NGU Rapport 2009.066

Statistikk vanngiverevne i forskjellige bergarter.
ForForUT deloppgave 3. Statusrapport 2009.

NGU
Norges geologiske undersøkelse
Geological Survey of Norway

Norges geologiske undersøkelse
7491 TRONDHEIM
Tlf. 73 90 40 00
Telefaks 73 92 16 20

RAPPORT

Rapport nr.: 2009.066	ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen

Tittel:
Statistikk vanngiverevne i forskjellige bergarter. ForForUT deloppgave 3. Statusrapport 2009.

Forfatter:
Pål Gundersen, Hans de Beer

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen Vegdirektoratet

Fylke:
Hedmark, Oppland, Buskerud, Telemark, Vestfold, Østfold og Oslo/Akershus

Kommune:

Kartblad (M=1:250.000)
Oslo, Skien, Arendal, Hamar, Lillehammer, Røros, Årdal, Odda, Sauda, Torsby og Orsa

Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)

Forekomstens navn og koordinater:

Sidetall: 9 Pris: 450
Bilag: 7

Feltarbeid utført:	Rapportdato: 17 februar 2010	Prosjektnr.: 329500	Ansvarlig:

Sammendrag:

"Forbedrede forundersøkelser for tunneler" (ForForUT) er et samarbeidsprosjekt mellom Statens vegvesen Vegdirektoratet og Norges geologiske undersøkelse. Målet med samarbeidsprosjektet er å videreutvikle forundersøkelser slik at en med større sikkerhet kan forutsi problemer en kan møte ved tunneldriving i forskjellige geologiske miljø. Prosjektet har følgende definerte delmål:

1. forbedre datagrunnlaget ved forundersøkelser ved å tilrettelegge all tilgjengelig geofaglig viten og foreta ny innsamling av data i en tidlig fase.
2. videreutvikle metodikken ved forundersøkelser ved å nyttiggjøre tilgjengelige teknikker og avklare hva slags informasjon de ulike teknikkene gir og under hvilke betingelser de fungerer optimalt.

Denne rapporten dokumenterer arbeidet som er utført i 2009 med utviklingen av kart som statistisk anslår de vannførende egenskapene i bergarter i østlandsområdet. Dette kan brukes som verktøy ved planlegging av tunnelprosjekter. Kartene er basert på geologiske berggrunnskart i målestokk 1:250 000 og statistikken er basert på vanngiverevne i fjellbrønner, innrapportert til den nasjonale grunnvannsdatabase GRANADA iht. Vannressursloven. Brønnene som er brukt til vanngiverevne er uten trykking (en prosess som øker vanngiverevne).

Rapporten beskriver den generelle vanngiverevnen til bergarter innenfor fylkene Hedmark, Oppland, Telemark, Buskerud, Vestfold, Østfold og Oslo/Akershus. Hensikten med rapporten er å kunne:

- anslå om de vannførende egenskapene til bergartene langs en planlagt tunnelutbygging er gunstige eller ugunstige;
- anslå hvilke av alternative tunneltraseer som sannsynligvis er mest gunstig i forhold til vanninnslag;
- kartene kan gi en indikator på mengden vannlekkasje en kan forvente i tunnelen (påvise om det finnes bergarter i nærområdet som en bør søke spesielt etter ved forundersøkelser langs tunneltraseen).

Data og kart som presenteres i denne rapporten bør betraktes som indikative, mest sannsynlige data, som erstatning for tidligere manglende data.

Emneord:	Grunnvann	Tunneler
Vanngiverevne	Berggrunnskart	Boringer
Vegutbygging	Sprekker	Vanninnslag

INNHOLD

1. INNLEDNING 4
2. UTFØRTE ARBEIDSOPPGAVER 4
3. DEFINISJONER 5
4. BESKRIVELSE AV KART 5
   4.1 Vanngiverevne i hovedbergart (vedlegg 1) 5
   4.2 Vanngiverevne i hovedbergarts*enheter* (vedlegg 4) 6
   4.3 Berggrunnskart (vedlegg 5) 6
   4.4 Datagrunnlaget (vedlegg 6) 6
5. BRUK OG TOLKNING AV RAPPORTEN 6
6. BEGRENSNINGER OG ANSVAR 9
7. VIDEREUTVIKLING 9
8. REFERANSER 9

FIGURER

Figur 1: A) og B): To av de utredede tunneltraseene for utbygging av RV4 mellom Sinsen og Gjelleråsen, 1999. C) Berggrunnskart over området.

Figur 2: Vanngiverevne for fjellbrønner i A) stedets hovedbergartsenhet og B) hovedbergart. Vanngiverevne i liter/time, se vedlegg 1 for tegnforklaring. Tunnelstrekninger for trase A er gitt med stiplet linje, tunnelstrekninger for trase B er gitt med svart linje.

VEDLEGG

1. Kart over vanngiverevne i Norges 38 hovedbergarter (format A0, nedlastbar fra http://www.grunnvann.no/publikasjoner_kart.php under overskriften "Vannførende egenskaper i fjell - ForForUT")
2. Statistikk over vanngiverevne i hovedbergarter
3. Kumulativ frekvensfordeling vanngiverevne i hovedbergarter (2 eksempler)
4. Kart over vanngiverevne i hovedbergartsenheter med mer enn 20 brønner (format A0, nedlastbar fra http://www.grunnvann.no/publikasjoner_kart.php under overskriften "Vannførende egenskaper i fjell - ForForUT")
5. Berggrunnskart (format A0, se også http://www.ngu.no)
6. Datagrunnlaget (format A3, se også www.ngu.no/kart/granada)
7. Prosedyrebeskrivelse for framstilling av statistiske kart over vanngiverevne.

1. INNLEDNING

"Forbedrede forundersøkelser for tunneler" (ForForUT) er et samarbeidsprosjekt mellom Statens vegvesen Vegdirektoratet og Norges geologiske undersøkelse. Målet med samarbeidsprosjektet er å videreutvikle forundersøkelser slik at en med større sikkerhet kan forutsi problemer en kan møte ved tunneldriving i forskjellige geologiske miljø. Prosjektet har følgende definerte delmål:

1. forbedre datagrunnlaget ved forundersøkelser ved å tilrettelegge all tilgjengelig geofaglig viten og foreta ny innsamling av data i en tidlig fase.
2. videreutvikle metodikken ved forundersøkelser ved å nyttiggjøre tilgjengelige teknikker og avklare hva slags informasjon de ulike teknikkene gir og under hvilke betingelser de fungerer optimalt.

Denne rapporten omhandler sammenstilling av vanngiverevne i forskjellige bergarter. Utbyggingskostnader inngår som en av mange kriterier for valg av vei- og tunneltraseer. En av de fordyrende faktorene for en trase vil være sprekker og vannførende årer i fjellet. Omfanget av disse varierer til en viss grad fra bergart til bergart. En generell oversikt over vannførende egenskaper av bergartene i Norge har inntil i dag ikke vært tilgjengelig.

Det er utviklet kart som statistisk anslår de vannførende egenskapene i bergarter i Østlandsområdet. Statistikken er basert på vanngiverevne for grunnvannsboringer utført i den lokale bergarten, i brønner uten trykking (en prosess som øker vanngiverevnen). På lokaliteter hvor det er for få brønnboringer i nærheten brukes tilsvarende statistikk for den type bergarten som helhet i Norge. Foreliggende rapport dokumenterer arbeidet for 2009, men utgjør samtidig et ferdigutviklet verktøy som kan brukes inntil den eventuelt erstattes av utvidede revideringer.

Rapporten beskriver de vannførende egenskapene til bergarter innenfor fylkene Hedmark, Oppland, Telemark, Buskerud, Vestfold, Østfold og Oslo/Akershus. Hensikten med rapporten er å kunne:

- anslå om de vannførende egenskapene til bergartene langs en planlagt tunnelutbygging er gunstige eller ugunstige;
- anslå hvilke av alternative tunneltraseer som sannsynligvis er mest gunstig i forhold til vanninnslag;
- kartene kan gi en indikator på mengden vannlekkasje en kan forvente i tunnelen (påvise om det finnes bergarter i nærområdet som en bør søke spesielt etter ved forundersøkelser langs tunneltraseen).

2. UTFØRTE ARBEIDSOPPGAVER

NGUs nasjonale brønndatabase (GRANADA), inneholdt pr. november 2009 cirka 50.000 brønner, hvorav ca 2 av 3 inneholdt estimat av vanngiverevne. I dette arbeidet har NGU benyttet dette datamaterialet til å:

- utarbeide kart som viser median kapasitet for brønnboringer i hovedbergarter og geografisk avgrensede hovedbergarts*enheter*. Kartene er utarbeidet elektronisk for hele Norge og som papirutgave for Østlandet;

– utarbeide figurer som innen hver hovedbergart viser frekvensfordelinger av fjellbrønnenes vannførende kapasitet;
– sammenfatte en rapport som dokumenterer framgangsmåte og beskriver mulig videreutvikling.

3. DEFINISJONER

Hovedbergart
Inndeling av Norges geologi etter bergarter eller grupper av bergarter. Innenfor hver *hovedbergart* kan man finne:
a) Flere typer bergarter som har like egenskaper og/eller opprinnelse.
b) Stedvise innslag av bergarter som avviker helt fra den oppgitte *hovedbergarten.*
c) Forekomster av samme bergart som ligger geografisk adskilte på ulike steder i Norge.

Kartleggingen har stort sett foregått på 1:250 000 kartblader og er digitalt tilgjengelig via NGUs nettside www.ngu.no.

Hovedbergartsenhet
Geografisk avgrensede hovedbergartsenheter som er kartlagt for framstilling av 1:250.000 bergrunnskart.

Fjellbrønn
Boret brønn i fjellgrunn. Fjellbrønner kan være boret for undersøkelser, uttak av grunnvann fra sprekkeakviferer i fjell eller uttak av energi (varme). En fjellbrønn kan ha en overdekning av løsmasser.

Vanngiverevne
Mengde vann i liter per time som er innrapportert for hver enkel brønn til NGUs nasjonale brønndatabase, GRANADA. Vanngiverevnen er i de aller fleste tilfeller basert på estimater fra brønnboreren og bør betraktes som grove anslag. Kun i svært sjeldne tilfeller er vanngiverevne beregnet ut fra langtidsprøvepumping av brønnen. I denne sammenheng er kun fjellbrønner benyttet.

4. BESKRIVELSE AV KART

4.1 Vanngiverevne i hovedbergart

Kartet i vedlegg 1 viser gjennomsnittlig (*median*) vanngiverevne for grunnvannsbrønner i fjell i hver av Norges 40 hovedbergarter. Kartet følger regnbuens farger, blått indikerer mye vann, rødt lite.

Vedlegg 2 beskriver det statistiske datagrunnlaget til hver hovedbergart:
– Eksakt gjennomsnittlig vanngiverevne for brønner i hver hovedbergart (median).
– Variasjon (1. og 3. kvartil; nederste og øverste 25 prosent av datasettet vises ikke).
– Antall fjellbrønner boret i bergarten (N).

Øvre kvartil er spesielt høy for blant annet keratofyr og olivinstein, selv om medianverdien for disse hovedbergartene er moderate. Keratofyr forekommer oftest som gangbergarter på Østlandet. Disse bergartene bør en være litt ekstra påpasselige med. I mange tilfeller kan de gi

svært mye vann, selv om de på kartet over vannførende egenskaper framstår som under middels vannførende.

Vedlegg 3 viser 2 eksempler av kumulative frekvensfordelinger for hovedbergarter i Norge ("Kalkstein, skifer, mergelstein" og "syenitt, kvartssyenitt"). Kurven viser på Y-aksen hvor mange prosent av brønnene i hovedbergarten som ligger under X-aksens verdi. Figuren indikerer sannsynligheten for å treffe på stor vannførende kapasitet i den enkelte hovedbergart. Men blant de aller høyeste verdiene finnes det trolig noen feil i datagrunnlaget. Figurene kan av og til gi tilleggsinfo utover det kartet kan gi. Kumulative frekvensfordelinger for alle 38 hovedbergart kan lastes ned fra http://www.grunnvann.no/publikasjoner_kart.php, under overskriften "Vannførende egenskaper i fjell - ForForUT".

4.2 Vanngiverevne i hovedbergarts*enheter*

Kartet i vedlegg 4 viser det samme som kartet over vanngiverevne i hovedbergart, men for geografisk avgrensede bergartsenheter. Median vanngiverevne er beregnet innenfor den lokale geografisk avgrensede bergartsenheten på stedet. Kartet har som fordel at det er beregnet fra stedegne brønner i hovedbergarten og dermed gir en mer lokal vurdering av vanngiverevnen. Samtidig er kartet basert på færre brønner. Vi anbefaler at man benytter dette kartet så lenge det området en er interessert i er farget. Da er datagrunnlaget lokalt større enn 20 brønner. Inneholder hovedbergartsenheten færre enn 20 brønner er området ikke fargelagt. Da benyttes kartet for vanngiverevne i hovedbergart.

4.3 Berggrunnskart

Kartet i vedlegg 5 viser antatt berggrunn på terrengoverflaten basert på geologisk kartlegging av ett og ett kartblad i målestokk 1:250.000. På grunn av tolkningsforskjeller mellom geologer er overgangen mellom kartbladene ikke nødvendigvis "sømløs".

4.4 Datagrunnlaget

Kartet i vedlegg 6 viser alle fjellbrønner i den nasjonale grunnvannsdatabasen GRANADA, som er brukt i den statistiske analysen (disse kan søkes opp i http://www.ngu.no/kart/granada).

5. BRUK OG TOLKNING AV RAPPORTEN

Kartene kan brukes for å gi en indikasjon på de vannførende egenskapene i berggrunnen langs en planlagt tunnel i fjell. Det er viktig å understreke at de tall og vurderinger man får ut av kartene i rapporten kun gir indiser på hva en kan vente. Det er mange lokale faktorer som kan være av avgjørende betydning for vanntrykk og vanninnslag, som for eksempel topografi. Det anbefales at man kombinerer tolkningene med for eksempel befaringer, flyfoto over området, kart over eventuell dypforvitring (Rønning et. al., 2007), nye boringer, samt databaser fra kommunen eller NGU.

Følgende punktvise framgangsmåte viser hvordan kartene kan brukes:

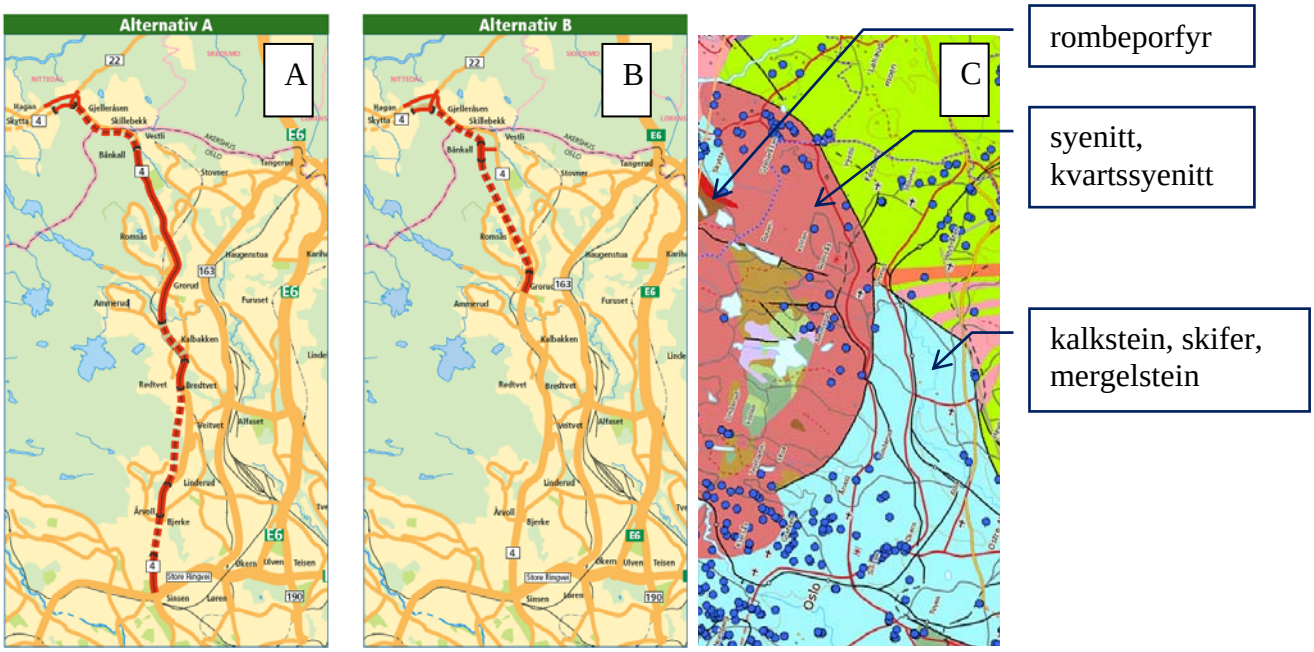
a) Finn fram detaljert kart over ulike trasevalg for tunneler langs vegstrekningen.
b) Tegn inn trasene i de vedlagte papirkartene, eventuelt forstørr opp fra de elektroniske kartversjonene (nedlastbar, se under overskriften "Vannførende egenskaper i fjell–ForForUT" på nettstedet http://www.grunnvann.no/publikasjoner_kart.php). Bruk fortrinnsvis kart over hovedbergarts*enheter*. Hvis dette kartet ikke er fargelagt i

planområdet er det lokale datagrunnlaget for tynt, og man bør benytte kartet over vanngiverevne i hovedbergart for de deler av traseen dette gjelder.

c) Vurder følgende:
   - Utmerker bergartenes vannførende egenskaper seg langs traseene, med spesielt høye verdier (blått), eller lave verdier (rødt)?
   - Hvilke av traseene medfører mest sannsynlig de gunstigste vannførende egenskapene?
   - Finnes det bergarter i nærheten av traseen som kan være spesielt problematiske? I så fall - vurder ekstra forundersøkelser for den delen av traseen som ligger nær disse bergartene.

Eksempel

Vi har tatt utgangspunkt i to av alternativene presentert i en offentlig informasjonsbrosjyre fra Statens vegvesen: Oslo/Akershus (1999), "Konsekvensutredning for hovedvegsystemet Nordøstkorridoren"



Figur 1: A) og B) To av de utredede tunneltraseene for utbygging av RV4 mellom Sinsen og Gjelleråsen, 1999. C) Berggrunnskart over området.

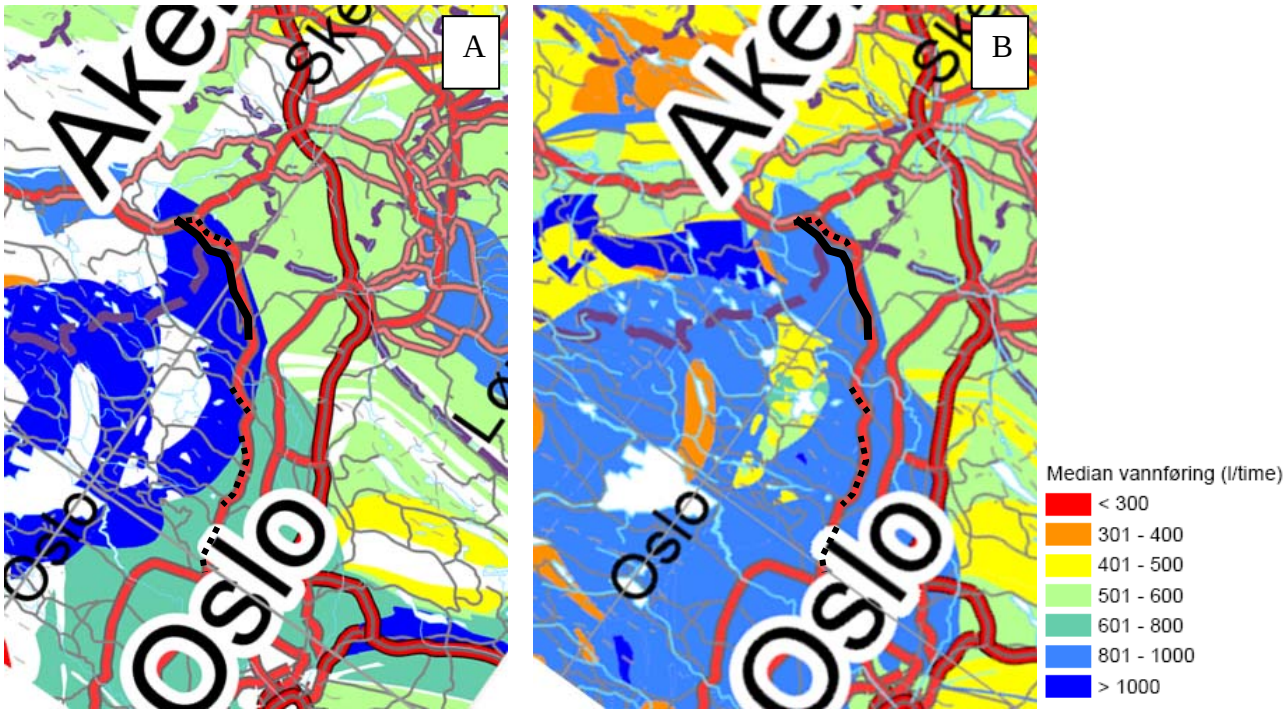
Utbyggingskostnader inngår som en av mange kriterier for valg av trase, og en av de fordyrende faktorene for en trase vil være sprekker og vannførende årer. Disse varierer blant annet mellom forskjellige bergarter. Figur 1C viser at det er en nokså variert berggrunn i det området som utredes (kartet er utarbeidet ved hjelp av http://www.ngu.no/kart/granada).

Tre av spørsmålene en utbygger kan stille seg er:

a) Kan det forventes mye eller lite sprekker og vanninnslag langs tunneltraseene?
b) Er det forskjell i sprekker og vanninnslag mellom trasevalgene?
c) Finnes det bergarter i området en bør være spesielt oppmerksom på?

En kan starte med å tegne traseene inn på kartet over vanngiverevne i hovedbergarter (vedlegg 1). Ved behov for større oppløsning kan en zoome seg inn på pdf-kartene som ligger under overskriften "Vannførende egenskaper i fjell– ForForUT" på nettsiden http://www.grunnvann.no/publikasjoner_kart.php. Figur 2 viser et utsnitt herfra. Median vanngiverevne i Norge er 500 liter per time per fjellbrønn.

I tilfellet Sinsen-Gjelleråsen ser en at trasene skjærer gjennom to ulike hovedbergartsenheter; "syenitt, kvartssyenitt" og "kalkstein, skifer, mergelstein" (figur 1C).



Figur 2 Vanngiverevne for fjellbrønner i A) stedets hovedbergarts*enhet* og B) hovedbergart. Vanngiverevne i liter/time, se vedlegg 1 for tegnforklaring. Tunnelstrekninger for trase alternativ A (T1) er gitt med stiplet svart linje, tunnelstrekninger for trase alternativ B (T2) er gitt med heltrukken svart linje.

Følgende tolkninger kunne vært gjort til hvert av spørsmålene fra forrige kapittel:

a) Begge traseene medfører tunneldriving i bergarter som statistisk sett har vist betydelige vannførende egenskaper (blå del av fargeskalaen). Mer enn gjennomsnittlig vannførende egenskaper ser altså ut til å gjelde uansett om man ser på de lokale forhold (Figur 2A) eller de mer generelle (Figur 2B). Man må derfor kunne forvente en del ekstra utgifter med vanninnslag og sprekker.

b) Figur 2A viser at de vannførende egenskapene er størst i den lokale syenitten, som dominerer i trase T2. I trase T1 vil omtrent halvparten av tunneltraseene gå igjennom "syenitt/kvartssyenitt" og halvparten i den mer moderat vannførende "kalkstein, skifer, mergelstein". Statistisk sett kan man altså forvente et mindre vanninnslag ved trase T1 (alternativ A).

Hvis det hadde vært færre enn 20 brønner i hovedbergartsenhetene (ikke fargelagt i Figur 2A), måtte man i stedet bruke statistikken for hovedbergarten basert på nasjonale data (Figur 2B). Dette kartet antyder at traseene skjærer bergarter med statistisk sett like stor vanngiverevne basert på det totale nasjonale datagrunnlaget for disse bergartene (lyseblått). Forskjellen mellom figur *2A* og *2B* understreker at kartene bør tolkes med forsiktighet, og i kombinasjon med andre metoder.

c) Figur 2B viser en mørk blå hovedbergart i nærheten av tunneltraseen. Berggrunnskartet avslører at dette er rombeporfyr, den av bergartene i Norge med aller størst vanngiverevne (se vedlegg 2). Siden berggrunnsgrenser sjelden er vertikale nedover, må en derfor være spesielt på vakt ovenfor lag av rombeporfyr i de deler av tunnelen som ligger lengst mot nord. Forundersøkelser i form av kjerneboringer kunne derfor foretas i dette området.

6. BEGRENSNINGER OG ANSVAR

Innenfor hver hovedbergart varierer vanngiverevnen i bakgrunnsdata betydelig. Dette skyldes at oppsprekking og andre geologiske fenomener ofte har en tilnærmet lognormal fordeling. Dertil kommer at en boring i noen tilfeller treffer en større sprekk og gir mye vann, mens en nabobrønn treffer mellom sprekkene og blir tørr. Vanngiverevne er også påvirket av topografi, landhevning, foliasjon osv., og for eksempel lokal grunnvannsstand kan i mange tilfeller være mer avgjørende for vanninnslag enn bergets egenskaper. Kartgrunnlaget for berggrunnen er i målestokk 1:250 000, og gir svært lite detaljinformasjon. Inndelingen i hovedbergarterne er også svært grov og feil kan forekomme. Data og kart som presenteres i denne rapporten bør betraktes som indikative, mest sannsynlige data, som erstatning for tidligere manglende data. De kan på ingen måte betraktes som "fasitsvar" for framtidige vannlekkasje fra en tunnel, verken for de kvantitative mengder som oppgis eller for hvilket trasevalg som til syvende og sist er mest geologisk gunstig.

Norges geologiske undersøkelse tar ikke juridisk eller økonomisk ansvar for feil som har oppstått under utarbeidelse av kart og statistikk, feil som måtte ligge i datagrunnlaget, eller for konsekvenser som måtte følge av bruken av rapporten.

7. VIDEREUTVIKLING

De verktøyene som presenteres i rapporten kan forbedres for å gi større treffsikkerhet og brukervennlighet. I prioritert rekkefølge foreslås følgende forbedringer:

1. Kartene i rapporten legges ut som egne kartlag i den nasjonale grunnvannsdatabasen, GRANADA, og utvides til å omfatte hele Norge. Kartene vil da bli lettere søkbare, og det vil være lettere å tegne inn tunneltraseer.
2. Brønner med svært høy vanngiverevne innenfor sin bergarts(enhet) (i "øvre kvartil") markeres som sorte prikker på kartet, brønner med uvanlig liten vanngiverevne (i "nedre kvartil") kan markeres som hvite prikker. Dette gir en mer nyansert framstilling av de lokale forholdene, som gir ytterlige informasjon om den romlige spredning av statistikken over vanngiverevne.
3. Koordinere datafangst, lagring og publisering av data om grunn og grunnvann:
   a. oppstart av et tverrfaglig prosjekt som samler alle tilgjengelige kilder og metoder som kan forutsi berggrunnens sprekker og vannførende egenskaper;
   b. alle kartlag med relevans for tunnelutbygging legges inn på ett og samme sted, for eksempel statens vegvesens kartlag og/eller NGUs kartlag over dypforvitring;
   c. eksisterende data hos Statens vegvesen eller andre legges inn i datagrunnlaget slik at man kan lage bedre statistikk for hver bergart og for lokale forhold.
4. Det utvikles metodikk som tar inn for eksempel topografi og lokale nedbørsforhold som faktorer som påvirker vanngiverevnen langs tunneltraseene.

8. REFERANSER

Rønning, J.S., Olesen, O., Dalsegg, E., Elvebakk, H. og J. Gellein. *Dypforvitring i Oslo-regionen. Påvisning og oppfølgende undersøkelser*. NGU rapport 2007.034, 2007.

ØSTLANDET
STATISTIKK VANNGIVEREVNE I HOVEDBERGARTER
basert på innrapportering til nasjonal grunnvannsdatabase

Målestokk: 1:500 000

Kartet viser medianverdier for vanngiverevne fra fjellbrønner innrapportert til NGUs nasjonale grunnvannsdatabase GRANADA, per hovedbergart den 17. november 2009.

Kartet er utarbeidet ved NGU i samarbeid med Statens Vegvesen, Vegdirektoratet. Kartet er basert på digitale versjoner av 1:250.000 berggrunnskartene i det viste området, samt kvalitetssikrede fjellbrønner i GRANADA. For referanse til ulike forfattere og litteratur om området henvises det til de enkelte 1:250.000 kartene. For nærmerere opplysninger om enkelte brønner henvises til den nasjonale grunnvannsdatabasen (GRANADA) via www.ngu.no.

Topografisk kart: Statens Kartverk

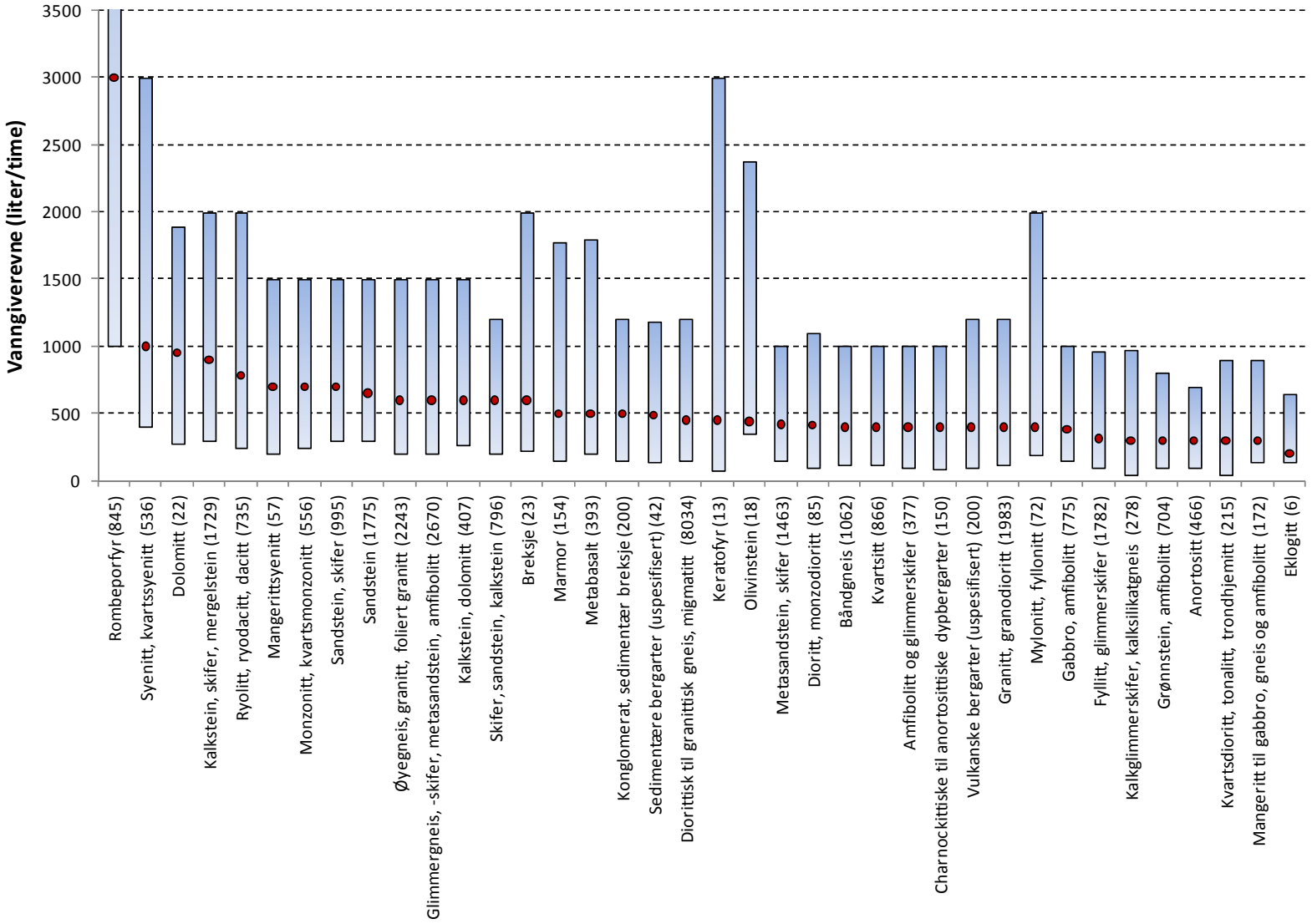
TEGNFORKLARING

Elv	Median vannføring (l/time)
Europavei	< 300
Riksvei	301 - 400
Fylkesvei	401 - 500
Kommunal / privat vei	501 - 600
Traktorveg	601 - 800
Sti	801 - 1000
	> 1000

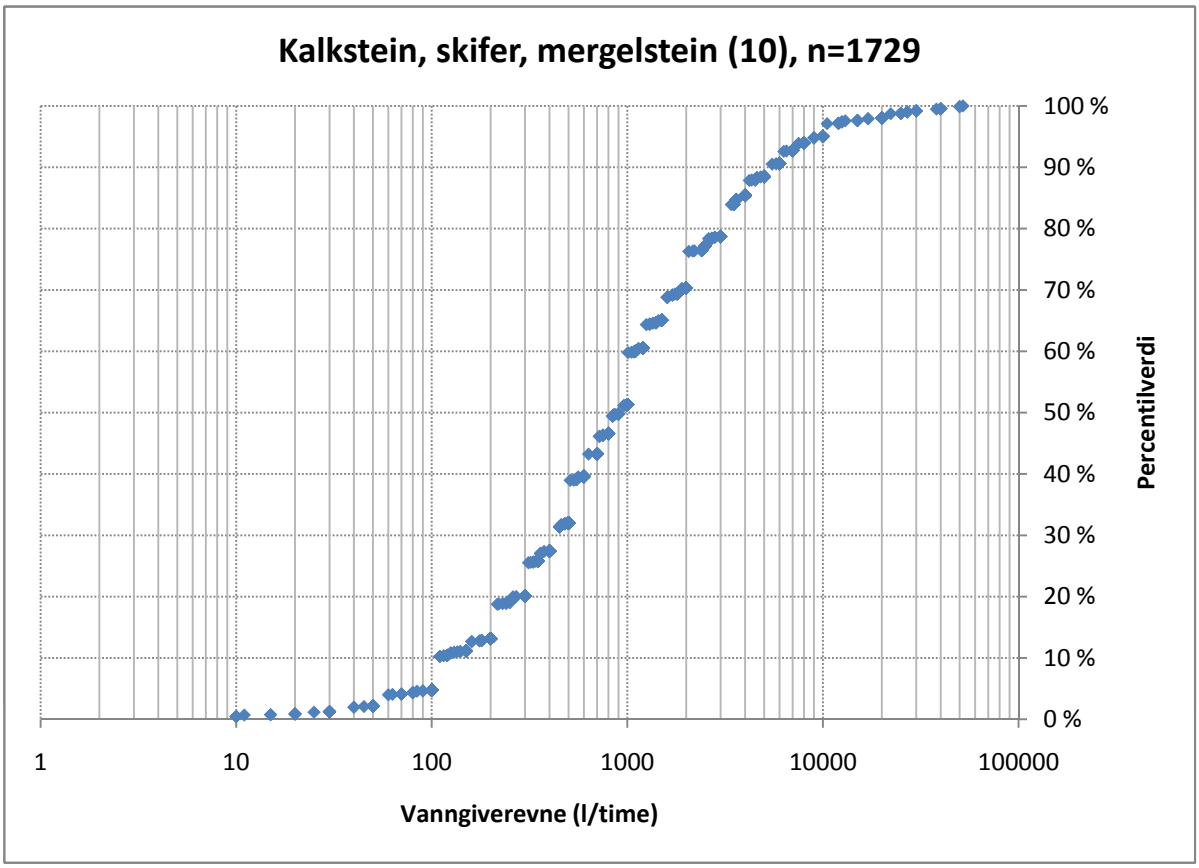
WGS1984 UTM32

Statistikk vanngiverevne i hovedbergarter

box-plot (1. kvartil-median-3. kvartil), antall (n) i parenteser bak bergartsnavn

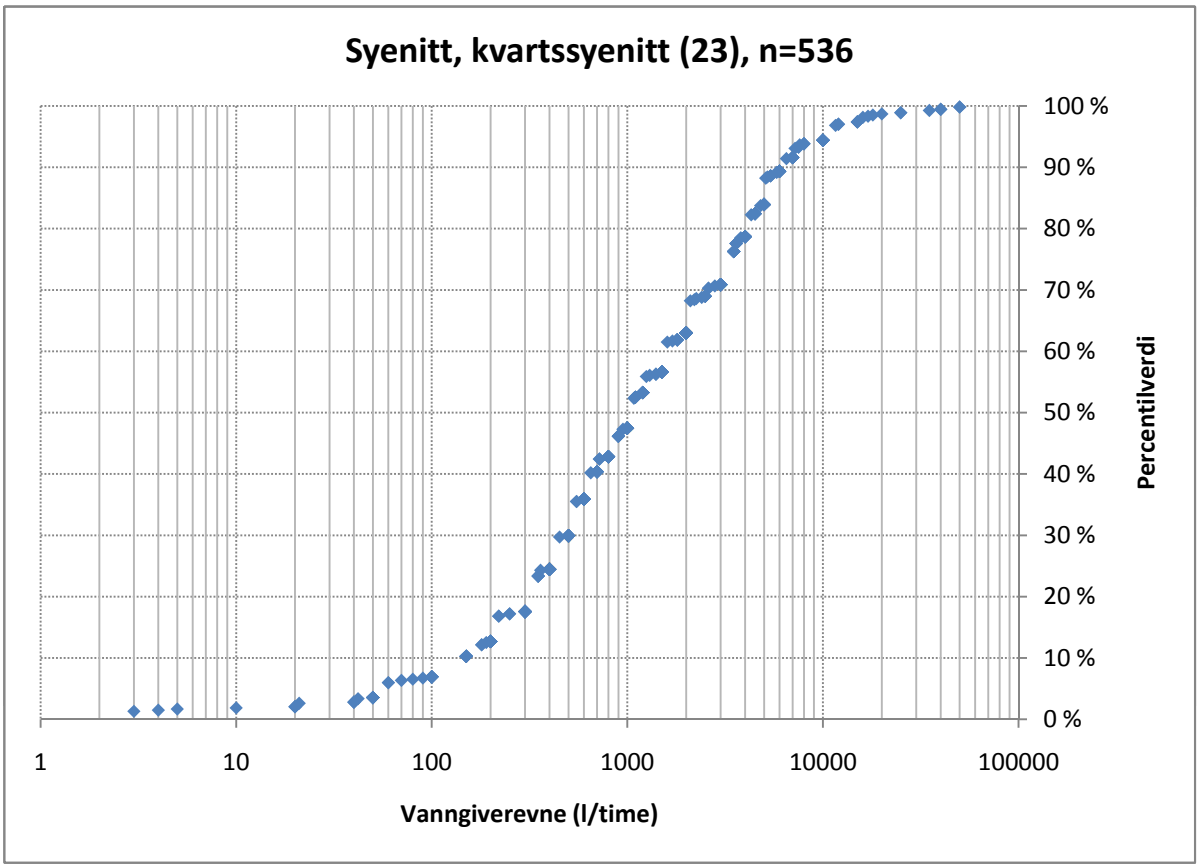


Frekvensfordelingen vanngiverevne i hovedbergarter



Grunnlagsdata:
- berggrunnskart 1:250.000
- GRANADA fjellbrønner per 17.11.2009

Frekvensfordelingen vanngiverevne i hovedbergarter



Grunnlagsdata: - berggrunnskart 1:250.000
- GRANADA fjellbrønner per 17.11.2009

ØSTLANDET
STATISTIKK VANNGIVEREVNE I HOVEDBERGARTSENHETER
basert på innrapportering til nasjonal grunnvannsdatabase

Hedmark
Oppland
Buskerud
Akershus
Oslo
Østfold
Vestfold
Telemark

WGS1984 UTM32

Målestokk: 1:500 000

Kartet viser medianverdier for vanngiverevne fra fjellbrønner innrapportert til NGUs nasjonale grunnvannsdatabase GRANADA, per hovedbergartsenhet den 17. november 2009. Sammenhengende bergartsenheter som inneholder mindre enn 20 brønner er ikke vist på kartet.

Kartet er utarbeidet ved NGU i samarbeid med Statens Vegvesen, Vegdirektoratet. Kartet er basert på digitale versjoner av 1:250.000 berggrunnskartene i det viste området, samt kvalitetssikrede fjellbrønner i GRANADA. For referanse til ulike forfattere og litteratur om området henvises det til de enkelte 1:250.000 kartene. For nærmerere opplysninger om enkelte brønner henvises til den nasjonale grunnvannsdatabasen (GRANADA) via www.ngu.no.

Topografisk kart: Statens Kartverk

TEGNFORKLARING

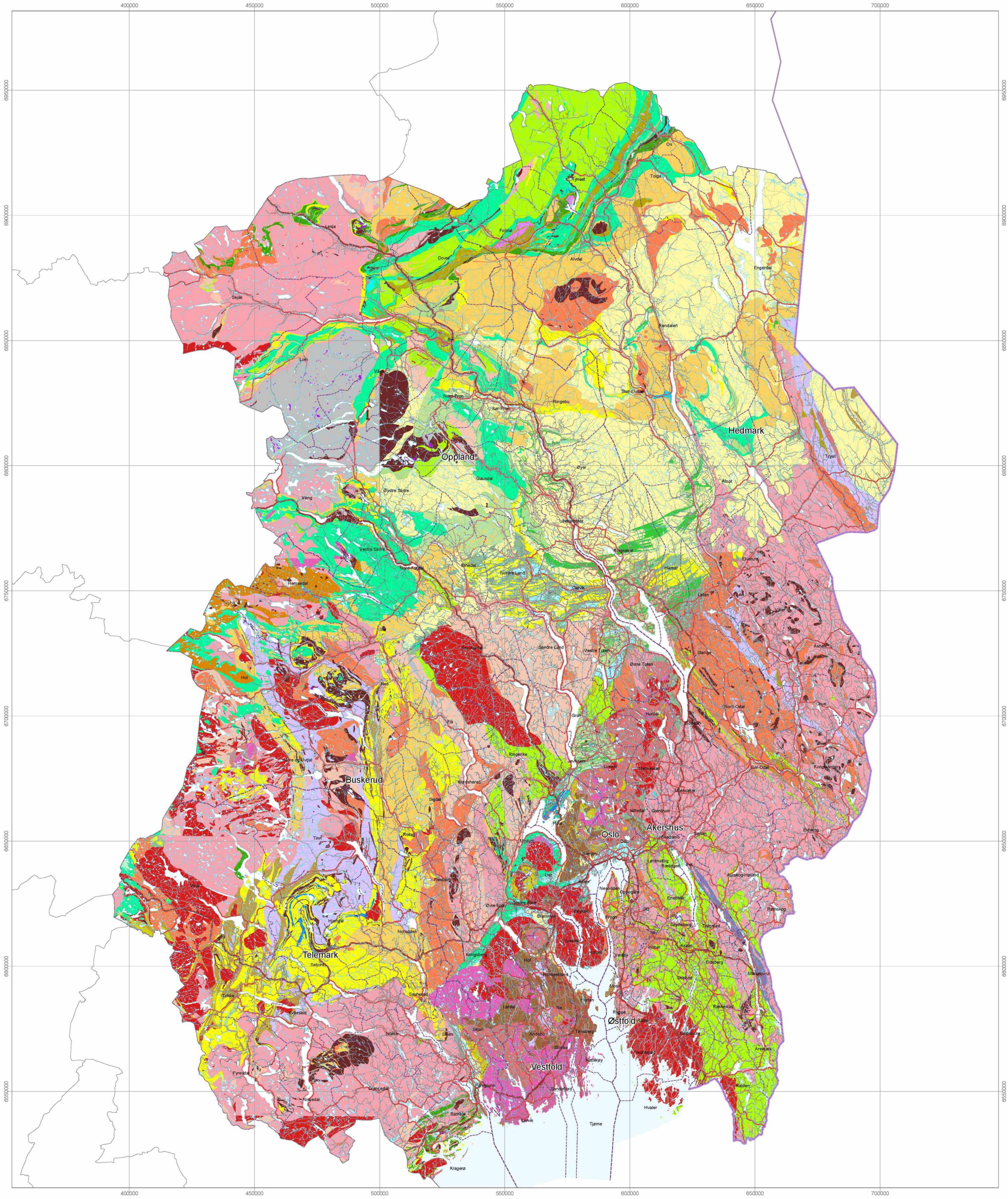
- Elv
- Europavei
- Riksvei
- Fylkesvei
- Kommunal / privat vei
- Traktorveg
- Sti

Median vannføring per bergartsenhet (l/time)

- < 300
- 301 - 400
- 401 - 500
- 501 - 600
- 601 - 800
- 801 - 1000
- > 1000

ØSTLANDET
BERGGRUNNSKART

NGU
Norges geologiske undersøkelse



Målestokk: 1:500 000

Kartet er basert på digitale versjoner av NGUs 1:250.000 berggrunnskartene. For referanse til ulike forfattere og litteratur om området henvises det til de enkelte 1:250.000 kartene.

Digitalt: www.ngu.no\kart\berggrunn

Topografisk kart: Statens Kartverk

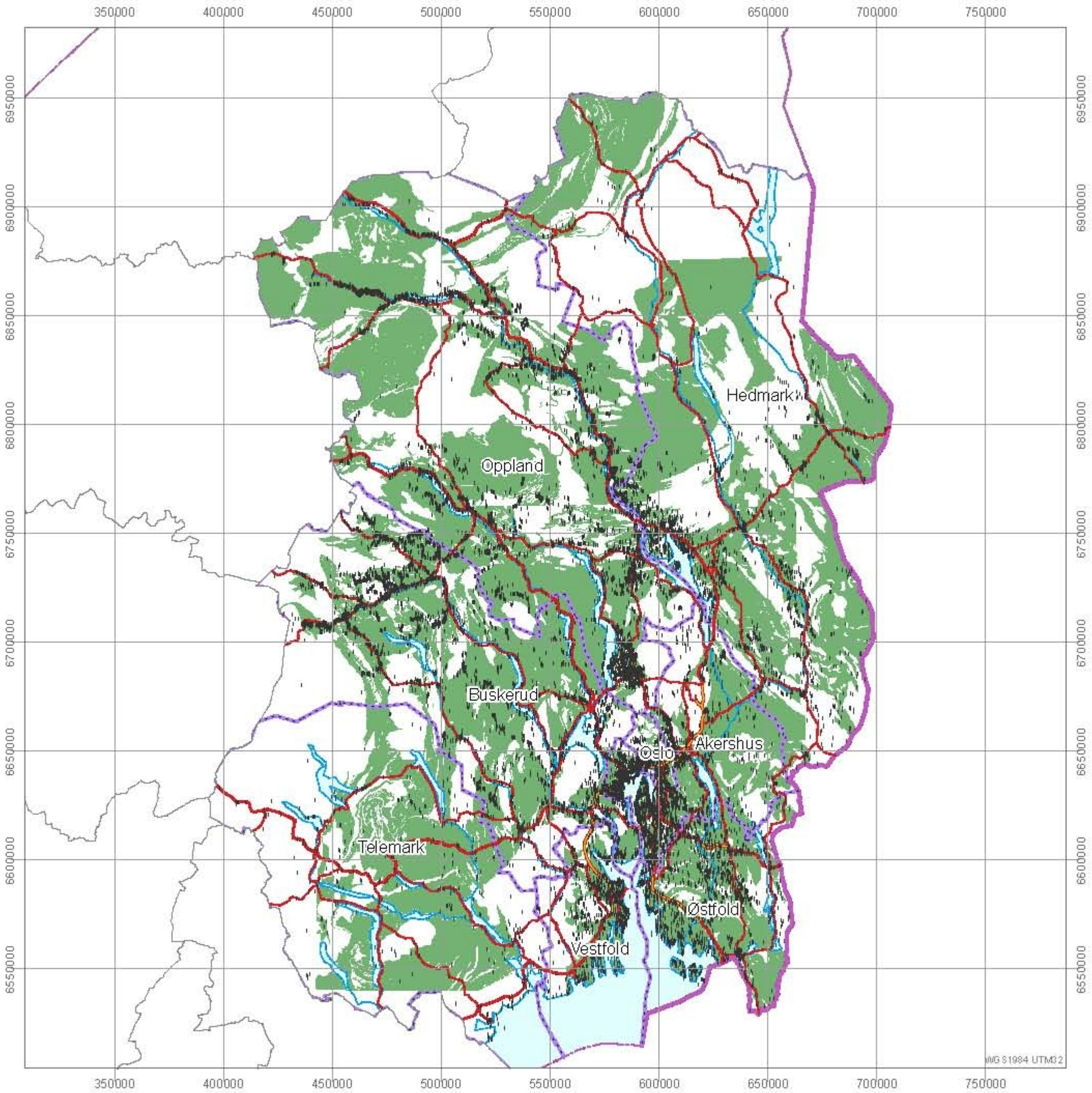
TEGNFORKLARING

- 1 - Løsmasser
- 2 - Sandstein
- 3 - Konglomerat, sedimentær breksje
- 4 - Breksje
- 5 - Mylonitt, fyllonitt
- 7 - Sedimentære bergarter (uspesifisert)
- 8 - Skifer, sandstein, kalkstein
- 9 - Sandstein, skifer
- 10 - Kalkstein, skifer, mergelstein
- 11 - Kalkstein, dolomitt
- 21 - Granitt, granodioritt
- 22 - Dioritt, monzodioritt
- 23 - Syenitt, kvartssyenitt
- 24 - Monzonitt, kvartsmonzonitt
- 25 - Mangerittsyenitt
- 26 - Ryolitt, ryodacitt, dacitt
- 27 - Rombeporfyr
- 28 - Metabasalt
- 29 - Vulkanske bergarter (uspesifisert)
- 30 - Mangeritt til gabbro, gneis og amfibolitt
- 35 - Gabbro, amfibolitt
- 37 - Keratofyr
- 38 - Kvartsdioritt, tonalitt, trondhjemitt
- 40 - Olivinstein
- 41 - Eklogitt
- 45 - Anortositt
- 46 - Charnockittiske til anortosittiske dypbergarter
- 50 - Amfibolitt og glimmerskifer
- 55 - Grønnstein, amfibolitt
- 60 - Metasandstein, skifer
- 61 - Kvartsitt
- 62 - Glimmergneis, glimmerskifer, metasandstein, amfibolitt
- 65 - Fyllitt, glimmerskifer
- 66 - Kalkglimmerskifer, kalksilikatgneis
- 70 - Marmor
- 71 - Dolomitt
- 82 - Diorittisk til granittisk gneis, migmatitt
- 85 - Øyegneis, granitt, foliert granitt
- 87 - Båndgneis (amfibolitt, hornblendegneis, glimmergneis), stedvis migmatittisk

- Elv
- Europavei
- Riksvei
- Fylkesvei
- Kommunal / privat vei
- Traktorveg
- Sti

ØSTLANDET
STATISTIKK VANNGIVEREVNE I HOVEDBERGARTER
basert på innrapportering til nasjonal grunnvannsdatabase

DATAGRUNNLAGET



0 25 50 75 100 km

TEGNFORKLARING

- bergartsenhet med > 20 fjellbrønner
- fjellbrønner brukt i analyse

Kartet viser kartlagte bergartsenheter som omfatter minst 20 fjellbrønner. Kartet er grunnlaget for statistiske kart om vanngiverevne fra fjellbrønner innrapportert til NGUs nasjonale grunnvannsdatabase GRANADA, per hovedbergartsenhet den 17. november 2009. Sammenhengende bergartsenheter som inneholder mindre enn 20 brønner er ikke vist på kartet.

Kartet er utarbeidet ved NGU i samarbeid med Statens Vegvesen, Vegdirektoratet. Kartet er basert på digitale versjoner av 1:250.000 berggrunnskartene i det viste området, samt kvalitetssikrede fjellbrønner i GRANADA. For referanse til ulike forfattere og litteratur om området henvises det til de enkelte 1:250.000 kartene. For nærmerere opplysninger om enkelte brønner henvises til den nasjonale grunnvannsdatabasen (GRANADA) via www.ngu.no.

Topografisk kart: Statens Kartverk

Vedlegg 7. Prosedyrebeskrivelse for framstilling av statistiske kart over vanngiverevne.

Kartene "Vannføring i hovedbergarter" (vedlegg 1) og "Vannføring i hovedbergartsenheter" (vedlegg 4) er avledede kart basert på grunnlagsdata om berggrunn og fjellbrønner som er tilgjengelig i forskjellige offentlige databaser ved NGU.

Følgende prosedyre er utført for å produsere kartene:

1) Den nasjonale grunnvanndatabase, GRANADA, inneholder brønndata fra brønner i fjell og brønner i løsmasser. Brønnene som er boret i fjell er selektert til videre analyse. Løsmassebrønner er dermed ikke tatt med i analysen.
2) Fra fjellbrønnene, er kun brønnene selektert som har en registrert vannføring større eller lik "0" liter/time. Dermed er fjellbrønnene som ikke har en registrert vannføring ikke tatt med i analysen.
3) Det er utført en såkalt "romlig kobling" av utvalget av fjellbrønnene med det berggrunns-geologiske kartet 1:250.000. På denne måten blir alle data som er registrert i den digitale berggrunnskartet koblet opp mot hver enkel fjellbrønn, blant annet type hovedbergart (totalt 38 bergarter) og en unik kode for hver digitaliserte polygon som omfatter fjellbrønner med en registrert vannføring større eller likt enn 0 liter/time.
4) Resultatet er brukt til å beregne medianverdier av vannføringen for hver enkel hovedbergart i hele Norge. Samtidig blir det også beregnet medianverdier for hver enkel hovedbergartsenhet (bergartspolygon), der det finnes mer enn 20 fjellbrønner med registrert vanngiverevne.
5) Eksempler på kumulativ frekvensfordelingen innen hver hovedbergart er presentert i vedlegg 3 i rapporten, resten er publisert elektronisk. Det er også tilrettelagt for presentasjon av frekvensfordelinger innen hvert bergartspolygon, men figurer er ikke utarbeidet.
6) Resultater fra statistiske beregninger per hovedbergart er presentert på kart for Østlandsområdet (Hedmark, Oppland, Buskerud, Telemark, Østfold, Oslo og Akershus fylke).