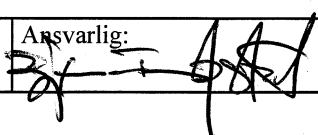


NGU Rapport 2008.076

Integrasjon av kunnskap, grunnvann og
løsmasser. Eksempler fra Lora og Grøna i Lesja
kommune.

Rapport nr.: 2008.076		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Integrasjon av kunnskap, grunnvann og løsmasser. Eksempler fra Lora og Grøna i Lesja kommune.			
Forfatter: Henning Tiarks, Bjørn Follestad, Gaute Storrø, Lena Rubensdotter		Oppdragsgiver: NGU	
Fylke: Oppland		Kommune: Lesja	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1419 III Lesja	
Forekomstens navn og koordinater: Lesjaskog, UTM 32 N 473925 Ø / 6896397 N		Sidetall: 13	Pris: 150
Feltarbeid utført: 03.06. - 06.06.2008		Rapportdato: 20.11.2008	Prosjektnr.: 325700
		Ansvarlig: 	
Sammendrag:			
<p>I et samarbeid med Lesja kommune er det satt i gang et opplæringsprosjekt i grenseområdet mellom fagene kvartærgeologi og hydrogeologi for å styrke integrering av kunnskap mellom disse fagfeltene.</p> <p>Dette vil danne grunnlag for valg av strategier for kartleggingen av løsmasser og grunnvannsundersøkelser. Videre vil prosjektet se på anvendelse av utstyr og gi anbefalinger slik at sammenhengen mellom avsetningstype, dannelse og hydrogeologi kan bli undersøkt på en tilfredsstillende måte.</p> <p>Det er utført 7 boringer i avsetningene ved Lora og Grøna. Boreresultater ved Lora støtter den kvartærgeologiske tolkningen med hensyn til avsetningens dannelse (genese) som en breelvavsetning. Denne er avsatt som en vifte ut over brekammer-/bresjøavsetninger i øst.</p> <p>Ved Grøna ble det avsatt mere stein og blokkrike avsetninger under isavsmeltingen. Dette samsvarer godt med de registrerte geotekniske parametrene.</p> <p>Disse boringer til 20 – 30 m er foretatt med etterfølgende nedsetting av sammensveisete stålrør med to meter stålfilterrør nederst. På grunn av tekniske begrensninger ble det tatt ut vannprøver fra 5 av det 7 boringer. Vannprøver ble analysert i NGU-lab og viser lavt innhold av ioner. Grunnvannskvaliteten er tilfredsstillende i forhold til drikkevannsforskriften.</p> <p>Videre framdrift mht endelig fastsetting av vannmengder og en endelig drikkevannskvalitet vil innebære oppfølgende undersøkelser med bl.a. overvåkning av vannstand i elver og grunnvannsspeil, samt boring av testbrønner. Strømmingsforholdene må utredes med fokus på vannkvalitet i forskjellige grunnvannsmiljøer, f. eks. ved Lora. For å kunne planlegge en eventuell framtidig utvinning av grunnvanns reservoarene, er boringer med opptak av sedimentprøver nødvendig.</p>			
Emneord: grunnvann	bresjøavsetninger	løsmasser	
brekammer	breelvavsetninger	brønner	
vannanalyser	kvartærgeologi	hydrogeologi	

Innhold

Innhold	3
1. Innledning.....	4
2. Kunnskap hittil.....	4
2.1 Loraavsetningene.....	4
2.2 Grønaavsetningene	5
3. Geografiske forhold og oppfølgende undersøkelser.....	5
3.1 Feltarbeid i 2008.....	6
3.2 Laboratoriemålinger	7
4. Resultater	8
4.1 Boringer og lagdeling.....	8
4.2 Laboratorieresultater og grunnvannskvalitet	10
4.2.1 Lora	10
4.2.2 Grøna	11
5. Anbefalinger	13
6. Litteratur	13

Tabeller

Tabell 1: Boreopplysninger	6
Tabell 2: Vannprøver med feltmålinger fra borelokaliteter ved Lora og Grøna.....	7
Tabell 3: Sammenligning av vannkjemien i prøver fra Lora og Grøna: Kationer.	10
Tabell 4: Sammenligning av vannkjemien i prøver fra Lora og Grøna: Anioner.	11
Tabell 5: Sammenligning av vannkjemien mellom prøver fra Lora og Grøna og i forhold til kravene i Drikkevannsforskriften (2001).....	12

Vedlegg

1. Kart

1.1 Oversiktskart (1 side)	1 : 250.000
1.2 Boringer ved Lora (1 side)	1 : 10.000
1.3 Boringer ved Grøna (1 side)	1 : 10.000

2. Geotekniske boreprotokoller (7 sider)

3. Analyserapport grunnvannsprøver (11 sider)

4. Tolkning av boreprofil Grøna 3/08 for dimensjonering av testbrønn

1. Innledning

I et samarbeid med Lesja kommune er det satt i gang et opplæringsprosjekt i grenseområdet mellom fagene kvartærgeologi og hydrogeologi for å styrke integrering av kunnskap mellom disse fagfeltene. Dette vil danne grunnlag for valg av strategier for kartleggingen av løsmasser og grunnvannsundersøkelser. Videre vil prosjektet se på anvendelse av utstyr og gi anbefalinger slik at sammenhengen mellom avsetningstype, dannelses og hydrogeologi kan bli undersøkt på en tilfredsstillende måte.

Som undersøkelsesobjekter er to breelvsavsetninger innen Lesja kommune valgt. Disse avsetningene kan knyttes til forskjellige dannelsesmønstre som karakteriserer avsetninger øst og vest for dagens vannskille i Gudbrandsdalen/Raumadalen.

2. Kunnskap hittil

Valget av avsetninger er foretatt med basis i en kvartærgeologisk kartlegging gjennomført i 2007- 2008 innen Lesja kommune (Follestad 2007, 2008).

2.1 Loraavsetningene

Ved Lora (i Gudbrandsdalen) viser tidligere kartlegging at vi har fått dannet en breelvsavsetning. Denne er avsatt inn under en nedsmeltende isrest i Loradalen/Gudbrandsdalen. Overflaten til denne avsetningen faller fra ca. 700 m o.h. i vest til 630 m o.h. i øst. Nord for elva Lora sees det på de høyestliggende terrasseformete flatene dødigrøper og langstrakte rygger (slukåser). De langstrakte ryggene kan følges nær sammenhengende ned til ca. 620 m o.h. hvor de opphører. Materialet i de langstrakte ryggene er betydelig mer blokkrikt i vest enn ved opphørspunktet i øst. Her domineres avsetningene av sand/finsand i det store snittet ved skytebanen. Dette tyder på at de langstrakte ryggene (slukåsene) er avsatt av smeltevann som rant inn under isen fra vest mot øst. Da smeltevannet nådde «vannspeilet» i innlandsisen, avtok vannhastigheten gradvis og avsetning av blokk og senere sand og finsand fant sted.

Høyden på «vannspeilet» i innlandsisen er bestemt av passpunktet vest for Lesjaskogsvatnet (611 m o.h.). Dette dreneringsmønsteret skyldes at innlandsisens kulminasjonsområde lå syd for dagens vannskiller i de store øst-norske dalene mot slutten av istiden (se f.eks. Høltedahl & Andersen 1960). Etter som isoverflaten falt mot passområdene ga dette en smeltevannsdrenering under, i og på isoverflaten mot nord og nordvest (motsatt av dagens drenering som er rettet mot sydøst og syd).

Langs sydsiden av Lora er det store og markerte terrasseflater som dominerer landskapet. På disse flatene sees det bare unntaksvis langstrakte, ryggformete avsetninger (slukåser).

Den kvartærgeologiske kartleggingen har forøvrig vist at vi mot syd og mot øst har store områder med brekammer-/bresjøavsetninger langs fjellsidene i Gudbrandsdalen i området ved Lora-avsetningene. Selv om slike avsetninger ikke er observert i dagen ved Lora, må vi forvente at de kan finnes under breelvsavsetningene. I de sentrale deler er breelvsavsetningene ved Lora gjennomskåret og erodert av elva Lora. Markerte og lavereliggende terrasseflater med elveavsetninger ble her dannet ved erosjon i tidligere avsatte breelvsavsetningene. Disse dekker også dalbunnen mot øst og sør. I de bratte erosjonsskrentene ned til elva er det flere snitt. Disse viser at avsetningene er lagdelte og har en varierende sammensetning av sand, grus og stein (blokk).

Erfaringsmessig er det i de yngste og lavestliggende elveavsetningene vi finner de fleste og største grunnvannsforkomstene i Gudbrandsdalen. For å undersøke dette nærmere er den kvartærgeologiske kartlegging supplert med georadarmålinger etter flere utvalgte profiler (Tønnesen 2007). Ved Lora viser disse profilene at vi har vannførende løsmasser med mektigheter på ca. 30 m under en umettet sone på 2 - 6 m.

2.2 Grønaavsetningene

Der elva Grøna munner ut i Rauma, vest for Lesjavatnet (611 m o.h.), er det under isavsmeltningen dannet en større breelvavsetning fra ca. 680 m o.h.. Klare iskontaktspor er ikke observert her, noe som kan tilskrives at avsetningens overflate er preget av markerte flomløp fra isavsmeltningstida og senere. Avsetningen er i de sentrale partiene erodert og gjennomskåret av elva Grøna. De eroderte massene er avsatt øst- og vestover mot elva Rauma som elveavsetninger. I de bratte erosjonskråningene ned mot dagens elveløp vises det lagdelte og sortert avsetninger av grus/sand og stein/blokk. På de lavereliggende, terrasseformete flatene sees det flere flomløp. Brekammer-/bresjøavsetninger er ikke observert i området ved elva Grøna. Georadar-profiler langs elvas østside viser partier med lagdelte vannmettede avsetninger under en umettet sone på 2 - 6 m.

3. Geografiske forhold og oppfølgende undersøkelser

Loradalen ligger ca. 7 km sør for Lesjaverket og har en SV-NØ retning. De oppfølgende undersøkelser er gjennomført langs sydøstsiden av elva Lora innenfor høydeintervallet 560 - 540 m o.h.

Grøndalen ligger ca. 1 km vest for Lesjaskogsvatnet / Lesjaskog og har en N-S retning. De oppfølgende undersøkelsene er foretatt på den østligste delen av avsetningene langs Grøna innenfor høydeintervallet 640 - 600 m o.h.

3.1 Feltarbeid i 2008

Det er utført 7 boringer i avsetningene ved Lora og Grøna i juni måned. Borepunktene er fastsatt med basis i de kvartærgeologiske registreringene og georadaropptakene.

Borelokalitetene er vist i vedlegg 1.

Boringer er utført av firmaet Brødrene Myhre. En borerigg av typen GM100 ble benyttet. Riggeren er konstruert for å utføre totalsondering og registrerer parametre som materkraft, rotasjon, boresynk og vanntrykk. Disse boredataene gir informasjon om borefremgang i løsmasser med hensikt til kornstørrelse og lagdeling. Metoden gir ingen sedimentprøver. Registrerte endringer i vanntrykket på borkrona gir opplysninger om endringer i porositet i avsetningen som gjennombores.

Sonderboringer til 20 – 30 m er foretatt med etterfølgende nedsetting av sammensveisete to lange filterrør av stål. Som spiss nyttes et 2 m slisset spisset stålrør. Prøvetaking av grunnvannet er gjennomført i forskjellige nivåer under nedslåing av sammensveisete stålrør. Grunnvannsprøver ble tatt opp ved hjelp av en vanlig sugepump og fylt i prøveflasker (Tabell 1).

Tabell 1: Boreopplysninger

Dato	Lokalitet	Boredyp	filterdyp	Vannspeil	Prøvepumping	Tilstand
		(m. u.terreng)	(m. u.terreng)	(m. u.terreng)		
03.06.08	Lora 1/08	26	-	< 5	nei	ikke brukbar
03.06.08	Lora 2/08	24	6	3	ja	Knakk røret på 8m
03.06.08	Lora 3/08	26	16	2,0	ja	bra
05.06.08	Lora 4/08	18	8	2,4	ja	bra
04.06.08	Grøna 1/08	24	22	2,0	ja	bra
04.06.08	Grøna 2/08	26	8	6,5	nei	bra
05.06.08	Grøna 3/08	26	14	2,40	ja	bra

De geotekniske parametre som ble registrert under sonderboringene er samlet vist i vedlegg 2. Stort sett viser disse parametrene at de gjennomborete massene har stor variasjon i permeabilitet.

I tabell 2 vises borepunkter med boreopplysninger, nummerering og navn.

3.2 Laboratoriemålinger

Utvalgte vannprøver ble analysert på fysisk-kjemiske parametre, anioner (ionekromatografi) og kationer (ICP-AES). Målinger er utført ved NGU's laboratorium og resultater er sammenstilt i analyserapport 2008.0173.

Tabell 2: Vannprøver med feltmålinger fra borelokaliteter ved Lora og Grøna.

Lokalitet	Vann- mengde Q (l/min)	Vann- prøver	Farge	Lednings- evne μS/cm	Tem- peratur Celsius	Laborato- rie- målinger
Lora 2/08	15	VP2 4m – 6m	litt slam	33	5,8	Ja
Lora 3/08	15	4m – 6m	litt slam			-
	10 - 15	VP2 6m – 8m	slam	46	5,9	Ja
	30	VP3 8m – 10m	Blank	31,8	4,0	Ja
	5 - 10	10m – 12m	litt slam			-
	0 – 5	14m – 16m	litt slam			-
Lora 4/08	12	VP6 6m – 8m	slam	17	8,3	Ja
Grøna 1/08	150 - 200	VP4 6m – 8m	fort blank	27	4,4	Ja
	150 - 200	8 - 10	Blank			-
	100	VP5 10 – 12	røddlig, litt slam	24	4,7	Ja
	10 - 20	14 - 16	slam			-
	0 - 10	20 -22	mye slam			-
Grøna 2/08	0	Nei				-
Grøna 3/08	120	VP5 4m – 6m	fort blank	19,8	2,8	Ja
Grøna 3/08	30	VP6 12m – 14m	røddlig, litt melkeartig slam	20,3	5,1	Ja

4. Resultater

4.1 Boringer og lagdeling

Boreprofiler er basert på geotekniske målinger som er sammenstilt med en visuell vurdering under selve boreprosessen.

Boreprofil Lora 1/08

Profilen viser en ca. 4 m mektig øvre horisont med stein. Videre nedover er det til ca. 20 m's dyp en homogen finsand. Fra 20 til 30 m er massene mer finkornige og representerer trolig brekkammer-/bresjøavsetningene som ellers sees i det østenforliggende området.

Grunnvannsspeilet ligger ca. 4 m under overflaten. Da vanngiverevnen i massene er for liten for vannuttak ble vannprøvetaking ikke foretatt.

Boreprofil Lora 2/08

Profilen viser et grovt sedimentlag under en steinig tynn jordhorisont. Fra 6 m dyp blir massene mer homogene, men vanntrykket er fortsatt lavt og dette tyder på en lettboret sand til ca. 13 m dyp. Fra 13 m til 20 m følger et mer finkornig sediment (siltig finsand). Det ble sonderboret til 24 m dyp. Filterrør ble satt ned til 8 m dyp. Utrasing av steiner blokkerte for videre filternedsetting.

Boreprofil Lora 3/08

Boreprofilen viser 5 m mektig grov grus og sand øverst. Fra 5 m's dyp blir det mer homogene masser (sand). Vanntrykket i disse massene er lavt ned til ca. 12 m. Dette angir trolig at massene har en god permeabilitet. Mellom 12 m og 14 m viser vanntrykket sterk variasjon. Dette sammen med materkraft-verdiene angir her en vekslende variasjon mellom fastere finkornige masser med bløtere finkornige masser.

Fra 18 m til 19,5 m følger mer permeable sedimenter med lavt vanntrykk. Profilene ble boret til 20 m i et veldig hardt lag som tolkes som morene. Filterrør for vannuttak ble nedsatt til 16 m.

Boreprofil Lora 4/08

Boreprofilen viser 1 m mektig grov grus øverst etterfulgt av et ca. 3 m mektig finsandlag. Under registreres Steinige grus- og sandavsetninger med mellomliggende sand- og finsandlag. Total mektighet er ca. 12 m. Vanntrykket i massene er relativt høyt. Profilene ble boret til 18 m hvor steinhindringer vanskeliggjorde videre boringer (tyder på morene). Filterrør for vannuttak ble nedsatt til 8 m.

Tolket normalprofil Lora:

0,0 – 4,0 m	liten jordhorisont med stein og heterogene grove sedimenter
4,0 – 12 m	homogen finsand til middel/grovsand
12 – 18 m	finsand og silt, lokalt grovere sedimenter med finkornig matriks
18 – 30 m	finsand og silt, lokal morene

Borerresultater ved Lora støtter den kvartærgeologiske tolkningen med hensyn til avsetningens dannelse (genese) som en breelvavsetning. Denne er avsatt som en vifte ut over brekammer-/bresjøavsetninger i øst.

Borepunkter som ligger lengst vest (proksimalt) på avsetningen antyder at det her kan være mulige grunnvansakviferer. Akviferene klassifiseres som infiltrasjonsakviferer. For å kunne lokalisere disse strukturene med tilhørende akviferer, er tilleggsundersøkelser med flere boringer nødvendig.

Boreprofil Grøna 1/08

Boreprofilen viser i øverste 2 m en mektig umettet sone med vekslende lag av sand og steinig sand. Grunnvannspeilet ligger på ca. 2 m. Fra 2 – 4 m er massene noe grovere, trolig steinig grusig sand. Under registreres 2 m med kompakt sand over underliggende grovere masser dominert av steinige lag fra 6 – 10 m dyp.

Avsetningen er mer homogen fra 10 - 20 m, men er hardpakket. Under syntes materialet mere grusig til 24 m hvor borekronen stoppet pga. store steiner/fjell? Nedsetning av filterrør for vannuttak ble gjennomført til 22 m's dyp.

Boreprofil Grøna 2/08

I de øvre 5 m viser boreprofilen umettede avsetninger av sand- og grusig lag med markerte steinlag. Grunnvannspeilet ligger ca. 5,0 m under overflaten. Herunder fortsetter sand- og grusige avsetninger til 12 m. Sand/finkornandel øker nedover i profilet (høyt vanntrykk). Fra 12 til 24 meter følger noe mere finstoffholdige avsetninger som er godt konsolidert og virker mer tette. Filterrør for vannuttak ble nedsatt til 6 m. Vannprøvetaking ble ikke gjennomført pga. av at vannspeilet lå for lavt for uttak ved hjelp av en sugepumpe.

Boreprofil Grøna 3/08

Boreprofilen viser i øvre 2,5 m tørre steinlag. Grunnvannspeilet sees ca. 2,5 m under overflaten. Fra 2,5 - 7 m registreres grusig sand med noe stein (vannprøve). Fra 7 - 10 m følger finere sand. Fra 10 – 14 m er avsetningen mere grusig sand (vannprøver). Fra 14 – 18 m følger silt og finsand. Her er vanntrykket høyt. Fra 18 - 24 m er det vekslende lag av grovere sand og gruslag med finere mellomliggende og noe tettere lag. Profilene ble boret til 24 meter.

Tolket normalprofil Grøna: sedimenter

0,0 – 3,0 m	stein og heterogene grove med liten jordhorisont på toppen
3,0 – 12 m	sand og grus, mer finkornig nedover
12 – 18 m	finsand og silt
18 – 30 m	grus og sand i veksellagring med finsand og silt

Den kvartærgeologiske kartleggingen viser at det her ved Grøna ble avsatt mer stein og blokkrike avsetninger under isavsmeltingen. Dette samsvarer godt med de registrerte geotekniske parametrene. Massenes sammensetning sannsynliggjør at de registrerte grunnvansforholdene som er påvist ved boringene, gir grunnlag for vannuttak. Borepunkt Grøna 3/08 vil her anbefales for nedsetting av en prøvepumpingsbrønns (vedlegg 4).

4.2 Laboratorieresultater og grunnvannskvalitet

4.2.1 Lora

Vannanalyser fra de tre borepunkter Lora 2/08, Lora 3/08 og Lora 4/08 viser alle et veldig lavt innhold av ioner. Smak, farge og alkalitet er også tilfredsstillende. pH 6,6 – 7,1 er noe lavt, men ikke for lavt.

Det ble ikke målt ammonium. I ionebalansen finns der ingen påfallende avvik. Beregnet ionenbalanse av hovedioner varierer fra 2,6% til 3,4%. Dette tyder på at analyseresultatene er rimelig korrekte.

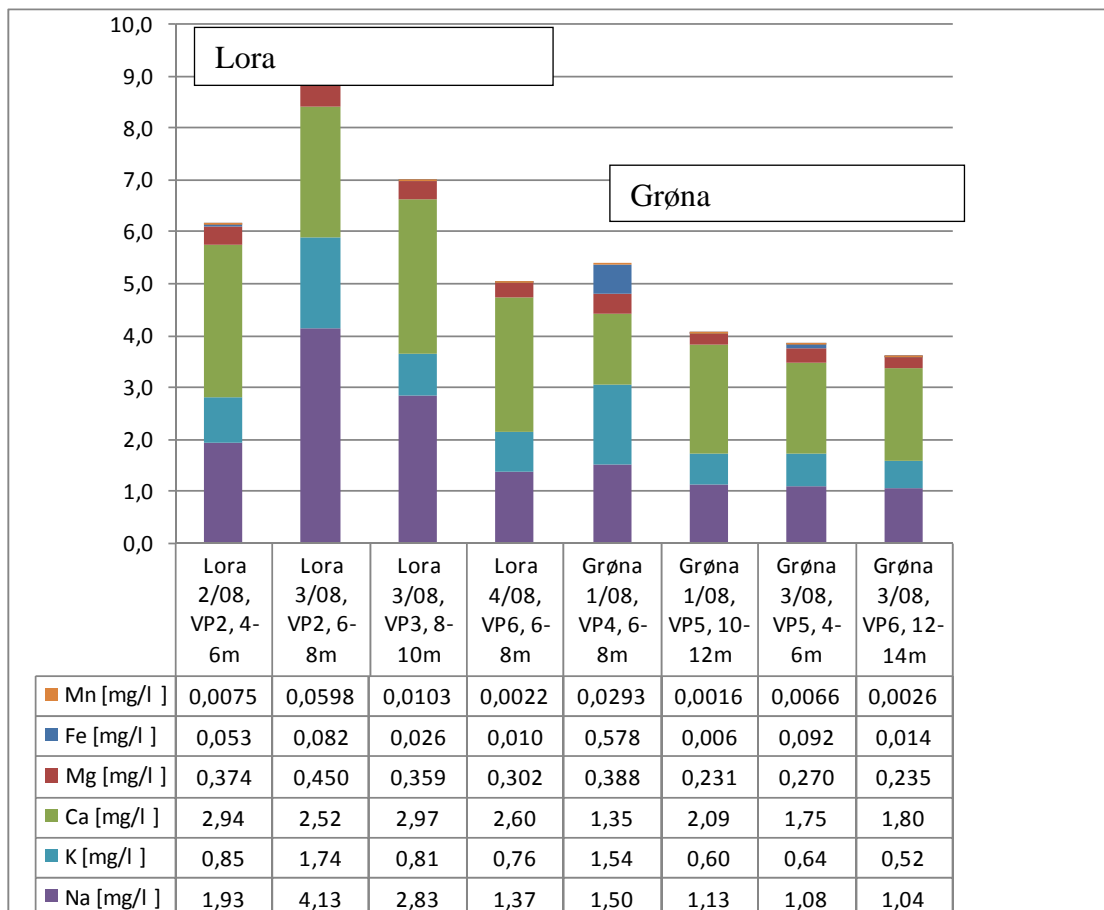
Enkelte parametre som jern og mangan er lavt. Fluoridinnholdet er 0,1 – 0,2 mg/l lavt og bare så vidt over analyseapparatets deteksjonsgrenser.

I Lora 2/08 og 3/08 er det påvist noe høyere sulfatverdier enn i 4/08, noe som kan tyde på at grunnvannsmiljøene er litt ulike. Helhetlig er verdier 4,6 – 6,6 mg/l meget lavt.

I forhold til drikkevannsforskriften (2001) er alle de målte parametre tilfredsstillende.

Mikrobiologisk påvirkning forventes ikke, men må kontrolleres gjennom langtidsprøvepumping før en eventuell vannproduksjon igangsettes.

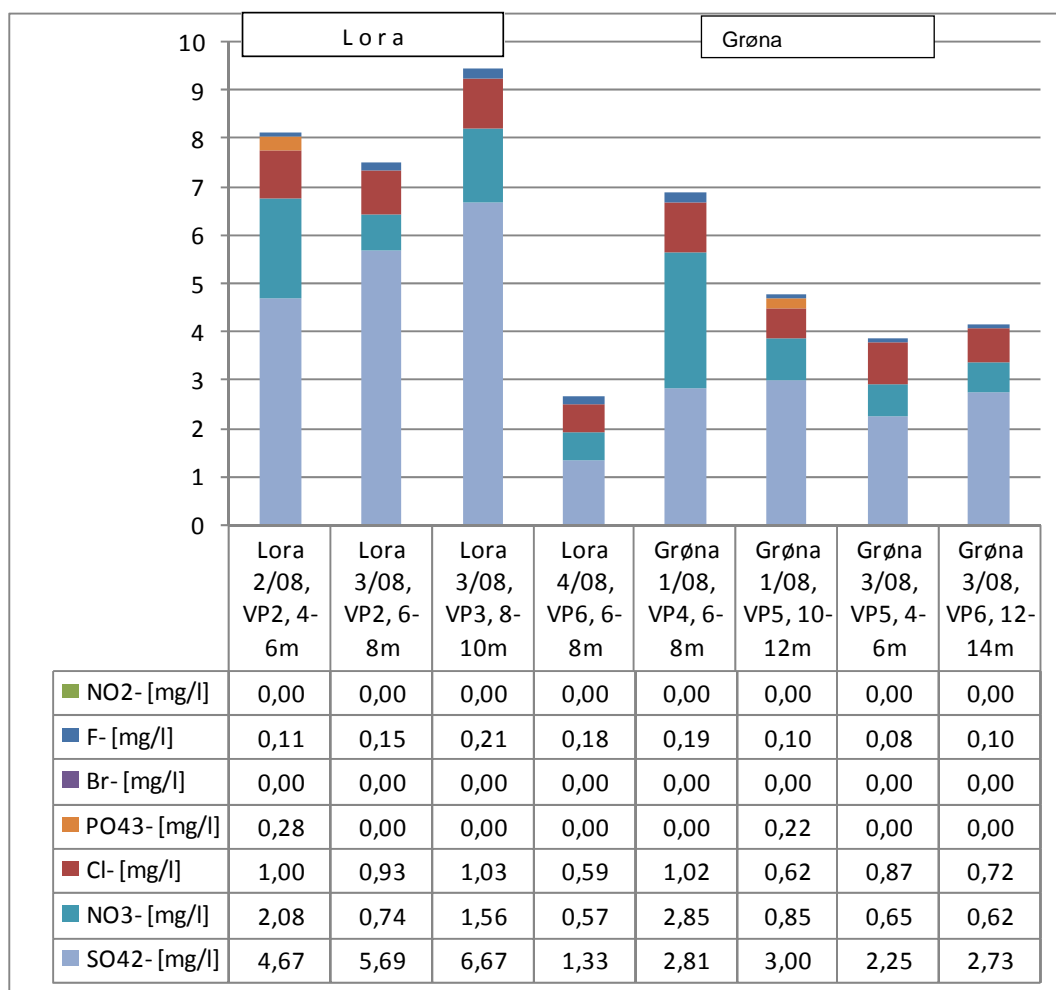
Tabell 3: Sammenligning av vannkjemien i prøver fra Lora og Grøna: Kationer.



4.2.2 Grøna

Vannanalyser fra de to borepunktene Grøna 1/08 og Grøna 3/08 viser begge lavt innhold av ioner. Smak, farge og alkalitet er også tilfredsstillende, og det samme er pH (6,6 – 6,8). Det ble ikke målt ammonium. I ionebalansen finns der ingen påfallende avvik. Beregnede ionebalanser av hovedioner varierer fra 0,6% til 3,6% og er innenfor toleranseområdet på 5%.. Enkelte parametre som jern og mangan er lavt. Fluoridinnholdet på 0,1 – 0,2 mg/l er lavt. I henhold til drikkevannsforskriften er alle parametre tilfredsstillende. Mikrobiologisk påvirkning forventes ikke, men må kontrolleres gjennom langtidsprøvepumping før en eventuell vannproduksjon igangsettes.

Tabell 4: Sammenligning av vannkjemien i prøver fra Lora og Grøna: Anioner.



Tabell 5: Sammenligning av vannkjemien mellom prøver fra Lora og Grøna og i forhold til kravene i Drikkevannsforskriften (Helse- og omsorgsdepartementet 2001).

Parameter	Enhet	Lora	Grøna	Grenseverdi drikkevannsforskriften
Fysisk-kjemisk:				
pH	-	6,7 - 7,1	6,6 - 6,9	6.5-9.5
Ledningsevne	uS/cm	19,3 - 41,2	19,1 - 26,9	2500
Temperatur	°C	4,0 - 5,8	2,8 - 4,7	-
Turbiditet	FTU			1
Farge	mg Pt/l			20
t-Alkalitet	mmol/l	0,13 - 0,22	0,09 - 0,13	-
Anioner:				
Fluorid	mg F/l	0,1 - 0,2	0,1 - 0,2	1,5
Klorid	mg Cl/l	0,6 - 1,0	0,6 - 1,0	200
Nitritt	mg NO ₂ /l	< 0,05	< 0,05	0,16
Bromid	mg Br/l	<0.1	<0.1	0,03
Nitrat	mg NO ₃ /l	0,5 - 2,1	0,6 - 2,9	44
Fosfat	mg PO ₄ /l	< 0,2 - 0,3	< 0,2 - 0,3	-
Sulfat	mg SO ₄ /l	1,3 - 6,7	2,2 - 3,0	100
Sum anioner	mekv/l	0,22 - 0,4	0,18 - 0,3	-
Kationer:				
Silisium	mgSi/l	2,4 - 2,9	2,0 - 3,1	-
Aluminium	mgAl/l	0,03 - 0,2	0,02 - 0,8	0,2
Jern	mgFe/l	0,01 - 0,05	0,007 - 0,6	0,2
Magnesium	mgMg/l	0,3 - 0,5	0,2 - 0,4	-
Kalsium	mgCa/l	2,6 - 3,0	1,4 - 2,1	-
Natrium	mgNa/l	1,3 - 4,1	1,0 - 1,5	200
Kalium	mgK/l	0,8 - 1,8	0,5 - 1,5	-
Mangan	mgMn/l	0,01	0,01 - 0,3	0,05
Kobber	mgCu/l	<0.05	<0.05	0,1
		0,002 -		
Sink	mgZn/l	0,007	<0.002	-
Bly	mgPb/l	<0.005	<0.005	0,01
Nikkel	mgNi/l	<0.02	<0.02	0,02
Kadmium	mgCd/l	<0.005	<0.005	0,005
Krom	mgCr/l	<0.01	<0.01	0,05
Bor	mgB/l	<0.01	<0.01	1
Sum kationer	mmol/l	0,25 - 0,4	0,18 - 0,23	-
Ionebalanse	%	0,4 - 3,4	0,4 - 3,5	-

5. Anbefalinger

Med bakgrunn i de undersøkelser som er gjennomført antas det at løsmassene ved Lora og Grøna vil være egnet for kommersiell grunnvannsproduksjon.

De prøvene som er tatt angir god drikkevannskvalitet. Videre framdrift mht en endelig fastsetting av vannmengder og en endelig drikkevannskvalitet vil innebære oppfølgende undersøkelser med bl.a. overvåkning av vannstanden i elver og grunnvannsspeilet, samt boring av testbrønner for langtidsprøvepumping. Strømmingsforholdene må utredes med fokus på vannkvalitet i forskjellige grunnvannsmiljøer, f. eks. ved Lora. For å kunne planlegge den videre utvinning av grunnvannsreservoarene, er boringer med opptak av sedimentprøver nødvendig.

I første fase anbefales det etablering av testbrønn(er) ved Grøna. Første testbrønn bør settes ned på borepunkt Grøna 3/08. Ved Lora er det også trolig nok grunnvann til drikkevann, men her bør det gjennomføres flere innledende undersøkelser før det eventuelt nedsettes en testbrønn.

Sedimentprøvene er viktig for hydrogeologiske vurderinger og undersøkelser av dannelsen. Teknisk er kornstørrelse en forutsetning for testbrønndimensjonering og tilpassing av slissene i brønnfilteret. Etter analysering av kornfordelingen i akviferen, bør slisseåpningene i filteret bestemmes.

6. Litteratur

Follestad, B. 2007: Dombås 1419 II. Kvartærgeologisk kart M 1 : 50.000 med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Follestad, B. 2008: Lesjaskog 1419 III. Kvartærgeologisk kart M 1 : 50.000 med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Follestad, B.A. and Fredin, O. 2007: Late Weichselian ice flow evolution in south-central Norway. *Norwegian Journal of Geology* 87, 281-289.

Helse- og omsorgsdepartementet 2001: Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften) FOR 2001-12-04 nr 1372.

Holtedal, O. & Andersen, B 1960: Glacial map of Norway. *Norges geologiske undersøkelse* 208.

NGU 2008: Analyserapport 2008.0173. NGU-Lab, 1-11.

Tønnesen, J.F. 2007: Georadarmålinger på elveviftene ved Lora og Grøna i Lesja i 2007. NGU-rapport 2007.069, 1-11.

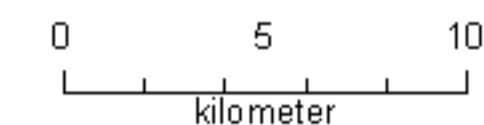
Prosjekt: Integrasjon av kunnskap, Grunnvann og Løsmasser

Feltundersøkelse ved Lora og Grøna i Lesjakommune

Oversiktskart

Legend

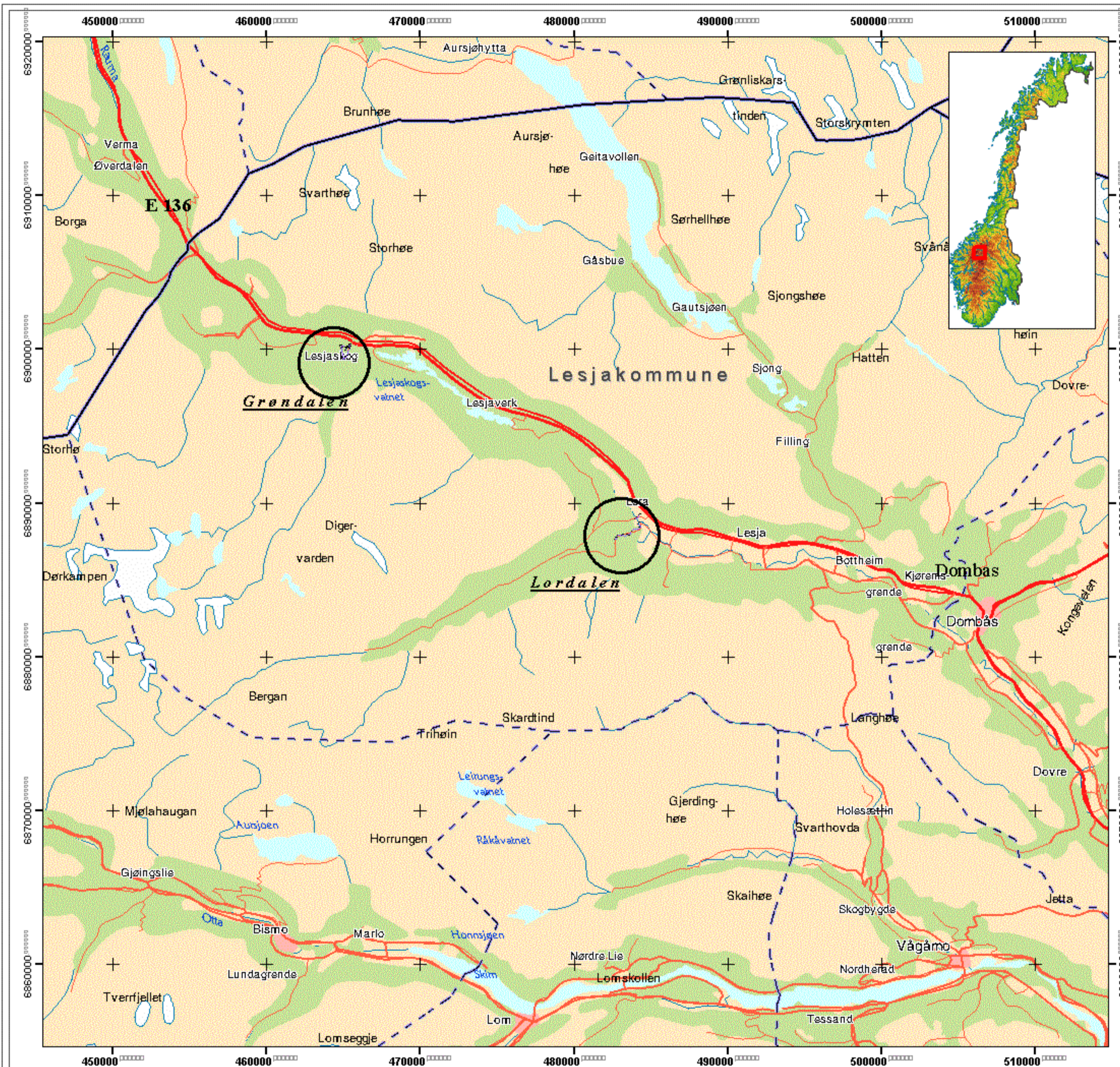
-  Undersøkels områder
-  Europaveg
-  Kommunegrenser
-  Fylkesgrense
-  Skog
-  Dyrket mark
-  Myr



Målestokk 1 : 250.000

Koordinater: WGS84, UTM32N

Vedlegg 1.1: Oversiktskart











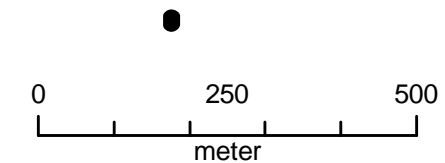
**Prosjekt: Integrasjon av kunnskap,
Grunnvann og Løsmasser**

Feltundersøkelser ved Lora og Grøna
i Lesjakommune

Borepunkter ved Lora

Legend

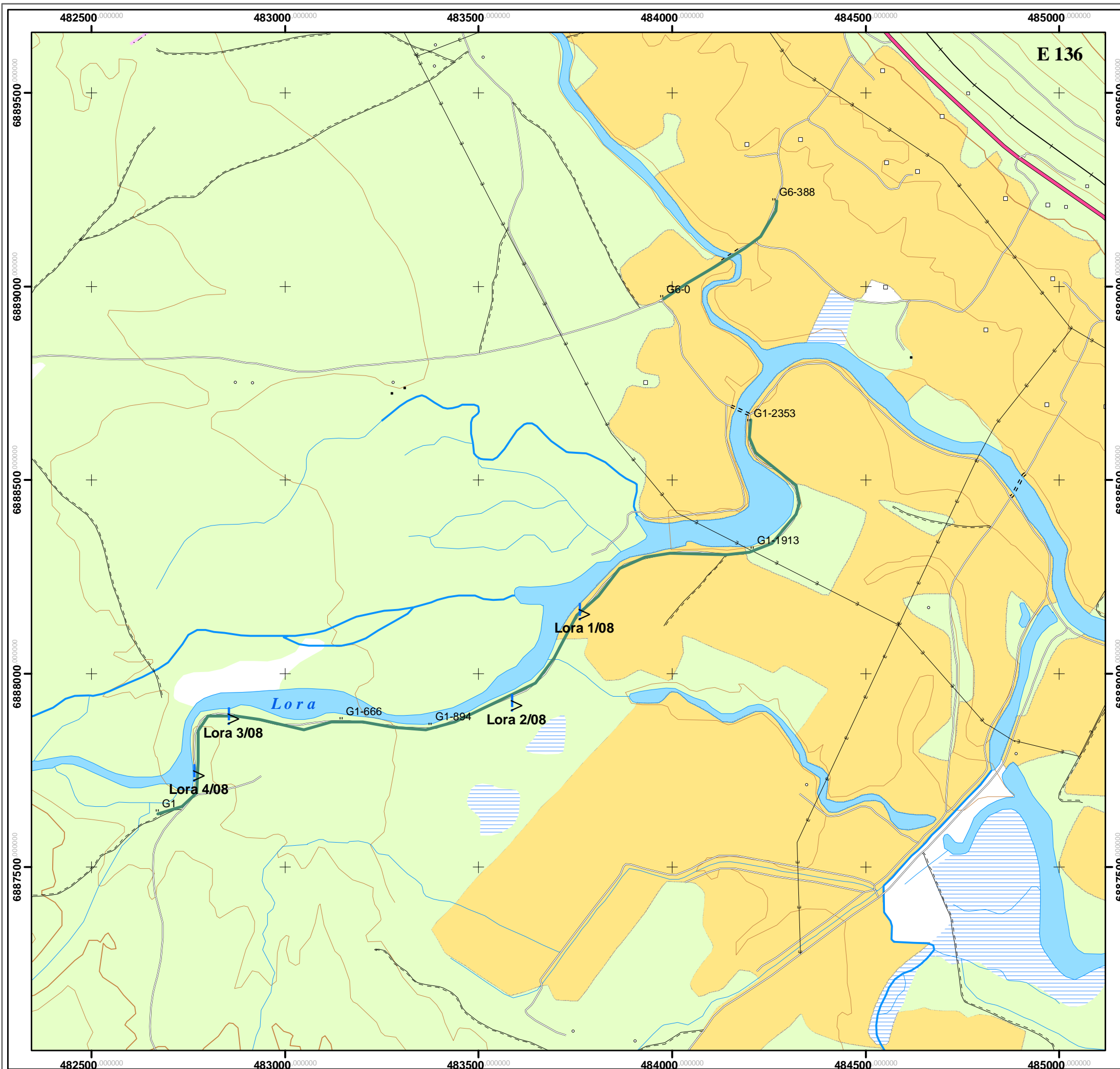
-  Borepunkt med betegnelse
-  georadarprofiler med betegnelse og lengde (m)
-  Europaveg
-  Traktorveg
-  Bru
-  Skog
-  Dyrket mark
-  Myr



Målestokk 1 : 10.000

Koordinater: WGS84, UTM32N

Vedlegg 1.2: Borepunkter ved Lora











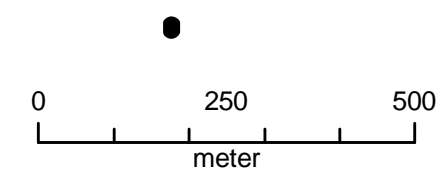
**Prosjekt: Integrasjon av kunnskap,
Grunnvann og Løsmasser**

Feltundersøkelser ved Lora og Grøna
i Lesjakommune

Borepunkter ved Grøna

Legend

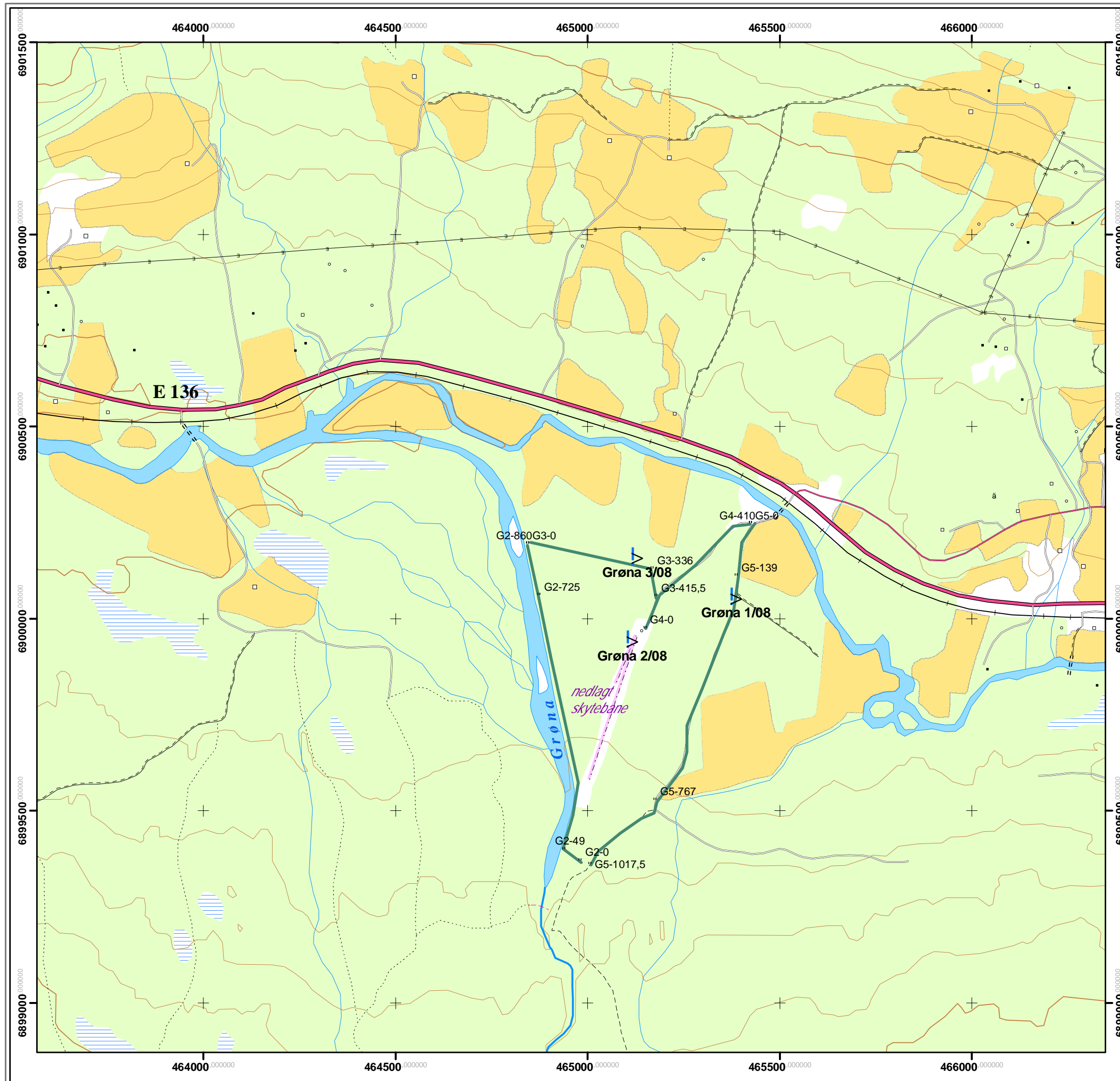
-  Borepunkt med betegnelse
-  georadarprofiler med betegnelse og lengde (m)
-  Europaveg
-  Traktorveg
-  Bru
-  Skog
-  Dyrket mark
-  Myr

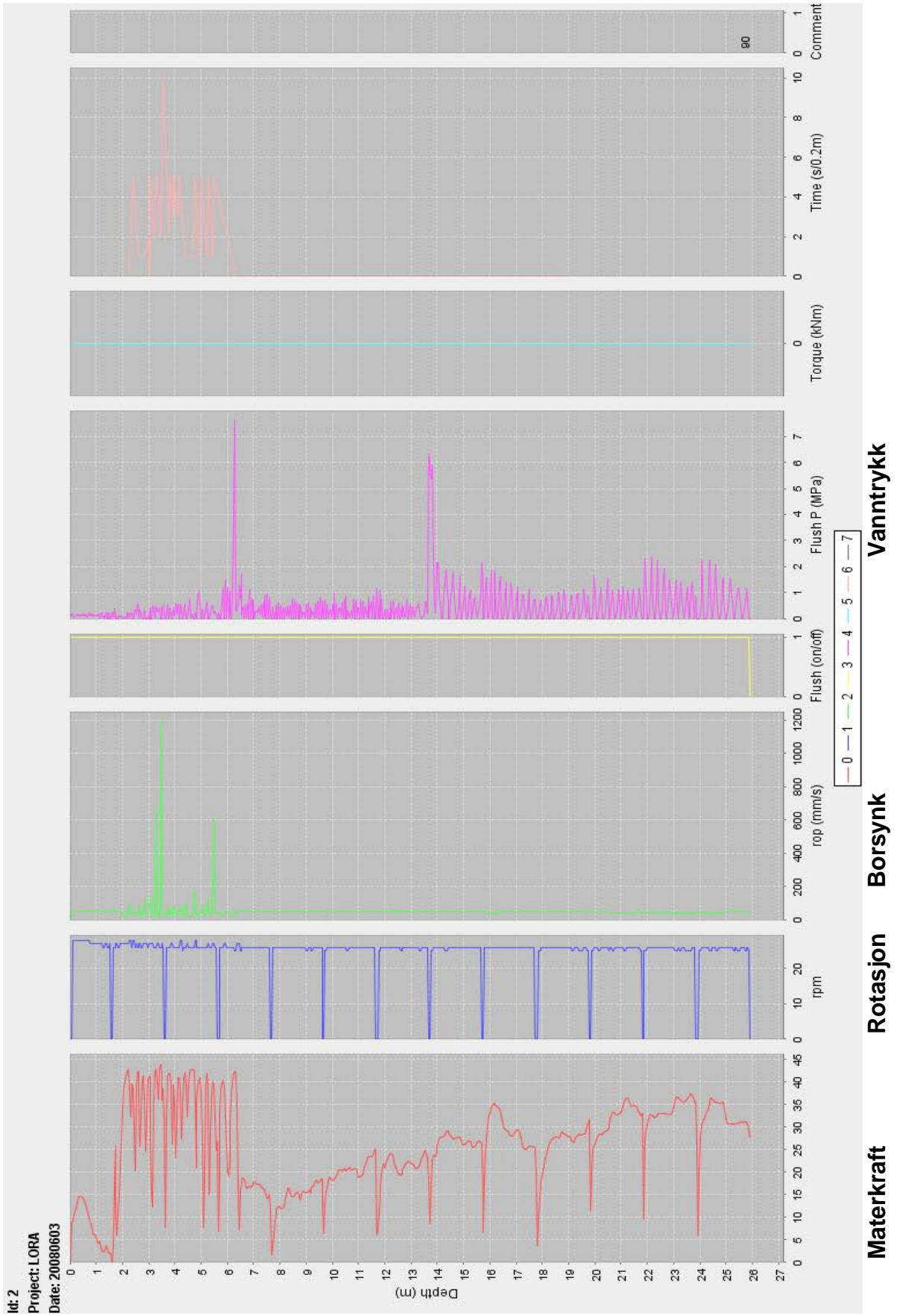


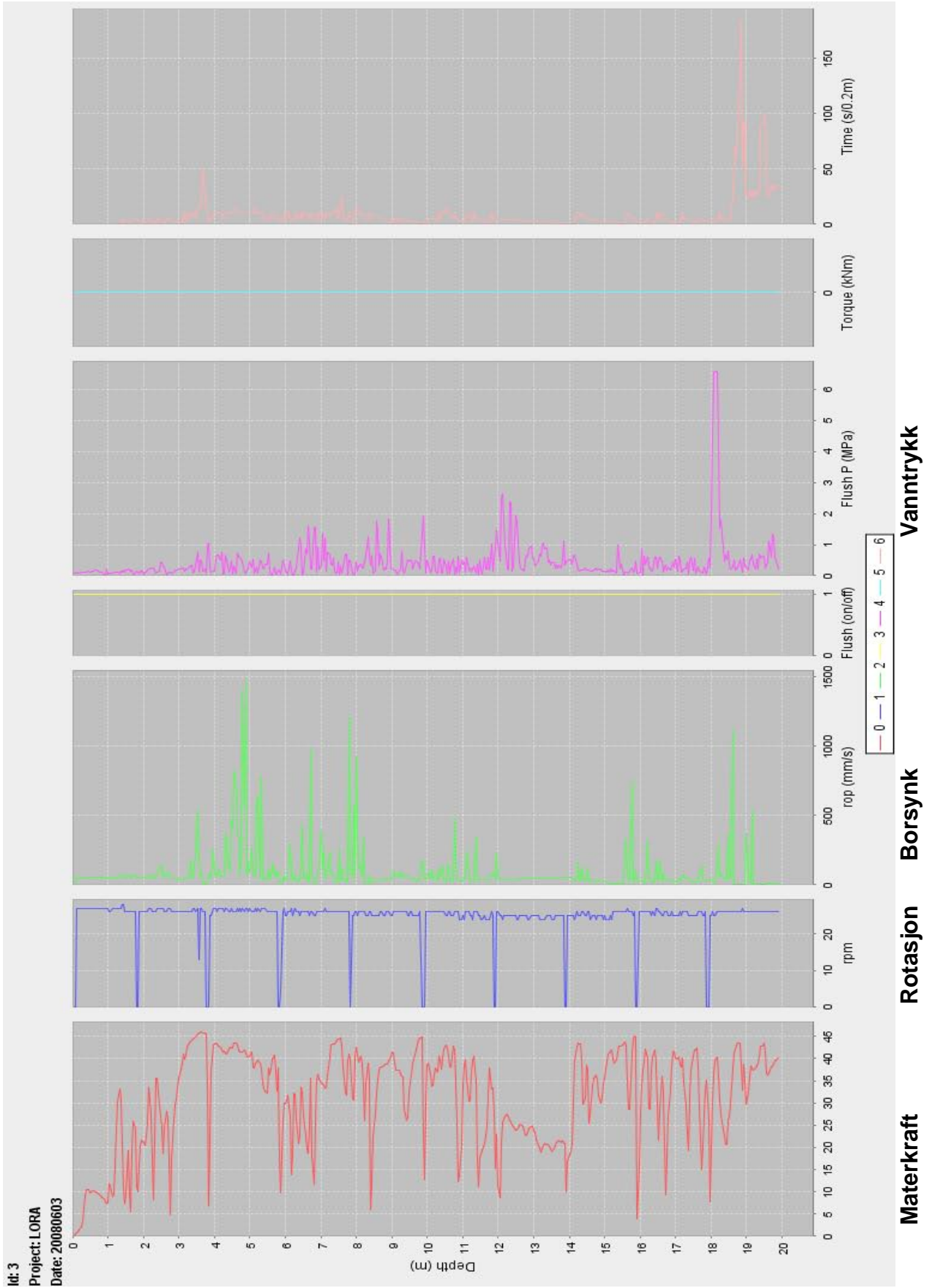
Målestokk 1 : 10.000

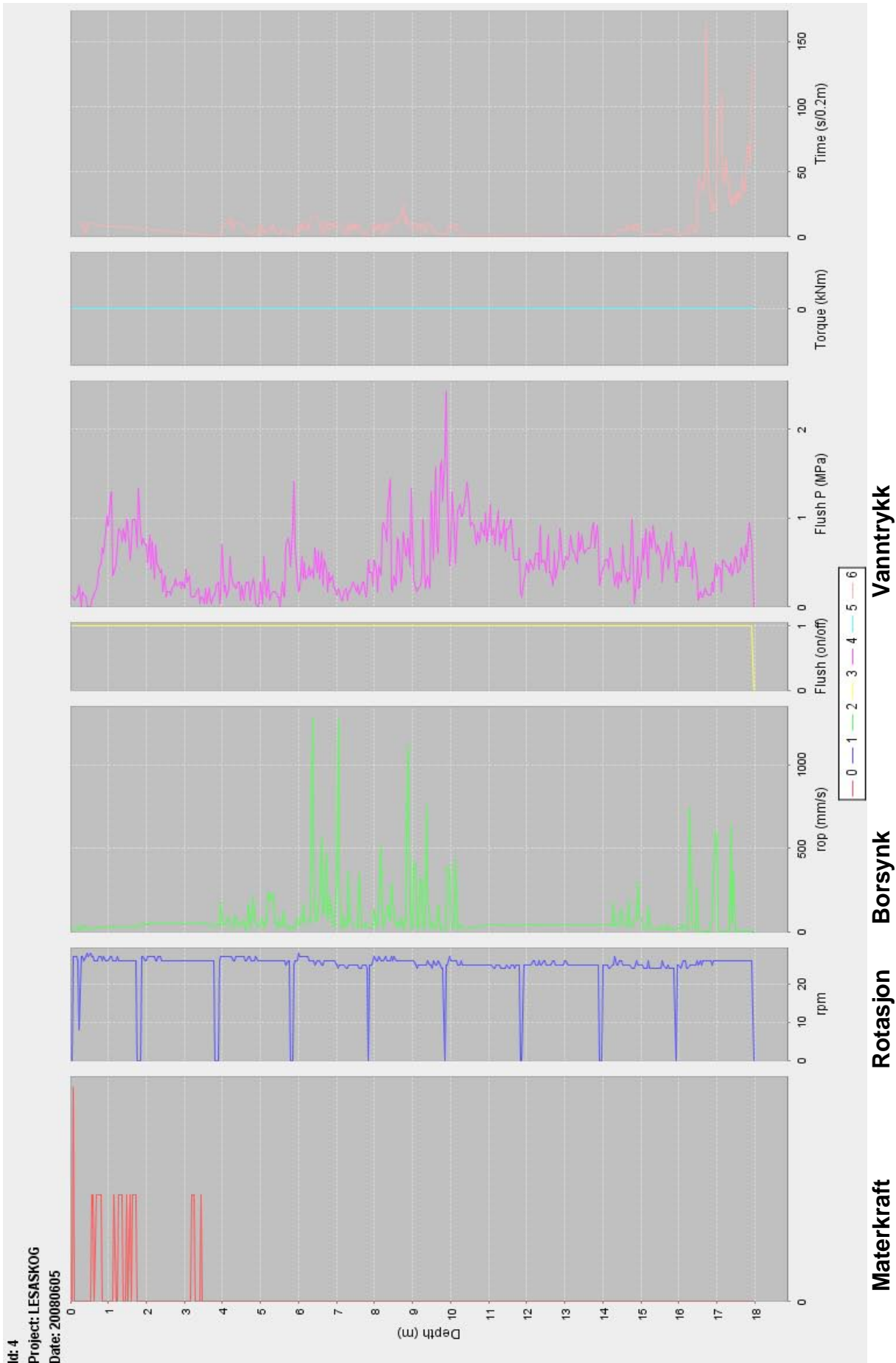
Koordinater: WGS84, UTM32

Vedlegg 1.3: Borepunkter ved Grøna





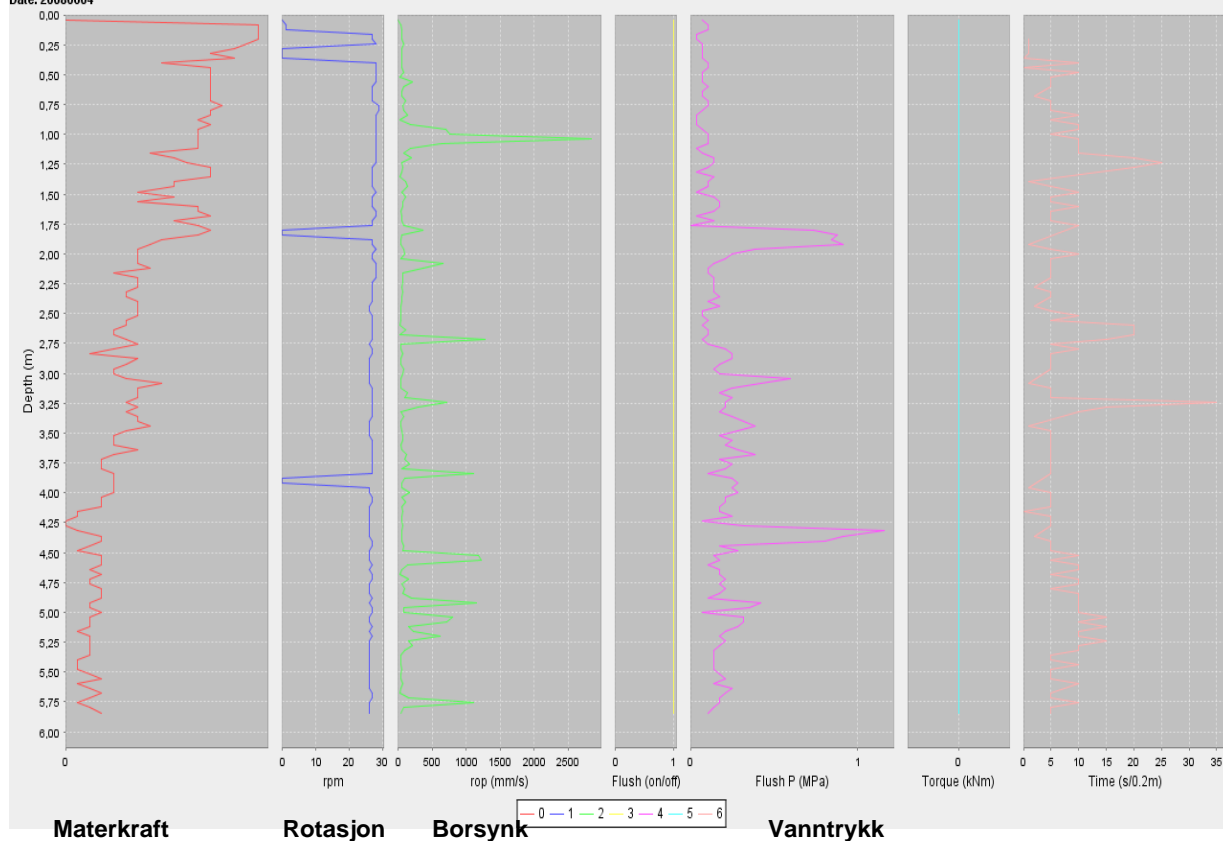




Id: 2

Project: LESASKOG

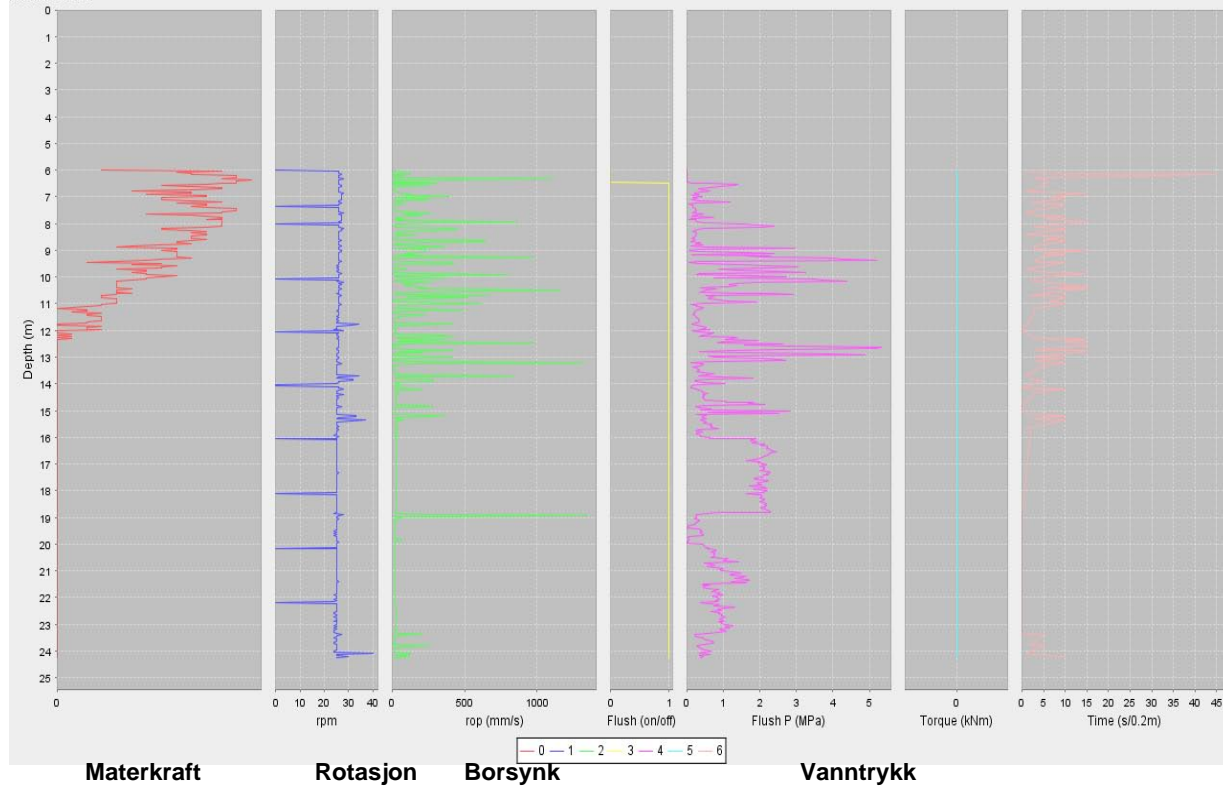
Date: 20080604

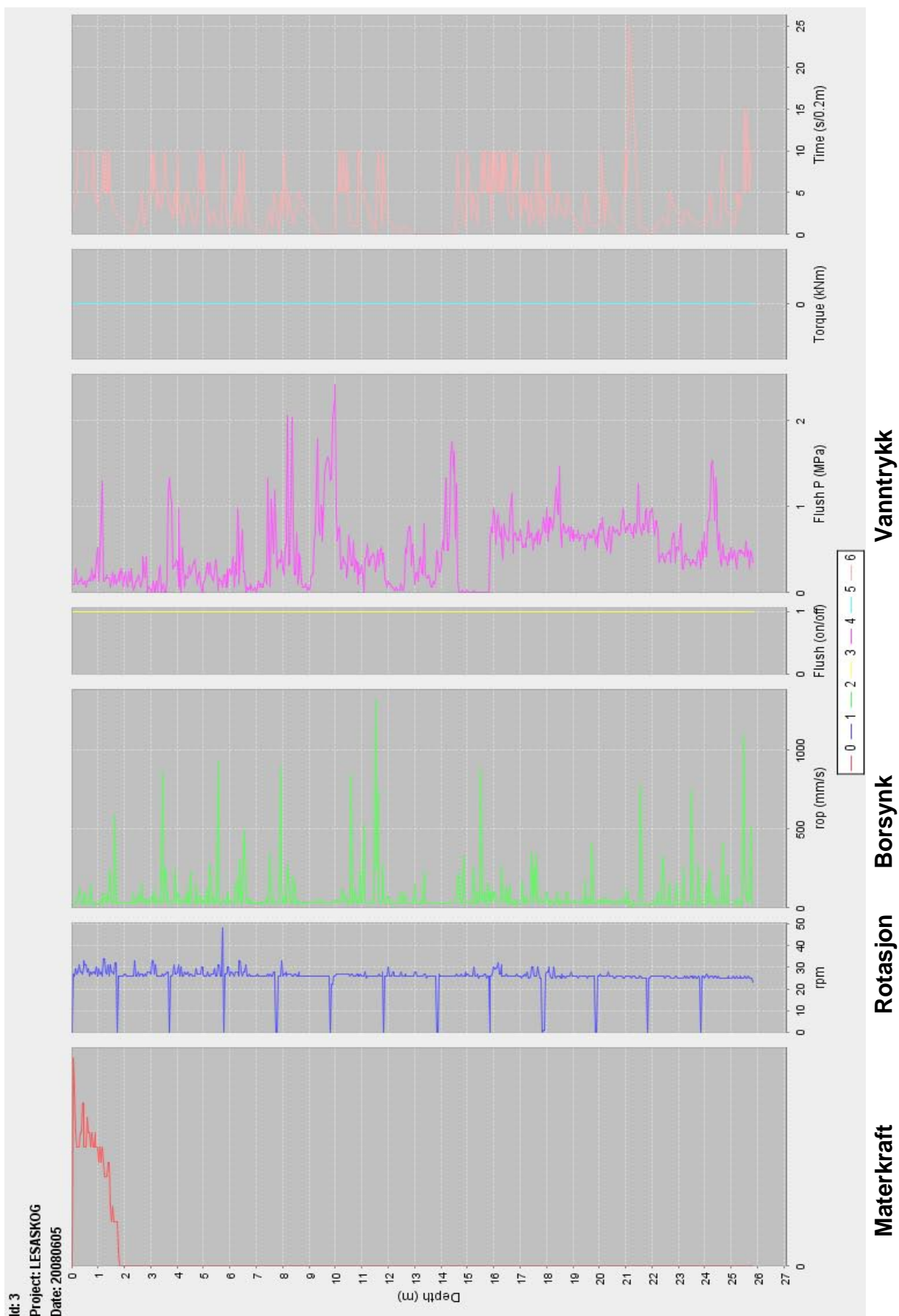


Id: 2

Project: LESASKOG

Date: 20080604





UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS-ISO 7888

INSTRUMENT TYPE : Radiometer Titralab 94 / CDM 210 Conductivity meter

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE : 0.07 mS m⁻¹

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / mS m ⁻¹	Usikkerhet
0.04 - 0.2	± 3 % rel
> 2.0	± 1 % rel

PRESISJON : Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram).
Disse kan forevises om ønskelig.

ANTALL PRØVER: 8

ANMERKNINGER:

1. Elektrisk konduktivitet ved 25° C er beregnet ved automatiske temperaturkompensasjon. Temperatur verdier oppgitt i tabellen tilsvarer prøvetemperatur under måling.
Resultat angis mS/m (1mS/m=10 µS/cm) med tre gjeldende siffer
2. Resultater mindre enn 1 mS/m kan bli påvirket av atmosfærisk karbondioksyd og ammoniakk

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Ferdig analysert	27. juni 2008	Tomm Berg
	Dato	OPERATØR

BESTEMMELSE AV LEDNINGSEVNE
VANN
ANALYSEKONTRAKTNR. 2008.0173



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 11
Telefaks: 73 92 16 20



Analysedato	Prøvetatt	Prøve id.	Lokalitet	Kommune	Ledn.-evne mS/m	Temp. °C
25.06.2008	20080603	1 - Bh 2 4- 6 m	Lora	Lesja	3,17	21,7
"	20080603	2 - Bh 3 6- 8 m	Lora	Lesja	4,18	21,8
"	20080603	3 - Bh 3 8-10 m	Lora	Lesja	3,63	21,8
"	20080605	4 - Bh 4 6- 8 m	Lora	Lesja	1,93	21,8
"	20080604	5 - Bh 1 6- 8 m	Grøna	Lesja	2,69	21,9
"	20080604	6 - Bh 1 10-12 m	Grøna	Lesja	2,24	21,9
"	20080605	7 - Bh 3 4- 6 m	Grøna	Lesja	1,91	22,0
"	20080605	8 - Bh 3 12-14 m	Grøna	Lesja	1,93	22,0

BESTEMMELSE AV pH OG ALKALITET
VANN
ANALYSEKONTRAKTNR. 2008.0173



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 11
Telefaks: 73 92 16 20



pH: UTFØRES ETTER NORSK STANDARD -NS 4720

ALKALITET: UTFØRES ETTER NGU-SD 3.7B (følger tidligere NS 4754)

INSTRUMENT TYPE : Radiometer Titralab 94 / Glasselektrode pHc 2701-8 "Red Rod"

PARAMETER	NEDRE BESTEMMELSES GRENSE	ANALYSEUSIKKERHET		
		Måleområde	Usikkerhet	
pH	-	-	+ 0.05 pH units	
Alkalitet	0.04 mmol l ⁻¹	0.04 - 0.2 mmol l ⁻¹	± 0.02 mmol l ⁻¹	± 0.04 mmol l ⁻¹
		0.2 - 2.0 mmol l ⁻¹	± 5.0 % rel.	± 4.0 % rel.
		> 2.0 mmol l ⁻¹	± 4.3 % rel.	± 1.0 % rel.

PRESISJON : Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram).
Disse kan forevises om ønskelig.

ANTALL PRØVER: 8

ANMERKNINGER: Ingen

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Ferdig analysert	27. juni 2008	Tomm Berg
	Dato	OPERATØR

BESTEMMELSE AV pH OG ALKALITET
VANN
ANALYSEKONTRAKTNR. 2008.0173



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 11
Telefaks: 73 92 16 20



Analysedato	Prøvetatt	Prøve id.	Lokalitet	Kommune	pH pH	t-alkalitet mmol/l
25.06.2008	20080603	1 - Bh 2 4- 6 m	Lora	Lesja	6,65	0,13
"	20080603	2 - Bh 3 6- 8 m	Lora	Lesja	7,10	0,22
"	20080603	3 - Bh 3 8-10 m	Lora	Lesja	6,93	0,15
"	20080605	4 - Bh 4 6- 8 m	Lora	Lesja	7,06	0,16
"	20080604	5 - Bh 1 6- 8 m	Grøna	Lesja	6,61	0,13
"	20080604	6 - Bh 1 10-12 m	Grøna	Lesja	6,87	0,11
"	20080605	7 - Bh 3 4- 6 m	Grøna	Lesja	6,67	0,09
"	20080605	8 - Bh 3 12-14 m	Grøna	Lesja	6,82	0,09

INSTRUMENT TYPE : **DIONEX IONEKROMATOGRAF 120 DX**

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE :

F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ^{-*}	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
0.05 mg/l	0.1 mg/l	0.05 mg/l	0.1 mg/l	0.05 mg/l	0.2 mg/l	0.1 mg/l

(1 mg/l = 1 ppm)

ANALYSEUSIKKERHET : ± 10 rel. % for alle ionene

*) NGU-lab er ikke akkrediter for NO₂⁻

PRESISJON : Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram).
Disse kan forevises om ønskelig.

ANTALL PRØVER: 8

ANMERKNINGER: Ingen

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Ferdig analysert	25. jun. 2008	Bente Kjøsnes
	Dato	OPERATØR

Prøve id.	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Lora Bh 2, VP2, 4-6m	0,11	1,00	< 0.05	< 0.1	2,08	0,28	4,67
Lora Bh 3, VP2, 6-8m	0,15	0,93	< 0.05	< 0.1	0,74	< 0.2	5,69
Lora Bh 3, VP3, 8-10m	0,21	1,03	< 0.05	< 0.1	1,56	< 0.2	6,67
Lora Bh 4, VP6, 6-8m	0,18	0,59	< 0.05	< 0.1	0,57	< 0.2	1,33
Grøna Bh 1, VP4, 6-8m	0,19	1,02	< 0.05	< 0.1	2,85	< 0.2	2,81
Grøna Bh 1, VP5, 10-12m	0,10	0,62	< 0.05	< 0.1	0,85	0,22	3,00
Grøna Bh 3, VP5, 4-6m	0,08	0,87	< 0.05	< 0.1	0,65	< 0.2	2,25
Grøna Bh 3, VP6, 12-14m	0,10	0,72	< 0.05	< 0.1	0,62	< 0.2	2,73

INSTRUMENT TYPE : Perkin Elmer Optima 4300 Dual View

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER VANNANALYSER (LLQ)

(For vannprøver som tynnes, blir deteksjonsgrensene automatisk omregnet)

Si mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Ti mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	Na mg/l	K mg/l	Mn mg/l	P mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	V mg/l
0,02	0,02	0,002	0,001	0,05	0,02	0,05	0,5	0,001	0,05	0,005	0,002	0,005	0,005	0,001	0,005
Mo mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Ba mg/l	Sr mg/l	Zr mg/l	Ag mg/l	B mg/l	Be mg/l	Li mg/l	Sc mg/l	Ce mg/l	La mg/l	Y mg/l	As mg/l	Sb mg/l
0,005	0,0005	0,002	0,002	0,001	0,002	0,005	0,02	0,001	0,005	0,001	0,02	0,005	0,001	0,01	0,005

(1 mg/l = 1 ppm)

ANALYSEUSIKKERHET :

i) nedre måleområdet (LLQ-5*LLQ) :

± 50 rel. %: As, Sb (S, Se, Sn) ± 37.5 rel. %: K, Pb

± 25 rel. %: Ag, Al, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, La, Li, Mg, Mo, Mn, Na, Ni, P, Si, Sc, Sr, Ti, V, Y, Zn, Zr

ii) > 5*LLQ :

± 20 rel. %: As, Sb (S, Se, Sn) ± 15 rel. %: K, Pb

± 10 rel. %: Ag, Al, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, La, Li, Mg, Mo, Mn, Na, Ni, P, Si, Sc, Sr, Ti, V, Y, Zn, Zr

Det er her oppgitt usikkerhet med dekningsfaktor 2 (jfr. 2 standard avvik), noe som da korresponderer med et konfidensintervall på 95 %

PRESISJON : Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

ANTALL PRØVER: 8

ANMERKNINGER: Ingen

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Ferdig analysert	18-jun-08	Ellen M. Holm
	Dato	OPERATØR

Prøve id.	Si [mg/L]	Al [mg/L]	Fe [mg/L]	Ti [mg/L]	Mg [mg/L]	Ca [mg/L]	Na [mg/L]	K [mg/L]	Mn [mg/L]	P [mg/L]	Cu [mg/L]	Zn [mg/L]	Pb [mg/L]	Ni [mg/L]	Co [mg/L]	V [mg/L]
Lora Bh 2, VP2, 4-6m	2,76	0,144	0,0534	0,0031	0,374	2,94	1,93	0,85	0,0075	<0,05	<0,005	0,0034	<0,005	<0,005	<0,001	<0,005
Lora Bh 3, VP2, 6-8m	2,90	0,157	0,0820	0,0055	0,450	2,52	4,13	1,74	0,0598	<0,05	<0,005	<0,002	<0,005	<0,005	<0,001	<0,005
Lora Bh 3, VP3, 8-10m	2,42	0,046	0,0258	0,0013	0,359	2,97	2,83	0,81	0,0103	<0,05	<0,005	0,0072	<0,005	<0,005	<0,001	<0,005
Lora Bh 4, VP6, 6-8m	2,50	0,030	0,0096	<0,001	0,302	2,60	1,37	0,76	0,0022	<0,05	<0,005	0,0023	<0,005	<0,005	<0,001	<0,005
Grøna Bh 1, VP4, 6-8m	3,11	0,746	0,578	0,0365	0,388	1,35	1,50	1,54	0,0293	<0,05	<0,005	<0,002	<0,005	<0,005	<0,001	<0,005
Grøna Bh 1, VP5, 10-12m	2,23	<0,02	0,0061	<0,001	0,231	2,09	1,13	0,60	0,0016	<0,05	<0,005	<0,002	<0,005	<0,005	<0,001	<0,005
Grøna Bh 3, VP5, 4-6m	2,52	0,212	0,0919	0,0074	0,270	1,75	1,08	0,64	0,0066	<0,05	<0,005	<0,002	<0,005	<0,005	<0,001	<0,005
Grøna Bh 3, VP6, 12-14m	2,08	0,025	0,0137	<0,001	0,235	1,80	1,04	0,52	0,0026	<0,05	<0,005	<0,002	<0,005	<0,005	<0,001	<0,005

Prøve id.	Mo [mg/L]	Cd [mg/L]	Cr [mg/L]	Ba [mg/L]	Sr [mg/L]	Zr [mg/L]	Ag [mg/L]	B [mg/L]	Be [mg/L]	Li [mg/L]	Sc [mg/L]	Ce [mg/L]	La [mg/L]	Y [mg/L]	As [mg/L]	Sb [mg/L]
Lora Bh 2, VP2, 4-6m	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0058	0,0261	<0.002	<0.005	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02	<0.005	<0.001	<0.01	<0.005
Lora Bh 3, VP2, 6-8m	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0057	0,0275	<0.002	<0.005	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02	<0.005	<0.001	<0.01	<0.005
Lora Bh 3, VP3, 8-10m	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0033	0,0206	<0.002	<0.005	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02	<0.005	<0.001	<0.01	<0.005
Lora Bh 4, VP6, 6-8m	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0025	0,0123	<0.002	<0.005	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02	<0.005	<0.001	<0.01	<0.005
Grøna Bh 1, VP4, 6-8m	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0088	0,0111	<0.002	<0.005	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02	<0.005	0,0010	<0.01	<0.005
Grøna Bh 1, VP5, 10-12m	<0.005	<0.0005	<0.002	<0.002	0,0092	<0.002	<0.005	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02	<0.005	<0.001	<0.01	<0.005
Grøna Bh 3, VP5, 4-6m	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0047	0,0084	<0.002	<0.005	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02	<0.005	<0.001	<0.01	<0.005
Grøna Bh 3, VP6, 12-14m	<0.005	<0.0005	<0.002	<0.002	0,0081	<0.002	<0.005	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02	<0.005	<0.001	<0.01	<0.005

Foreslag for en testbrønn ved borepunkt Grøna 3/08

