

## Bioforsk Rapport

Vol. 4 Nr. 74 2009

# Vurdering av brønnlokalisering for

## Hallangspollens Vel, Frogn kommune i Akershus

Nils-Otto Kitterød og Paul Andreas Aakerøy

Bioforsk Jord og miljø







Hovedkontor  
Frederik A. Dahls vei 20,  
1432 Ås  
Tel.: 03 246  
Fax: 63 0092 10  
post@bioforsk.no

Bioforsk Jord og miljø  
Frederik A. Dahls vei 20  
1432 Ås  
Tlf: 03 246  
Faks: 63 00 94 10  
jord@bioforsk.no

<i>Tittel/Title:</i> Vurdering av brønnlokalisering for Hallangspollens Vel, Frogn kommune i Akershus
<i>Forfatter(e)/Autor(s):</i> Nils-Otto Kitterød og Paul Andreas Aakerøy

<i>Dato/Date:</i> 12.05.2009	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> 2110383	<i>Arkiv nr./Archive No.:</i> -
<i>Rapport nr./Report No.:</i> 4(74) 2009	<i>ISBN-nr.:</i> 978-82-17-00510-0	<i>Antall sider</i> 20	<i>Antall vedlegg</i> 7

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Hallangspollens Vel	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Lars Bergersen
---	--

<i>Stikkord/Keywords:</i> Berggrunnsgeologien i Frogn kommune, vann i fast fjell, vannforsyning til privat vannverk. Hardrock geology in Frogn municipality, water in hard rocks, water supply to private water work.	<i>Fagområde/Field of work:</i> Geologi og hydrologi Hydrology and geology
---	--

*Oppsummering*  
Hallangspollens Vel driver et privat vannverk for hytteeiere i Frogn kommune i Akershus. Vannverket pumper vann fra 4 borebrønner i fjell. Det er ønske om å utvide vannkapasiteten med en ny borebrønn. I denne rapporten foreslås alternative lokaliseringer av en ny borebrønn. Det gis en kort hydrogeologisk begrunnelse for hver av de fem lokaliseringene. Vurderingene i denne rapporten er basert på opplysninger fra Hallangspollens Vel samt tilgjengelig informasjon fra brønn databasen til Norges geologiske undersøkelse (NGU). Endelig lokalisering fastsettes etter feltbefaring, gjerne i samråd med et brønnboringsfirma.

<i>Land/fylke:</i>	Norge/Akershus
<i>Kommune:</i>	Frogn
<i>Sted/Lokalitet:</i>	Hallangspollen

Godkjent

Eva Skarbøvik, Forskningsjef

Nils-Otto Kitterød, prosjektleder

## Forord

---

Hallangspollen Vel driver et privat vannverk med råvann fra 4 borebrønner. Sommeren 2009 planlegger vannverket å utvide kapasiteten med en ekstra borebrønn. Bioforsk Jord og miljø fikk i oppdrag å vurdere alternative plasseringer av en ny borebrønn. Borebrønnen bør plasseres i nærheten av vannmagasinet som fordeler vannet til hyttene (fig. 1). Denne rapporten er basert på informasjon fra Hallangspollen Vel samt tilgjengelig informasjon fra Norges geologiske undersøkelses (NGUs) brønndatabase GRANADA, samt bergrunnsgeologisk kart og flyfoto fra Statens kartverk. Alternative plasseringer av en ny borebrønn er foreslått i nærheten av lokale svakhetssoner, forkastninger eller bergartsgrenser. Arbeidet ved Bioforsk Jord og miljø er foretatt av Nils-Otto Kitterød (prosjektleder) og Paul Andreas Aakerøy. Kontaktperson hos Hallangspollens Vel har vært Lars Bergersen. Vi er takknemlige for all informasjon som NGU har gjort tilgjengelig gjennom brønndatabasen GRANADA.

## Innhold

---

1. Sammendrag og konklusjoner .....	6
2. Bakgrunn .....	7
3. Alternative brønnplasseringer .....	8
4. Hydraulisk ledningsevne .....	10
5. Konklusjoner .....	11
6. Referanser .....	12
7. Vedlegg: Figurer og beregninger .....	13

# 1. Sammendrag og konklusjoner

---

Det er anbefalt fem alternative plasseringer av en ny borebrønn til vannverket som drives av Hallangspollen Vel. Brønnene er foreslått lokalisert i nærheten av lokale lineamenter i berggrunnen. Lineamenter i berggrunnen er svakhetssoner, forkastninger eller bergartsgrenser som kan ha betydning for vanngiverevnen. Den lokale landhevingen i området er ca. 3 mm/år (Danielsen, 2001). Landhevingen forårsaker mikroskopiske bevegelser av sprekker i berggrunnen som bidrar til å opprettholde permeabiliteten (Rohr-Torp, 1994). Det anbefales skråboring mot lineamentene, ikke boring direkte i lineamentet. Selve lineamentet kan ofte ha lav permeabilitet, men grensesonen mot lineamentene er ofte oppskrukket og har derfor som regel en god vannledningsevne. Endelig lokalisering av borebrønnen bør foretas etter befaring i felt sammen med representant fra brønnborefirma.

Forutsatt normale nedbørsmengder (700-800 mm pr år), samt en borebrønn på 100-150 m dyp, er sannsynlig pumpekapasitet i underkant av 1000 liter pr. time i det aktuelle området. Dette anslaget er basert på pumpekapasiteten som er oppgitt i brønn databasen GRANADA ([www.ngu.no](http://www.ngu.no)). Med rimelige verdier for grunnvannssenkningen, er sannsynlig hydraulisk ledningsevne i bergarten i det aktuelle området ca.  $3 \times 10^{-7}$  m/s.

## 2. Bakgrunn

---

Hallangspollen Vel driver et privat vannverk med vann fra 4 borebrønner. Vannverket ønsker å utvide kapasiteten med en ekstra borebrønn. Bioforsk Jord og miljø har i denne rapporten vurdert alternative plasseringer av en ny borebrønn. For å unngå unødvendige kostnader ved graving og sprengning av vannledning, bør borebrønnen fortrinnsvis plasseres i nærheten av vannmagasinet som fordeler vannet til hyttene (fig. 1). Rapporten er basert på informasjon fra Hallangspollen Vel samt tilgjengelig informasjon fra brønndatabase GRANADA ([www.ngu.no](http://www.ngu.no)). I tillegg har vi benyttet informasjon fra bergrunnsgeologisk kart og flyfoto fra Statens kartverk.

### 3. Alternative brønnplasseringer

---

Følgende kriterier er lagt til grunn for plassering av ny borebrønn:

1. Avstand til vannmagasinet.
2. Avstand til bergartslineamenter.
3. Sannsynlig dyp til grunnvannspeilet.
4. Mulig påvirkning av nærliggende brønner.

Det er viktig å minimalisere kostnadene til graving og sprengning av vannledning. Samtlige alternative brønnplasseringer er foreslått innenfor en rimelig avstand til vannmagasinet (fig. 2 - 4). Kostnadene er ikke bare knyttet til overføringsavstanden, men også til grunnforholdene. Dersom det er mulig å legge rørledningen i løsmasser vil det normalt være langt billigere en utsprengning i fjell. De lokale grunnforhold bør derfor befares med tanke på rørlegging.

Det er gunstig å lokalisere en ny borebrønn i nærheten av et bergartslineament. Bergartslineamenter er forkastninger, svakhetssoner eller bergartsgrenser. De største lineamentene kan ofte være relativt tette på grunn av knusningsmineraler, men bergartsområdet som grenser til lineamentene er ofte oppsprukket. Landhevingen opprettholder permeabiliteten fordi små sprekker i berggrunnen stadig er i mikroskopisk bevegelse. Rohr-Torp (1994) påviste en statistisk sammenheng mellom landheving og permeabilitet i berggrunnen. I det aktuelle området er landhevingen ca. 3 mm/år (Danielsen, 2001), noe som bør gi brukbar vannkapasitet i de fleste brønnene (fig. 5).

Dypet til grunnvannspeilet avhenger av nedbør, topografiske forhold samt avstand til andre vannforsyningsbrønner i området. I tørkeperioder vil grunnvannet synke over store områder. Normalt er høyereliggende områder mer utsatt for store fluktuasjoner i grunnvannspeilet enn lavereliggende områder. Brønner som er lokalisert i de høyeste delene av terrenget er derfor mest utsatt for lav grunnvannsstand i tørkeperioder. I praksis betyr det at desto høyere i terrenget brønnen plasseres, desto dypere bør det bores.

Påvirkning av nærliggende brønner har også sammenheng med senkningen av grunnvannspeilet. Dersom en ny brønn bores for nær en eksisterende brønn kan dette medføre at den gamle brønnen kan få redusert pumpekapasitet.

Alternative brønn plasseringer er vist i fig. 2-4. Samtlige alternativer er plassert i samme type bergart, nemlig øyegneis og granitt. Denne bergarten er relativt stiv og gir normalt middels gode vannmengder. Nedenfor diskuteres kort de ulike alternativene.

Alternativ 1 er lokalisert ca. 230 m øst for vannmagasinet. Det er imidlertid relativt kort avstand til en av vannverkets eksisterende brønner, og dersom det er praktisk mulig å benytte vannledningen fra den gamle brønnen kan det redusere kostnadene med graving (ev. sprengning) av ny vannledningsgrøft. Det er to lokale bergartslineamenter i området som bør gi god oppsprekking av bergarten i området. Det anbefales at brønnen skråbores mot bergartslineamentet som går nordøst - sørvest, alternativt mot bergartslineamentet som går nordvest - sørøst. Brønnen blir stående relativt nær en eksisterende brønn, og det anbefales at brønnen prøvepumpes samtidig som vannstanden i den gamle brønnen måles for å fastslå eventuell påvirkning.

Alternativ 2 er lokalisert ca. 250 m øst for vannmagasinet. Det er samme begrunnelse med hensyn til graving av vannledning som alternativ 1. Det anbefales at brønnen skråbores mot bergartslineamentet som går nordøst - sørvest. Lokaliteten er om lag på samme kotehøyde som alt.1, men er noe nærmere skrenten ned mot Innerpollen, noe som muligens kan gjøre denne brønnen mer utsatt for lavt grunnvannspeil i tørkeperioder.

Alternativ 3 er plassert ca. 160 m nord for vannmagasinet. Det anbefales skråboring mot bergartslineamentet som går nord-nordøst - sør-sørvest. Det er en eksisterende borebrønn langs det samme lineamentet, men faren for at denne brønnen får redusert vanngiverevne anser vi for relativt beskjeden. For å være på den sikre siden anbefaler vi at den nye borebrønnen prøvepumpes samtidig med at vannstanden i den eksisterende brønnen måles. Slik måling forutsetter selvsagt samtykke fra brønneier.



Alternativ 4 er plassert ca. 230 m nordøst for vannmagasinet. Her anbefales det skråboring mot bergartslinamentet som går nordvest-sørøst.

Alternativ 5 er plassert ca. 300 m nordøst for vannmagasinet. Brønnen ligger på grensen mot glimmergneis og glimmerskifer. Det bør ikke bores inn i de tilgrensende bergartene fordi slike bergarter er mykere og har derfor ofte lavere permeabilitet enn øyegneis og granitt. I grensesonen kan derimot øyegneisen være godt oppskrukket.

Dersom vannforsyningsproblemet først og fremst gjelder for liten vannkapasitet i kortere perioder, kan et alternativ (eller supplement) til ny borebrønn være en utvidelse av lagringskapasiteten. Lagringskapasiteten kan økes enten ved å utvide eksisterende vannmagasin eller bygge et nytt magasin. Et større vannmagasin kan fylles opp i perioder med mindre forbruk, for eksempel om nettene. Avveiningen mellom et større magasin eller en ny brønn er først og fremst et økonomisk spørsmål som krever mer informasjon om vannforbruk og vannlagringskapasitet, og er derfor ikke vurdert i denne rapporten.

## 4. Hydraulisk ledningsevne

---

Gjennomsnittlig hydraulisk ledningsevne er beregnet ut fra opplysninger om pumpekapasitet i borebrønnene i området samt generelle antagelser om grunnvannstrykket i området (se fig. 5 og 6 samt utregninger av hydraulisk ledningsevne i vedlegget). Median hydraulisk ledningsevne for bergartene i området er ca.  $3 \times 10^{-7}$  m/s. Denne permeabiliteten gir median pumpekapasitet på ca. 1000 liter pr. time for brønnene i området rundt Innerpollen.

## 5. Konklusjoner

---

Fem mulige lokaliseringer av ny brønn og begrunnelsen for valget av disse er vurdert i kapittel 3. "Alternative brønnplasseringer" (side 6-7). Vår anbefaling er i det vesentlige basert på hydrogeologiske vurderinger. Valget av endelig lokalitet vil avhenge av flere faktorer som for eksempel fremkommelighet til lokaliteten samt grunneier forhold. Vi har derfor valgt å presentere flere alternativer for oppdragsgiver slik at det er flere alternativer å velge mellom. Endelig lokalisering bør skje på befaring sammen med Hallangspollens Vel og brønnborefirma.

Hvis det hovedsakelig oppleves for liten vanntilgang i korte perioder, kan det vurderes om vannmagasinet kan utvides for å bedre vannlagringsevne. Utvidelse av lagringskapasiteten kan være et alternativ eller eventuelt et supplement til boring av ny brønn.

## 6. Referanser

---

Danielsen, J.S., 2001, A Land Uplift Map of Fennoscandia", Survey review Vol. 36, side 282-291

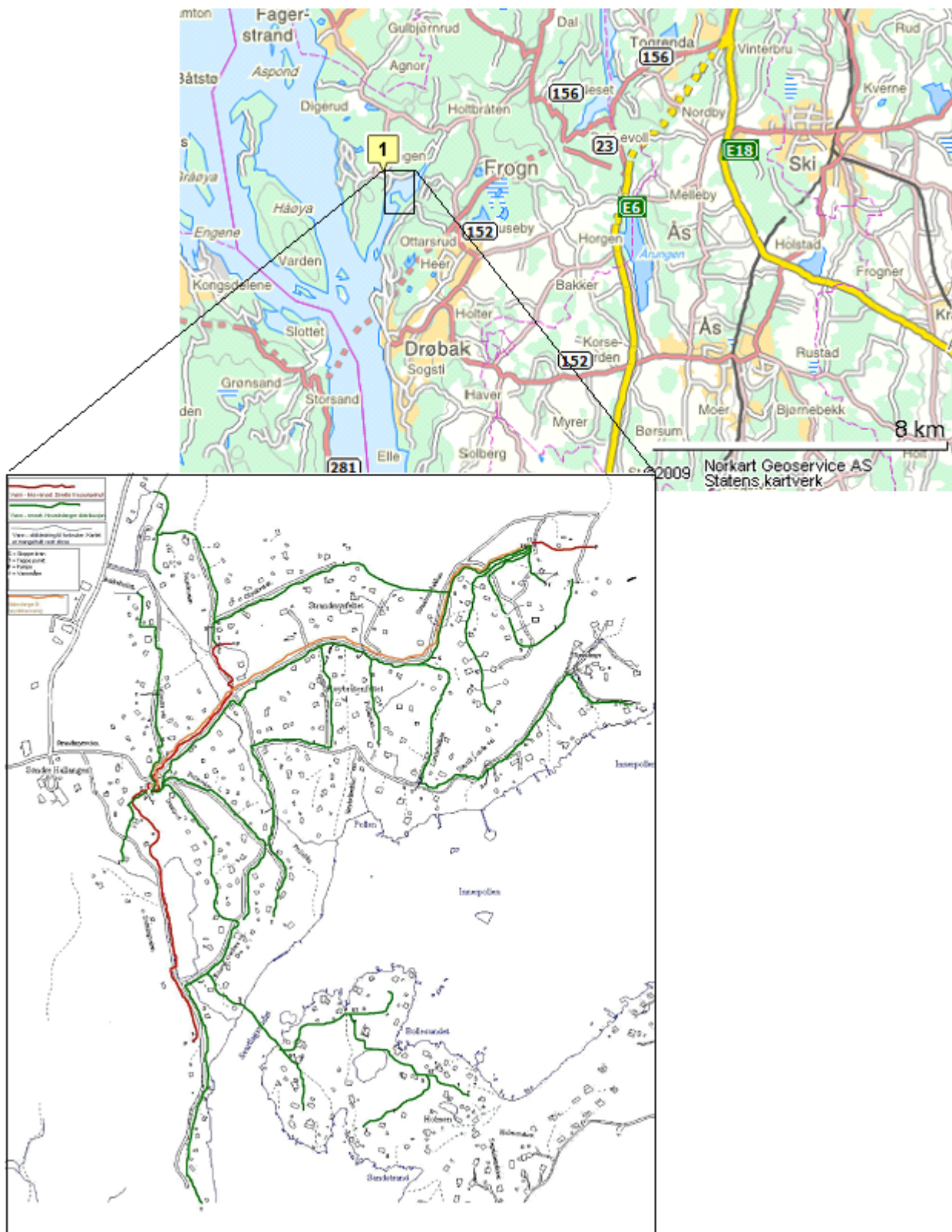
Haitjema, H.M., 1995, Analytical element modeling of groundwater flow, Academic Press,

Rohr-Torp, E., 1994, Present uplift rates and groundwater potential in Norwegian hard rocks,  
Geological Survey of Norway, Bulletin 426, 47-52

## 7. Vedlegg: Figurer og beregninger

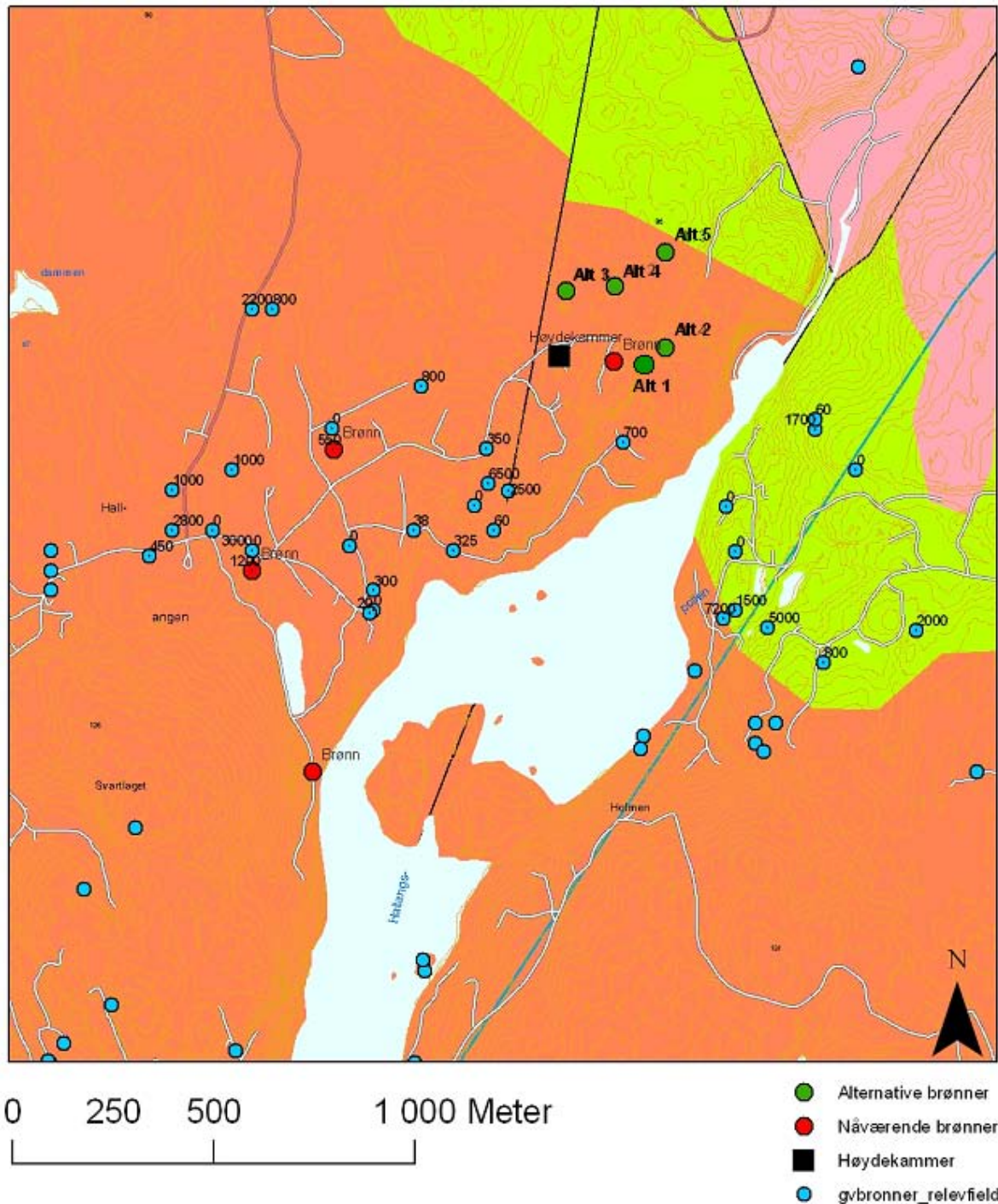
---

Figur	Figurtekster
1	Kart over vannforsyningssystemet til Hallangspollens vel i Frogn kommune i Akershus.
2	Berggrunnsgeologien ved Hallangspollen med lineameter fra Norges Geologiske Undersøkelse. Alternative brønnlokaliseringer er gitt i prioritert rekkefølge. Kilde: <a href="http://www.ngu.no">www.ngu.no</a>
3	Berggrunnsgeologien ved Hallangspollen med regionale lineameter fra Norges Geologiske Undersøkelse og lokale lineamenter tolket av Bioforsk Jord og miljø. Alternative brønnlokaliseringer er gitt i prioritert rekkefølge. Kilde: <a href="http://www.ngu.no">www.ngu.no</a>
4	Alternativ brønnlokalisering med lokale bergartslineamenter vist på flyfoto med kotehøyder. Kilde: <a href="http://www.norgebilder.no">www.norgebilder.no</a>
5	Histogram som viser vanngiverevnen (eller pumpekapasiteten) i brønner på vestsiden (øverst) og østsiden (nederst) av Innerpollen. Informasjon om pumpekapasiteten er hentet fra NGUs brønn database GRANADA. Kilde: <a href="http://www.ngu.no">www.ngu.no</a>
6	Beregnet hydraulisk ledningsevne basert på pumpekapasitet Q samt rimelige verdier for senkning av grunnvannspeilet (se forklaring til tabellen nedenfor).
Beregninger	av hydraulisk ledningsevne ved Innerpollen.



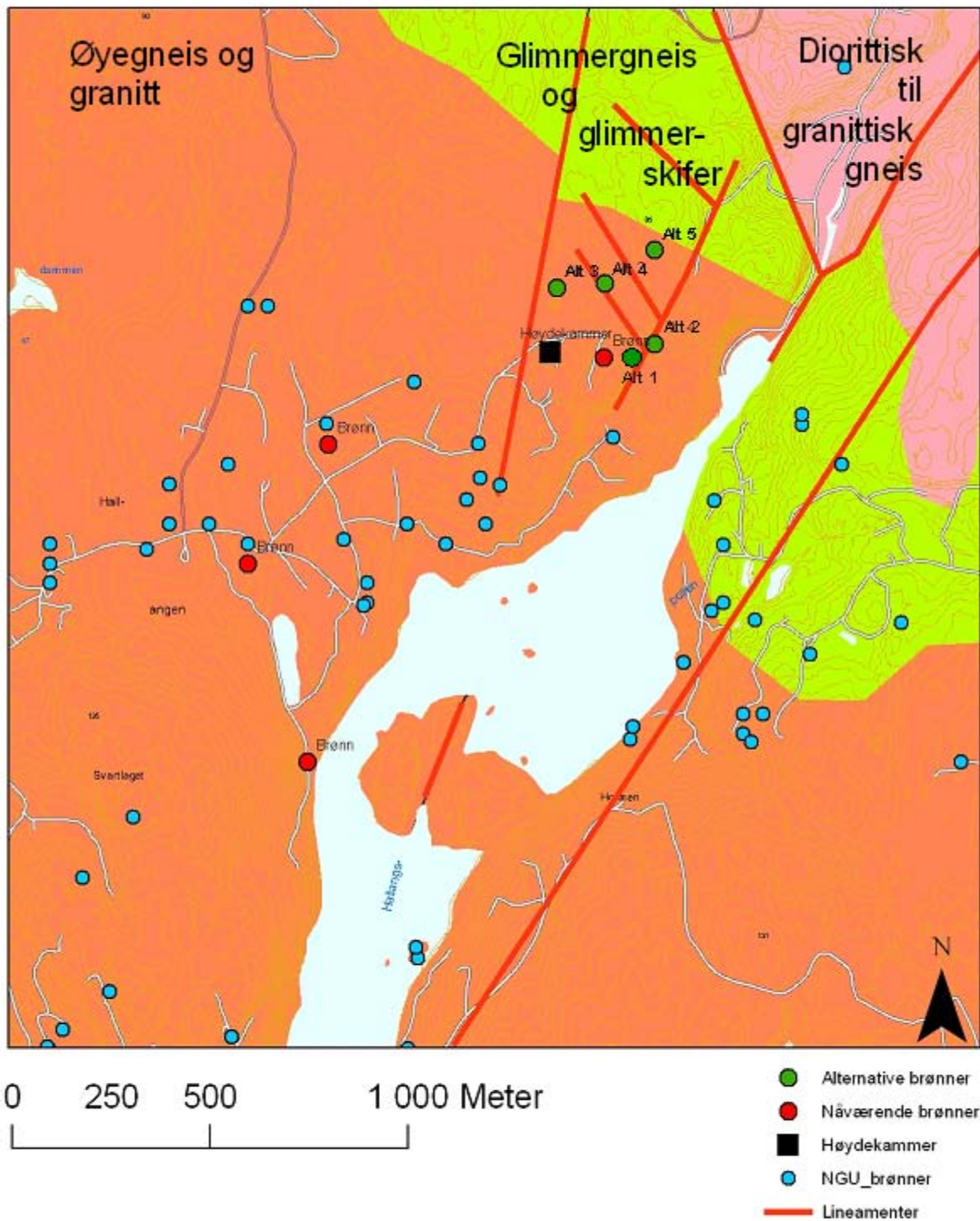
Figur 1. Kart over vannforsyningssystemet til Hallangspollens vel i Frogn kommune i Akershus.

## Hallangspollen



Figur 2. Berggrunnsgeologien ved Hallangspollen med lineameter fra Norges Geologiske Undersøkelse. Lineamentene er markert som blå strek og sorte streker på berggrunnskartet. Alternative brønnlokaliseringer er gitt i prioritert rekkefølge. Kilde: [www.ngu.no](http://www.ngu.no)

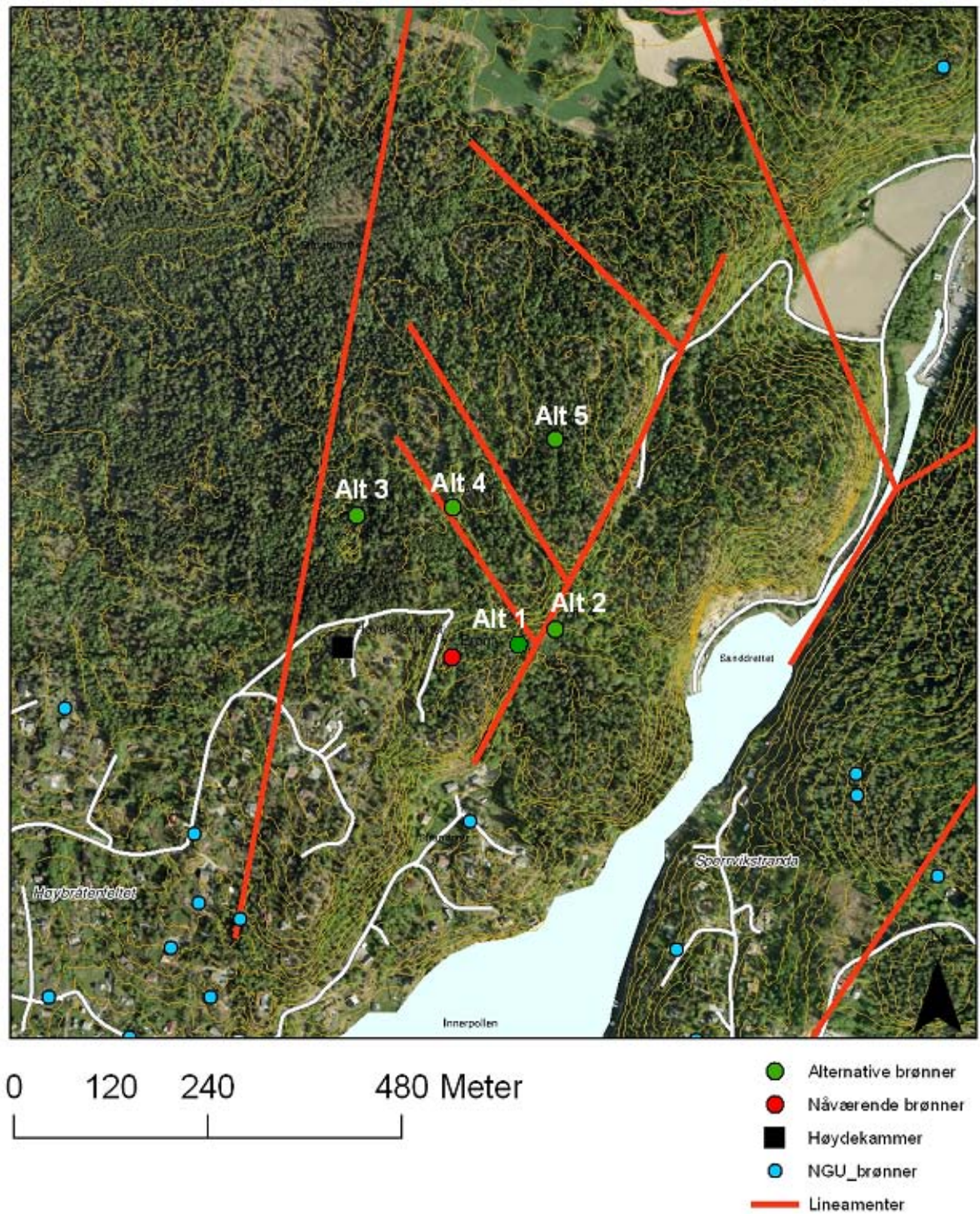
## Hallangspollen



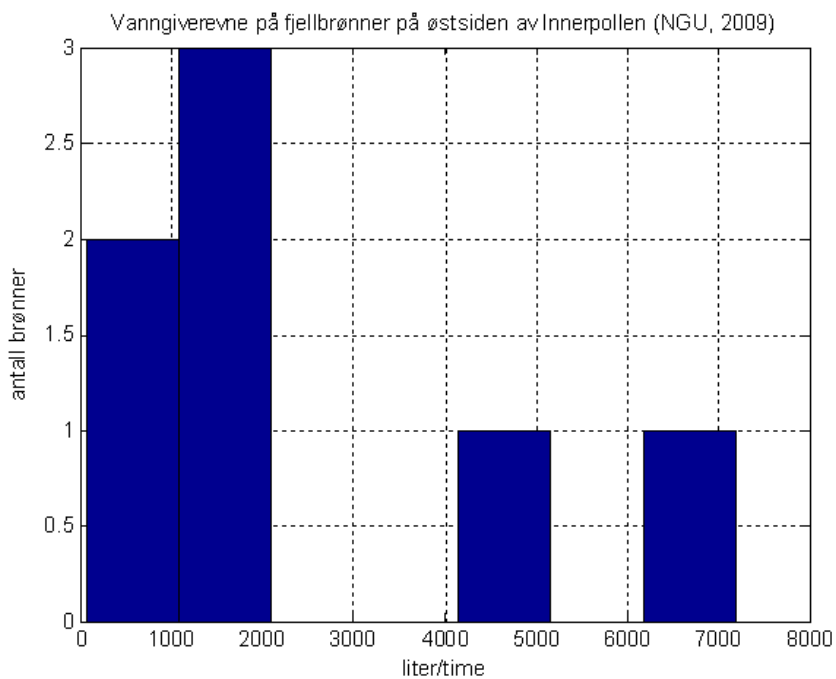
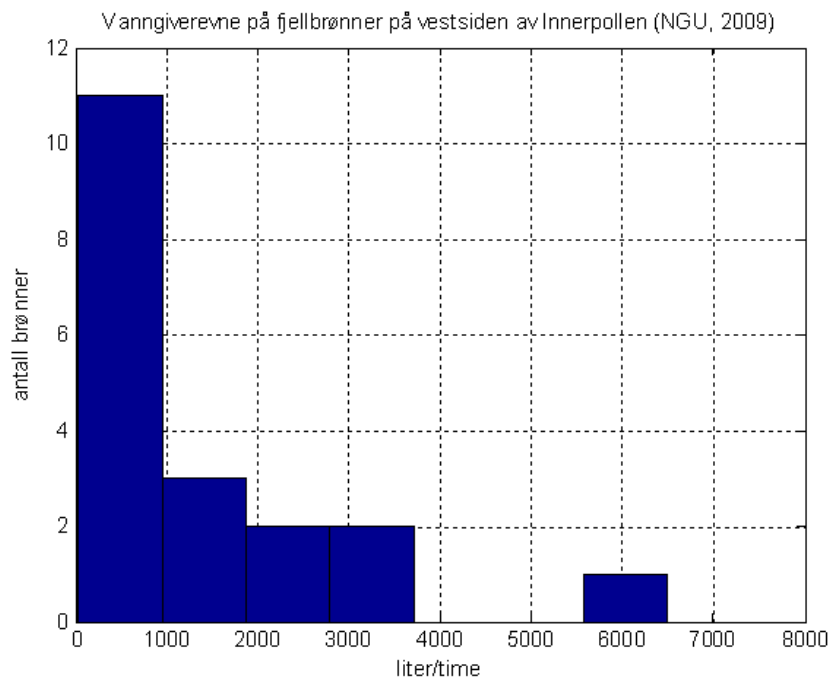
Figur 3. Berggrunnsgeologien ved Hallangspollen med regionale lineamenter fra Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) og lokale lineamenter tolket av Bioforsk Jord og miljø. Alternative brønnlokaliseringer er gitt i prioritert rekkefølge. Kilde: [www.ngu.no](http://www.ngu.no)



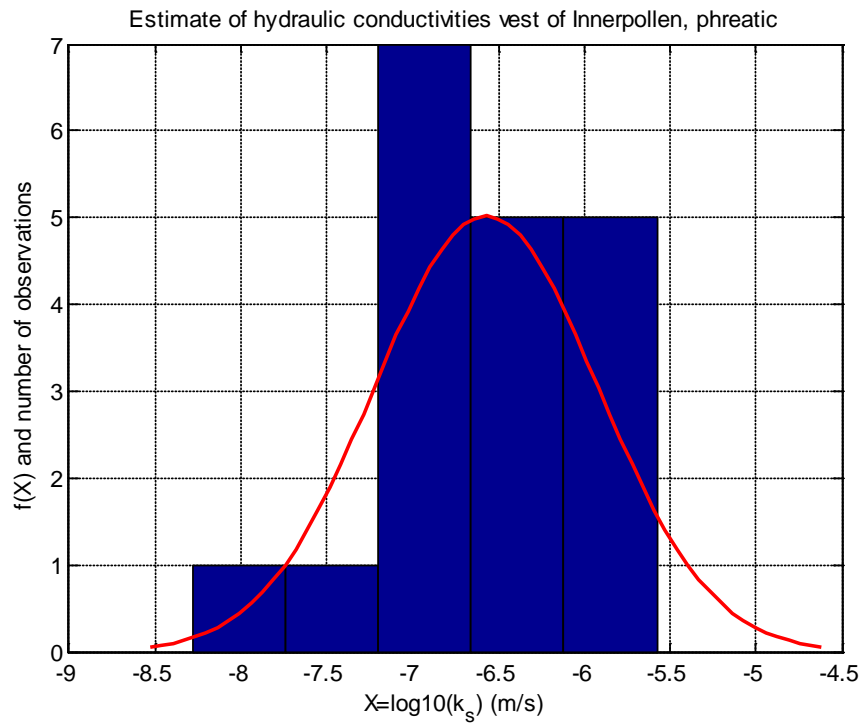
## Hallangspollen



Figur 4. Alternativ brønnlokalisering med lokale bergartslinjeamenter vist på flyfoto med kotehøyder.  
Kilde: [www.norgebilder.no](http://www.norgebilder.no)



Figur 5. Histogram som viser pumpekapaasiteten  $Q$  i brønner på vestsiden (øverst) og østsiden (nederst) av Innerpollen. Informasjon om pumpekapaasiteten er hentet fra NGUs brønndatabase GRANADA. Kilde: [www.ngu.no](http://www.ngu.no)



Figur 6. Beregnet hydraulisk ledningsevne basert på pumpekapasitet Q (fig. 5) samt rimelige verdier for senkning av grunnvannstrykket (se forklaring til tabellen nedenfor).

## Beregninger av hydraulisk ledningsevne ved Innerpollen (på engelsk).

Estimates of hydraulic conductivity based on the steady-state confined and phreatic well equation (c.f. text below).

Number of observations : 25 (24% of the wells had no given Q in GRANADA)  
 Wellradius,  $r_w$  (m) : 0.0575 <  $r_w$  < 0.0750, most likely = 0.0663  
 Drawdown,  $d_{hw}$  (m) at  $r_w$  : 10.00 <  $d_{hw}$  < 40.00, most likely = 25.00  
 Radius of influence,  $R$  (m): 500.00 <  $R$  < 1000.00, most likely = 750.00  
 Median steady state pumping rate,  $Q$  ( $m^3/s$ ): 2.22e-004  
 Median thickness of aquifer,  $H$  (m) : 70.00

k\_confined well equation (m/s):

Median k (m/s) : **2.4760e-007**

	gmean	gmean-std	gmean+std	min	max
Likely:	1.85e-007	4.41e-008	7.78e-007	4.40e-009	1.32e-006
Min :	1.09e-007	2.60e-008	4.59e-007	<b>2.60e-009</b>	7.81e-007
Max :	4.84e-007	1.15e-007	2.03e-006	1.15e-008	3.46e-006

k\_phreatic well equation (m/s)

Median k (m/s) : **3.9259e-007**

	gmean	gmean-std	gmean+std	min	max
Likely:	2.68e-007	5.98e-008	1.21e-006	5.28e-009	2.64e-006
Min :	NaN	NaN	NaN	-Inf	1.22e-006
Max :	5.48e-007	1.29e-007	2.33e-006	1.23e-008	<b>3.69e-006</b>

gmean - geometric mean

std - standard deviation

NaN is Not a Number.

### Steady state well equation

We use steady state well equation to estimate transmissivity ( $T$ ) and saturated hydraulic conductivity ( $k$ ). The transmissivity is equal to hydraulic conductivity times vertical depth of water conductive parts of the aquifer:  $T=kH$ . In this context  $H$  is equal to vertical depth of the borehole. The well equation can be written (Haitjema, 1995):

$$(1) \quad \phi = [Q/2\pi] * [\ln(r/R) + \phi_0],$$

where  $\phi$  is the groundwater potential. For confined aquifer is:

$$(2) \quad \phi = k\phi_0 H,$$

where  $\phi_0$  is groundwater head, and for phreatic aquifer is:

$$(3) \quad \phi = 1/2k\phi_0^2,$$

where  $\phi_0$  is groundwater table.  $\phi_0$  is the groundwater potential at radius  $R$ .

The other variables in (1) are:

- $Q$  is pumping rates.
- $H$  is thickness of water conductive parts of the bedrock, here  $H$  is assumed to be equal to depth of wells.
- $d_{hw}$  is groundwater drawdown in radius  $r_w$  from well center.
- $r_w$  is radial distance from well center where head is  $H-d_{hw}$ .
- $R$  is radial distance from well center where head is  $H$ , which is equal to initial head.