sprekker i steinbruddet ville man fått vannlekkasje inn (og ikke ut) i den del av steinbruddet som ligger under grunnvannstand, og observert vann i bruddkanten. Dette er ikke observert.

Driften av deponiet kan derfor ikke påvirke grunnvannet nedstrøms negativt siden deponiet er plassert i tett fjell i tillegg til at det er et tetningslag av membraner under fyllmassene. I den nederste delen av deponiet er det en liten «innsjø». Dette er deponivann og kommer fra nedbør som beholdes innenfor deponiet (membrankant). Nedbørsvann slippes ikke ut fordi

alunskifer stabiliseres ved å legges i vann. Vannstabilisering og bruk av bunnaske sikrer at oksidasjon av alunskifer unngås og at massene stabiliseres. I tillegg blir massene ytterligere komprimert og tildekket ved oppfylling fra bunn og oppover i steinbruddet. Borge Masseinntak har satt ned 3 brønner som overvåker dette deponivannet, og 1 brønn som overvåker nedbør/overvannet som fanges opp utenfor membranen.

## 8. OPPSUMMERING

- Kvaliteten på bergarten er god. Sonene med den største mengden av sprekker er tettet med forvittringsmateriale, som leire og jernoksider. Disse mineralene har gode sorptive egenskaper som kan binde tungmetaller og mange andre giftige komponenter.
- Det er ingen mistanke om infiltrasjon av vann inn i deponiet siden fjellveggene i deponiet er tørre. Fukt som ble påvist noen steder kommer mest sannsynlig fra infiltrasjon av regnvann gjennom sprekker fra toppen av fjellet.
- Geomorfologisk analyse viser at dreneringen av området er gjennom Lindalbekken som er lagt i rør i nærheten av deponiet. Vann til bekken kommer fra begge sider av deponiet. Det er også mistanke om at vannet fra fjellet kan være kanalisert delvis etter mye regn. Kanalene er vist på kart på grunn av erosjon. Vannet som er drenert fra fjellet er samlet i dreneringsgraver.
- Vannet i deponiet skal ikke fjernes siden det benyttes til å stabilisere alunskifer og sikre trygg deponering.
- Det ble satt ned tre grunnvannsbrønner for å dokumentere grunnvannskvaliteten i området. Brønn nr. 1 ble plassert oppstrøms for å være en referansebrønn. Brønn 2 og 3 ble plassert nedstrøms for deponiet. Brønn 2 kan være påvirket av jordbruk da brønnen står i ytterkanten av et jorde. Brønn 3 er plassert i nærheten av deponiet i et område hvor det skal være begrenset risiko for forurensning fra jordbruk.
- Brønnene er plassert i leirrike jordarter og det er mistanke at det kun er et lite område rundt deponiet som har relativt god dreneringsevne. Dette vil være gunstig fordi den marine leiren fungerer som en tilleggsetting for deponiet.

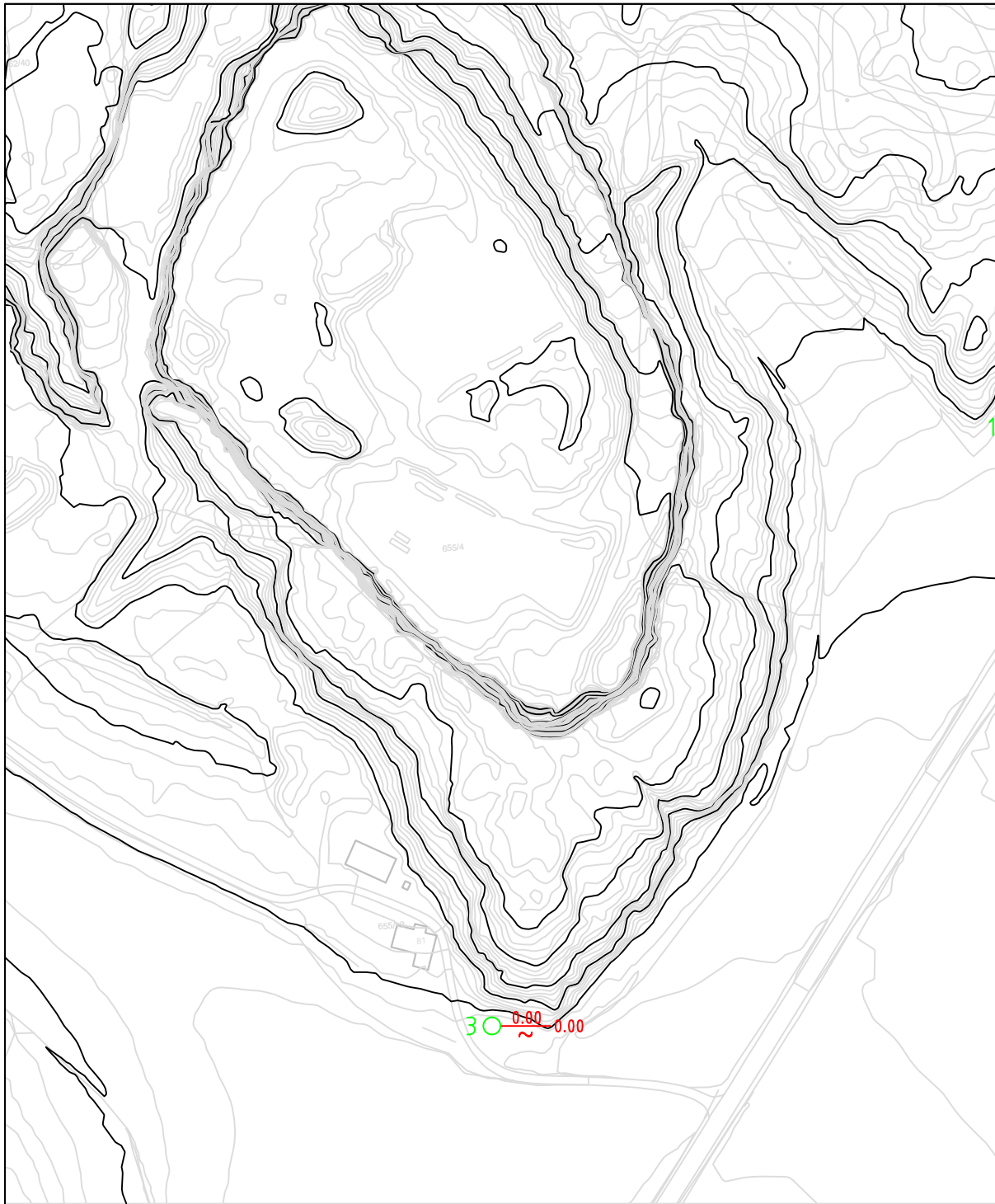
Skal det settes ut flere brønner anbefales det at disse settes utenfor deponiet hvor det er markert at det er svakhetssoner.



Utarbeidet av



Godkjent av



10  $\frac{0.00}{\sim} 0.00$

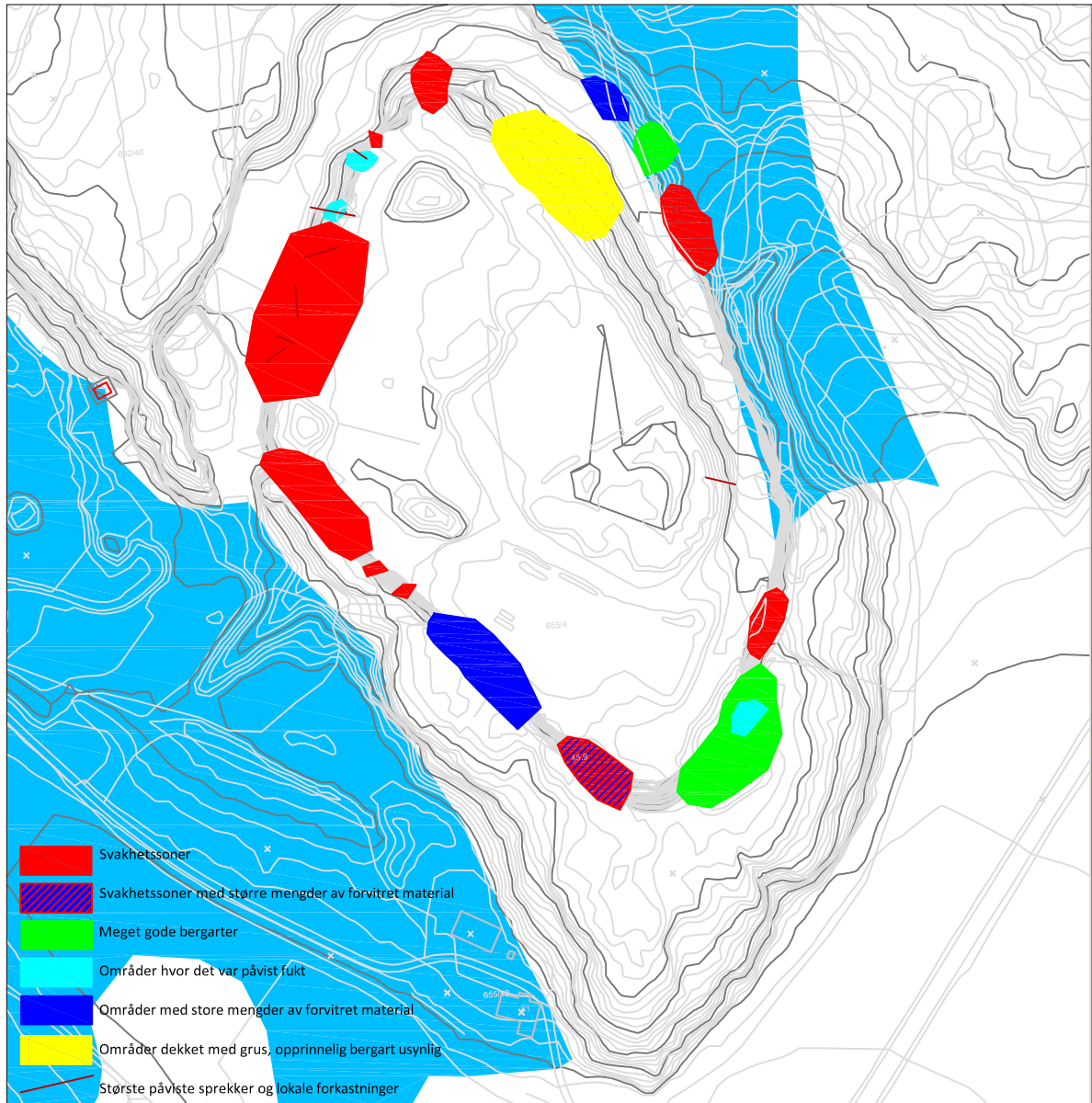
30  $\frac{0.00}{\sim} 0.00$

20  $\frac{0.00}{\sim} 0.00$



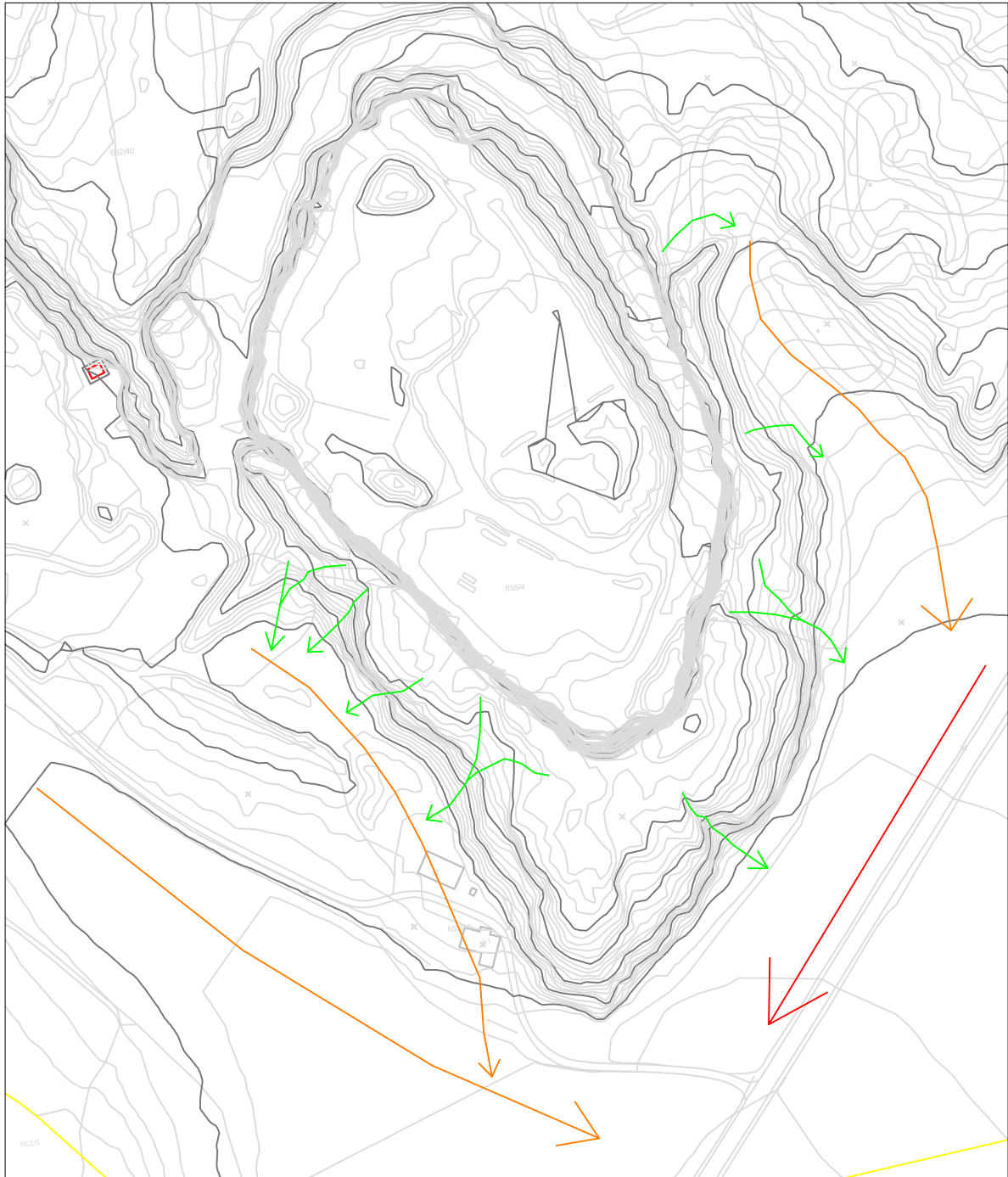
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet	Kontr.	Godkjent
	Borge massedeponi	Målestokk	Dato	3 oktober 2017	
	Boreplan 1	na	Tegnet	IUH	
			Kontr.		
			Godkjent		
		Arkiv bet.			
		Erstatn. for			
		Tegning nr.			Rev.
		1			A





Omrøder fyllet med  
blå farge tilsvarer  
soner med god  
dreneringssegenskaper

A				
Index	Dato :	Revisjonen omfatter :	Sign.	Kontr.
<b>Kvalitet av bergarter</b>				
Norsk Gjenvinning M3 AS Borge deponi Oversikt over kvaliteten av bergarter				
 WSP Engineering AS Engebrets vei 5, 0275 Oslo Tel: 23 27 80 00 <a href="http://www.hoyerfinseth.no">www.hoyerfinseth.no</a>		Mål	Tegn.	30.09.2017 ETS
		1:2700	Kontr.	
		Godkj.		
		Prosjekt nr.	2007	Index
		Tegning nr.	B-00U 32 21 10	A



- Hoved retning av vannmigrasjon
- Sekundar retning av vannmigrasjon
- Lokal drenering av fjell

A				
Index	Dato :	Revisjonen omfatter :	Sign.	Kontr.
<b>Vannmigrasjon</b>				
Norsk Gjenvinning M3 AS Borge deponi Vannmigrasjon				
 <small>WSP Engineering AS Engelbrets vei 5, 0275 Oslo Tel: 23 27 80 00 www.hoyerfinseth.no</small>		Mål	Tegn.	30.09.2017    ETS
		<b>1:2700</b>	Kontr.	
			Godkj.	
Prosjekt nr.			2007	Index
Tegning nr.			B-00U 32 21 10	<b>A</b>