

**Resultater av pumpetest og geotekniske utfordringer ved masseutskiftning av myr med svart- og alunskifer på Rv 4.**



## Rv. 4 Gran grense – Jaren

- 15.5.2012: Søknad til Kliff om fravik fra forurensningsforskriftens § 2-5 ved nyttiggjøring av utsprenge alunskifermasser til masseutskifting av myr.
- 27.9.2013: Tillatelse fra MD til graving i alunskifer og bruk av alunskifermasser til oppbygging av veg
- 32 Vilkår for tillatelsen.
- 2.12.2013: SVV sender svar på vilkår.
- 8 vedlegg til svaret:
  1. Beredskapsplan i forbindelse med planlagt håndtering av alunskifer.
  2. Grunnlag for interne grenseverdier.
  3. Kjemiske forhold i masselager.
  4. Overvåkningsprogram.
  5. Revidert ROS- analyse.
  6. Rigg og marksikringsplan Rv. 4 Gran.
  7. Tiltaksplan Hydrologi.
  8. Utslippstillatelse fra Fylkesmannen.
  9. YM-plan Rv. 4 Gran
- 22.1.2014 Svar fra MD der de ønsker en vurdering av avrenning på sprekker.
- 18.3.2014 Svar fra SVV med eget notat om strømning på sprekker m.m.
- 18.3.2014 Tillatelse i orden.

+ En tilsvarende prosess med Statens Strålevern.

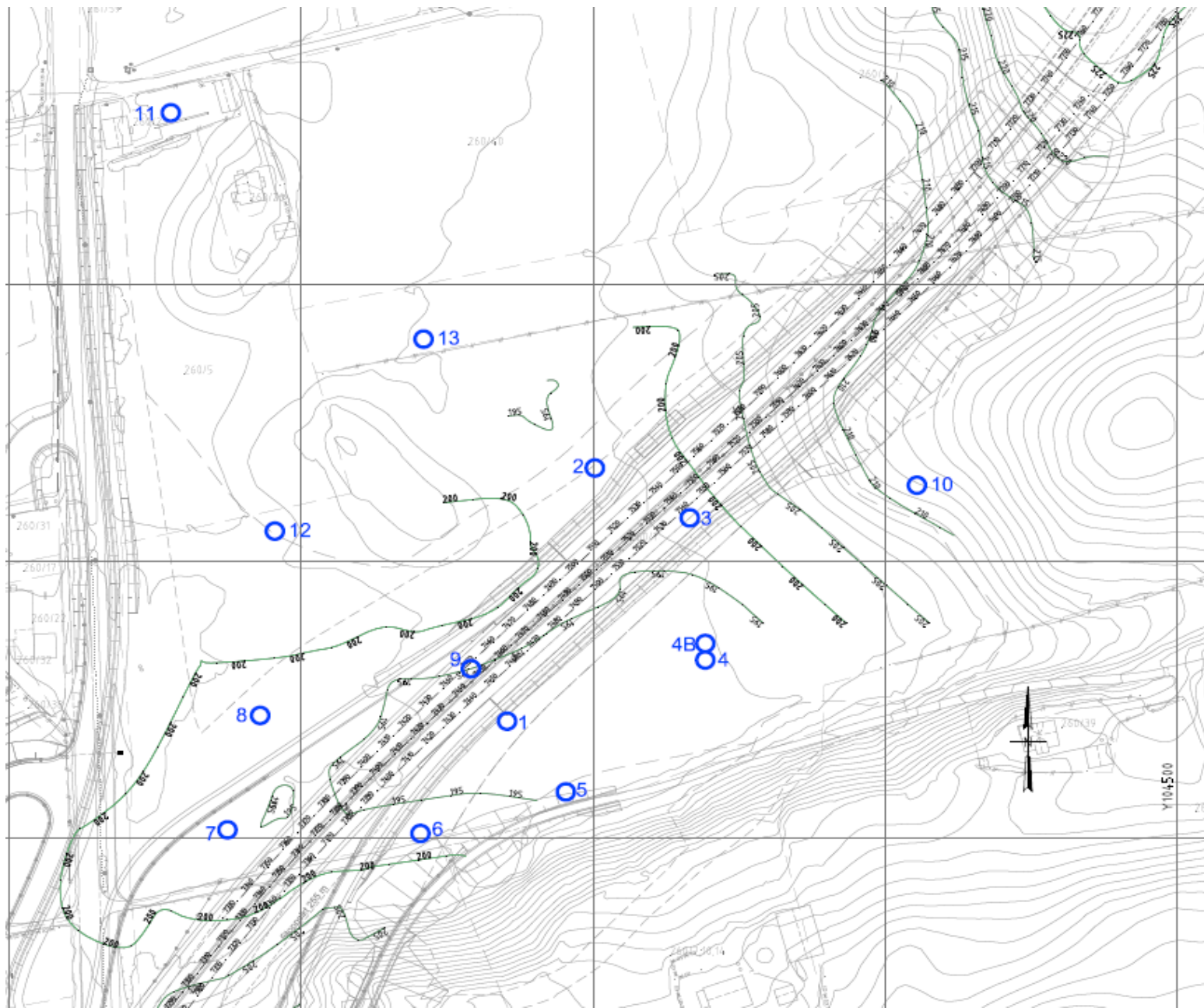
## Hvorfor gjennomføre en pumpetest ?

- Undersøke de hydrologiske egenskapene til løsmassene i og rundt området som skal masseutskiftes.
- Hydraulisk konduktivitet.
- Trykkgradienter.
- Strømningsforhold.



### Krav til

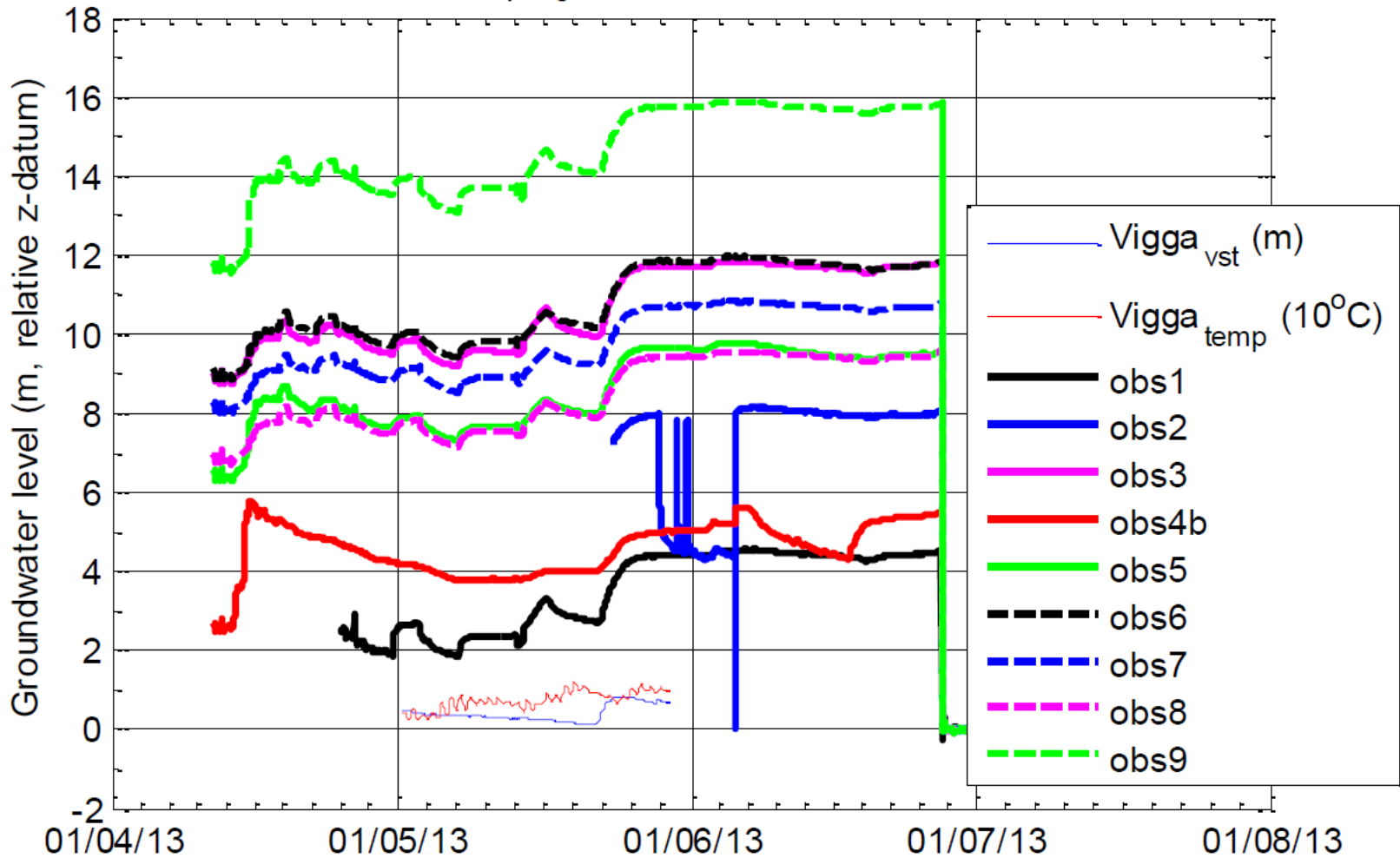
- Minimere infiltrasjon
- Lav permeabilitet

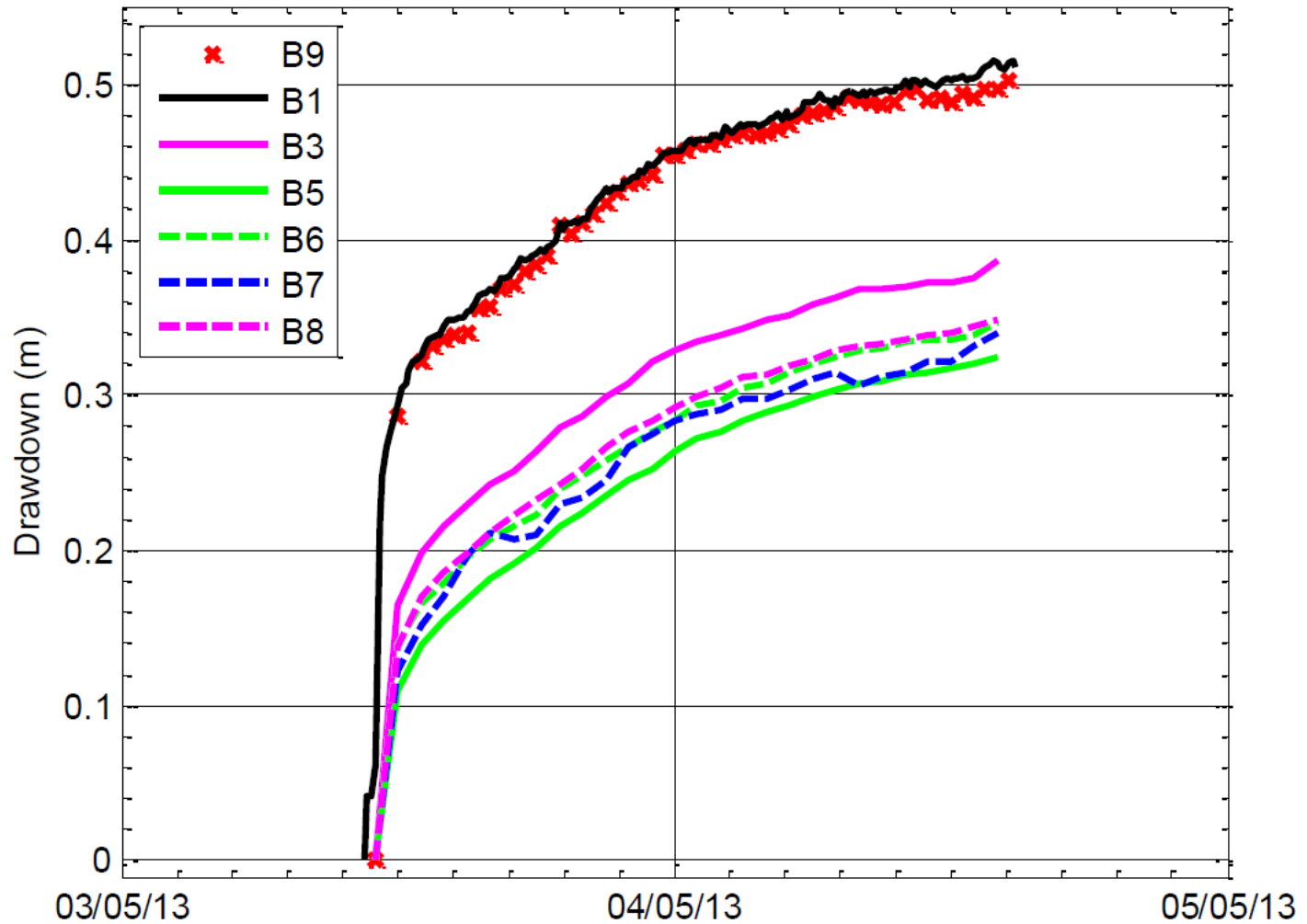


## Logg fra brønnborer

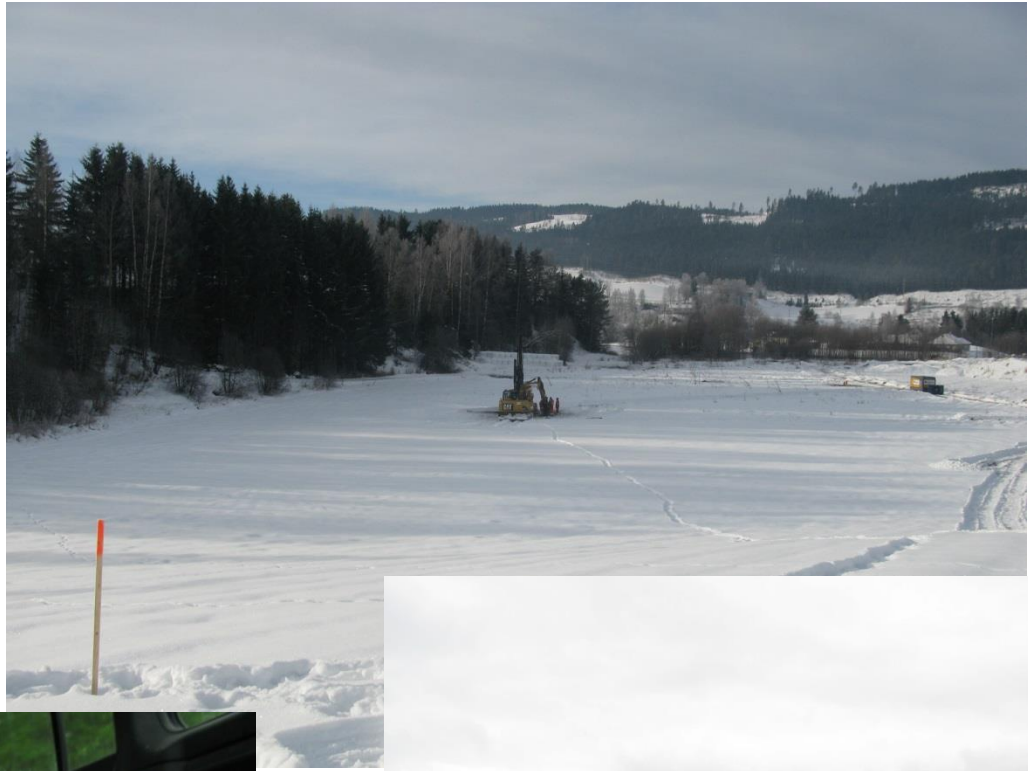
Brønn nr	Totalt dyp	Filter plassering	Divernivå	Registrert vanninnslag (L/time)	Merknad til plassering av filter	Type brønn
1	18 m	14-17,5 m	12m	500-1000/50-500	I morene/svart skifer	Pumpebrønn
2	18 m	2-8 m	17m	50-500/<50 (tørt under)	I myrjord med sand/leire	Pumpebrønn/Observasjonsbrønn
3	18 m	11-17,5 m	14,5m	<50/>1000	I morene/ svart skifer	Observasjonsbrønn
4	46 m	2-6,5 m 19-30 m	20m	<50/>1000 <50/<50/>1000	Fuktig myrjord/fin sand Leire m stein/morene/svart skifer	Pumpebrønn/Observasjonsbrønn
4B	8,3 m	2-7 m	7,5m	<50/50-500/<50	I myrjord/sand/leire	Observasjonsbrønn
5	13,55 m	9-13 m	11,5m	50-500/50-500	I morene og skifer	Observasjonsbrønn
6	14,55 m	9,5-14 m	14m	<50/50-500	I morene/svart skifer	Observasjonsbrønn
7	13,3 m	4-13 m	12,8m	50-500/500-1000	I mørk leire/skifer	Observasjonsbrønn
8	15,2 m	4-14 m	13,2m	50-500/500-1000	I mørk leire/skifer	Observasjonsbrønn
9	18 m	11,5-17,7 m	17m	500-1000/>1000	I morene og skifer	Observasjonsbrønn
10	8 m	1-7,5 m		tørt heile vegen	I stein, jord/sand/stein/sand & svart/grå skifer	Permanent brønn
11	6 m	1-5,7 m		tørt?/<50/50-500	Jord, grå leire & fjell	Permanent brønn
12	6 m	1-5,7 m		tørt heile vegen	Fyllmasse/ brun leire/ fjell	Permanent brønn
13	18 m	1-16,5 m		50-500/500-1000/500-1000/500-1000/>1000	Myrjord/grå leire og silt/leire/morene/ svart skifer (sprekker)	Permanent brønn

- Logging av vannstand fra 11. mars – 27. juni 2013.
- Vårløsning og pumping fra 4 brønner.





Figur 3. Grunnvannssenkning i bunnmorene/topp fjell som følge av pumping i brønn B9. Ulik avstand fra pumpebrønnen forklarer meste-parten av forskjellene i senkningsdataene.





## Viktige resultater fra pumpetesten

- Vannstand i tre ulike nivåer, overflate, torv og fjell.
- Lang oppholdstid på vann i fjell.
- Brønner med filter i torv og siltige masser reagerte lite på pumping i fjell.
- Rask respons på pumping i alle fjellbrønner.
- Et øvre sand-lag var kun en lomme og ikke et gjennomgående lag.

**Anlegg:** enkelt å senke grunnvann i torv og siltige masser  
 verre å senke grunnvann i fjell.

**Permanent masselager:** lang oppholdstid for fjellvann indikerer  
 gode betingelser for lagring av  
 alun- og svartskifer.

**Analyser av vannprøver med hensyn på totalkjemi**



ELEMENT	SA MPL E	B1 Gr.vann/overfl. vann	B2 Gr.vann/overfl. vann
Ca (Kalsium)	mg/l	66,9	101
Fe (Jern)	mg/l	0,0149	0,235
K (Kalium)	mg/l	1,59	3,54
Mg (Magnesium)	mg/l	7,76	5,02
Na (Natrium)	mg/l	13,4	4,58
Al (Aluminium)	µg/l	3,23	86,6
As (Arsen)	µg/l	2	0,554
Ba (Barium)	µg/l	169	55,3
Cd (Kadmium)	µg/l	0,0328	0,0874
Co (Kobolt)	µg/l	0,127	2,43
Cr (Krom)	µg/l	0,0329	0,24
Cu (Kopper)	µg/l	3,51	6,93
Hg (Kvikksølv)	µg/l	<0.002	<0.002
Mn (Mangan)	µg/l	203	114
Mo (Molybden)	µg/l	23,3	8,5
Ni (Nikkel)	µg/l	1,38	7,35
P (Fosfor)	µg/l	2,95	30,7
Pb (Bly)	µg/l	1,11	2,34
Si (Silisium)	mg/l	3,71	2,58
Sr (Strontium)	µg/l	633	510
Zn (Sink)	µg/l	10,4	9,03
V (Vanadium)	µg/l	0,0581	0,684
B (Bor)	µg/l	28,2	89,6
Th (Thorium)	µg/l	<0.02	0,0359
U (Uran)	µg/l	13,9	0,603
S-total	mg/l	10,3	42,8
Sulfat (SO4)	mg/l	31,4	133
Nitrat-N (NO3-N)	mg/l	0,794	<0.060
Ammonium- N (NH4-N)	mg/l	0,14	0,306
N-total	mg/l	1,55	1,94
Fosfat-P (ortofosfat- P)	mg/l	<0.010	<0.010
P-total	mg/l	0,037	0,063
Klorid (Cl-)	mg/l	6,64	13,3
TOC	mg/l	1,59	25,6
pH		7,88	6,45

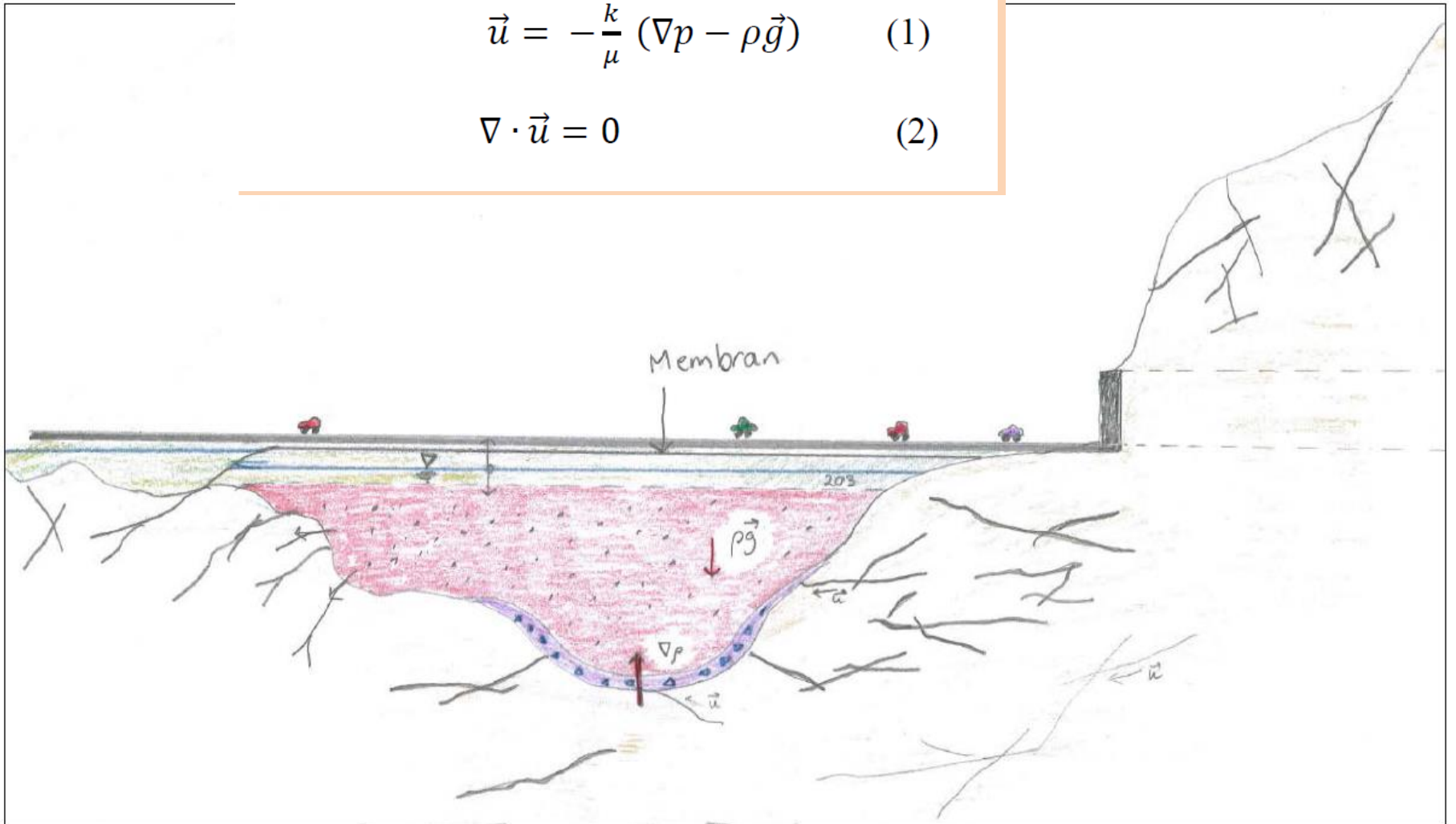
## Konklusjon basert på hydrologiske betraktninger

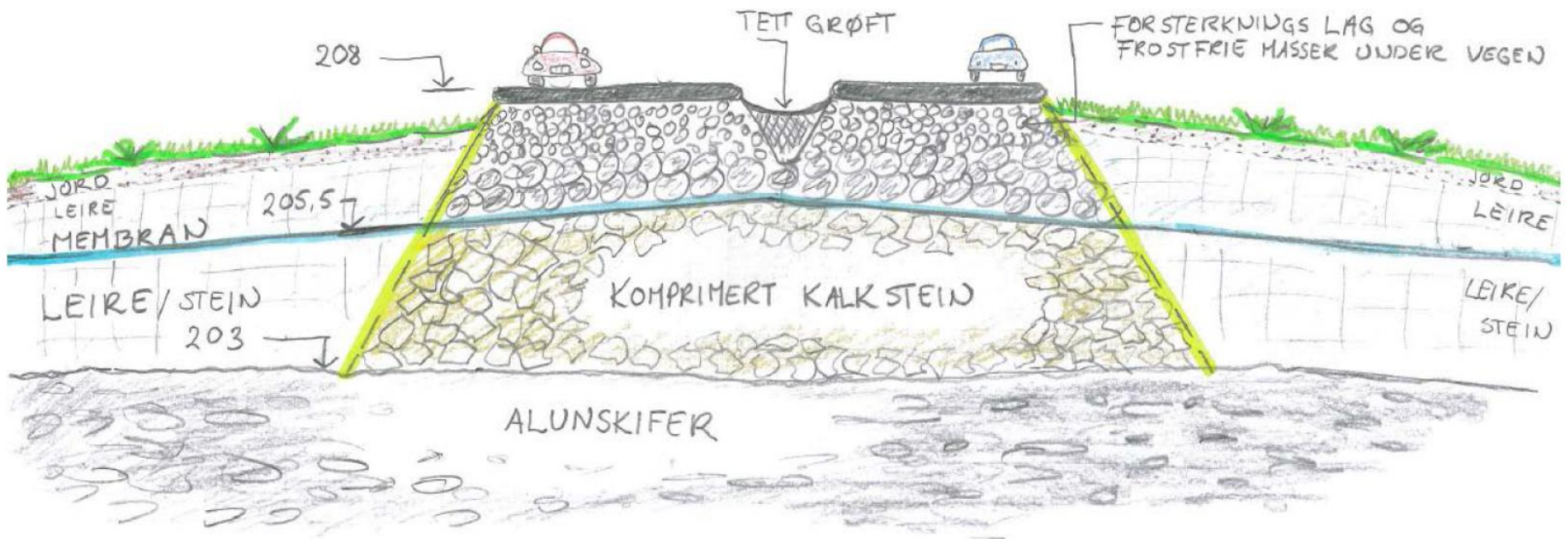
Pumpetesten viste at på grunn av de tette leire-, silt- og torvmassene over en vesentlig mer permeabel morene og fjell vil strømningsgradientene i løsmassene være rettet oppover mot overflaten. Grunnvannstrykket i bunnmorene og topp fjell skyldes infiltrasjon fra snøsmelting og nedbør i fjellssidene samt den topografiske forskjellen. Dette gir et strømningsmønster i grunnvannet med lange oppholdstider og der grunnvannet i bunnmorenen og toppen av fjellet vil fylle masselageret med vann til et nivå som tilsvarer trykkehøyden i dette laget.

Membran over og drenering rundt de utlagte massene vil minimere direkte infiltrasjon. Dette kan føre til at vann-nivået i massene rundt blir liggende høyere enn vann-nivået under membranen. Så lenge vanntrykket i de naturlige massene rundt er høyere enn trykket i de utlagte massene vil det ikke være strømning ut av de utlagte massene.

$$\vec{u} = -\frac{k}{\mu} (\nabla p - \rho \vec{g}) \quad (1)$$

$$\nabla \cdot \vec{u} = 0 \quad (2)$$





En prinsippskisse for oppbygging av veg og sideterreng, skissen er ikke i målestokk

# Profil 7565

Kote

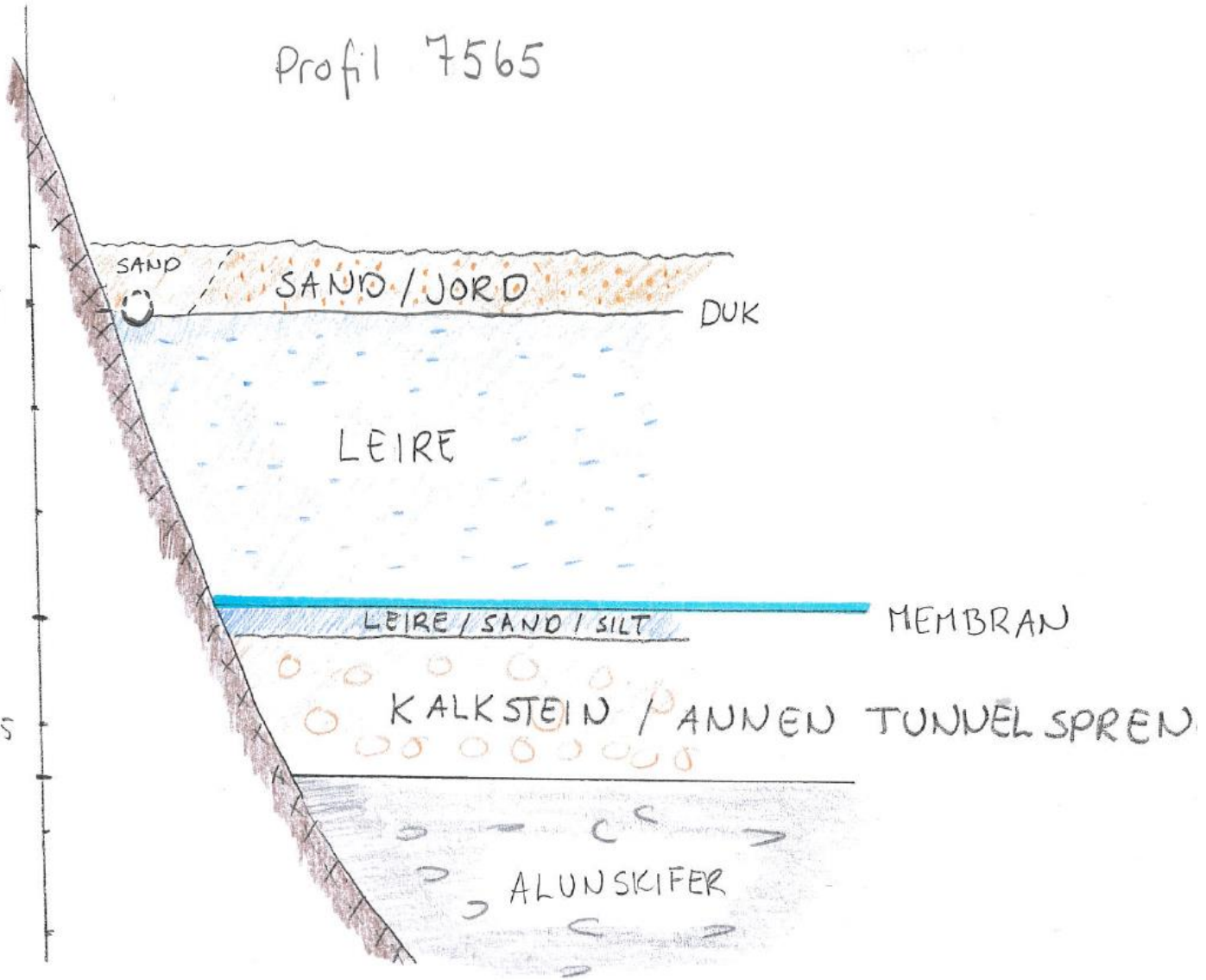
208

207,5

204,5

203,5

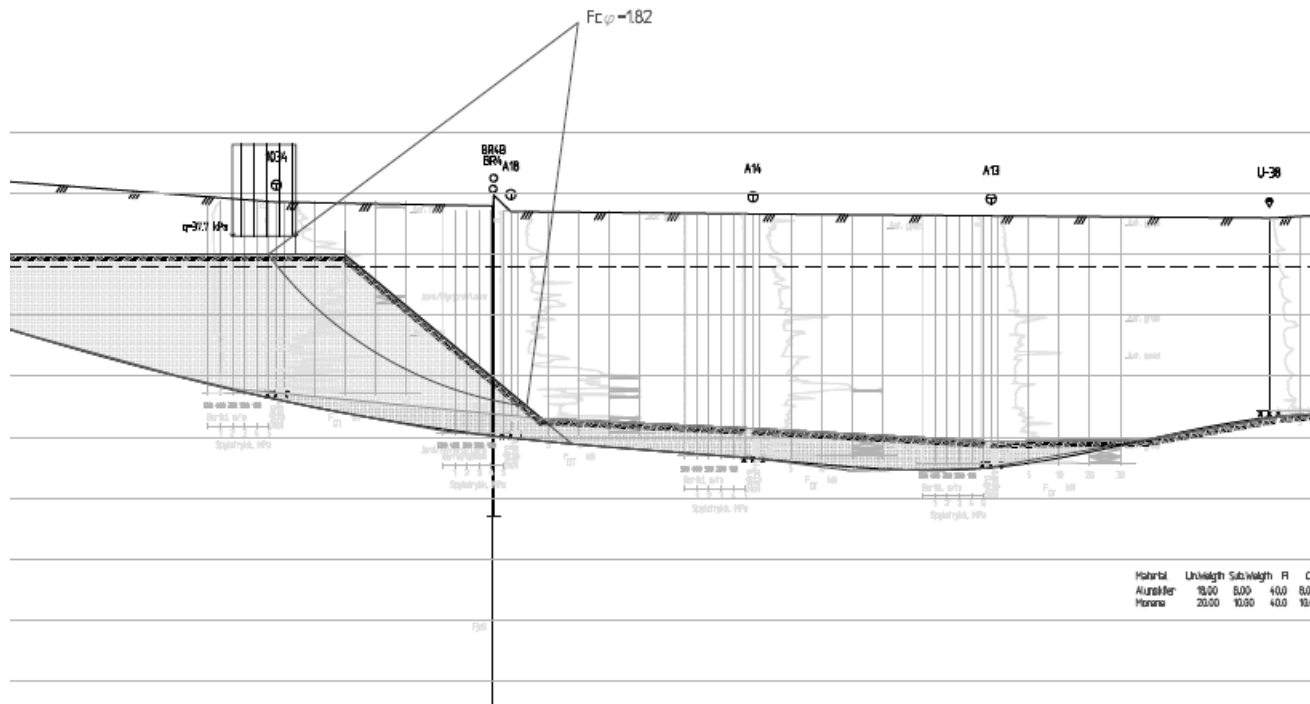
203

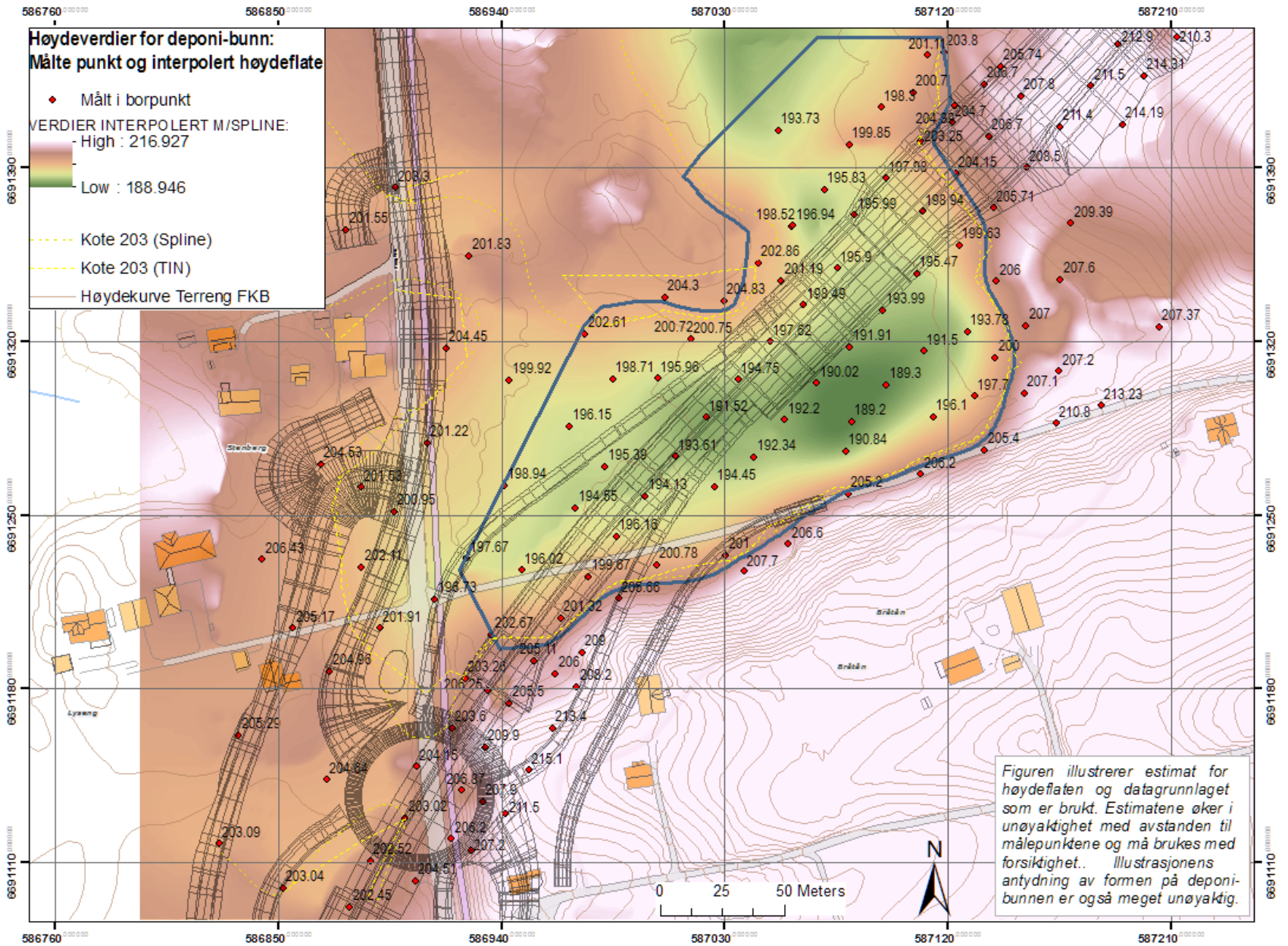


# Geotekniske utfordringer

- Masseutskifting av rundt 200 000 m<sup>3</sup> masser.
- Logistikk og stabilitet.
- Utgraving, fortrenging, fortrenging med sprengning.
- Komprimering.

Ekstra utfordring her: Alunskifer og bløte masser









Stabilitet av graveskråninger





## Status 1. juni 2014

- Har masseutskiftet ca. 9 salver svartskifer av typen Galgeberg.
- NCC ønsker å senke grunnvannet til kote 200 og grave ut massene.
- Alternativt fortrenge de dypeste massene.
- Vekt av utlagt fylling, ikke sprengning.
- Har ennå ikke kommet inn til alunskiferen.
- Seksjonsvis utgraving.
- Fokus på stabile graveskråninger.
- Mellomlagring av siltige masser til tørking.
- Vurderer hele tiden type komprimering: forbelastning, fall-lodd

Kontinuerlig oppfølging av volum brukt / volum tilegnelig og porøsitet

