



GEOLOGI FOR SAMFUNNET

SIDEN 1858



**NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE**
· NGU ·



Rapport nr.: 2016.008		ISSN: 0800-3416 (trykt) ISSN: 2387-3515 (online)		Gradering: Åpen	
Tittel: Hydrogeologisk Forskning og Undervisning 2015-2020. Sluttrapport.					
Forfatter: Gundersen, Pål; Aagaard, Per; French, Helen Kristine; Tuttle, Kevin John; Sæther, Ola Magne; De Beer, Hans			Oppdragsgiver: Norges forskningsråd		
Fylke: -			Kommune: -		
Kartblad (M=1:250.000) -			Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) -		
Forekomstens navn og koordinater: -			Sidetall: 41		Pris: 120
Feltarbeid utført: -			Rapportdato: 12.04.2015		Prosjektnr.: 364005
			Ansvarlig: 		
<p>Sammendrag</p> <p>Åtte samarbeidende institusjoner har gjennomgått status og utfordringer for det norske hydrogeologifaget under prosjektet "Hydrogeologisk forskning og undervisning 2015-2020". Det har vært delfinansiert av Forskningsrådet som oppfølging av evalueringen av norsk geofaglig forskning fra 2011.</p> <p><i>Forskning:</i> Fagmiljøene samarbeider i dag for lite om større felles forskningssatsninger av typen Faneprojekt Gardermoen fra 1990-tallet. Vi har identifisert noen hovedforskningstemaer hvor samfunnet har et stort underdekt behov for hydrogeologisk kompetanse og forståelse. Dette gjelder særlig innen sektorer som transport, bygg og infrastruktur samt innen rasforebygging og -varsling. Det anbefales derfor et nasjonalt samarbeid innen følgende prioriterte forskningsfelt: <i>Byutvikling</i> (urban hydrogeologi), <i>Grunnvann og naturfarer</i> (ras og flom) og <i>Anlegg i fjell og løsmasser</i> (særlig i forbindelse med veg- og jernbaneutbygging og byutvikling).</p> <p>Innen <i>undervisning</i> bør institusjonene samarbeide om å utnytte andres spisskompetanse ved å utveksle lærerressurser mellom institusjonene og med tilgrensende fagfelt. I tillegg anbefales å lage felles undervisningsmateriale, feltkurs og muligens videoundervisninger. Mange erfarne undervisere har sluttet, eller er i ferd med trekke seg tilbake. Disse bør erstattes med kontinuitetsbærere og som også kan beherske og videreutvikle nyere hydrogeologiske metoder.</p> <p>Hydrogeologiske vurderinger kommer ofte for sent inn under utbygging og saksbehandlingsprosesser. I tillegg er informasjon, data og kart som kunne vært nyttig for ulike brukergrupper svært fraksjonert og ofte ressurskrevende å finne og sette sammen. Dette medfører ofte skader som kunne vært unngått og trolig irreversibel nedbygging av arealer over potensielt viktige grunnvannsressurser. Prosjektgruppen anbefaler derfor at det opprettes en felles nettside for hele fagmiljøet som alle vil kunne ta del i og oppdatere med informasjon om egen aktivitet, kompetanse, publikasjoner, tilgjengelig utstyr osv. Det anbefales at fagmiljøet svarer bedre på samfunnets aktuelle behov gjennom en egen arbeidspakke som holder seg oppdatert på samfunnsbehovene og samtidig informerer og markedsfører faget gjennom de riktige kanalene. Vi anbefaler også et eget fagforum som skal optimalisere fagfeltets data og kartløsninger; tekniske løsninger for innrapporteringer, tilgjengeliggjøring av gamle data, brukertilpassede kart osv.</p> <p>Det opprettes et <i>Nasjonalt Fagforum Grunnvann</i> (NFG) bestående av representanter fra alle institusjoner i Norge som driver med hydrogeologi. NFG vil sikre en langsiktig videre arbeid med de identifiserte utfordringene og tiltakene. Det er utarbeidet 5 arbeidspakker med konkrete framdriftsplaner til dette arbeidet.</p> <p>"Hydrogeologisk forskning og undervisning 2015-2020" har blitt delfinansiert av NFR som arrangementsstøtte gjennom ISP-Geofag. Hele det norske hydrogeologimiljøet har fått anledning til å komme med innspill gjennom mailkorrespondanse, skypemøter og deltagelse på workshops og seminarer. De samarbeidende institusjonene har vært UiO, NMBU, NGU, UiB, NTNU, NIBIO og NVE. IAH-Norge er senere blitt med som samarbeidspartner til prosjektet.</p>					
Emneord: hydrogeologi		grunnvann		forskning	
undervisning		database		informasjon	

Forord

Norges forskningsråd (NFR) utlyste i 2014 én million kroner for å tilrettelegge for samarbeid, arbeidsdeling og konsentrasjon. Dette var en del av oppfølgingen av geofagevalueringen fra 2011, og ble utlyst som arrangementsstøtte innenfor programmet ISP-GEOFAG.

Syv samarbeidende institusjoner (UiO, NMBU, NGU, UiB, NTNU, NIBIO og NVE) fikk i 2015 innvilget kr 75.000 i støtte til å identifisere status og utfordringer for hydrogeologifaget i Norge og gi anbefalinger for veien videre. IAH er senere blitt med som samarbeidspartner til prosjektet.

Dette dokumentet rapporterer resultatene av arbeidet. NGU har hatt prosjektledelsen for prosjektet og koordinert gjennomføringen sammen med UiO, NMBU og IAH-Norge.

Vi takker et samlet fagmiljø av hydrogeologer, deres brukere og samarbeidspartnere for alle innspill og meninger som har kommet inn fra prosjektstart i mars 2015 fram til i dag. Vi takker også på vegne av de samarbeidende organisasjoner for støtte og hjelp underveis fra Norges forskningsråd.

Trondheim,
12. april 2016

Pål Gundersen
(prosjektleder)



Innhold

Forord	3
1. Innledning.....	5
1.1 Bakgrunn	5
1.2 Mål og mandat	5
1.3 Arbeidsprosess og arrangementer.....	5
1.4 Hydrogeologifaget; tidligere nasjonale initiativer	6
1.4.1 Den Internasjonal Hydrologiske Dekade (IHD) 1965-1974	6
1.4.2 Grunnvann i Norge (GiN)	7
1.4.3 Faneprojekt Gardermoen 1992-2001	8
2. Sammendrag fra arbeidsgruppene	9
2.1 Brukerbehov og media - behov og bevissthet i samfunnet.....	9
2.2 Undervisning	9
2.3 Forskning	10
2.4 Informasjon og data	10
3. Anbefalinger og videreføring etter prosjektslutt	12
3.1 Nasjonalt Fagforum Grunnvann (NFG)	12
3.2 Arbeidspakke 1: Brukerbehov og media	13
3.2.1 Hensikt og bakgrunn	13
3.2.2 Tiltak for å bevisstgjøre samfunnet.....	13
3.2.3 Plan for arbeidspakke 1	14
3.3 Arbeidspakke 2: Hydrogeologisk undervisning	14
3.3.1 Hensikt og bakgrunn	14
3.3.2 Tiltak for å forbedre undervisningen.....	15
3.3.3 Eksisterende studieprogram	15
3.3.4 Plan for arbeidspakke 2	16
3.4 Arbeidspakke 3: Hydrogeologisk forskning.....	18
3.4.1 Forskningsutfordringer	18
3.4.2 Infrastruktur – fellesressurser i felt	21
3.4.3 Finansiering	21
3.4.4 Anbefalinger.....	22
3.5 Arbeidspakke 4: Felles webportal for hydrogeologi i Norge	23
3.5.1 Hensikt og bakgrunn	23
3.5.2 Faglige tema vurderes inn på webportalen.....	23
3.5.3 Plan for arbeidspakke 4	24
3.6 Arbeidspakke 5: Fagforum for grunnvannsdata og -kart.....	25
3.6.1 Hensikt og bakgrunn	25
3.6.2 Organisering og mulige deltagere	25
3.6.3 Finansiering	25
3.6.4 Plan for arbeidsgruppe 5	26
4. Referanser.....	29
Vedlegg 1: Memorandum for Samarbeid, Nasjonalt Fagforum Grunnvann (NFG).....	30
Vedlegg 2: Studieprogrammer innen høgere utdanning i Norge.....	32

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Norske hydrogeologer jobber i universitetssektoren, i offentlig forvaltning, som konsulenter og blant større utbyggere innen infrastruktur med mer. De jobber med nokså ulike problemstillinger, og i mange tilfeller med begrenset kontakt med det øvrige hydrogeologimiljøet. Mest samlende for fagmiljøet er aktiviteter til den norske avdelingen i Internasjonal Association for Hydrogeologists (IAH) og det årlige nasjonale seminaret om hydrogeologi og miljø ved Norges geologiske undersøkelse (NGU). Bortsett fra noen større satsninger fram til begynnelsen av 2000-tallet (se kapittel 1.4) har fagmiljøet per i dag ingen arena for å koordinere forskningsaktiviteter, utdanning, forskningsinfrastruktur osv.

Prosjektet *Hydrogeologisk Forskning og Undervisning 2015-2020* ble gjennomført i perioden fra mars 2015 til og med mars 2016. Denne rapporten omfatter resultatene fra prosjektet. Vi legger fram konkrete forslag til hvordan fagets utøvere kan organisere seg for å skape strategiske og samfunnsnyttige endringer, aktiviteter og samarbeid. Prosjektet har avdekket mange ulike samfunnsbehov. Viktige elementer av det faglige arbeidet som gjennomføres innenfor eller relatert til det hydrogeologiske fagfeltet i Norge fungerer bra. Men prosjektet har også identifisert mange uløste oppgaver som det bør skapes en større aktivitet rundt for å møte dagens og fremtidige samfunnsutfordringer. For å imøtekomme disse utfordringene er det nødvendig med et langsiktig og systematisk samarbeid på tvers av ulike faginstusjoner. Utover sterk motivasjon og felles kontaktarenaer innenfor fagmiljøet, er utvikling av langsiktige økonomiske rammer nødvendig for å sikre et bærekraftig og sterkt hydrogeologisk fagmiljø i Norge.

Et samlet norsk hydrogeologimiljø har fått anledning til å komme med innspill under diverse møter som har blitt organisert gjennom dette prosjektet. Denne rapporten oppsummerer de viktigste innspillene.

1.2 Mål og mandat

Prosjektets mål og mandat er formulert i søknaden til Norges forskningsråd:

- å identifisere status og utfordringer for hydrogeologi i Norge anno 2015;
- oppnå nasjonal enighet om arbeidsdeling og samarbeid rundt undervisning og forskning;
- å tilrettelegge for forskningsprosjekter på områder som er strategisk viktige for Norge;
- kartlegge hvordan økonomiske midlene til slik forskning kan økes.

1.3 Arbeidsprosess og arrangementer

Prosjektet startet under det 24. seminar om hydrogeologi og miljø ved NGU 10-11 mars 2015, med ca 60 deltagere. Dag 1 omfattet foredrag som var rettet til oppstart av prosjektet og innledning til aktivitetene på dag 2. Dag 2 var forbeholdt workshop med kafébord (bestående av 5-10 deltagere). Innspillene fra seminaret er publisert i NGU-rapport 2015.017 (Aune *et al.* 2015) og NGU-rapport 2015.023 (Gundersen *et al.* 2015).

Tabell 1: Tema og ledere under workshop ved seminaret på NGU i 2015

Hydrogeologi og forskning (Per Aagaard, UiO)	Flom, skred og klimaendringer (Thea Wang, NVE)
Hydrogeologi og undervisning (Helen French, NMBU)	Kartlegging, modellering og visualisering (Rannveig Øvrevik Skoglund, UiB)
Hydrogeologi og samarbeid (Guri Ganerød, NGU)	Grunnvann og miljø – viktige satsninger (Ola M. Sæther, NGU)
Hydrogeologi og kommunikasjon med omverden (Sylvi Gaut, Sweco)	Grunnvann og økosystemer – viktige forskningsfelter (Ola M. Sæther, NGU)
Hydrogeologi og nasjonal forskningsinfrastruktur (Harald Klempe, HiT)	Grunnvann og jus (Achim Beylich, NGU)
Urbane strøk (Hans de Beer, NGU)	Vannforsyning i utviklingsland (Achim Beylich, NGU)
Grunnvann som problem (Kevin Tuttle, Norconsult).	Hydrogeologi, hydrologi, limnologi (Anne Fleig-NVE)
Grunnvann som ressurs (Atle Dagestad, NGU)	

Arbeidet etter dette seminaret ble gjort i fire arbeidsgrupper:

1. Brukerbehov og media (ledet av Kevin John Tuttle, Norconsult/IAH),
2. Undervisning (ledet av Helen French, NMBU),
3. Forskning (ledet av Per Aagaard, UiO),
4. Informasjonsflyt- og lagring (ledet av Pål Gundersen, NGU).

Ideer og innspill fra seminarene, korrespondanse pr. e-post og diverse Skype-møter er samlet og satt sammen av arbeidsgruppelederne og diskutert ved følgende arbeidsmøter:

- *The 25th Seminaret on Hydrogeology and the environment*. NGU, Trondheim, 3.-5. februar 2016. Cirka 70 deltagere. (Engdal *et al.* 2016)
- *Hydrogeologiens framtid*. NMBU, Ås 18. november, 22 deltagere. (Gundersen *et al.* 2016).

Forslag og framdrift fram mot rapportering er koordinert gjennom mange Skype-møter mellom arbeidsgruppeledere og andre relevante fagpersoner.

1.4 Hydrogeologifaget; tidligere nasjonale initiativer

Det har vært tre tidligere større satsninger innen norsk og nordisk hydrologi og hydrogeologi med overføringsverdi til dette prosjektet.

1.4.1 Den Internasjonal Hydrologiske Dekade (IHD) 1965-1974

Den Internasjonal Hydrologiske Dekade (IHD) 1965-1974 ble vedtatt etablert av UNESCO i november 1964. Fokus skulle være på utvikling av forskning i hydrologi inkludert hydrogeologi. Det ble opprettet komiteer i de fleste land og den norske IHD-komiteen ble opprettet av Industridepartementet i mai 1964.

I de nordiske land ble det lagt stor vekt på nordisk samarbeid. Den norske nasjonale komiteen for IHD ga i 1973 ut to rapporter:

- *Hydrological Data – Norden, IHD Stations – Basic Data* med oversikt over IHD stasjoner og grunnlagsdata 1970-1971.
- *Hydrological Data- Norden, Representative Basins - Romerike, Norway Data 1970-1971*.

I tillegg ble det utarbeidet flere rapporter som del av to norske rapportserier om markvann og fordampning.

Hydrogeologidelen utgjorde en relativ liten del av hele dekadene. Men IHD-forskningen som var knyttet til Romerike var svært viktig for forståelse av grunnvannsystemet der, med innsamling av hydrologiske data, lange tidserier av grunnvannsobservasjoner og ikke minst de limnologiske studiene. I tilslutning til og etter IHD ble det utført kvartærgeologisk kartlegging av løsmassene på Gardermoen med tilhørende geofysiske tykkelsesmålinger. Dette er opprinnelsen til og basis for mye av den senere tids norske hydrogeologiske forskning.

Arbeidet i IHD ble videreført gjennom det UNESCO-koordinerte *Det Internasjonale hydrologiske Program*. Den norske IHD-komiteen skrev i 1973 *Forslag til langtidsprogram for norsk hydrologi – Norsk deltakelse i "International Hydrological Program*, som førte til opprettelsen av Norsk Hydrologisk komité. Hydrogeologiske problemstillinger inngår i hydrologisk komités arbeidsfelt, men har aldri vært en sentral del.

Rammeprogrammet besto i koordinering av kartleggingen av Norges vannressurser:

1. avgrensning av representative områder og etablering av matematiske modeller
2. forskning omkring antropogene inngrep i kretsløpet
3. informasjonsarbeid

Arne Tollan skrev i 1974 rapporten *Impact of IHD on hydrology in Norden* der han pekte på den store verdien av det nordiske samarbeidet innen IHD. Arbeidet gjennom NUTSAM ble videreført som Koordineringskomiteen for hydrologi i Norden (KOHYNO) og Nordic Hydrological Program. The Nordic Association for Hydrology står som utgiver av tidsskriftet *Nordic Hydrology* som publiserer artikler på engelsk innenfor hydrologisk forskning.

Det har også ført til tre store samarbeidsprogram innen klima og energi med TRI – Nordiske toppforskningsinitiativer- som går på klima og endringer i kryosfæren (NCoE). Imidlertid har det nordiske samarbeidet blitt utfordret av fokuset på EU-finansiert forskning. Opplysningene im IHD er hentet fra Sælthun (2015).

1.4.2 Grunnvann i Norge (GiN)

Programmet Grunnvann i Norge (GiN) ble initiert av Miljødepartementet (MD) i 1989. Det var et samarbeidsprosjekt mellom Norges geologiske undersøkelse (NGU) og MD for å fremme økt bruk og bedre vern av grunnvann. Det ble finansiert av Næringsdepartementet ved NGU, Miljødepartementet og Kommunaldepartementet. I tillegg bidro Universitetet i Bergen, Sogn og Fjordane Distriktshøgskule, Telemark Distriktshøgskule med flere.

GiN omfattet metodeutvikling, oversiktskartlegging, registrering og vurdering av grunnvannsforekomster og forurensningstrusler, i tillegg til informasjonstiltak rettet mot kommuner og fylkeskommuner.

Følgende veiledere er utgitt:

- Grunnvann fra hovedplan til prøvepumping
- Grunnvann i arealplanleggingen
- Grunnvannsundersøkelser i løsmasser
- Grunnvann – Planlegging/økonomi
- Grunnvannsanlegg – Eksempler
- Grunnvann i fjell til spredt bebyggelse
- Grunnvann beskyttelse av drikkevannskilder
- Grunnvannsmuligheter i Norge
- Grunnvannsbrønner terminologi, ansvarsforhold og anbud
- Grunnvannsanlegg EDB-basert drift og fjernkontroll
- Grunnvann kunstig infiltrasjon
- Grunnvannskvalitet problemer og tiltak
- Grunnvannsbrønner kontroll, vedlikehold, rehabilitering

Alle GiN-veilederne er tilgjengelig via <http://www.grunnvann.no>.

1.4.3 Faneprojekt Gardermoen 1992-2001

Da Stortinget godkjente planene om å legge hovedflyplassen til Gardermoen krevde de samtidig at utbyggingen ikke måtte føre til forringelse av grunnvannet. Konkret måtte ikke grunnvannet forurennes og vannbalansen måtte opprettholdes. Samtidig hadde Norsk Hydrologisk Komité (se 1.4.1) på midten av 1980-tallet registrert et økende behov for kompetanseheving i det norske hydrogeologimiljøet, i skjæringspunktet mellom geologi, hydrologi og miljøgeologi.

Ved å etablere *Faneprojekt Gardermoen* oppnådde man to ting. Luftfartsverket, som var det ansvarlige organ for flyplassutbyggingen, hadde for det første behov for forskningsbasert kunnskap som kunne brukes til å forutsi konsekvensene av utbyggingen. Men samtidig kunne man også øke den samlede vitenskapelige kompetanse og samhandling innen det norske hydrogeologimiljøet i Norge. Prosjektet ble opprettet i 1992 som del av Norges forskningsråds forskningsprogram *Miljø i grunnen*.

Luftfartsverket har stått for driftsmidlene, mens NFR har finansiert stipendiater. Prosjektet har foregått som et samarbeidsprosjekt mellom fire forskningsmiljøer ved Universitetet i Oslo (UiO), daværende Norges Landbrukshøgskole (nå NMBU), daværende Norges Tekniske Høgskole (nå NTNU) og SINTEF. Et betydelig antall doktorgradsstudenter og hovedfagstudenter var involvert i prosjektet. Når man summerer bidragene fra Luftfartsverket, NFR og de enkelte institusjonene, har det vært brukt cirka 20 millioner kroner på prosjektet.

Prosjektet førte til en betydelig kompetanseheving innen norsk hydrogeologisk forskning. Det har engasjert en rekke stipendiater og gjesteforskere. Det har vært et typisk tverrfaglig prosjekt hvor grunnforskere og ingeniører har jobbet side ved side og på den måten fått en brattere lærekurve gjennom læring av hverandre.

Kilder: Forskning nr. 8/1995 og Dagestad 1998.

2. Sammen drag fra arbeidsgruppene

I dette kapitlet gis korte sammen drag av konklusjoner og anbefalinger som ble utarbeidet gjennom de fire arbeidsgruppene etter seminaret den 10-11. mars 2015 (se 1.3). Fullstendig dokumentasjon er gitt i NGU-rapport 2015.023 (Gundersen *et al.*, 2015).

2.1 Brukerbehov og media - behov og bevissthet i samfunnet

Hydrogeologi er mindre kjent enn andre tilgrensede fag som geoteknikk, ingeniørgeologi og hydrologi. Det er imidlertid en økende forståelse for at hydrogeologiske vurderinger er viktig for å unngå store negative konsekvenser ved urbanisering og bevaring av ytre miljø og kulturarv. Det er generelt viktig at faget kommer inn i en tidlig fase av plan- og prosjekteringsoppgaver. Man må skape forståelse for at forkunnskap om grunnvann og undergrunn, gode databaser og overvåkningsnettverk, er avgjørende for at reguleringsplaner og utbygginger skal kunne utarbeides på en langsiktig samfunnsøkonomisk og bærekraftig måte. Det er avgjørende at fagmiljøet finner svar på hvordan man bedre kan nå fram til brukergrupper/ samarbeidspartnere på riktig tidspunkt og hva som bør utløse et "rødt lys" i beslutningsprosessene. Et nærliggende tiltak er å få denne informasjon inn i veiledere, prosedyrer, tidsskrifter osv. som beslutningstakerne bruker. I tillegg bør man bygge opp fagets egne informasjonskanaler gjennom et eget nettsted og ved utvikling av reviderte GiN-veiledere.

På verdensbasis ser man at urbanisering ofte medfører endringer i grunnvannsbalansen med resulterende grunnsetninger eller oversvømmelser. Endringer i grunnvannsforhold medfører ofte skader på infrastruktur i grunnen og i bygninger, endret vannbalanse og økt skade på kulturminner. Det hydrogeologiske fagmiljøet må finne fram til ny og bedre praksis for å hindre skader på ressursene, samt hindre de negative konsekvensene som kan følge av endrede grunnvannsnivå. Dette bør tilrettelegges ved økt forskning, undervisning og endret praksis i byggesaksgangen.

2.2 Undervisning

Et undervisningsforum bestående av høyere utdanningsinstitusjoner bør opprettes for å diskutere hvordan man best kan koordinere undervisningen og utnytte hverandres kompetanse. Et godt eksempel på nasjonalt samarbeid er feltkurset i hydrogeologi, som har vært et tilbud til studenter helt fra 1989. Senere ble det et felleskurs først med HiT, UiO og NLH, og siden 2007 med UiO og NMBU. En viktig oppgave vil være å tilrettelegge for at studenter kan velge mellom kurs på ulike læresteder (informasjon om kurs, koordinering av semestre/oppmelding mm.). Det er også viktig å samarbeide med tilgrensede fagfelter som geoteknikk, ingeniørgeologi og ulike tekniske ingeniørfag for å spre kjennskap til hydrogeologien ut til de andre samfunnsfunksjonene, og samtidig forberede hydrogeologistudentene på møtet med andre fagfelt senere i karrieren. Det er viktig å knytte studentene opp mot konkrete prosjekter og konsulentfirmaer og la dem utføre oppgaver som kan legge igjen nyttig kompetanse og verktøy, f.eks. gjennom studentoppgaver. I tillegg ble det skissert mange deler av faget som det bør satses på å styrke gjennom undervisning, undervisningsmateriell og samarbeid/ utveksling.

2.3 Forskning

Det ble utpekt 3 spesielt viktige tema man bør fokusere på:

- Anlegg i fjell og løsmasser;
- Naturfarer (skred og flom);
- Byutvikling (urban hydrogeologi).

Det overordnede fagområdet som omhandler grunnvann i fjell vil kunne inngå i alle tema og bør trolig prioriteres. Til tross for at fagområdet er mer komplisert og uforutsigbart enn grunnvann i løsmasser, har det ikke vært prioritert som forsknings- og undervisningsområde i Norge frem til i dag. En mulig retning som ble skissert er opprettelse av forsøksfelt med fokus på grunnvann i fjell. Et større forskningsprogram vil være mer eller mindre avhengig av tilgang til et utvalg av lokale godt instrumenterte forskningslokaliteter. Flest mulig bør få anledning til å delta og bidra på disse forskningslokalitetene (som avansert instrumenterte brønnparker) der man kan eksperimentere med de problemstillinger som er spesielt viktige for Norge framover. Det franske *H+ Nettverket* er et godt eksempel på en slik satsning.

I tillegg til ovennevnte tema ble Geo-energi nevnt spesielt som et viktig satsningsområde. Men forskningsprosjekter innen dette feltet kan trolig finansieres som del av eksisterende energirettede utlysninger og ikke som del av hydrogeologisk rettede programmer.

Gjennom prosjektet har svært mange ideer, forslag og meninger blitt lansert om fagets utfordringer på forskningssiden. Det er på den ene siden opp til de enkelte deltageren å lese igjennom, benytte og skaffe finansiering og samarbeidspartnere med inspirasjon i dette materialet. For en større satsning anbefales imidlertid miljøet å opprette en egen, varig arbeidsgruppe som skal følge med på, utnytte og helst også bidra til å skape framtidige finansieringsløsninger. Dette vil har det blitt tatt initiativ til som et resultat av prosjektet (se 3.0).

Et sentral innspill gjaldt å slå sammen flere viktige tema til en SFI (Senter for Forskningsdrevet Innovasjon). En mulighet er å slå sammen temaer innen Urban hydrogeologi, Grunnvann og naturfarer, samt Anlegg i fjell og løsmasser. Første mulighet for dette blir trolig høsten 2017, med senteroppstart 2019 og avslutning 2024 eller 2027. En slikt senter kan i så fall koordineres mot en eksisterende SFI, "Klima 2050" som har en del tilstøtende/ overlappende problemstillinger og der mange aktuelle samarbeidspartnere allerede inngår.

2.4 Informasjon og data

Arbeidsgruppens mål var å tilrettelegge for at de resultater og den informasjonen som skapes i bransjen, eller kan være et verktøy for bransjen, i størst mulig grad kan bli tilgjengeliggjort og synliggjort. Både ovenfor bransjen selv og i samfunnet forøvrig. Gruppen skulle også søke å samle, tilgjengeliggjøre og bekjentgjøre/ publisere de andre gruppenes arbeid, f.eks. info om studietilbud, bransjens aktører, tilgjengelig hydrogeologisk utstyr samt prosjektets egne anbefalinger.

Eksisterende data- og informasjonskanaler

Det er nødvendig med en bedre koordinering av de ulike databasene i Norge. Ulike grunnvanns- og undergrunnsdata bør for eksempel kunne visualiseres og tilgjengeliggjøres bedre tilpasset brukergruppene, i stedet for å være kategorisert etter den som samler data og hvilket lovverk som regulerer innrapporteringen. I tillegg bør også innrapporteringsløsninger kunne forenkles for brukerne, særlig ute i felt. I tillegg bør dataeierne blir bedre kjent med hverandres data. Dette vil sikre en helhetlig oversikt og mulighet for å identifisere data som ikke tas hensyn til eller som ingen tar ansvar for. De antatt viktigste kilder til kunnskap og data om grunnvann og undergrunnen er nevnt her.

Nasjonal grunnvannsdatabase (GRANADA) er en karttjeneste der brønnboringer til vannforsyning, energiboringer samt grunnvannsrelevante sonderboringer er registrert. I tillegg er det direkte tilgang til andre relevante kartlag om for eksempel topografi, berggrunn og løsmasser. Brønnboringer som blir registrert i Brønn databasen ved NGU blir publisert gjennom GRANADA. Alle boringer etter grunnvann eller grunnvarme, samt alle grunnvannsundersøkelser der det skrives rapport er oppgavepliktige jf. Vannressursloven §46.

Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG) inneholder data om geotekniske boringer og er under stadig utvikling for å på sikt omfatte data for alle type grunnundersøkelser i Norge. Det er ingen oppgaveplikt relatert til NADAG. De offentlige etatene som står bak utviklingen av NADAG; Statens vegvesen, Jernbaneverket, NVE, NGU og Statsbygg registrerer sine data i NADAG.

Miljøstatus.no inneholder diverse opplysninger om lokaliteter med forurenset grunn. Disse data oppstod i sin tid som "Deponidatabasen" ved NGU på oppdrag av daværende SFT, men har endret navn og tilhørighet flere ganger siden.

Nettstedet *Norske utslipp* ved Miljødirektoratet inneholder en del statistikk om utslipp fra landbasert industri, og også deponier vil bli en del av innrapporteringsordningen.

Miljødirektoratet får inn mye forurensningsrelevant informasjon fra industrien som per i dag ikke blir tilgjengeliggjort men som potensielt kunne inngått i offentlige databaser.

Dessuten innrapporteres diverse miljødata, blant annet fra sigevanns- og resipientovervåking. Miljødirektoratet får inn mye av informasjon gjennom Egenrapportering for deponier og industrideponier (ligger i Brønnøysundregistrenes Altinn).

Vannmiljø, Vann-nett og Vannportalen er nettsteder opprettet i forbindelse med oppfølging av Vannforskriften (EUs Vanndirektiv). *Vannmiljø* er tilrettelagt for innmelding av data om blant annet grunnvann. For grunnvann er imidlertid datagrunnlaget svært mangelfullt. Det gjennomføres nå et kartleggings- og karakteriseringsarbeid av Miljødirektoratet, NGU og NVE for å forebedre beskrivelsen og overvåkingen av norske grunnvannsforekomster. Det gjenstår mye arbeid til kartlegging, karakterisering og etablering av overvåkingsstasjoner. Dette gjelder ikke minst metodisk om hvordan man på mest kostnadseffektiv måte utpeker (type)lokaliteter, kartlegger undergrunnen, og overvåker vannkjemi og vannbalanse til grunnvannsforekomster.

Norsk Vann organiserer de fleste vann- og avløpsetater i norske kommuner. Organisasjonen tok i 2015 et initiativ for å koordinere kommunenes databaser innen vann og avløp (fortrinnsvis i fritidsbebyggelse) med GRANADA, men man har til nå ikke kommet i gang med konkret arbeid.

Kommunene sitter i dag på svært mange typer data om undergrunn, installasjoner og anlegg i undergrunnen, samt om brønnboringer og grunnvann. Dessverre ligger arkivene i ganske mange ulike dataformater og databaseprogrammer, ofte kun skannet eller som papirkopier. Det finnes trolig mange rapporter som i større eller mindre grad vil være oppgavepliktige jf. VRL §46 eller som vil kunne publiseres i offentlige databaser og dermed gjøres bedre tilgjengelig for samfunnet.

Det foreslås at flere innen det norske fagmiljøet bør kunne bidra til å videreutvikle og oppdatere det nasjonale nettstedet *www.grunnvann.no* med nyheter, litteratur/rapporter, utlysninger av forskningsmidler, oversikt over aktører (forskning, undervisning og konsulenter), kompetanse og tilgjengelig utstyr, kilder til data og kart og brukertilpassede kart.

Det er viktig at alle data- og informasjonsprodusenter tar ansvar for å tilgjengeliggjøre mest mulig av det de produserer. Oppdragsgivere bør ved kontraktsinngåelse så langt som mulig

kreve at rapporter og data blir tilgjengeliggjort. Utviklingen innen instrumentering/ datafangst og databaseverktøy bør oppgraderes fortløpende slik at ikke verdifulle data går tapt. Spesielt muligheten for å registrere måleserier og direkte opplastning av bilder, filer og data i felt er etterlyst. Det anbefales å opprette en varig forum for å diskutere mangler og muligheter til kart- og databasestrukturer, helst i tilknytning til en bred brukerundersøkelse.

Mange nåværende karttjenester kan oppgraderes til å få bedre muligheter for kartlegging og registrering fra brukere, flere detaljer (f.eks. fjellblotninger) og metadata (f.eks. kartenes kartleggingsskala og nøyaktighet). I tillegg finnes det svært mye eldre data som ikke er godt tilgjengeliggjort (f.eks. geofysikk) og data som ikke blir godt nok registrert i felt (som vanngiverevne ved boringer).

Bedre dataflyt, deling og bruk, for eksempel gjennom valg av lett tilgjengelige fellesløsninger som Google maps kan gi mange muligheter.

3. Anbefalinger og videreføring etter prosjektslutt

3.1 Nasjonalt Fagforum Grunnvann (NFG)

Prosjektet har medført en stor mengde konkrete forslag og anbefalinger som kan styrke det hydrogeologiske fagmiljøet i Norge. En systematisk oppfølging og langsiktig samarbeid mellom alle instituttene i Norge som har undervisning og/eller forsknings- og utviklingsaktiviteter relatert til hydrogeologi er nødvendig for å sikre at prosjektets anbefalinger blir fulgt opp med konkrete tiltak. Derfor opprettes det et *Nasjonalt Fagforum Grunnvann* (NFG) der deltakende institusjoner i Norge formelt forplikter seg til et langsiktig samarbeid. Hovedmålet til forumet er å styrke vitenskapelig og teknisk samarbeid innen hydrogeologi i Norge. Vedlegg 1 omfatter et Memorandum for Samarbeid mellom medlemmene til forumet.

Fagforumet vil være åpent for alle organisasjonene som ønsker å delta. Følgende institusjoner har skrevet under på Memorandum for Samarbeid:

- Høgskolen i Sørøst-Norge (HSN)
- Høgskulen i Sogn og Fjordane (HiSF)
- Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)
- Universitetet i Oslo (UiO)
- Universitetet i Bergen (UiB)
- Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)
- Norges geologiske undersøkelse (NGU)
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)
- Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO)
- International association of hydrogeologists - norsk avdeling (IAH-Norge)

Det velges et styre til NFG, bestående av representanter fra de deltakende institusjonene. I 2016 legges det opp til et stiftelsesmøte i mai og to planleggingsmøter om høsten. Deretter foreslås en møtefrekvens til styret på minst en gang per år fra 2017.

Rammeverket for samarbeidet knyttet til NFG vil være et avtalt Arbeidsprogram, som vil legge til rette for (men ikke begrense seg til) felles søknader, prosjekter, utveksling av personale, verktøy og ferdigheter. Styret vedtar, evaluerer og eventuelt justerer arbeidsprogrammet og prioritering av hovedoppgavene innen Arbeidsprogrammet.

I forlengelse av dette prosjektet anbefales det at Arbeidsprogrammet i utgangspunktet består av 5 arbeidspakker med langsiktige og klare hovedmål:

1. Brukerbehov og media
2. Hydrogeologisk undervisning
3. Hydrogeologisk forskning
4. Felles nettsted for hydrogeologi i Norge
5. Fagforum for grunnvannsdata og -kart

Det velges både administrativ og faglig leder for hver arbeidspakke. Arbeidet gjennomføres etter fastsatt plan og framgang rapporteres halvårlig skriftlig til styret i NFG, som eventuelt kan justere prioriteringer og målsetninger. Hver av deltagerne vil kunne anbefale ytterligere faglige deltagere etter behov og interesse.

I følgende avsnitt beskrives foreslåtte konkrete oppgavene innenfor arbeidspakkene. Etter stiftelse vil det være naturlig at styret i NFG går igjennom anbefalingene fra dette prosjektet og eventuelt justerer planer, ressurser og prioriteringer underveis.

Aktiviteter og milepæler Nasjonalt Fagforum Grunnvann (NFG)	2016				2017				2018				2019				2020			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Aktiviteter																				
Ferdigstille og underskrive felles avtale																				
Stiftelsesmøte; prioriteringer, handlingsplaner, arbeidspakker og prosjektorganisasjon																				
Skaffe deltagere til arbeidspakkene																				
Behandle og vedta mandater og Gantt-skjema prosjekter og arbeidspakker																				
Møter																				
Følge opp framdrift, styre ressurser og justere kurs i arbeidspakkene																				
Finansiere arbeidspakker og prosjekter																				

Figur 1: Foreslått gantt-skjema for Nasjonal Fagforum Grunnvann

3.2 Arbeidspakke 1: Brukerbehov og media

Kort beskrivelse: I arbeidspakken inngår det å bevisstgjøre samfunnet om behovet for hydrogeologisk kompetanse og utredninger, bl.a. ved å etablere krav eller standardrutiner for tiltak som krever hydrogeologisk utredning. Dessuten vil bidragsyterne holde seg løpende orientert om samfunnsbehovene og gi innspill til de andre arbeidsgruppene.

3.2.1 Hensikt og bakgrunn

Hensikten med Arbeidspakke 1 er å bevisstgjøre samfunnet i forhold til behovet for hydrogeologisk kompetanse, samt bidra til implementering av retningslinjer for når hydrogeologiske vurderinger bør tas inn i plan- og byggeprosesser. Gjennom oppslag i media og erfaringer som praktiserende hydrogeologer merker man mangelen på nødvendige hydrogeologiske vurderinger under ulike utbygginger og undergrunnstiltak. Det bakenforliggende problemet er i mange tilfeller mangelen på retningslinjer som kan identifiserer *når* hydrogeologisk kompetanse faktisk bør tas i bruk. Medlemmer i den norske avdelingen av International Association of Hydrogeologists (IAH-Norge) består av hydrogeologer fra alle bransjer, med et flertall av rådgivere. Rådgivere har et tett grensesnitt til både reguleringsmyndigheter og utbyggere. IAH-Norge vil i samarbeid med NFG kartlegge behovet i samfunnet, samt bistå med bevisstgjøring og opplæring.

3.2.2 Tiltak for å bevisstgjøre samfunnet

Det vil arbeides med å følge opp utviklingen i samfunnet og dets behov for hydrogeologisk kompetanse og utredninger. 2016 vil være et viktig år for planlegging av konkrete tiltak.

Planlegging og justeringer utføres hvert etterfølgende år slik at årlige tiltak fortløpende tilpasses behovene.

Ved det årlige nasjonale seminaret for hydrogeologi og miljø hos NGU, samt ved fagsamlinger initiert av IAH-Norge, vil man opplyse planreguleringsmyndigheter og utbyggere om tidsaktuelle hydrogeologiske tema. Viktige målgrupper vil være større norske byer/kommuner, samferdselsetater, Riksantikvaren/ NIKU, samt Statsbygg og Forsvarsbygg. Et viktig mål er at planreguleringsmyndighetene bevisstgjøres behovet for retningslinjer ift. bruk av hydrogeologiske utredninger. NFG vil være en naturlig arena for å utarbeide anbefalinger og krav til slike fremtidige retningslinjer.

NFG med sine partnere vil også arbeide for å øke mediafokus på de hovedtemaene som er valgt i dette strategidokumentet, samt gi en bred dekning av aktuelle hydrogeologiske problemstillinger.

3.2.3 Plan for arbeidspakke 1

Arbeidspakke 1: Behov og bevissthet i samfunnet	2016				2017				2018				2019				2020			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Behov for hydrogeologiske kompetanse																				
Oppfølgings, planlegging og presentasjonsvirksomhet																				
Seminar, større norske byer / kommuner i samfunnet																				
Seminar med samferdselsetater																				
Seminar med RA og NIKU																				
Seminar med Statsbygg og Forsvarsbygg																				

Figur 2: Foreslått gantt-skjema for Arbeidspakke 1

3.3 **Arbeidspakke 2: Hydrogeologisk undervisning**

Kort beskrivelse: Koordinering av undervisning for hydrogeologiske fag og hydrogeologer.

3.3.1 Hensikt og bakgrunn

Undervisning i hydrogeologi i Norge skjer i dag ved Universitetet i Bergen (UiB), Universitetet i Oslo (UiO), Norges teknisk naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) på Ås, Høgskolen i Sogn og Fjordane (HiSF) i Sogndal og Høgskolen i Sørøst-Norge (HSN) i Bø.

Det er stort behov for hydrogeologer i samfunnet i dag og studietilbudene som eksisterer gir en god basis i grunnleggende hydrogeologi, geologi og geokjemi. Dette må opprettholdes videre. Grunnvann i fjell, urban hydrogeologi og grunnvann i tilknytning til byggeprosjekter er fagområder som er mangelfullt dekket opp i eksisterende kurs. Dette skyldes både manglende forskningsprosjekter med disse temaene som fokus og for få ansatte innen hydrogeologi.

Kompetanse som etterspørres av bransjen som ansetter hydrogeologer er bedre kunnskap om bruk av GIS verktøy, 3D visualisering og modellering. Kandidatene bør også i en ekspanderende informasjonsjungel ha god oversikt over hvor man finner relevant informasjon: oppslagsverk, databaser, kart, muligheter og begrensninger. Andre koblinger til hydrogeologi som nevnes er skred, energibrønner, ingeniørgeologi/geoteknikk samt grunnvannsinteraksjoner mellom fjell og løsmasser. Grunnvann i fjell er en ekstra utfordrende og uforutsigbar del av hydrogeologien. I Norge er det stort behov for bedre forståelse for hvordan man kartlegger sprekksystemer, vannledningsevnen i sprekker, og vannbalanse for å unngå overraskelser i utbyggingssaker. Fordi det har vært få eller ingen forskningsprosjekter på dette, henger Norge etter internasjonalt på dette området. Det er derfor få hydrogeologer i

Norge som har denne spesialkompetansen, og eksisterende kurs har begrenset innhold om dette temaet.

3.3.2 Tiltak for å forbedre undervisningen

Det er et mål at det ansettes flere hydrogeologer ved lærestedene. Det er særlig behov for spesialkompetanse innen grunnvann i fjell. Man bør i første omgang å øke andelen timer om grunnvann i fjell i eksisterende kurs. Eventuelt kunne man lage et intensivkurs for hydrogeologer som kan organiseres med forelesere fra utlandet. Gamle gruveganger vil være spesielt tjenlig til gjennomføring av feltarbeid. Professor II-stillinger kan også bidra til å skaffe spesiell kompetanse på undervisningsstedene. Dersom større forskningsprosjekt innen grunnvann i fjell blir igangsatt bør det utvikles intensive kurs, spesielt om LabFrac (infrastrukturforslag fra Uni-research) blir finansiert. Litteratur for dette temaet og pensum generelt ved de ulike lærestedene bør samles og utveksles. En del tidligere prosjekter har vurdert vann i fjell, men gjerne med en mer geoteknisk vinkling: 'Miljø og samfunnstjenlige tunneler' (Vegvesenet, mfl.), 'Tight' (Sintef, NTNU, NGI); om tetting. Som tiltak for å bedre undervisningsmaterieell innen dette temaet ble NGU oppfordret til å sette sammen eksisterende rapporter om grunnvann i fjell.

Flere eksempler har vist at samarbeid mellom hydrogeologer og geoteknikere har vært fraværende i mange utbyggingsaker. Dette har medført at ettervirkningene av inngrep har vært negative og svært kostbare (setningsskadeproblematikk, vannlekkasjer fra tunneller m.m.). Derfor bør fagene integreres bedre allerede under utdanningen slik at samarbeidet bedres i fremtidige utbyggingsprosjekter. Økt bruk av eksterne gjesteforelesere fra konsulentbransjen eller offentlig forvaltning vil kunne sikre bedre kontakt mellom undervisning og samfunnsbehov. Det er en målsetting å bedre kontakten mellom hydrogeologi og tilgrensende kurs og fagpersoner innen geoteknikk og ingeniørgeologi. Det kan for eksempel organiseres ved bytting av forelesningstimer eller bruk av fjernundervisning. En kort innføring i andres fagfelt vil både utvide studentenes horisont og bidra til å bekjentgjøre hydrogeologifaget blant framtidige samarbeidspartnere og brukere. Generelt anbefales mer "hands-on" praksis og bruk av nærmiljøet i undervisningen, noe som vil skape bedre og mer varig kompetanse. De store samferdselsprosjektene bør også kunne gi mange og nyttige studentoppgaver og sommerjobber. Det er videre viktig at studentene blir knyttet til konsulentfirmaer for å lære av deres arbeidsform. Studenter som får hospitere hos konsulentfirma bør få anledning til å lage/utvikle noe (kompetanse/data/verktøy) som konsulentene senere kan anvende. I Sverige er studentene knyttet sterkere opp mot konsulentfirmaene og har gjerne kontor plass hos dem imens de skriver.

For bedring av informasjonsflyt, kan et forslag være at NGU fjernunderviser i bruk av og nedlastning fra sine karttjenester og databaser, eller utvikler Youtube-videoer som kan anvendes i undervisning eller av andre.

De tre satsningene Urban hydrogeologi, Anlegg i fjell og løsmasser og Geofarer som anbefales som førende for forskningsaktiviteter bør også følges opp innen undervisning de neste 5 årene.

3.3.3 Eksisterende studieprogram

'Hydrogeolog' er ingen beskyttet yrkestittel og studenter som spesialisere seg innen hydrogeologi kan ha ulik fordypning og bredde avhengig av lærested og fagkombinasjon. I vedlegg 2 er det laget en oversikt over studieprogrammene som inkluderer hydrogeologi i sin fagsammensetning ved de ulike lærestedene. Det er litt ulik grad av detalj i presentasjonen av studieprogrammene og denne reflekterer derfor ikke betydningen av faget på det aktuelle lærestedet. Oversikten er laget med basis i studieplanene 2015/16 og kan dermed være

forandret etter at denne rapporten er skrevet. For å få den mest oppdaterte oversikten bør man besøke nettstedene til lærestedene:

- UiB: <http://www.uib.no/utdanning/>
- UiO: <http://www.uio.no/studier/>
- NTNU: <http://www.ntnu.no/studier>
- NMBU: <https://www.nmbu.no/studier>
- HiSF: <https://www.hisf.no/nn/studietilbud>
- HsN: <https://www.usn.no/studier/>

Det kan være nyttig å gruppere ulike fagkombinasjoner i forhold til fordypningen den enkelte student har innen hydrogeologi. En mulig klassifisering kan være:

- Kompetanse; Studenten har gjennomført en masteroppgave innen hydrogeologi og eller har hatt mye praktisk erfaring i tillegg til punkter nevnt under.
- Kunnskap; studenten har gjennomført kurs på Bachelor og Masternivå og har gjerne noe praktisk erfaring (feltkurs eller annen praksis)
- Kjennskap; studenten har gjennomført kurs på Bachelor nivå.

3.3.4 Plan for arbeidspakke 2

Arbeidspakke 2: Hydrogeologisk utdanning	2016				2017				2018				2019				2020			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Utdanningsforum, årlig	■				■				■				■				■			
Inkludere utdanning i nettportalen - Grunnvann.no	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Oppdatere studietilbud, kurs, tidsfrister, litteratur til portalen			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Etablere og vedlikeholde aktivt samarbeid med næringsliv og sponsorer			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sommerkurs i hydrogeologi		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Utveksle sensoroppgaver mellom instituttene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Figur 3: Foreslått gantt-skjema for Arbeidspakke 2

I de følgende avsnitt oppsummerer vi de viktigste deloppgaver som må løses for å komme i mål med prosjektet. Gantt-skjemaet har samme inndeling og viser foreløpig tidsplan.

Utdanningsforum

For å koordinere hydrogeologiundervisningen bedre i Norge ble det bestemt at det opprettes et utdanningsforum som kan utveksle informasjon om kurs, lærebøker og annen relevant informasjon. Forum møtes en gang i året i forbindelse med NGU-dagene eller liknende. I tillegg benyttes nettmøter ved behov mellom de årlige treffene. Forumet har som mål å:

- Gjøre det lettere for studenter å velge mellom kurs på ulike læresteder i Norge. Studieadministrasjonene må hjelpe til med dette, da dette forutsetter bedre koordinering av påmeldingsfrister og semestre.
- Utvikle system for å dele forelesninger på nett. Mulighet for å benytte seg av Uninetts tilbud (<https://www.uninett.no/>)
- Sørge for utveksling over lærestedenes studieprogrammer for hydrogeologi.

Undervisning inn på nettportalen

Det må lages en egen side om undervisningstilbudene i Norge på nettsiden til NFG. Her bør det gis en generell informasjon om hvilken fordypning som er mulig på de ulike lærestedene og lenker til aktuelle studieprogram. Nettsiden bør være organisert slik at forelesere enkelt kan legge til informasjon om kurs, møter og nyheter om undervisning innen grunnvann.

Oppdatere studietilbud, kurs, tidsfrister, litteratur til portalen

De ulike lærestedene har til enhver tid ansvar for oppdatering av nettløker som gjør at man enkelt kan finne studieprogram, kurs, oppmeldingsfrister osv. for sin institusjon på den felles nettportalen. Det bør også legges ut informasjon om kurs for PhD-studenter, videreutdanningskurs for hydrogeologer som jobber i forvaltning og konsulentbransjen.

Etablere og vedlikeholde aktivt samarbeid med næringsliv og sponsorer

Undervisningsansvarlige oppmuntres til å etablere samarbeid med bedrifter og invitere til å veilede studentoppgaver som tas i samarbeid med forvaltningen, forskningsinstitusjoner og prosjektoppgaver innen konsulentbransjen. Man bør aktivt søke sponsormidler fra bedrifter som jobber med hydrogeologiske problemstillinger til eksempelvis faglige ekskursionser eller utstyr for hydrogeologiske undersøkelser.

Sommerkurs i hydrogeologi

Lærestedene bør opprettholde og utvikle nye sommerkurs. Det finnes allerede et felles feltkurs innen hydrogeologi for NMBU og UiO. Studenter fra andre steder kan også delta dersom det er plass. Det er stort potensial for å utvide tilbudet med intensivkurs, både på master og PhD-nivå, samt etterutdanning.

Utveksle sensoroppgaver mellom instituttene

Man bør kunne benytte forelesere ved de andre lærestedene som eksterne sensorer ved eksamen og master evaluering for å sikre samordnet vurdering og karakterfastsetting, bedre kontakt og oversikt over pensum og undervisningen på de andre lærestedene.

3.4 Arbeidspakke 3: Hydrogeologisk forskning

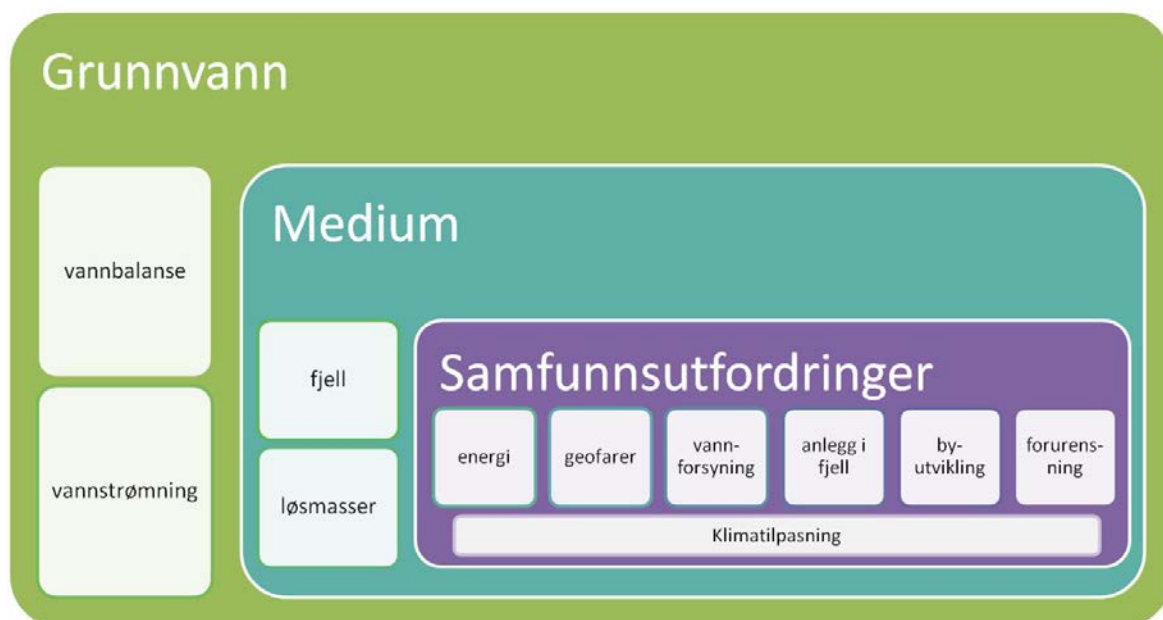
Kort beskrivelse: Forskningsutvikling innen hydrogeologien med vekt på utbygginger, geofarar og urbane problemstillinger. Videre jobbe for opprettelse av gode, samfunnsnyttige finansieringsprogrammer.

3.4.1 Forskningsutfordringer

Hydrogeologisk forskning har primært sin basis i væskestrømning gjennom porøse sedimenter eller oppsprukne bergarter, men har alltid vært nær knyttet til de mer anvendte aspekter. Noen detaljstudier kan nok prøve å få prosessforståelse av mer grunnforskningsnatur, og dermed ha muligheter for finansiering fra grunnforskningsmidler eller gjennom universitetenes og høgskolenes egne midler. Men den overveiende mengden av hydrogeologisk forskning må søke andre finansieringskilder mot den anvendte siden i samfunnet. I Norge har man pga den geologiske historie, ofte hatt et klart skille mellom grunnvann i fjell og løsmasser, men forståelsen av grunnvannsystemer i fjell og løsmasser er like viktig, og ikke minst hvordan de innbyrdes påvirker hverandre i kontakten mellom dem.

En sammenstilling av de ulike innspill, viser at man kan gruppere dem tematisk under følgende overskrifter: *Grunnvann i fjell, Geo-energi, Grunnvannsstrømning og forurensningstransport, Urban hydrogeologi, Grunnvann og naturfarer, Grunnvann og klimautfordringer, Vannforsyning, Vannkvalitet, Vannbalanse (mating og avrenning), Anlegg i fjell og løsmasser.* Det er i tillegg påpekt at geologisk digitalkunnskap med hensyn til løsmasser og berggrunn kunne forbedres for andre brukere, slik som NVE.

Figur 4 er en skjematisk sammenstilling av innspillene og hvordan de påvirker hverandre. De mer anvendte temaene er gruppert under "samfunnsutfordringer". Disse antas å ha størst potensiale i forhold til finansiering og kan involvere svært mange nasjonale aktører.



Figur 4: Skjematisk oversikt over ulike tema hvor en riktig forståelse av grunnvannet er viktig

Grunnvann i fjell og løsmasser

Grunnvann i fjell er knyttet til vanntransport gjennom sprekkesystemer. En vesentlig forutsetning for å forstå grunnvannssystemer i fast fjell er å kunne forutsi hvilke sprekkesystemer som er vannledende og hvordan de er forbundet. Man trenger klart bedre metoder for å karakterisere sprekker og sprekkemønstre, vannledningsevne og strømningsveier. Kartlegging i felt må brukes sammen med fjernmåling og kartdata for å bygge 3D sprekkemodeller. Økt sprekkevannstrykk vil minske stabiliteten og kunne forårsake

utglidninger. Videre vil drenering av grunnvann i fast fjell i forbindelse med byggegroper kunne redusere porevannstrykket i finkornede løsmasser, og føre til setninger.

I Norge er grunnvann i løsmasser i særlig grad knyttet til kvartære og holocene avsetninger. Sand- og grusavsetninger utgjør viktige akviferer, mens marine leirer er korresponderende akvitarder/akvikluder. I tillegg kan grunnvann i morener være av betydning. Kartlegging, karakterisering, og modelleringer mht hydrauliske parametre er selvsagt viktige for løsmasseakviferer. Men metodene er mer etablert her enn for sprekkeakviferer og dette bør få betydning for framtidig prioritering av hydrogeologisk forskning.

Problemstillinger knyttet til grunnvann i fjell og løsmasser har totalt sett svært stor økonomisk betydning for samfunnet:

- sikring av stabilitet/vannlekkasjer i tunneler og bergrom.
- bruk av grunnvarme (geo-energi) som en viktig fornybar energiform, har ført til en rask utvikling av et stort antall energibrønner.
- svært ofte medfører inngrep endringer i grunnvannssystemene som ikke blir vurdert og hensyntatt. Interaksjon mellom grunnvann i fjell og løsmasser er viktig både for mating av - og drenering av grunnvann i fjell.
- fjellskred og grunnvann.
- drikkevannsforsyning.
- setninger i leirer (akvitard), er gjerne en følge av at porevannet dreneres bort.

Anlegg i fjell og løsmasser.

Inngrep i opprinnelige naturlige grunnvannssystemer er spesielt viktige i urbane områder. Her brukes undergrunnen til en rekke formål som påvirker grunnvannet og dermed hverandre. Også den store satsingen man har innen vei og jernbane påvirker grunnvannet gjennom store tunnelprosjekter, bratte skjæringer og store utfyllinger. Selv med de beste injiseringsteknikker skapes nye dreneringsveier og grunnvannstrykk. Dette vil igjen påvirke stabiliteten av bergpartier, men også drenering av løsmasser i hydraulisk kontakt med fjell. Bratte skråninger som skapes både i fast fjell og løsmasser kan også bli ustabile. Stabiliteten av løsmassetunneler vil også kunne påvirkes av endret porevannstrykk og drenering, og lett kunne føre til setninger i overliggende masser. Dype byggegroper innebærer problemer med drenering og senkning av grunnvannsnivå i fjell, som så kommuniserer med grunnvann i løsmasser, med påfølgende drenering og setning i leirer. Mange kunstig infiltrasjonsstrategier kan avhjelpe slike problemer, men det er viktig at hydrogeologer, ingeniørgeologer og geotekniker samarbeider bedre om slike løsninger.

Grunnvarme (Geo-energi)

Bruken av geo-energi har økt betraktelig de siste tiårene, men da først og fremst knyttet til uttak av jordvarme/ bergvarme fra lavtemperatursystemer (dvs energibrønner som er noen få hundre meter dype). Energibrønner kan settes både i løsmasser og fjell. Det har også vært flere initiativ for å kunne bruke høytemperatursystemer, men her har kostnader og tekniske problemer ved flere km dype brønner foreløpig ikke ført frem. En av fordelene ved høytemperatursystemer er muligheten til å konvertere energiuttaket til elektrisk energi.

De mange energibrønner som ukontrollert installeres, kan skape problemer i konflikt med andre anlegg i undergrunnen og gjennom påvirkning av grunnvannstanden. Dette er særlig viktig i mer urbane områder.

Urban hydrogeologi

Det er i dag et stadig større fokus på urban hydrogeologi. Særlig har fokus vært rettet mot byggeaktiviteter, tunneler og andre anlegg i fjell som medfører endringer i poretrykk/grunnvannstand i finkornede masser og med påfølgende setningsskader. Energibrønner kompliserer dette ytterligere. Det er også usikkerhet omkring egenskapene til antropogene masser i urbane områder: f.eks. hvilken infiltrasjonsevne/ vannledningsevne de har og redoksforhold i ulike dyp. Arkeologene har også behov for å kontrollere vannmetningsgrad for å hindre oksidasjon i organiske lag. Gamle samlokaliserte ledningsnett for vannforsyning og avløp gjør også forurensning og krysskontaminering aktuelt her.

Overvannshåndtering er videre en kritisk faktor knyttet til økende nedbør og mindre infiltrasjon. Det er derfor behov for å konstruere anlegg for økt infiltrasjon i grunnen som flomdempende tiltak, f.eks. ved bruk av LOD-systemer (lokal overvannsdiskonering). Gjennom oppbygging av slike systemer vil det samtidig være behov for utvikling av retningslinjer og beregningsmetoder samt for å samle kunnskap og erfaringer til bruk i nye prosjekter. For eksempel bør man vite mer om sammenhengene mellom jordvann, planter og dreneringsveier samt konstruerte løsmassers egenskaper til bruk i flomdempende tiltak.

Samfunnsbehov: Setninger og byggeskader, flomdempende tiltak, bevaring av arkeologiske lag.

Grunnvann og naturfarer

Grunnvann spiller utvilsomt en stor rolle i forbindelse både fjellskred, steinskred og jordskred. Heving av grunnvannspeilet (-trykket) og erosjon av overflatevann er ofte utløsende årsak. Stabilitetsendringer som følge av heving/ senking av vannspeilet, men også nedbør og infiltrasjonsprosessen, samt frysing og tining er viktige faktorer. Det er påpekt av NVE at mer forskning innenfor overvåking av jordskred i bratte skråninger er nødvendig. Slike skred er ofte spesielt krevende å modellere. Det er et behov for utvikling av metoder for overvåking av umettet/ mett sone i bratte skråninger. Her kunne man kanskje ta for seg noen spesielle områder med ulike typer løsmasser, med detaljstudier og med utstrakt grad av overvåking med hensyn til installasjoner i umettet og mett sone. Dette burde igjen kobles opp mot geologiske, geomekaniske og geotekniske modellstudier.

Fjellskred er klart koblet til oppsprekning og også grunnvannsystemer i fast fjell. Men det har vist seg vanskelig å overvåke og komme med forvarsler om skredfare. Eksemplet med Mannen synes å vise at det er en deformasjonsform som "strain hardening". Det konkluderes at det er et behov for en større innsats rundt grunnvannsstrømning i den sonen som ligger mellom hardt fast fjell og løsmasser. Dvs. hvordan deformasjonsegenskapene er i veldig inhomogent fjell med løsere og fastere partier og mye oppsprekking. Her vil spenningen tas opp på en helt annen måte, og ikke minst vil infiltrasjonen være veldig heterogen. Det ville være svært nyttig om hydrogeologien og andre fagfelt kunne gå sammen om å finne forbedrede måter å overvåke og modellere slike fjellområder.

Grunnvannsstrømning og forurensningstransport

Grunnvannstrømning er en fundamental egenskap ved en akvifer og krever detaljstudier i det aktuelle området. Enhver transport av forurensninger er styrt av grunnvannsstrømningen og interaksjonen forurensningene har med omgivelsene. Dette var tema i Faneprojektet, men er like aktuelt i dag idet nye forurensninger dukker opp og fordi det fortsatt er mange "gamle synder" å ta av. Dette kan f.eks. være vann og avløp i spredt bebyggelse - med vanninntak og infiltrasjonsanlegg tett på hverandre, forurensninger fra landbruk og industri. I forbindelse med vannforsyning (se neste punkt) og forurensningsfare er det særlig viktig å kunne kontrollere og beregne minimum oppholdstid i akviferen før vann når brønnen.

Vannforsyning og vannkvalitet

De fleste større vannverkene i Norge som benytter grunnvann har infiltrasjon fra overflatevann (elv/innsjø), idet de ikke har tilstrekkelig infiltrasjonsområde for egen nedbør. Interaksjonen mellom akviferen og elven/innsjø er dermed viktig. Her kommer både den nødvendige oppholdstiden for å fjerne bakterier/virus inn, men også en god del andre spørsmål knyttet til vannkvalitet. Et vanlig problem er innholdet av jern og mangan som kan komme etter flere års drift (særlig mangan) og som følges av bakteriebegrøing/ utfelling i brønner. Dette gir både kostnader til rehabilitering av brønner og rensing av drikkevannet. Tilsvarende problemer gjelder for grunnvarmebrønner basert på grunnvann (ofte i bebygde områder hvor grunnvann ikke er aktuelt for vannforsyning). Jern og manganproblemer henger sammen med endrede redoksforhold fra akvifer til brønn. Her er in-situ vannbehandling kanskje løsningen.

Grunnvann og klimautfordringer

Et varmere klima vil endre nedbørs- og infiltrasjonsmønsteret, og dermed hele vannbalansen. Dette vil påvirke alle de områder som er diskutert over. I områder med mye nedbør bør man forvente høyere grunnvannstand og kanskje endret kvalitet. Her vil det landsomfattende grunnvannsnettet (LGN) være viktig. Det kan tenkes som et tema under hydrologisk forskning, med mulighet for støtte fra NFR eller europeisk forskning.

3.4.2 Infrastruktur – fellesressurser i felt

For å kunne gjennomføre en større nasjonal forskningsinnsats innen hydrogeologi, kommer man ikke utenom gode feltstasjoner med installasjoner i grunnen og målrettede feltforsøk. Feltstasjonen på Moreppen var for eksempel en forutsetning for gjennomføringen av Faneprojekt Gardermoen. Det kommer en ny utlysning fra forskningsrådet om Nasjonal infrastruktur våren 2017. Her ligger det allerede et forslag fra NGI+ UNIS+NTNU om Geotest sites ([http://www.forskningsradet.no/prognett-infrastruktur/Artikkel/Equipment for ground and soil investigations/1253962034739](http://www.forskningsradet.no/prognett-infrastruktur/Artikkel/Equipment%20for%20ground%20and%20soil%20investigations/1253962034739))

Dette forslaget har en geoteknisk begrunnelse, men det er kanskje mulig å få inn hydrogeologisk utrustning også. Det er også forslag fra Uni-Research om å lage en brønnpark i fast fjell i Bergensområdet (LabFrac) for generell væskestrømning i sprekker. I tillegg er det mindre brønnområder som kunne utvides innenfor en felles satsing. Det som kan være et mulig problem, er at stedsvalg ikke nødvendigvis stemmer med det tematiske utvalg vi har prioritert og at forskningsdeltakelse er begrenset til noen institusjoner.

Man burde også diskutere om det kunne være en idé å opprette et utlånssystem for enklere hydrogeologiske verktøy som kunne benyttes til undervisning og forskningsoppgaver (se også arbeidspakke 4).

3.4.3 Finansiering

Et eller flere større nasjonale hydrogeologiske forskningsprogram vil kreve et vidt spenn av finansieringskilder. En finansdugnad hvor både Forskningsrådet, statlige etater (Vegvesenet, Jernbaneverket, AVINOR, Miljødirektoratet, NVE), private aktører (bygg entreprenører; Vegdekke, Mesta), konsulenter (Asplan VIAK, Multiconsult, Norconsult, Berdal Strømme, DHI, COMSOL multiphysics) og leverandører av utstyr (Schlumberger, ITAS, o.a.) kan bidra. Her vil også universiteter og høyskoler kunne stille med egeninnsats og stipendiater/postdocs. Dette vil imidlertid kreve en stor innsats og overbevisende argumentasjon på den samfunnsmessige betydning av temaet.

3.4.4 Anbefalinger

Samfunnsbehov, kunnskapsgap og mulighet for tilstrekkelig finansiering vil være bestemmende for hvilke tematiske forskningsområder man bør prioritere innen større nasjonale satsinger. Vi mener tre av områdene over (ingen innbyrdes prioritering), peker seg ut:

Anlegg i fjell og løsmasser

Grunnvann og naturfarer

Urban hydrogeologi

Å fremheve disse tre områdene, er selvsagt ikke til hinder at fagfolk og institusjoner velger å satse på andre områder, men vi mener at en større nasjonal satsing som inkluderer svært mange miljøer, krever en betydelig finansiering. Basert på det man kan bli enig om, burde man innen arbeidspakken også diskutere hvilke egnede feltlokaliteter/ infrastrukturer dette krever.

3.5 Arbeidspakke 4: Felles webportal for hydrogeologi i Norge

Kort beskrivelse: Samling og oppdatering av data og informasjon om grunnvann og undergrunn på ett nettsted.

3.5.1 Hensikt og bakgrunn

Det norske hydrogeologimiljøet er lite, og bl.a. gjennom IAHS virksomhet og det årlige nasjonale seminaret om hydrogeologi og miljø kjenner de fleste ganske godt til hverandre. Men det finnes i dag ingen strategisk samhandling på organisasjonsnivå om utvikling og bekjentgjøring av fagfeltet og dets aktører, kompetanse, utdanning osv.

Webportalen *Grunnvann i Norge* (grunnvann.no) er et etablert nettsted med per i dag cirka 30.000 unike besøk hvert år, og tallet er stadig voksende. Informasjonsportalen inneholder både generell kunnskap og spesifikk informasjon om grunnvann i Norge, som informasjon om bruk, forvaltning, forskning og lenker til mange andre informasjonskilder, inklusive databaser. Dialogene i dette prosjektet har vist et klart behov for at nettstedet gjennom et felles samarbeid kan bli videreutviklet. Det finnes betydelig kunnskap og kunnskapsbehov innenfor hydrogeologisk utdanning, forskning og blant konsulenter, beslutningstakere, planleggere, forvaltningsmyndighetene m.m. som kunne vært utvekslet og kommet felleskapet til gode.

Det anbefales derfor at webportalen *Grunnvann i Norge* videreutvikles til et faglig nettsted for hele det norske hydrogeologimiljøet der alle aktørene vil ha anledning til å legge inn aktuelle saker og opplysninger om seg selv og sine aktiviteter, samt samarbeidsprosjekter.

For å kunne gjennomføre denne videreutviklingen er det nødvendig å fornye den digitale plattformen som webportalen er konstruert på, slik at den ivaretar dagens og fremtidens behov for teknologisk standard.

3.5.2 Faglige tema som vurderes inn på webportalen

Følgende forslag til nytt innhold i *Grunnvann i Norge* kom fram i dette prosjektet:

- Oppdateringer fra Nasjonalt Fagforum Grunnvann (NFG);
- Nyheter innen fagfeltet;
- Info fra IAHS;
- Forum for diskusjoner;
- Rapporter og publikasjoner;
- Utlysninger av forskningsmidler;
- Oversikt over norske eksperter;
- Institusjonenes verktøy/ utstyr;
- Linker til institusjoner og relevant informasjon;
- Oversikter over kart og data;
- Rapporter og publikasjoner (f.eks. GiN-veilederne);
- Oversikt over relevante konferanser o.l.;
- Statistikk og teoretiske verktøy;
- Generelt brukertilpasset informasjon;
- Grunnvannsinformasjon tilpasset kommuner og eventuelt større oppdragsgivere;
- Forslagskasse/spørsmål til hydrogeologer.

Flere typer innhold og detaljer vil komme etter hvert som arbeidspakken blir konstituert og igangsatt.

3.5.3 Plan for arbeidspakke 4

Arbeidspakke 4: Felles nettsted for hydrogeologi i Norge (grunnvann.no)	2016				2017				2018				2019				2020			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Møter																				
Avgjøre organisering og deltakere																				
Finansiere prosjektet																				
Felles utvikling; skisse for tema, funksjonalitet og webdesign																				
Programmere grunnvann.no (eksterne konsulenter)																				
Legge inn faglig innhold samt ekstra funksjoner																				
Driftsfase																				

Figur 5: Foreslått gantt-skjema for Arbeidspakke 4

Organisering

Arbeidspakken vil trolig best gjennomføres av en mindre arbeidsgruppe under ledelse av NGU som arrangerer jevnlige (nett)møter med brukere og gjennomfører tiltakene. Innsyn og bidrag bør være åpent for alle interesserte. I etterkant av at webportalen er utviklet vil det i hovedsak bli opp til de enkelte aktørene i det samlede fagmiljøet å fylle og oppdatere innholdet. Vi foreslår at NFG har overordnet styring over prosessen. Representert i et arbeidsutvalg foreslås:

- NGU (vert til webportalen *Grunnvann i Norge*);
- IAH-Norge;
- Undervisningsinstitusjoner for høyere utdanning;
- Representanter fra forvaltning og interesseorganisasjoner

Felles utvikling; tema og oppbygging, funksjonalitet og webdesign

Webportalen videreutvikles med de temaene som nevnt under 3.5.2, og eventuelle andre temaer og elementer som arbeidsgruppen kommer fram til. Funksjonaliteten til *Grunnvann i Norge* vil bli redesignet i sin helhet for å imøtekomme behovene til alle brukere og oppnå dagens teknologistandard. Denne aktiviteten ledes av NGU med aktiv deltagelse fra medlemmene i NFG.

Programmere *Grunnvann i Norge*

Det er nødvendig at webportalen *Grunnvann i Norge* (www.grunnvann.no) redesignes innenfor Drupal[®]. Det er et behov for ca. kr 300.000 (eks. mva) for å gjennomføre den teknologiske tilpasningen.

Legge inn faglig innhold samt ekstra funksjoner

Det vil være opp til den enkelte institusjon og deltagende fagpersoner å legge inn opplysninger om utstyr, egen kompetanse, pågående prosjekter, studietilbud osv. NGU vil som vert kvalitetssikre og tilrettelegge for innlegging.

Finansiering

Som nevnt er det et behov for ca. kr 300.000 eks. mva. for omprogrammering og etablering av webportalen. Arbeidet med design av funksjonalitet, utforming og innlegging av informasjon av brukere vil i tillegg kreve tid fra medlemmene i NFG. Prioritering av dette arbeidet vil derfor kreve finansiering. I skrivende stund er det ingen kjente utlysninger fra NFR eller andre offentlige finansieringsordninger hvor det kan søkes om slike midler. Men det pågående programmet *Nasjonal satsning på forskningsinfrastruktur* kan muligens komme med aktuelle utlysninger.

3.6 Arbeidspakke 5: Fagforum for grunnvannsdata og -kart

Kort beskrivelse: Fagforumet vil gjennomføre en brukerundersøkelse og samle ulike fagmiljøer som kan bidra til samfunnstjenlige løsninger for fagrelevant datafangst, lagring og presentasjon.

3.6.1 Hensikt og bakgrunn

Som det framgår av 2.4 finnes det grunnvannsrelaterte data i mange former og på mange steder. Men historien har vist at innrapporteringer ofte blir mangelfulle og ufullstendige. Til tross for at de tekniske hjelpemidler og behov har endret seg betydelig, er det fortsatt mange data som ikke blir ivaretatt optimalt.

Dannelsen av et fagforum underlagt NFG er motivert i å samle de aktørene som har størst produksjon og/eller interesse av data om grunnvann (og eventuelt antropogen undergrunn). Erfaring viser at det er store hull i verdikjeden fra feltarbeid fram til presentasjon av beslutningsrelevante kart og figurer. Målet er at data om grunnvann og undergrunn på sikt blir bedre ivaretatt og formidlet til de som har mest bruk for informasjonen. Lovverk og forvaltning rundt innrapporteringsløsninger og tilgjengeliggjøring av nyere og eldre data og kart synes ikke å være vurdert i sammenheng, mange datafangstrutiner fungerer ikke godt nok og den potensielle informasjonsverdien på lang sikt er trolig undervurdert. Arbeidspakken vil bidra til å tilgjengeliggjøre, forståeliggjøre og sette sammen hydrogeologisk relevante data og informasjon.

Hensikten med arbeidspakken er å bidra til samfunnsmessig optimale løsninger for lovverk, forvaltning, innsamling og formidling av data og kunnskap om grunnvann og undergrunn. Både informasjon som *produseres* innenfor det norske hydrogeologimiljøet og informasjon som *brukes* av hydrogeologene bør falle innenfor mandatet.

De tre satsningene innen forskning *Anlegg i fjell og løsmasser, Grunnvann og naturfarer* samt *Urban hydrogeologi* (kapittel 3.4.4) anbefales også førende for denne arbeidspakken i de neste 5 årene.

3.6.2 Organisering og mulige deltagere

Deltagelse vil avhenge av interesse fra de som inviteres og prioriteringer i NFG. Følgende organisasjoner og interessegrupper bør inviteres:

- NGU
- NADAG (Statens vegvesen, Jernbaneverket, NVE, Statsbygg, NGU)
- Andre datakilder som NiN, Gravemelding.no, Mattilsynet og Miljødirektoratet
- Brukerinteresser som Norsk Vann og kommuner (Oslo, Bergen),
- Ulike konsulenter og rådgivere innenfor tilstøtende fagfelt (f.eks. geoteknikk og ingeniørgeologi)
- IAH-Norge
- Andre aktører som f.eks. MEF, Kommersielle aktører/programvareutviklere, KS, hydrologer og limnologer.

3.6.3 Finansiering

Den del av finansieringen av aktivitetene vil trolig måtte hentes gjennom deltagende institusjoners egne budsjetter. Men det finnes også midler f.eks. gjennom NFR, Horizon2020, direkte gjennom departementer og muligens også direkte fra brukerinteresser til for eksempel prosjektetablering, nettverksbygging, informasjonsteknologi, forskningsinfrastruktur og effektivisering.

3.6.4 Plan for arbeidsgruppe 5

Arbeidspakke 5: Fagforum for grunnvannsdata og -kart	2016				2017				2018				2019				2020			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Møter																				
Organisering, mandat og invitasjon til mulige deltagere																				
Finansiere aktivitetene																				
Seminar og brukerundersøkelse																				
Planlegging og prioritering av oppgaver																				
Utvikle tiltak for å bedre datakvalitet, dataflyt og lagring av data																				
Utvikle metoder for prøvetaking og overvåking																				
Utveksle data/kartlag																				
Legge inne gamle data/filer osv.																				
Utvikling av brukergrensesnitt																				
Tiltak/ høringsinstans ifm. SOSI-standarder og dataleveranser																				
(Oppdater GiN-serien)																				

Figur 6: Foreslått gantt-skjema for Arbeidspakke 5

Brukerundersøkelse og -seminar

Det er mange ulike interesser knyttet til innhenting, registrering og bruk av data. En brukerundersøkelse kan avdekke behov for felles informasjonssider, hvordan dagens data- og informasjonskanaler brukes samt anvendbarhet og mangler i eksisterende kart- og informasjonskanaler. Overordnede problemstillinger som en brukerundersøkelse kan gi svar på er:

- Hvilke data og kartkilder brukes og hvor ofte?
- Kjenner brukerne til mangler på brukervennlighet, datatyper, datakvalitet osv.?
- Kan datainnsamling under feltarbeid forenkles, forbedres og eventuelt samordnes?
- Finnes det eksisterende dataflyt/ produksjon som ikke fanges opp av dagens lovverk og databaser?
- Er dagens SOSI-standarder og dataleveranser gode nok?
- Kan datasystemer, lovgivning, kontrakter og samarbeid forbedres med sikte på bedre registrering av undergrunnsdata/ grunnvannsdata?
- Hvilke parametre og datamodeller bør inkluderes i fremtidig grunnvannsovervåking, og eventuelt i hvilke områder vil dette være mest nyttig?
- Hvilke gamle rapportserier, data, databaser, kart, geofysikk og så videre bør prioriteres for skanning, georeferering og digitalisering?
- Hvilke data og kart bør eventuelt samles i samme kart- og datatjenester for å forenkle og forbedre brukernes arbeidsoppgaver?
- Hvilke behov finnes for informasjonsmateriell i form av nye eller redigerte (del)rapporter i GiN-serien?

Ved tilstrekkelig interesse anbefales et seminar før brukerundersøkelsen, der aktuelle institusjoner presenterer sine data, databaser, kart osv. Både opprettelse av fagforumet og brukerundersøkelsen diskuteres her.

Tiltak for å forbedre datakvalitet, dataflyt og lagring

Kontinuerlig, systematisk og fullstendig datafangst er krevende. Mange ulike aktører gjennomfører undersøkelser og tiltak der verdifulle data samles eller kunne vært samlet og brukt i ettertid. Ofte er etterbruk av data helt forskjellig fra den opprinnelige hensikten, og både målinger, lagring og tilgjengeliggjøring av data blir stemoderlig behandlet. Et mulig eksempel er f.eks. sprekkesoner i tunneler. Systematisk datafangst under boring av tunneler og med innrapportering til en felles database, kunne trolig gi svært nyttig informasjon om regionale svakhetssoner osv.

Også borehullslogger i forbindelse med brønnboringer blir ofte mangelfullt loggført av brønnborere. Disse data har potensial til å bli mer fullstendig hvis brønnborere hadde hatt kunnskap og incentiver til å registrere og ta vare på de observasjonene han gjør under boringene. Det samme gjelder geotekniske boringer og trolig også mange andre data om undergrunn. Trolig har ikke de ulike institusjonene som bruker data veldig god oversikt over andres data og kunnskapsbehov. En brukerundersøkelse kan avdekke hvor stort gapet er mellom det som i dag er mulig og ønskelig, i forhold til hva som er dagens praksis.

Foreslått tiltak:

- Fagforumet gjennomfører et seminar der organisasjonenes egne data, info og karttjenester blir presentert og diskutert.
- Deretter lages en felles oversikt over hva som finnes av dataserier og databaser; hvilke parametere de inneholder, hvor mange datapunkter, adgang til å tilgjengeliggjøre data osv.
- I forlengelsen av dette utarbeider og gjennomfører fagforumet en bred brukerundersøkelse for databruk og datafangst (se eget punkt om brukerundersøkelse).

Basert på resultatene kan tiltak vurderes:

- Opplæring og info til dataleverandører;
- Endre lovverk for innrapportering og offentliggjøring;
- Forbedre, koordinere, modernisere innrapporteringstjenester.

Erfaring fra deltakeren i dette prosjektet viser at sistnevnte har et stort potensial. Mange av dagens innrapporteringstjenester medfører analoge registreringer, dobbeltarbeid og de utnytter dertil på langt nær dagens teknologiske muligheter.

Foreslått tiltak: Fagforumet lager liste over prioriterte tiltak for å bedre datafangst.

Utvikle metoder for prøvetaking og overvåkning

Innenfor de tre satsningsområdene som prosjektet har definert er det behov for flere data, ensartede metoder og overvåkningsregimer i sårbare og tett befolkede områder. Det anses som en viktig utfordring for fagmiljøet å bidra til å utvikle gode metoder og overvåkningsstasjoner. Disse må i ressursbruk og gjennom prioritering av lokaliteter, områder og metodikk reflektere hvor mye nytte de kan gi tilbake. Vi tror fagmiljøet gjennom casestudier bør samarbeide med NFR, offentlig forvaltning og tilgrensede fagfelt for over tid for å finne en riktig balanse i å utvikle dette. Gjerne som flere separate, men samarbeidende og koordinerte prosjekter.

Utveksle og samle data/kartlag i brukertilpassede pakker

Under prosjektet er det påvist at ulike brukergrupper (som i konsekvensutredninger, prosjekteringer osv.) sitter med gjentakende typer saksbehandling der det hadde vært fornuftig å samle kartlag fra ulike aktører. Som eksempel ble nevnt ulike parametere innen borelogger, kulturlag, forurenset grunn og grunnvannsforekomster. Brukerundersøkelsen vil kunne fange opp hvordan dette eventuelt kan forbedres.

Legge inn gamle data og filer

Det finnes i dag mange interessante data, rapporter og geofysiske målinger som ikke er tilstrekkelig katalogisert, digitalisert og/eller tilgjengeliggjort. Nyttepotensialet er betydelig, men kostnadene for å digitalisere dette materialet er stort. En god start vil være å kartlegge hva som finnes og prøve å estimere kost-nytte *før* en eventuelt forsøker å finansiere en større dugnad. Filer med modelleringer kunne også vært nyttig å lagre for senere bruk og oppgradering med ny kunnskap. Det finnes i dag måter å gjøre dette på som er tatt i bruk i andre land.

Utvikling av brukergrensesnitt i henhold til brukerundersøkelse og etterspørsel

Oppdragsgivere og forskningsinstitusjoner bør sørge for at mest mulig data, rapporter osv. må bli tilgjengeliggjort via Open Access gjennom å planlegge dette inn allerede ved budsjettering, kontraktsinngåelsen osv. Kan man utvikle standardiserte kart, veiledere, tabeller og figurer til ulik bruk? Kan det lages bedre systemer for offentlig forvaltning eller andre for å finne (trykke seg fram til) de data, databaser, veiledere osv. en trenger?

Tiltak/ høring ifm SOSI-standarder og dataleveranser

SOSI-standarder og lignende er utviklet eller vil bli det for de fleste offentlige datasett. Det vil være behov for å oppgradere disse og utvikle nye også innenfor hydrogeologi. Fagforum for grunnvannsdata og -kart kunne være en nyttig tverretattlig høringsinstans i slike prosesser.

Oppdatering av GiN-serien

Ulike samfunnsaktører har behov for kortfattet behovsspesifikk informasjon om en del tema der hydrogeologi er et viktig element. Fra 1989 til 1995 ble det derfor utarbeidet informasjon og veiledningsmateriell som ble samlet i 13 GiN-veiledere (se kapittel 1.4.2). Serien er tilgjengelig via NGUs webportal grunnvann.no, men er nå over 20 år gammel. Det anbefales at GiN-veiledere oppdateres med ny kunnskap og eventuelt nye temaer, som for eksempel: 'Grunnvann og jus', 'Grunnvann og bygging av tunneler', 'Urban hydrogeologi og setningsskader', 'Utnyttelse og vern av landets grunnvannsreservoarer under planprosesser og saksbehandling ved utbygginger'. Et slikt arbeid bør prioriteres etter behov og mulighet for finansiering.

4. Referanser

Aune, T.; Engdal, M.; Gundersen, P. **2015**. Program og sammendrag for "Det 24. seminar om hydrogeologi og miljø. Kunsten å belyse en skjult ressurs", NGU 10.-11. mars 2015. *NGU-rapport 2015.017*. 34 sider.

Dagestad, A. **1998**. In situ luftinjeksjon i grunnvannssonen som opprensningstiltak i akviferen ved Gardermoen, Sørøst Norge. 82-471-0364-8. NTNU dr. ing. Avhandling, 230 sider.

Engdal, M.; Sæther, O.M.; Ganerød, G.V.; 25th Seminar on Hydrogeology and the environment, February 3-4, 2016. Urban Hydrogeology. 70 pages.

Gundersen, P. (red.); Aagaard, P.; Beylich, A.A.; Dagestad, A.; de Beer, J.; Fleig, A.; French, H. K.; Ganerød, G.; Gaut, S.; Klempe, H.; Skoglund, R.Ø.; Sæther, O.M.; Tuttle, K.J.; Wang, T. **2015**. 24. Seminar om hydrogeologi og miljø: Sammendrag fra Workshop. *NGU-rapport 2015.023*. 38 sider.

Gundersen, P.; French, K. H.; Aagard, P. ; Tuttle, K. J. **2016**. Referat fra seminar på Ås 18. november 2015; "Hydrogeologiens Framtid". *NGU Intern Rapport 2016.001*. 59 sider.

Sælthun, N.R. **2015**. Arven etter UNESCOs internasjonale hydrologiske dekadé - norsk hydrologi i et nordisk og internasjonalt perspektiv. Presentert på Verdens vanndag 22. mars 2015. <https://portal.tekna.no/ikbViewer/Content/924631/1%20Saelthun.pdf>

Memorandum for Samarbeid mellom medlemmer av Nasjonalt Fagforum Grunnvann (NFG)

1. Medlemmene av Nasjonalt Fagforum Grunnvann (NFG) består av de instituttene i Norge som har undervisning og/eller forsknings- og utviklingsaktiviteter relatert til grunnvann (hydrogeologi) og hvis administrerende ledere har signert denne avtalen. Medlemmene sier seg hermed enige om å styrke vitenskapelig og teknisk samarbeid i samsvar med vilkårene i dette Memorandumet.
2. Rammeverket for samarbeid knyttet til dette Memorandumet vil være et avtalt Arbeidsprogram, som vil legge til rette for (men ikke begrense seg til) felles søknader, prosjekter, utveksling av personale, verktøy og ferdigheter. Medlemmene kan fritt velge aktiviteter som de ønsker å delta i.
3. Et Arbeidsprogram skal vedtas ved konsensus i et møte med medlemmene. Det velges en leder og en tidsplan for hver aktivitet og arrangement til vurdering.
4. Medlemmene vil ordinært møte årlig for å justere og tilpasse Arbeidsprogrammet om nødvendig. Resultatene fra hvert møte skal avtales ved konsensus.
5. Når det oppstår behov eller hendelser mellom årlige møter, som forutsetter raske beslutninger, vil overensstemmelse ved e-post utgjøre et medlemsmøte.
6. Alle medlemmer skal være representert på medlemsmøter ved instituttlederen eller en angitt representant, og ved medarbeidere som er eller kan bli involvert i aktivitetene under Arbeidsprogrammet.
7. Medlemskapet medfører ingen finansielle forpliktelser for medlemmene. Hvert medlem vil være ansvarlig for å levere nødvendig personal og ressurser for dens deltakelse i Arbeidsprogrammet. Medlemmene er ikke forpliktet til å utvide, eller benytte bestemt personal eller ressurser, med mindre annet er eksplisitt og skriftlig avtalt.
8. Samarbeidet vil gjennomføres i henhold til norsk lovgivning og i henhold til regelverket og prosedyrene som hvert medlem skal forholde seg til.
9. Medlemmene avtaler gjensidig utveksling av all informasjon som kommer fram gjennom Arbeidsprogrammet. Samarbeidet omfatter ikke datautveksling eller tildeling av intellektuelle rettigheter, med mindre medlemmene inngår andre skriftlige avtaler.
10. Alle medlemmene kan nominere en annen organisasjon for medlemskap. Alle nominerte organisasjonene vil være berettiget til medlemskap når søknaden om medlemskap er innvilget ved konsensus på et medlemsmøte. Medlemskapet bekreftes ved signering av dette Memorandumet.
11. Dette Memorandumet tres i kraft når alle medlemmene har signert, og kan bli modifisert eller avsluttet gjennom en skriftlig avtale mellom alle medlemmer. Et medlem kan trekke seg ut av denne avtalen ved å skriftlig sende sin intensjon til alle medlemmene med 90 dagers varsel.

Underskrifter

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

Sted, Dato

Trondheim 29.03.16

Leder, sign

Mari Britt Østmark

Leder, tittel

Instituttleder, IGB

International association of hydrogeologists (IAH) - Norge

Sted, Dato

Sandvika, 18/3 2016

Leder, sign

Kenneth J. Fjell

Leder, tittel

Formann

For Høgskulen i Sogn og Fjordane (HiSF)

Sted, Dato

SOGNDAL 30/3-2016

Leder, sign

Stein J. H. Holand

Leder, tittel

STEIN J. H. HOLAND, DEKAN

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)

Sted, Dato

Ås, 18. mars 2016

Leder, sign

J. E. Vognar

Leder, tittel

prof. dr. J. E. Vognar
instituttleder IAV

Britt Lisa Skjelkvåle

Brit Lisa Skjelkvåle

Instituttleder

Institutt for geofag

Universitetet i Oslo

Universitetet i Bergen (UiB)

Sted, Dato

BERGEN, 18/3-2016

Leder, sign

Svein Olaf Bakel

Leder, tittel

INSTITUTTLEDER/PROFESSOR

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Sted, Dato

Oslo 18/3-2016

Leder, sign

Anders Lier

Leder, tittel

Anders Lier

Norges geologiske undersøkelse (NGU)

Sted, Dato

Trondheim, 17/3/2016

Leder, sign

Janne Grønne

Leder, tittel

Avd. direktør

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO)

Sted, Dato

Ås, 7/4 2016

Leder, sign

John Kvalø

Leder, tittel

for ROALD SØRHEIM, Divisjon skinnellpr

For Høgskolen i Sørøst-Norge (HSN)

Sted, Dato

30, 14/4-16

Leder, sign

Jonas Ørdal

Leder, tittel

Dekan, allmennvitenskapelige
FAS (AF)-HSN.

Vedlegg 2: Studieprogrammer innen høgere utdanning i Norge

I det følgende presenteres studieprogrammer med relevans for hydrogeologi ved norske høgere utdanningsinstitusjoner. Fag og utdanninger skrevet i rødt er de mest hydrogeologisk vinklede.

Studieprogram som inkluderer hydrogeologi ved UiB

Master i geografi – studieretning naturgeografi med masteroppgave knyttet til hydrogeologi

Bachelor i geografi:

studieretning naturgeografi; obligatorisk emner relevante for hydrogeologi

	Emnekode	Emnetittel	SP	S	A
	GEO110	Kartografi og tematiske kart	10	1-6	1
	GEO111	Landformdannende prosessar	15	1-6	2
	GEO113	Klima, oseanografi og biogeografi	10	1-6	3
	GEO214	Statistikk og geografisk metode	10	1-6	6
	GEO213	Terrestriske klima- og miljøendringar	10	1-6	6
	GEO291	Naturgeografisk feltkurs	10	1-6	6
Valfritt					
	Emnekode	Emnetittel	SP	S	A
	GEO281	Miljøforvaltning og planlegging	10	1-6	6
	GEO215	Geografiske informasjonssystem: Teori og praksis	10	1-6	6

SP = Studiepoeng, S = Semester, A = Anbefalt semester

Mastergrad: Studieretning i naturgeografi (krav 60 SP)

	Emnekode	Emnetittel	SP	S	A
	GEO308	Vitskapsteori og forskingsdesign for geografar	10	1-4	1
	GEO309	Semesteroppgave	10	1-4	2
	GEO310	Skrivekurs og prosjektskildring	10	1-4	1
	GEO313	Naturgeografiske laboratorie- og feltmetodar	10	1-4	1
	GEO341	Mastergradsfeltkurs i naturgeografi	10	1-4	2
	GEO314	Hydrologi og grunnvatn i naturlege og menneskepåverka miljø	10	1-4	2
	GEO350	Masteroppgåve i geografi	60	1-3	3-4

SP = Studiepoeng, S = Semester, A = Anbefalt semester

Studentene som velger å skrive masteroppgave knyttet til hydrogeologi, bruker semesteroppgaven GEO309 (10 stp.) og Prosjektbeskrivelsen GEO310 (5 stp.) til å arbeide med relevante tema innen hydrogeologi som er relaterte til masteroppgaven. De har også en medveileder utenfra som er hydrogeolog.

Studieprogram som inkluderer hydrogeologi ved Universitet i Oslo

MSc Environmental Geoscience (Example: specialization in Hydrogeology with contaminant transport)

There is also one **BSc course in hydrogeology: GEO3020 - Soil- and groundwater**

Semester 4				
Semester 3	MSc thesis			
Semester 2	GEO 4120	GEO 5900	GEO 4012	GEO 4360
Semester 1	GEO 4100	GEO 4161	GEO 4191	

GEO 4012	Literature study in Geosciences
GEO 4100	Environmental Geology
GEO 4120	Environmental Geophysics
GEO 4161	Contaminants in the geoenvironment
GEO 4191	Hydrogeology
GEO 5900	Chemical processes in soil- and groundwater
GEO 4360	Field methods in hydrogeology

For specialization towards more physical hydrogeology other classes like GEO 4131 & GEO 4850 can be included instead of some of the geochemistry

GEO 4131	Geomechanics
GEO 4850	Advanced structural geology

Studieprogram som inkluderer hydrogeologi ved NMBU

Master:

Hydrogeologi er obligatorisk fag i tre av masterprogrammene ved NMBU:

MASTER i Miljø og naturressurser - studieretning Jord og miljø (Terrestrisk miljø); obligatoriske fordypningsfag/-emner:

Kode	Navn	Studiepoeng
JORD310	Globale og lokale forurensinger	10
GEO300	Videregående hydrogeologi	10
M30-MINA	Masteroppgave	30/
M60-MINA	Masteroppgave	(60)
Sum		50/(80)

MASTER i Miljø og naturressurser - studieretning Geologi (Studieretningen gir spesialisering i retningene 'Ressursgeologi' eller 'Kvartære miljøendringer'); obligatoriske fordypningsfag/-emner:

Kode	Navn	Studiepoeng
	Velg minst to av disse:	
GEO300	Videregående hydrogeologi	10
GEO310 *)	Paleoenvironments and climate change	10
GEO311	Geologisk utferd	5
M30-MINA/	Masteroppgave	(30)
M60-MINA	Masteroppgave	60
Sum		75-85/45-55

Studieplan for studieretning Geologi

År	Periode	5	10	15	20	25	30	Sum
2	Juni	5						
2	Vår	4	Masteroppgave					30
	Januar	3						
	Høst	2	Masteroppgave			(Evt. GEO310*)		30/10
	August	1	GEO311					5
1	Juni	5						
	Vår	4						
	Januar	3						
	Høst	2	GEO310*		GEO300			10 (20)
	August	1						
	Sum							75-85/45-55

MASTER of Science in Environment and Natural Resources, specialization Sustainable Water and Sanitation, Health and Development (M-MINA); obligatoriske fordypningsfag/-emner:

Code	Name	Credits
THT282	Introduction to sustainable water and sanitation	10
GEO220	Hydrogeology	10
EDS255	Health, Environment and Development	10
THT271	Conditional choice, choose minimum one of: Treatment of Water and Sewage	10
THT280	On-site wastewater treatment- Planning, design and impact assessment	15
THT283	Sustainable sanitation – decentralized, natural and ecological wastewater treatment	10
GEO300	Advanced Hydrogeology	10
THT310	Ecological and Conventional Systems for Treatment of Water	15
M30-MINA	Master thesis	30
Total		95/100

Periodes: 1=Augustblock, 2=Autumnparallell, 3=Januaryblock, 4=Springparallell, 5= Juneblock

Studieplan

Year	Periode	5	10	15	20	25	30	Sum comp.
2	June							
	Spring	MSc Thesis						30
	Januar							
	Autumn	GEO300		THT310				25
	August							
1	June	THT283*						10
	Spring	GEO220		EDS255		THT271/THT280*		20/25
	Januar							
	Autumn	THT282						10
	August							
	Sum							95/100

Bachelor:

På Bachelor linjen er hydrogeologi valgfritt emne

Studieplan for bachelor i Miljø og naturressurser (B-MINA) 2015/2016. B-MINA; obligatoriske og valgfrie emner/stp:

Kode	Emnenavn	Studie	Periode*
MATH100/	Brukerkurs i matematikk/	10	2
MATH111	Kalkulus		
MINA100	Miljø- og naturressurser – innføring	10	1 og 2
PHI100/PH101	Examen Philosophicum eller seminarversjon	10	2 (evt. 4)
ZOOL100	Generell zoologi	5	2 og 5
FYS100	Fysikk og natur	10	4
KJM100	Generell kjemi	10	4
BOT100	Plantediversitet	5	4 og 5
BIO130	Mikrobiologi	5	2
GEO100	Geologi	10	2
JORD101	Jordlære	5	2
VANN200	Hydrologi	10	4
MINA200	Forurensning og miljø	10	2
STAT100	Statistikk	10	2 eller 4
	Betinget valgfrie emner fra gul liste nedenfor	30	1,2,3,4,5
	Helt valgfrie emner	40	1,2,3,4,5,
Sum		180	

*)Perioder: 1: Augustblokk, 2: Høstparallell, 3: Januarblokk, 4: Vårparallell, 5: Juniblokk

Betingede valgfrie emner:

For å få godkjent en B-MINA må studenten velge min. 30 studiepoeng fordypning fra følgende liste:

Kode	Emnenavn	Studiepoeng	Periode
GEO210	Kvartærgeologi	10	4
GEO211	Kvartærgeologi - feltkurs	5	5
GEO220	Hydrogeologi (grunnvann)	5	4
GEO221	Hydrogeologi – feltkurs (grunnvann)	5	5
JORD201	Prosessmodellering i jord, vann og plantesystemer	10	4
JORD212	Jordanalyse	5	2
JORD221*	Jordfysikk, øvelseskurs	5	2
JORD250	Jordmorfologi	5	1
JORD251	Jordklassifisering	5	3,partall
KJM120	Uorganisk kjemi	10	4
KJM240	Analytisk kjemi	10	2
THT281	Dimensjonering og utforming av småskala og desentrale VA- løsninger	5	1
THT282	Introduksjon til bærekraftige VA- systemer	10	2
THT283*	Bærekraftige avløpsløsninger – desentrale, natur og kretsløpsbaserte systemer	10	5
VANN210	Limnologi/ferskvannsøkologi	10	2
VANN211	Limnologiske metoder	5	5
VANN220	Vannressurser og vannforsyning	5	4
B15-IMV	Bacheloroppgave	15	4

Oppmeldte i hydrogeologi (Geo220) våren 2016: 50

Studieprogram som inkluderer hydrogeologi ved NTNU

Tekniske Geofag (5 år, siv.ing)
Petroleum* (5 år, siv.ing)
Bachelor og Master i Geologi (3 + 2 år)
Internasjonal Master (2 år):

Petroleum geoscience*

Hydropower*

Natural Resources Managements*

Geohazards*

* *Organisert ved andre institutt*

} Felles studie-programutvalg og studieprogramråd med IPT

Studieprogram og studieretninger ved NTNU hvor hydrogeologi inngår (merket med rødt).

Studieprogram: **Tekniske geofag** (5-årig siv.ing.)

Studieretninger:

Mineralproduksjon og teknisk ressursgeologi

Ingeniørgeologi og miljøgeologi

Spesialiseringer:

Mineralproduksjon

Ingeniørgeologi og bergmekanikk

Teknisk ressursgeologi

Miljø- og hydrogeologi

Studenter som spesialiserer seg mot Miljø og hydrogeologi tar prosjektoppgave og masteroppgave i enten hydrogeologi eller miljøgeologi.

Eksempel på oppgaver:

Hydrogeologi; Vannforsyning, dimensjonering av grunnvannsanlegg, geovarme, vannkvalitet.

Miljøgeologi; forurensing i grunnen og tiltak, deponi, skred, erosjon.

Studieprogram: **Realfagsstudiet geologi** (3 + 2 årig)

Studieretninger:

Berggrunns og ressursgeologi

Miljø og geoteknologi

Arktisk geologi

Spesialiseringer:

Berggrunns og ressursgeologi

Ingeniørgeologi

Arktisk geologi

Petroleumsgeologi

Miljø- og hydrogeologi

Studenter som spesialiserer seg mot Miljø og hydrogeologi tar masteroppgave i enten hydrogeologi eller miljøgeologi.

Eksempel på oppgaver:

Hydrogeologi; Kartlegging og evaluering av grunnvannsforkomster, geovarme, vannkvalitet.

Miljøgeologi; Kartlegging av forurensing i grunnen, deponi, skred, erosjon.

Oppgavene i bachelor-masterprogrammet er noen mer geologisk enn i siv.ing. programmet, hvor det fokuseres mer på teknologiske løsninger.

Oppmeldte i hydrogeologi våren 2016: I inneværende semester er det oppmeldt 73 studenter på hydrogeologi-emnet, hvorav halvparten er «våre egne». Resten kommer fra andre institutt, de fleste fra bygg. I tillegg er det valgfag for flere studieprogram fra Bygg, bl.a. studieprogrammet «Vannforsyning og avløpsteknikk» hvor mange velger hydrogeologi som valgbart emne.

Studieprogram som inkluderer hydrogeologi ved HiSF

Geologi og geofare, bachelorprogram. Antall studenter 25-30.

Emnekode	Emnets navn	S.poeng	O/V *)	Studiepoeng pr. semester					
				S1(H)	S2(V)	S3(H)	S4(V)	S5(H)	S6(V)
GE406	Geologi grunnkurs	10,00	O	10					
MA414	Matematikk naturfag	10,00	O	10					
GE413	Kartlære og GIS	10,00	O	10					
FY400	Innføring i fysikk	10,00	O		10				
GE408	Mineralogi og petrografi	10,00	O		10				
GE436	Sedimentologi	10,00	O		10				
GE486	Glacialgeologi	10,00	O			10			
GE414	Strukturgeologi	10,00	O			10			
GE407	Anvendt geofysikk	10,00	O			10			
GE483	Climate Change	10,00	O				10		
GE484	Geohazards	10,00	O				10		
GE481	Engineering Geology and Early Warning	10,00	O				10		
GE482	Hydrologi og hydrogeologi	10,00	O					10	
PL417	Arealplanlegging	10,00	O					10	
ME420	Statistikk	10,00	V					10	
PL413	Naturforvaltning	10,00	V					10	
PL419	Reguleringsplanar og analyser	10,00	O						10
GE491	Bacheloroppgåve i geologi	20,00	O						20
Sum:				30	30	30	30	30	30

*) O - Obligatorisk emne, V - Valgbare emne

* Emne i 5. semester kan erstattast med relevante emne på til saman 30 stp. ved eit universitet/høgskule i Norge eller i utlandet. HSF må godkjenne emnevalet. Studenter kan velje bacheloroppgave i hydrogeologi. Innholdsmessig er GE482 90% Hydrogeologi. I forbindelse med nytt masterprogram under utvikling blir det eget emne i Hydrologi/overvannshandtering (10 stp).

Studieprogram som inkluderer hydrogeologi ved HSN

Det er to Bachelor grader som begge har hydrogeologi som en del av studieprogrammet. Felles for begge studieretningene er følgende fag:

Emnekode	Emnets navn	S.poeng	O/V (*)	Studiepoeng pr. semester					
				S1(H)	S2(V)	S3(H)	S4(V)	S5(H)	S6(V)
4014	Biologi og miljø	10,00	O	10					
4006	Klima, energi og miljø	10,00	O	10					
4016	Vitenskapsteori og natursyn	10,00	O	10					
4015	Botanikk og zoologi	10,00	O		10				
4009	Geologi og landskap	10,00	O		10				
4013	Matematikk og biostatistikk	10,00	O		10				
4101	Generell kjemi	10,00	O			10			
4503	Ferskvannøkologi	10,00	O				10		
4216	Hydrologi og grunnvann	10,00	O				10		
4112	Arealplanlegging og miljørett	10,00	O				10		
5708	GIS og kart	10,00	V					10	
4040	Bacheloroppgave	30,00	V					10	20
5702	Geografisk analyse	10,00	V						10
6032	Sustainability Management	10,00	V						10

Forurensning og miljø, bachelor er en tverrfaglig utdanning som gir innsikt i hvordan ulike kjemiske, fysiske og biologiske miljøfaktorer påvirker menneskers helse og trivsel. På studiet lærer du å utrede konsekvenser og føre tilsyn med disse forholdene i offentlig og privat virksomhet.

Spesialemer innen Forurensning og miljø, bachelor:

Emnekode	Emnets navn	S.poeng	O/V (*)	Studiepoeng pr. semester					
				S1(H)	S2(V)	S3(H)	S4(V)	S5(H)	S6(V)
4111	Organisk kjemi og genteknologi	10,00	O			10			
4259	Støy og luftforurensning	10,00	O					10	
4256	Vannforsyning, avløp og avfall	10,00	O					10	
4267	HMS, internkontroll, risiko- og sårbarhetsanalyser	10,00	O						10
4260	Mikrobiologi	10,00	O			10			

Spesialemer innen Økologi og naturforvaltning, bachelor

Emnekode	Emnets navn	S.poeng	O/V (*)	Studiepoeng pr. semester					
				S1(H)	S2(V)	S3(H)	S4(V)	S5(H)	S6(V)
4208	Viltøkologi og forvaltning	10,00	O			10			
4207	Ferskvannsfiske og naturforvaltning	10,00	O					10	
4501	Alpine Ecology	10,00	O					10	
4505	Conservation Biology	10,00	O						10
4103	Økologi	10,00	O			10			

Natur-, helse- og miljøvern, master

Mastergradsstudiet i natur-, helse- og miljøvern gir gode tverrfaglige kunnskaper om hvordan samspill og prosesser i naturen regulerer ressursene, og hvordan dette påvirker menneskers helse og trivsel.

Studieprogram, Natur-, helse- og miljøvern, master

Emnekode	Emnets navn	S.poeng	O/V (*)	Studiepoeng pr. semester			
				S1(H)	S2(V)	S3(H)	S4(V)
4301	Natural Science Methods	10,00	O	10			
4326	Molecular Genetics	10,00	V	10			
4327	Pollution and Microbiology	10,00	V	10			
4502	Alpine Biodiversity and Climatic Change	10,00	V	10			
4323	Vanntema	10,00	V	10			
4311	Ecological Methods	10,00	V	10			
4308	Ecotoxicology	10,00	V		10		
4325	Boundary Layer and Local Climates	10,00	V		10		
4328	Applied Genetics	10,00	V		10		
4324	Georesources and Groundwater	10,00	V		10		
5702	Geografisk analyse	10,00	V		10		
4316	Særpensum	10,00	V	10	10		
4319	Veiledet oppgave	20,00	V	20	20		
4329	Veiledet oppgave	10,00	V				
4317	Mastergradsoppgave	60,00	O			30	30

En masterprofil i hydrogeologi vil kunne være: Natural Science methods, Pollution and microbiology, Vanntema (EUs vanddirektiv), Ecotoxicology, Boundary layer and local climates, Georesources and groundwater og/eller Geografisk analyse (GIS).



NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE
· NGU ·

Norges geologiske undersøkelse
Postboks 6315, Sluppen
7491 Trondheim, Norge

Besøksadresse
Leiv Eirikssons vei 39
7040 Trondheim

Telefon 73 90 40 00
E-post ngu@ngu.no
Nettside www.ngu.no