

Bruk av digital geologisk informasjon innen lokal areal- og ressursforvaltning

(Et eksempel fra Inderøy kommune, Nord-Trøndelag fylke)

Per Ryghaug, Norges geologiske undersøkelse, Postboks 3006, LADE,
N-7002 Trondheim

Sammendrag

Utviklingen av vårt samfunn skjer i stadig raskere tempo, og presset på våre tettsteder, ressurser og natur øker. En arealbruk i kontinuerlig forandring krever løsninger som umiddelbart kan fange opp de arealbrukskonflikter som oppstår, og bidra til større forutsigbarhet om konsekvensene av våre beslutninger. Dette forutsetter at all relevant informasjon er tilgjengelig, og at den til en hver tid er ajourholdt. Informasjonsteknologien gjør dette mulig.

Geologiske data er ikke i tilstrekkelig grad tatt med i arealplanarbeidet p.g.a. manglende tilgjengelighet eller forståelse av dataenes betydning. NGU overfører derfor sin kunnskap om landets berggrunn, løsmasser og grunnvann til et geografisk informasjonssystem (GIS). Nøkkelen til enhver vellykket GIS-løsning er dataene man legger inn i systemet. Ved å anvende data for en kommune i Norge som eksempel (Inderøy kommune i Nord-Trøndelag fylke) ønsker en å illustrere hvordan digital geologisk informasjon kan bidra til økt oversikt over naturressursene (mineralske råstoffer, byggeråstoffer og grunnvannspotensiale). Det fokuseres også på i hvilken grad infiltrasjon av avløpsvann i løsmassene kan bidra til mer kostnadseffektiv sanering av avløp fra spredt bebyggelse. Tilrettelegging av data over skredfarlige kvikkleireområder, og den geologiske informasjonens betydning innen reiselivsnæring, forurensing og miljø, er også belyst.

Innføringen av GIS i de offentlige etater får et stadig økende omfang. Politiske vurderinger og valg vil i tiden som kommer være basert på informasjon fra databaser og GIS-løsninger. En saksbehandling ved hjelp av GIS-verktøy vil føre til en raskere, bedre og riktigere areal- og ressursforvaltning. Når geologisk informasjon sammenstilles med kommuneplanens arealdel eller annen relevant informasjon i et GIS, gir dette muligheter for geografiske søk, arealstatistikk og klassifisering, analyse av arealbrukskonflikter og nye spennende presentasjonsformer. Det vil bli enklere å dokumentere arealbruksutviklingen i kommunen og foreta resultatoppfølging.

Innhold

	Side
1. Innledning	3
2. Eksempelområdet - Inderøy kommune	4
2.1 Berggrunnen	
2.2 Løsmassene	
3. Det geografiske informasjonssystemet (GIS)	
4. Opprettelse av den digitale geologiske informasjonen	
4.1 Datagrunnlaget	
4.1.1 Grunnkartet	
4.1.2 Geologiske kartserier	
4.1.3 Databaser	
4.2 Kvalitetssikring	
4.3 Datafangst og tematisering	
5. Anvendelse av geologisk informasjon	
5.1 Mineralske råstoffer	
5.2 Grunnvannsressurser	
5.3 Avløpssanering/avfallsdeponering	
5.4 Skredfare	
5.5 Forurensing og miljø	
5.6 Reiselivsnæring	
6. Arealplanarbeidet i kommunene	
7. Konklusjon	
8. Etterord	
9. Referanser	

1. Innledning

Et av hovedmålene for utviklingen i vårt land fram mot år 2000 er å legge til grunn en bærekraftig utvikling, og dermed hindre forurensning av jord, vann/sjø og luft, samtidig som man sikrer økologisk forsvarlig utnytting av naturressursene.

Geologien er et av grunnelementene for utviklingen av vårt miljø og forvaltningen av våre ressurser og arealer. Geologiske forhold virker inn på vår hverdag uten at vi kanskje er klar over det. Vårt bosettingsmønster, bygdeutviklingen, kommunikasjonen, verdiskapningen innenfor mineralbasert industri og næringsmiddelindustri, vannkvalitet, det biologiske mangfold så vel som reiselivsnæring, er i betydelig grad styrt av geologiske forhold. Informasjonen om naturforholdene er av stor betydning når menneskeskapt forurensning skal påvises, og den gir oss muligheten til å hindre at samfunnsutviklingen medfører miljøbelastninger som overstiger naturens tålegrenser. Til tross for dette er geologi i liten grad nevnt i fylkesplaner eller i handlingsplanene som har etterfulgt disse.

Samfunnet pålegges store kostnader når gale beslutninger tas innen areal- og ressursplanlegging og -forvaltning. Dette vil gjelde både på regionalt og lokalt nivå. Der dette forekommer skyldes det ofte at beslutningsgrunnlaget ikke har vært godt nok. Relevant informasjon er ikke tilgjengelig på en slik måte at den kan bli tatt hensyn til under saksbehandlingen. Erfaringer viser at det daglig tas beslutninger som berører vårt miljø og våre naturressurser uten at geologisk informasjon i tilstrekkelig grad er med i beslutningsprosessen.

Noe av årsaken til dette er trolig den fagorienterte og vanskelige formen på slike data, og dermed den manglende forståelsen av hva de kan brukes til. Først når dataene eller informasjonen gjennomgår en fortolkningsprosess og en brukertilpassning, vil geologien få sin rette betydning innen areal- og ressursforvaltningen. *Det er forfatterens påstand at mer aktiv bruk av geologisk informasjon vil bidra til en bedre forvaltning av arealer og ressurser, og dermed sikre en bærekraftig utvikling.*

Med **bærekraftig utvikling** menes en utvikling som sikrer behovene til dagens befolkning uten å svekke mulighetene for fremtidens generasjoner til å få sine behov dekket.

Norges geologiske undersøkelse (NGU) er den sentrale institusjon i Norge for kunnskap om landets berggrunn, løsmasser og grunnvann. «Geologi for samfunnet» er NGUs virksomhetside, og det er nylig utarbeidet en målstruktur som viser hvilke aktiviteter og målgrupper NGU fokuserer på (fig.1). De fire hovedmålene viser at innsatsen skal rettes mot det å bidra til økt verdiskapning innenfor mineralbasert industri og bl.a finne nye forekomster. Offentlig forvaltning er også en viktig målgruppe. Naturressursene skal forvaltes riktig, og NGU skal bidra til besparelser ved offentlig utbygging.

NGU sitter inne med store mengder data og informasjon om norsk geologi, og har til nå hovedsakelig informert om denne geologien i form av rapporter, publikasjoner og kartserier. Innholdet viser at publiseringen i alt for stor grad har vært beregnet på andre geologer. Christensen m.fl. (1991) peker på at data ikke er det samme som informasjon. Man definerer informasjon, som data som gjennom en dekodning og fortolkningsprosess, uttrykker mening som på sin side er å betrakte som ny kunnskap. Det som er informasjon for en gruppe mennesker behøver imidlertid ikke være det for en annen gruppe. Når vi vet at lokal forvaltning ofte er uten spesiell geologisk kompetanse, må derfor både geologiske data og informasjon omformes og brukertilpasses før denne kan oppfattes som informasjon innen lokal forvaltning.

Som det også fremgår av figur 1 fremsettes påstanden om at *anvendelse av verktøy som geografiske informasjonssystemer (GIS) vil være et viktig virkemiddel i brukertilpasningen av slik informasjon, og vil øke effekten av denne*. Hovedhensikten med denne artikkelen vil derfor være å vise med eksempler hvordan digital geologisk informasjon, ved hjelp av GIS, kan anvendes i lokal forvaltning og dermed bedre beslutningsgrunnlaget. Selv om artikkelen gir eksempler på bruken av et konkret GIS-verktøy, er det betydningen av å ha tilgjengelig dynamiske kartdatabaser (geografiske databaser) og faktadatabaser med egenskapsinformasjon, som det bør fokuseres på. Ved

å utvikle geologiske datasett med avledet og brukertilpasset informasjon, som er beskrevet (metadata) og innehar kvalitetsparametre på alle objekter, søker

NGU å øke anvendelsen av geologisk informasjon innen areal- og ressursplanlegging på regionalt og lokalt nivå. En omlegging til datamaskinassistert kartproduksjon og oppbygging av fagdatabaser, har satt fart i innføringen av GIS ved NGU (Ryghaug 1995a).

Interessen for å innføre GIS som del av et større forvaltningssystem synes nå å være stor innen offentlig forvaltning. Systemene håndterer store datamengder, og gjennom sammenstilling og flerbruk av ulike tema forventes kost/nytteeffekten å komme opp i 1:4 (Nordisk KVANTIF, 1987). Selv om behovet for en papirbasert (analog) rapportering alltid vil være tilstede, åpner GIS for nye og bedre muligheter for utvikling av avledede tema, bedre ajourhold og gjenbruk av informasjonen. Det vil bli lettere å avdekke arealbrukskonflikter tidlig i planprosessen.

NGU er en statlig etat organisert under Nærings- og Energidepartementet. NGU har 220 ansatte og et budsjett på 105 mill. kr. (1995). NGU er også oppnevnt av Miljøverndepartementet som nasjonalt temasenter for miljøgeologiske data.

2. Eksempelområdet - Inderøy kommune

For å belyse geologiens betydning innen areal- og ressursforvaltningen kunne det ha vært vist en samling av førsteklasses eksempler fra ulike deler av landet. Vi har i stedet valgt å konsentrerer oss om data for kun en kommune for dermed å gi en så realistisk fremstilling av en arealplansituasjon som mulig, selv om noen eksempler dermed ikke blir fullt så gode. Valget falt på Inderøy kommune (fig.2), midt i hjertet av Nord-Trøndelag fylke.

Oversiktsinformasjon er gitt på fylkesnivå. Valget av kommune må geologisk sett sies å være tilfeldig, og var mer styrt av at de digitale datasettene var tidlig ferdigstilt som følge av at kommunen var oversiktlig og hadde liten arealmessige utstrekning. Kommunen ligger i indre deler av Trondheimsfjordområdet, og landskapet viser at kommunen er en typisk landbrukskommune med hele 35% av arealet oppdyrket (fig. 3).

Næringsmiddelindustri og kulturaktiviteter har også en sterk posisjon i kommunen, som har et gjennomgående spredt bosettingsmønster, men med enkelte mindre tettsteder. Kommunesenteret Sakshaug ved Straumen kan sees i bakgrunn på bildet. Kommunen har til nå ikke tatt i bruk GIS i sin saksbehandling.

2.1 Berggrunnen

Berggrunnen består av omdannede vulkanske og sedimentære bergarter av antatt kambrisk til tidlig ordovicisk alder (dvs. mellom 540-470

Inderøy kommune er en liten kommune, med et areal på 146 km² og 5816 innbyggere (1990). Folketettheten er imidlertid den tetteste i hele fylket (39,8 pr. km²). Kommunen har en positiv befolkningsutvikling med nest størst %-vis endring i folkemengden fra 1980 til 1990. Kommunens administrasjon ligger på Sakshaug ved Straumen (995 innbyggere). Andre tettsteder er Røra stasjon og Hylla. (Info hentet fra statistikkdelen til fylkesplanen for Nord-Trøndelag 1992-1995).

mill. år gamle). I nord dominerer grønnstein, i øst grønnstein og amfibolitt, mens de sydlige og sentrale deler domineres av fyllitt og leirskifer i lagvis vekslings (fig. 4). En tykk kalksteinshorisont, som strekker seg nord-syd, langsetter grønnsteinen i øst, er av spesiell interesse. Berggrunnen på Inderøy er gjennomført av flere nord-syd gående sprekkesystemer der området ligger inneklemt mellom flere kraftige sydvest-nordøst gående forkastninger tilhørende Møre-Trøndelag forkastningssone. En grei oversiktsbeskrivelse av berggrunnen i Norge finner du i publikasjonen; Brukerveiledning til Berggrunnskart over Norge (Sigmond 1985).

Den geologiske informasjonen er i store trekk registrert (kartlagt) i forbindelse med gjennomføringen av et samordnet geologisk undersøkelsesprogram for Nord-Trøndelag og Fosen, finansiert av Nærings- og Energidepartementet og de to fylkeskommunene. Gjennom et eget GIS-prosjekt (1993-1996) er digital geologisk informasjon utarbeidet for hele Nord-Trøndelag fylke (Ryghaug 1992). Det ble etablert samarbeide med et annet prosjekt "GIS-prosjektet i Steinkjer", finansiert av NTN og fylkeskommunen i Nord-Trøndelag, for å få tilgang til digitalt grunnkart, og opprette nødvendig brukerkontakt. Aktive medspillere har i denne sammenheng vært fylkesgeologen, planavdeling, reindriftskontoret, fylkeskonservator, fylkeslandbruksetaten og konsulentfirmaet Asplan Viak Informasjonsteknologi A/S, avd. Steinkjer.

2.2 Løsmassene

Løsmassedekket i kommunen er overveiende tynt. Beliggenheten til kommunen, som en halvøy mellom Trondheimsfjorden i sør og Beistadfjorden i nord, tilsier at marine avsetninger er den dominerende jordart i tillegg til forvittringsjord (fig.5). Landbruket har derfor gode dyrkningsforhold. Kommunen har svært få tykke løsmasseavsetninger, men en mektig randmorene ligger tvers over munningen av Børgin (Borgenfjorden), en fjordarm til Trondheimsfjorden ved tettstedet Straumen. Ønskes nærmere oversiktsbeskrivelse av løsmassefordelingen i Norge, og

dannelsesmåten for disse, anbefales publikasjonen Kvartærgeologisk kart over Norge, tema jordarter (Thoresen 1991).

3. Det geografiske informasjonssystemet (GIS)

Det er ikke meningen her å gi noen utfyllende forklaring på funksjonaliteten til et GIS, eller beskrive hvilke kravspesifikasjoner og organisatoriske forhold som bør gjelde. Dette er behørig beskrevet av andre som f.eks. Burrough (1986), Bernhardsen (1989), Høseggen (1989), Christensen m.fl. (1991), ESRI (1992) eller Fylkesmannen i Vest-Agder (1994) for å nevne noen.

Ved NGU har innføringen av GIS, som hos så mange andre, skjedd gradvis. Begynnelsen kan sies å være året 1989, hvor det primære behovet var å anskaffe et egnet verktøy til å sammenstille vektorbaserte (linjebaserte) data med eksisterende rasterbaserte (rutenettbaserte) data fra billedbehandlingssystemet Erdas®. Samtolkning av geofysiske,

Et geografisk informasjonssystem er et system av programvare som håndterer innsamling, bearbeiding, analyse, lagring og presentasjon av stedfestet informasjon. Arc/Info® utviklet av ESRI (Environmental Systems Research Institute, Inc.) er et av flere slike systemer. ArcView® er også utviklet av ESRI, og er et Microsoft Windows-basert desktop-GIS verktøy som forenkler innsyn og bruk av dataene.

geokjemiske og geologiske data var nødvendig i forbindelse med malmløsing. GIS-entusiasmen har etter hvert spredd seg i organisasjonen, og flere prosjektarbeidere har basert seg på denne teknologien. Oppbyggingen av digitale datasett og kompetanseoppbyggingen, er imidlertid nå kommet så langt at man ser behovet for å benytte verktøyet som et helhetlig informasjonssystem, og som skal kunne administrere alle NGUs data fra innsamling til presentasjon. Man har erfart at det er et behov for å utvikle egne standardiserte temakoder (tallkode eller tekst som

karakteriserer/skiller de ulike egenskapene til objektene), og som beskriver kvaliteten på informasjonen. Det har også vært et behov for å forbedre brukergrensesnittet mot NGUs databaser.

NGU har valgt Arc/Info® som sitt GIS-verktøy. Store systemer som Arc/Info er ennå kostbare i anskaffelse. De kan være vanskelig å ta i bruk uten spesiell opplæring og krever lang erfaring. For å søke i innholdet i en geografisk database med Arc/Info-format, og presentere dette, er det imidlertid ikke nødvendig å anskaffe hovedsystemet. Gjennom utviklingen av innsynsverktøy som ArcView® er brukervennligheten øket betydelig (Storaker 1992), og prisen blitt mer akseptabel. ArcView har etterhvert utviklet seg til et fullverdig verktøy for analyse og presentasjon av stedfestet informasjon. Programmet er etter vår oppfatning det beste desktop-GIS som er på markedet, og utvikler seg stadig videre. Systemet støtter mange Windows import/eksport- og utskriftsformater, har spørre- og analysefunksjoner og gode visualiseringsteknikker.

De fleste av figurene i denne artikkelen er produsert ved hjelp av ArcView i kombinasjon med grafikkprogrammet CorelDraw™. Spesielle importfunksjoner i ArcView gjør det mulig å inkludere punktdata med vanlig ASCII-flatfilformat eller dBase-format dersom tabellen inneholder x- og y-koordinater. Antallet lesbare importformater øker ved hver oppgradering av programvaren. Du får også innsyn i rasterbilder (f.eks. fargekart). Dette er filer som har en rutenettstruktur, og hvor hver rute (celle eller pixel) er stedfestet og temakodet.

Et raskt økende antall statlige forvaltningsorgan, fylkeskommuner og kommuner har innført GIS som en viktig del av sin saksbehandling av stedfestede data (Fylkesmannen i Vest-Agder 1994, Fylkesmannen i Vestfold 1994).

Nord-Trøndelag fylkeskommune har, i likhet med NGU, basert seg på Arc/Info-systemet, og er kommet langt i arbeidet med å etablere et digitalt datagrunnlag til bruk for alle som forvalter ressurser og arealer etter Plan- og bygningsloven eller sektorlover. De har innført ArcView som saksbehandlingsverktøy, og flere av kommunene har kommet etter. Datasetsene distribueres normalt til brukerne på Arc/Info-format eller SOSI-format (hvor SOSI står for Samordnet Opplegg for Stedfestet Informasjon). SOSI-formatet er et norsk overføringsformat utviklet av Statens kartverk (Statens kartverk 1995). Formatet åpner for overføring av data til andre systemer som f.eks. Win Map SQL eller Vesla/Geonor (V/G) utviklet av de norske selskapene Pumatec AS og Norkart AS. Flere kommuner på landsbasis, Miljøverndepartementet og underliggende etater har anskaffet systemer som dette. Utviklingen går i retning av at enkle Windowsbaserte kartsystemer også blir en del av vanlige kontorstøtteprogrammer som Microsoft Office™ og andre.

4. Opprettelse av den digitale geologiske informasjonen

4.1 Datagrunnlaget

Så og si alle geologiske data er å betrakte som stedfestede data og kan gjøres digitale. Den arealbaserte informasjonen vil hovedsakelig være hentet fra NGUs kartserier. De geologiske flatedekkende temaene kan være supplert med strukturer, formelementer eller punktinformasjon, og er nesten alltid sammenstilt med tema hentet fra et grunnkart (administrative grenser, kystlinjer, vannsystem). Digitale grunnkartdata blir levert av Statens kartverk i flere målestokker og kvaliteter. Flatetemaene kan suppleres med punktbaserte data (forekomstdata) fra NGUs fagdatabaser.

4.1.1 Grunnkartet

I prosjektsamarbeidet med Nord-Trøndelag fylkeskommune ble det praktisert fri flyt av digitale data begge veier, hvilket har medført at ressursene til den enkelte aktør kunne konsentreres om digital datafangst av egne data. Nødvendig digitalt grunnkartverk i målestokk 1:250.000 (N250) og i målestokk 1:50.000 (N50) ble stilt til disposisjon for samarbeidspartnerne etter at Asplan Viak Informasjonsteknologi A/S hadde gjennomført en betydelig kvalitetsheving av dataene fra Statens kartverk (tillatelsesnummer LK5420099). Det ble lagt opp til felles dataspesifikasjon og navnekonvensjon. Temakodene som er brukt i grunnkartet, følger SOSI, standardformatet for digitale geodata i Norge (Holter 1993, Statens kartverk 1995). All stedfesting er gjort i ett og samme koordinatsystem (UTM-sone 32 og datum ED50).

4.1.2 Geologiske kartserier

Den geologiske flateinformasjonen er basert på rådata fra NGUs ordinære kartserier dvs. berggrunnskart og kvartærgeologiske kart i flere målestokker (NGU 1994). Detaljeringsgraden (eller målestokken) på de digitale kartdataene må tilpasses bruken (fig. 4). Landsdekkende kart (basert på kart i målestokk 1:3 mill) og geologiske fylkesdekninger (fra kartserier i målestokk 1:250.000) er basert på en mer forenklet geologi (generaliserte kart) enn de kartdata som etterspørres i kommunal arealplanlegging (registrert på kart i målestokk 1: 50.000 og større).

Informasjonen om berggrunnen på Inderøy er basert på registreringer i målestokk 1:50.000 (Roberts, upubl. materiale). Det digitale kartproduktet på figur 4, viser fordelingen av de viktigste bergartene i kommunen (Solli, upubl. materiale). Bergarter som er av direkte økonomisk interesse, som f.eks kalksteinssonen på Inderøy, er imidlertid registrert i større detalj fra flybilder.

Et løsmassekart viser fordelingen av ulike jordartstyper og deres tykkelse (fig. 5). Anvendelsesområdene for den digitale løsmasseinformasjonen tilsier at denne må baseres på den mest detaljerte informasjon som er tilgjengelig. For Inderøy kommune er kartdatabasen sammensatt av i alt seks forskjellige kvartærgeologiske kart med ulik kvalitet, årgang og målestokk (fig. 6). For den østlige delen av kommunen eksisterer det fargetrykte kart i målestokk 1:20.000 (Sveian & Bjerkli 1984, Sveian 1985a, 1985b og 1992), mens det for den vestlige delen kun eksisterer et manuskart i målestokk 1:50.000 (Reite, upubl. materiale) som ikke var trykket. En randzone mellom disse to karttypene måtte tas fra fargetrykt kart i målestokk 1:50.000 (Sveian 1985c). Lignende forhold vil eksistere for de fleste kommunene i landet.

Ettersom Inderøy kommune har et meget lite areal og en relativt lite variert geologi, er det selvfølgelig ikke mulig å få vist hele mangfoldet i den geologiske informasjonen. Det er likevel mulig å få belyst en del viktige prinsipper og de krav man må sette til kvaliteten av slik digital informasjon.

4.1.3 Databaser

NGU har ansvaret for utbygging og vedlikehold av en nasjonal geologisk databank. NGUs fagdatabaser over landets forekomster av malm, industrimineraler, naturstein og sand-gruspukk er viktige ingredienser i denne databanken. Databasene bygges opp ved hjelp av databaseverktøyet OracleTM, og representerer hovedsakelig registreringer knyttet til stedfestede punktobservasjoner (lokaliteter og forekomster). Egenskapsinformasjon som f.eks. mineraliseringstype, størrelse, driftstype etc. ligger som tabeller i databasen. NGU legger nå opp til at Internett og World Wide Web (WWW) i fremtiden skal være den primære kommunikasjons- og presentasjonskanalen for data fra NGUs databaser. Når et mer

standardisert GIS-grensesnitt er tilrettelagt, vil egenskapsinformasjonen i oracletabellene være tilgjengelig for ytterligere bearbeiding, analyse og presentasjon gjennom GIS-verktøyet (fig. 4).

Informasjon om NGUs publikasjonserier (Skrifter (som nå heter Gråsteinen), Bulletin og Special Publication) og rapporter er registrert i NGUs en referansedatabase. Denne databasen er allerede tilgjengelig gjennom WWW på NGUs hjemmeside på Internett under adressen <http://www.ngu.no>.

4.2 Kvalitetssikring

NGU har som mål at ISO 9000 - kvalitetsledelse og kvalitetssikring, skal legges til grunn for produksjonen av digital informasjon, policy for distribusjon og lagring av informasjonen. Ved å stille internasjonale krav til kvalitetsledelse og kvalitetssystemelementer slik det omtales av Berntsen (1993) i forbindelse med omtale av ISO-9004, ønsker NGU å sikre at produksjonen:

- oppfyller et definert behov, bruksområde eller en hensikt
- tilfredsstillter kundens forventninger
- tilfredsstillter aktuelle standarder og spesifikasjoner
- tilfredsstillter lovbestemte samfunnskrav
- er tilgjengelig til konkurransedyktige priser

Oppbyggingen av en fil med metadata er en viktig del av denne kvalitetssikringen. Metadata er et begrep for «data om data» og inneholder en beskrivelse av innholdet i datasettet, formål, bruk, prosesshistorie, hvem som er produsent eller kontaktperson og hvordan man kan skaffe seg informasjonen. Det skal også gis oversikt over kvaliteten på stedfestingen, kvalitet og definisjoner til det tematiske innhold og hvor fullstendig datasettet er i forhold til oppgitte spesifikasjoner.

Selve kvalitetsbegrepet må oppfattes som relativt. Det som er god kvalitet for en bruker kan være dårlig kvalitet for en annen. Vi har sett at et datasett (en geologisk kartdatabase), som omfatter et helt fylke eller en hel kommune, kan være sammensatt av data fra flere ulike kartserier og målestokker. De kan ha ulik årgang, detaljeringsgrad og innhold (fig. 6). Dette setter store krav til kvalitetssikringen. Det må være mulig i ettertid å finne ut av hvor data kom fra, kvaliteten av disse og se hvor det er foretatt oppdateringer i forhold til det originale materialet. Dette er informasjon som må være koblet til hvert enkelt objekt (linjer, flater og punkt) i datasettet, i tillegg til beskrivelser gitt i metadatafilen eller i rapporter (Ryghaug 1995b). På denne måten er det mulig å motvirke feiltolkninger og feil bruk av informasjonen.

Med innsynsverktøy som ArcView er det mulig å inspisere de ulike parametrene. På figur 7 ser man lett hvilket kart jordartsgrensene kommer fra ved å gi linjene ulike fargepresentasjon basert på kartidentifikasjonsnummeret som ligger i egenskapstabellen. I tabellvinduet vises andre kvalitetsparametre som er søkbare, og som kan inspiseres for hvert linjestykke ved å klikke på linjen med kursoren på skjermen.

NGUs prispolitikk for digitale datasett er i skrivende stund ikke helt ferdig utformet. Man legger imidlertid opp til at datasett, som er produsert som en del av statsoppdraget, kun skal ha en pris som tilsvarer tilpasnings- og uttakskostnadene.

4.3 Datafangst og tematisering

Temaseparerte folier til trykte kart ble skannet og vektorisert i NGUs Intergraph®-system. Foreløpige kart (manuskart) ble digitalisert med FYSAK, et programsystem utarbeidet av Statens Kartverk. Alle vektorer ble overført til Arc/Info for tematisering og egenskapstildeling. Man erfarte tidlig at det var behov for å utvikle standardiserte temakoder til bruk under datafangsten, og foreløpige geologiske temakoder ble derfor utarbeidet for formålet. Det er startet et standardiseringsarbeid initiert av NGU, og den første standarden (råstoffutvinning) er alt publisert som en del av SOSI versjon 2.2. (Statens kartverk 1995).

Kartet på figur 5 viser hvordan digitale løsmassedata tradisjonelt kan framstilles når jordartstyper er temasatt og presentert på skjerm med farger man er vant til fra trykte kvartærgeologiske kart. På bakgrunn av jordartstypenes kornfordeling, tykkelse m.m., er det mulig å utvikle avledet informasjon av mer direkte betydning i planprosessen (fig. 8). I Norge finner vi de største grunnvannsreservoarene i løsmassene. Mange av de samme egenskapene gir jordartene evne til å infiltrere og rense avløpsvann, noe som kan utnyttes i forbindelse med et økende krav til avløpssanering. Vi må samtidig vite hvor vi har de viktigste sand- og grusressursene når løsmassenes samlede betydning skal vurderes. Tematiseringen kan utvides ytterligere ved å gjennomføre flere avledninger basert på det vi vet om jordartenes egenskaper. Tema som belyser egnethet til jordbruksareal, skogsbilveier, god/dårlig byggegrunn, skredfare eller områder med ulik bæreevne i forbindelse med uautorisert motorisert ferdsel i naturen (sporskader), er alle aktuelle tema (NOU 1983). Selv om det i de fleste tilfeller er nødvendig med tilleggsundersøkelser for å avklare potensialet i større detalj, er det altså mulig å fremskaffe raske og gode oversikter kun gjennom avledninger fra løsmassekartet. Dette viser samtidig at forvaltningen av slike arealer kan ha mange alternativer, alternativer som ofte kan være i konflikt med hverandre. Man tvinges til å foreta prioriteringer.

Lignende tematisert avledning er mulig i forbindelse med data om berggrunnen. Bergartenes kjemiske løslighet, eller med andre ord grunnleggende egenskaper for naturens egen kapasitet til å motvirke sur nedbør (fig. 18), kan klassifiseres. Det samme er tilfelle med bergartenes naturlige radioaktivitet eller det økonomiske råstoffpotensialet.

5. Anvendelse av geologisk informasjon

5.1 Mineralske råstoffer

Malm- og mineralforekomster kan betraktes som bergarter, men hvor anrikningen av et eller flere grunnstoffer/mineraler er så stor at den kan ha økonomisk interesse. Når det gjelder naturstein (bygningstein) er det bergartens utsende og slitasjemotstand som gjør den interessant. For pukk (knust fjell), sand og grus, som alle er viktige byggeråstoffer, er det motstandsdyktigheten mot slitasje og erosjon samt kornstørrelsen som har betydning for kvalitet og formål. Når informasjonen angående slike forekomster er organisert i et GIS-datasett, slik tilfellet er for forekomstene i Nord-Trøndelag fylke, gir verktøy som ArcView deg raskt adgang til dem. Tabellinformasjonen hentes fram på skjermen når man peker på lokaliteten med programvarens musbaserte markør.

Innen Inderøy kommune (fig. 9) er det i NGUs databaser registrert tre malmforekomster, sju industrimineralforekomster og en natursteinsforekomst. I tabellen i fig. 9 ser en at det er kalkforekomster som dominerer. Når en bergart representerer en mulig mineralressurs, er det lagt vekt på å få registrert den arealmessige utbredelse i størst mulig detalj. Dersom det kun eksisterer regionale registreringer (kartlegging i liten målestokk), blir datasettet om mulig supplert med mer detaljerte registreringer (M1:10.000 - 1:50.000).

Kalksteinen på figur 10 er registrert på flybilder i målestokk ca. 1:30.000 og overført til kart i målestokk 1:50.000. Alle de seks kalkforekomstene er knyttet til denne bergarten. Den registrerte natursteinsforekomsten (fig. 9) representerer en liten skiferlokaltet som er uten økonomisk interesse. På Inderøy har ingen av de registrerte forekomstene i malmdatabasen økonomisk interesse. Data viser at alle tre representerer tynne kis-mineraliseringer i grønnstein (fig. 10). Det er viktig for en kommune å ha oversikt over slike mineraliserte soner selv om de ikke er utnyttbare. De kan indikere at et område har et naturlig forhøyet innhold av f.eks. tungmetaller.

I forbindelse med den regionale ressursletingen i Nord-Trøndelag ble gullinnholdet i bekkesedimenter undersøkt flere steder i fylket. Et noe høyere gullinnhold enn normalt (anomalier) ble registrert på Inderøy (fig. 10). Gullinnholdet, som noen steder hadde konsentrasjoner på 15- 50 ppb (parts per billion), har trolig sammenheng med tynne omvandlingssoner i bergartene, jfr. registreringer gjort på Ytterøya like ved. Sammenstilles gullanomalieene med registreringene i malmdatabasen (fig. 10) ser en at det trolig ikke er noen sammenheng mellom disse og kismineraliseringene. Det har til nå ikke vært mulig å påvise gull hverken i fast fjell eller som synlige gullkorn i bekkesanden på Inderøy, men det å ha tilgang til denne typen datasett kan allikevel ha noe for seg. Når det gjelder gull skal det som kjent lite til før det kan sies å ha interesse for reiselivsnæringen (gullvasking som attraksjon).

Sand og grusressursene er et av landets viktigste byggeråstoffer. Det faktum at sand og grus er en ikke fornybar ressurs, og at ressursen alene på landsbasis representerte en produksjonsverdi på ca. en milliard Nkr. pr. år i 1993, viser betydningen av å ha en god forvaltning av disse ressursene. I NGUs grus- og pukkdatabase (Neeb 1995b) er alle kommuners forekomster av byggeråstoff registrert. I alt er 8790 sand- og grusforekomster og 6546 massetak registrert. Det har tidligere vært utført analoge brukertilpasninger av informasjon tilknyttet slike forekomster i form av rapporter, sand- og grusressurskart, byggeråstoffkart og geoplankart (Wolden & Erichsen 1990 og Wolden 1994). Forekomstarealene er lagret som SOSI-filer, og har vært basis for denne kartproduksjonen. Når arealdelen overføres til Arc/Info-format og databasen betjenes ved hjelp av et geografisk informasjonssystem, øker imidlertid anvendelsen av informasjonen betydelig. Man får muligheten for å sammenstille data fra de enkelte lokalitetene innen samme forekomst, og får bedre muligheter til å evaluere hele forekomstarealet. Temakodene som brukes følger standardbeskrivelsen for råstoffutvinning i SOSI versjon 2.2 (Statens kartverk 1995). Ved siden av opplysninger om den eventuelle driften i forekomsten, er det beregnet gjennomsnittlig volum og egnethetsvurderinger for ulike bruksformål for forekomstarealet. Disse er basert på måle- og analysetall fra de enkelte forekomstlokalitetene, og kvalitetskravene er basert på internasjonale standarder. De GIS-baserte søke- og analysefunksjonene medfører at vurderingene av arealbruk, tilgjengelighet og eiendomsforhold, blir mer oppdatert. Dette muliggjør en langt mer strategisk riktig forvaltning av denne ressursen enn tidligere. Sammenstilling av slike data med et digitalt veinett (VBASE), digitalt eiendomskartverk (DEK) og behovsanalyser, åpner for bedre transportplanlegging (Kalsaas & Runnestø 1993), jordskifteforretninger (Moen 1990, Sky 1991) og analyser av arealbrukskonflikter (Kyrkjeide 1990).

Innen Inderøy kommune, hvor løsmassedekket er overveiende tynt, er det tross alt registrert sju grusforekomster i databasen (fig. 11). Den største forekomsten er representert ved deler av en stor randmorene ved Straumen som skiller Børgin fra Trondheimsfjorden. I denne kan det lokalt forekomme partier med velegnet sortert materiale. Ved Stornes er det i tillegg registrert flere små løsmasseforekomster i forbindelse med strandavsetningene som opptrer spredt over hele kommunen. Disse blir sjelden over 1-2 m tykke og det tas derfor ut

masser kun til lokale behov. Figur 11 viser i tabellvinduet deler av den informasjonen brukeren får opp på skjermen når man peker og klikker på forekomsten i skjermbildet.

Pukkforekomstene (eller knust fjell) står for den største produksjonsverdien av mineralske råstoffer i landet (Neeb 1995a). Berggrunnen i Inderøy kommune består imidlertid ikke av bergarter som erfaringsmessig gir god pukk til vei- eller betongformål. I databasen er det registrert to pukkforekomster (fig. 11). Ved Oksål tas det ut masse i en sterkt oppsprukket bergartsenhet (gråvakke og fyllitt med lag av leirskifer) som har dårlig kvalitet som pukk. Det har imidlertid i flere år foregått forsøk med denne bergarten som jordforbedringsmiddel, og med interessante resultater (Myhr m.fl. 1995). Dessuten er kalksteinen fra kalkbruddet ved Hylla blitt nyttet som pukk, og forekomsten er derfor registrert i pukkdata-basen.

5.2 Grunnvannsressurser

Grunnvann kan også betraktes som et mineralsk råstoff, men er her omtalt i eget kapittel. Det er blitt hevdet at omlag en million mennesker, dvs. en fjerdedel av landets innbyggere daglig drikker vann som har for dårlig kvalitet (NGU 1992). Det er foretatt beregninger som viser at dette medfører sykefravær som påfører landet kostnader på omkring 100 millioner kroner årlig. Mer enn 80% av vannforsyningen i landet er basert på overflatevann. I Nord-Trøndelag fylke er vannkvaliteten fortsatt utilfredsstillende for en rekke vannverk (Kvernørød m.fl. 1992). Flere næringsmiddelbedrifter og bedrifter innen reiselivsnæringen vil ha problemer med å oppfylle de nye kravene til vannkvalitet som pålegges gjennom EØS-avtalen, dersom ny eller forbedret vannforsyning ikke tilbys raskt. Mye taler for at økt bruk av grunnvann i vannforsyningen vil bidra til å bedre denne situasjonen, og grunnvann er i mange tilfeller et billigere utbyggingsalternativ. Det er tale om grunnvann i både fjell og fra løsmasser, men hvor det største potensialet ligger i løsmassene.

Drikkevannskvaliteten var tidligere dårlig i Inderøy kommune, men ble i 1995 forbedret ved bygging av nytt renseanlegg for overflatevannkilden. Selv med et overveiende tynt løsmassedekket i kommunen er det flere muligheter for grunnvannsuttak fra løsmassene. Figur 12 viser grunnvannsressurspotensialet i løsmassene på Inderøy, slik det er avledet fra det digitale løsmassekartet (fig. 5). En automatisk klassifisering basert på jordartstype, er her etterfulgt av en justering på bakgrunn av geologens detaljopplysninger om området (varierende kornstørrelse, løsmassetykkelse, stratigrafi og beliggenhet i forhold til vassdrag/innsjø etc.). Ettersom vannforsyningen på Inderøy nå er tilfredsstillende, har dette grunnvannstemaet først og fremst en beredskapsmessig interesse ved vurdering av eventuelle reservevannkilder for den spredte bebyggelsen. Det må tilføyes at det vil være nødvendig å påvise den eventuelle forekomsten ved prøveboring for å få opplysninger om kapasitet og kvalitet. NGU bygger nå opp en brønnboringsdatabase med slik informasjon. På Inderøy er det registrert grunnvannsbrønner i både fast fjell og løsmasser (fig. 12). I tillegg til brønnens geografiske posisjon gir GIS-verktøyet muligheten for innsyn i brønntype, brønneier, vannkapasitet og vannkvalitet. Informasjonen kan også presenteres grafisk. Dersom grunnvannsinformasjonen sammenstilles med andre relevante datasett, øker mulighetene for en mer forsvarlig forvaltning av denne viktige naturressursen. Datasett som viser beliggenheten til eksisterende vannverk, næringsmiddelindustri og reiselivsnæring, eventuelle forurensingskilder (avfallsplasser, avløpssystem, transportveier for spesialavfall) eller landbruksintensive arealer, er her sentrale. Det kan produseres konfliktkart og risikokart, som ved hjelp av GIS-teknikker kan fremheve de områdene hvor faren for forurensing av grunnvannet er størst.

5.3 Avløpssanering/avfallsdeponering

Det moderne samfunnet endrer kontinuerlig vårt naturmiljø. Avløpsvann og kloakk forurenses fortsatt en rekke vassdrag og fjorder. Ubehandlet sigevann fra kommunale fyllinger er en belastning på vassdrag og grunnvann. Det er i den forbindelse uttrykt, som en hovedmålsetning i fylkesplanen for Nord-Trøndelag, å bevare Trondheimsfjordens miljøkvaliteter (Fylkesrådmannen i Nord-Trøndelag 1991). De stadig strengere krav, som i dag stilles til rensing av avløpsvann og kloakk fra spredt bebyggelse, vil kreve store investeringer. Statens Forurensingstilsyn (SFT) har i tillegg skjerpet miljøkravene til avfallsfyllinger og forbrenningsanlegg.

Det har lenge vært kjent at kommunalt avløpsvann står for store tilførsler av fosfor og nitrogen til våre elver, innsjøer og sjøområder. Det er derfor interessant å merke seg at Inderøy kommune var den første kommune i landet som fikk et politisk vedtak hvor man påla seg selv å foreta en avløpssanering fra all spredt bebyggelse innen år 2000. Infiltrasjon av avløpsvann i naturlige løsmasser er et alternativ til minirensesanlegg, og kan gi store økonomiske gevinster. Løsmassene virker som et filter der de forurensende stoffer blir holdt tilbake, og til dels brytes ned mens vannet passerer og renses. Dette er også et moment å være klar over når faren for forurenset sigevann fra et avfallsdeponi skal vurderes og mottiltak settes inn.

Løsmassenes evne til å infiltrere og rense avløpsvann kan i grove trekk klassifiseres ut fra jordartstypen på et løsmassekart (fig 5). Etter at den automatiske klassifiseringen er gjennomført, justerer geologen dette på bakgrunn av tilgjengelig tilleggsinformasjon på samme måte som for grunnvannstemaet. Infiltrasjonskartet for Inderøy kommune (fig. 13) gir en grov oversikt over hvilke muligheter man har til å løse den pålagte avløpssaneringen ved hjelp av infiltrasjon i løsmassene. Sikringssoner (sirkler eller mer spesialtilpassede sikkerhetssoner) kan legges inn langs alle vassdrag og rundt grunnvannsbrønner ved hjelp av en GIS-buffersoneteknikk. Selv om Inderøy kommune har sparsomt med mektige sand- og grusavsetninger, viser oversiktskartet at det likevel er mulig å bygge mindre infiltrasjonsanlegg i strandavsetninger, sandig morene og tykk forvittringsjord.

Vedtaket om avløpssanering medførte at kommunen ble delt inn i 3 avløpssoner (fig. 14), hvor saneringen i sone 1 skulle utføres innen henholdsvis 1994, 1997 og i år 2000. Det var behov for mer detaljert og mer spesialisert infiltrasjonskartlegging for å få påvist om de egnede masser virkelig var tilstede, og for å finne den mest egnede lokalisering av et jordrenseanlegg. Slik detaljert registrering, basert på kart i målestokk 1:5.000 og infiltrasjonstester, ble utført av NGU og Jordforsk i 1992-93 i fire mindre områder innen avløpssone 1 (fig. 14). Resultatene viste at det var mulig å løse avløpsproblemet for opp til 65% av den spredte bosetningen i disse områdene ved hjelp av naturbaserte rensemetoder (Hilmo & Sveian 1993, Hilmo 1994). Jordrenseanlegg er senere blitt bygget, og tester viser foreløpig gode resultater (Rydland 1993 og Holien 1994) selv om det enda er for kort tid til å dra endelige konklusjoner. Anslåtte kostnader viser at det for hele Inderøy kommune (med sine 146 km²), er mulig å oppnå besparelser i størrelsesorden 5-10 mill. Nkr dersom man anvender jordrenseanlegg framfor tradisjonelle løsninger.

Denne detaljkartleggingen gjorde det mulig å etterprøve hvor pålitelige det avledede infiltrasjonskartet var til å gi en første indikasjon på mulighetene for infiltrasjon i et området. En sammenligning mellom områdene med detaljkartlegging, og det avledede infiltrasjonskartet, ble derfor utført. Overensstemmelsen viser seg i store trekk å være tilfredsstillende (fig.15), spesielt når man tar i betraktning at forskjellen i kartleggingsmålestokk (registreringsnøyaktighet) kunne komme opp i en 10'er potens. Figuren viser også hvordan man ved hjelp av en klippefunksjon i Arc/Info kan hente ut infiltrasjonstemaet kun innen avløpssone 1, for så å gjøre en arealberegning av hvor stort samlet areal som inneholder løsmasser egnet for infiltrasjon. Resultatene viste at 41% av

arealet innen avløpssone 1 kunne ventes å ha slike muligheter. Områder dominert av løsmasser med gode infiltrasjonsegenskaper, er ofte foretrukket som byggegrunn. Detaljundersøkelsene, som viste at 65% av bosetningene i disse områdene kan ha infiltrasjonsmuligheter, var derfor ikke så uventet. Et avledet infiltrasjonskart må derfor vurderes som meget nyttig når planer om og kostnadene ved en avløpssanering skal utredes.

Infiltrasjonstemaet vil også være av betydning ved vurdering av egnede lokalitetsalternativer for nye avfallsfyllinger, og ved vurdering av faren for å få forurenset sigevann fra eksisterende avfallsfyllinger ut i vassdraget. NGU har på oppdrag fra SFT foretatt en kartlegging av deponert spesialavfall og områder med forurenset grunn (Banks 1990). Stedfestingen til de registrerte lokalitetene, lokalitetstypen (1; avfallsfylling, 2; forurenset grunn) og fire rangeringsgrupper (1; behov for snarlige undersøkelser eller tiltak, 2; behov for videre undersøkelser, 3; behov for undersøkelser ved endret arealbruk og 4; undersøkelser behøves ikke) kan med fordel inspiseres gjennom et GIS-verktøy. Innen Inderøy kommune (fig. 16) er det kun registrert et slikt deponi (Røra tørrsøppelplass). Deponiet ligger på tette havsedimenter, og eventuelt sigevann vil renne ut i bekken like ved. Egenskapsdataene i deponidatabasen (Rang = 4) viser imidlertid at avfallsfylling er av en slik art at det ikke er nødvendig med nærmere undersøkelse.

Ved å koble det digitale infiltrasjonskartet, kommunale planer om avløpssanering, digitale registreringer av avfallsdeponier, kommunens avløpsnett, digitalt eiendomskart (Terjesen 1992), GAB-data dvs. grunneiendommer, adresser, bygninger (Rygh 1992), vil man samlet sitte med et omfattende beslutningsgrunnlag, og som skulle bidra til å sikre at riktige løsninger blir valgt når det gjelder avløps- og avfallshåndteringen i kommunen.

5.4 Skredfare

I et samarbeid mellom NGU og Norges Geotekniske Institutt (NGI) er områder med potensiell fare for kvikkleireskred i Norge avgrenset på kart. NGUs kvartærgeologiske kartserier i M 1:50.000 og M 1:20.000 ble lagt til grunn. NGI foretok en avgrensning av områder gjennom studier av de geologiske og topografiske forhold, samt vurdering av resultater etter grunnundersøkelser basert på en rekke grunnboringer. Hvert område angir det antatt maksimale areal hvor et større kvikkleireskred kan inntreffe, men omfatter ikke vurderinger av skredmassenes skadeomfang og utløpsdistanse. Resultatene har til nå vært presentert i analoge rapporter og kart.

Betydningen av å ha denne type informasjon tilgjengelig i digital form i forbindelse med planarbeidet er avgjort stor. NGU har derfor tatt et initiativ ovenfor Miljøverndepartementet, Statens Naturskadefond og NGI, i egenskap av temasenter for miljøgeologiske data, ved å initiere oppbygningen av en digital kartbase for slik informasjon. Det ble vedtatt at Nord-Trøndelag fylke skulle fungere som et testområde for produksjon av et slikt datasett ettersom løsmassedata her alt forelå i digital form. Produksjonen er nå startet, noe figurene 16 og 17 er eksempler på.

Innen Inderøy kommune (NGI 1993) er det avgrenset flere potensielle skredfarlige områder. Kvikkleire ble påvist på ulike dyp innenfor boredyp som var helt nede i 40 meter. De stabilitetsberegninger som NGI foretar i slike områder, viser at stabiliteten kan være lav, men akseptabel for den nåværende arealbruk i området. På et utsnitt av kommunen, i Straumen-Røraområdet (fig. 16) er fem slike områder registrert. Den skredfarlige kvikkleiren er nesten alltid overlignet av mer stabile løsmasser, og den forenklede temapresentasjonen av løsmassene på figuren viser at disse massene ikke alltid behøver å være hav- og fjordsedimenter (leirer og silt). Det er derfor ikke lett å forutsi hvor de mest skredfarlige

områdene ligger. Som et eksempel skal vi se nærmere på området rundt tettstedet Røra (fig. 17), hvor to områder med skredrisiko er registrert, ett nede ved fjorden (Koa) og et annet noe høyere oppe ved Lorås. Borehullene som er avmerket innen områdene har begge boredyp ned til 26 meter. GIS-verktøyet gir muligheten for å hente fram på skjermen mer informasjon om borehullet gjennom opprettelsen av det systemet kaller en «Hot Link». Ved å klikke på borehullspunktet med markøren hentes et skannet bilde av resultatet fra grunnboringen frem på skjermen (fig. 17). Det blir da mulig å se hvor dypt kvikkleiresonen ligger. Når områder med skredrisiko sammenstilles digitalt med løsmassedata, kommunedelplan, bekkesystemer og veier, synliggjøres det på en bedre måte i hvilken grad nye inngrep kan bidra til å endre stabiliteten i området, og dermed forårsake skred. Skjermbildene (figurene) viser at områdene gjennomskjæres av bekker, er berørt av veinett og utbygging. Nevnte avfallsplass (fig. 16) ligger heller ikke langt fra den ene av dem. Interaktiv sambruk av slik informasjon i planprosessen er derfor avgjørende for å kunne forebygge skredfaren.

5.5 Forurensing og miljø

Informasjon om naturforholdene er en viktig forutsetning for også å kunne vurdere virkningen av eventuelt menneskeskapt miljøpåvirkning. Ved NGU er de miljøgeologiske tema hovedsakelig basert på analyser/målinger av de geokjemiske- og geofysiske egenskapene til bergarter, løsmasser og vann. I den forbindelse er det i Nord-Trøndelag fylke samlet inn informasjon om naturlig radioaktivitet fra berggrunnen. Berggrunnens evne til å motvirke forsurening i naturen (bufferkapasitet) er avledet fra berggrunnskartet. Analyser av tungmetallinnholdet i bekkesedimenter og overflatevannets kvalitet er også tilgjengelig. Resultatene viser at det er store regionale forskjeller innen fylket når det gjelder disse naturlige og geologisk betingede miljøfaktorene.

Ser vi på forholdene for Inderøy kommune isolert, er den naturlige radioaktive strålingen fra berggrunnen (som ved høye konsentrasjoner kan indikere farlige konsentrasjoner av gassen radon), ikke over normale nivåer. Temaet er derfor ikke illustrert. Det samme gjelder det naturlige innhold av tungmetaller i bekkenes sedimenter, et datasett som ofte er en indirekte indikasjon på lignende relative tungmetallkonsentrasjoner i berggrunn, løsmasser og vegetasjon.

Bergarter som inneholder lett løslige mineraler som kloritt, biotitt og kalkspat har stor evne til å avgi ioner til vannmiljøet slik at surt vann nøytraliseres, dvs. de medvirker til at naturen får stor motstandsevne mot forsurening. Bergartene kan klassifiseres etter evne til å løse kjemisk. Selv om dette utføres på data fra regionale kartlegginger, hvor ulike bergarter er slått sammen til større enheter (fig. 18), er det overraskende god overensstemmelse mellom en slik klassifisering og den faktiske målte pH i bekker og små elver innen samme område. Resultatene fra en regional kartlegging av vassdragenes vannkvalitet (Ryghaug et al. 1994) bidrar til å vise dette. Det hevdes at Midt-Norge til nå har vært lite utsatt for langtransportert forurensing og sur nedbør sammenlignet med områder i Sør-Norge. Målingene gjort på overflatevannet i Nord-Trøndelag viser at miljøet fra naturens side allerede er meget surt flere steder.

Dette gjelder imidlertid ikke Inderøy kommune. Et kartutsnitt, som omfatter Inderøy kommune og områdene rundt (fig. 18), viser at bergartene i dette området er lett løslige, dvs. de har høy bufferkapasitet og bidrar derfor til høye pH-verdier i vassdragene. En eventuell sur nedbør ville ikke ha nevneverdig virkning i dette området. Når løsmassene samtidig er dominert av marine avsetninger, bidrar dette selvfølgelig til at Inderøy er en viktig landbrukskommune. Selv om det er gjort mye for å sanere kloakk til Borgenfjorden (eller

Børgin som det står på N50 grunnkartet), viser undersøkelser av overflatevannets innhold av uorganiske kjemiske bestanddeler (NO_3 , SO_4 , Ca og Mg), meget høye konsentrasjoner (anomalier) i dette området. Spesielt er det unormalt høye NO_3 -verdier rundt Børgin (fig. 19). Figuren representerer et rasterkart, hvor en løpende medianverdi er beregnet for alle NO_3 -konsentrasjonene innenfor et vindu (en sirkel) med valgt radius (20 km). Vinduet beveger seg systematisk over kartområdet etter et rutenett (med rutestørrelse 500x500 m), og den beregnede medianverdien knyttes til ruten (cellen) og gjengis i ulike farger. Selve anomalien kan best forklares med sterk forurensing/jorderosjon som følge av jordbruket i området. I lengden kan dette få store konsekvenser for miljøet i denne avlukkede fjordarmen dersom nødvendige tiltak ikke settes inn. Eksemplet viser også hvordan rasterbasert informasjon (i Erdas-format) kan sammenstilles med vektordata i ArcView og bidra til å overvåke miljøet i regional skala.

5.6 Reiselivsnæring

Reiselivsnæringen spiller en viktig rolle som grunnlag for annen samfunns- og næringsvirksomhet. Trøndelagsfylkene blir i ferie og fritidssammenheng ofte betraktet som transittfylker for de mer kjente reisemålene lengere nord. Store deler av Nord-Trøndelags utmarksarealer har et klart villmarkspreget, noe turister fra tett befolkede land lengere sør i Europa etterhvert vil vise å sette pris på. For reiselivsnæringen er det av stor betydning at utmarksarealene forvaltes riktig slik at viktige naturområder eller verneverdige geologiske objektet ikke blir ødelagt. I forbindelse med utviklingen av flere friluftstilbud, hvor fysisk aktivitet kombineres med natur- og kulturopplevelser, bør geologi spille en større rolle enn i dag. Mennesker har et spesielt og nysgjerrig forhold til berggrunnen, mineralene og mangfoldet i former og strukturer. Geologisk informasjon vil bidra til å øke opplevelsestilbudet dersom dette blir tilrettelagt med merkede/skiltede lokaliteter langs veiene eller i tilknytning til fotturistløyper. Det er på landsbasis registrert en rekke verneverdige kvartærgeologiske forekomster og formelementer (Erikstad 1992, 1994) som er verd å ta vare på for framtida. Det samme gjelder forekomster av mineraler, fossiler og strukturer i bergartene samt gamle skjerp og gruveanlegg. Å regulere bruken av slike forekomster er i mange tilfeller bedre enn å prøve å holde dem skjult for allmennheten. Lokaliteter av denne type får også stor verdi i undervisningssammenheng.

Kulturminnesektoren er også viktig. Flere av kulturminnene og kulturlandskapene har sin nære tilknytning til geologi. Det er nok å nevne helleristningene, gravhaugene og andre fornminner fra tidlige bosetninger. Her spiller kvartærgeologi og en varierende marin grense en stor rolle. En kombinasjon av arkeologisk og geologisk informasjon vil øke forståelsen av vår fortid, og vil forsterke opplevelsen av severdighetene. Det viktige er at objekter av denne type registreres tidlig nok, og tas hensyn til i planprosessen. Dette kan ha stor betydning enten det gjelder noe verneverdig med nasjonal betydning, en viktig ekskursjonslokalitet, natursti for lokalundervisning eller som bakgrunn for valg av hvor en turistløype skal legges.

I Nord-Trøndelag fylke er det foretatt digital registrering av flere verneverdige kvartærgeologiske forekomster, og noen få er vernet. Flere forekomster står i fare for å miste sin verdi som attraksjon og typelokalitet på grunn av at man ikke er oppmerksom på dem i planarbeidet. Videre er det flere steder konflikt mellom verneinteresser og råstoffutnyttelse. Det er nå lagt til rette for bedre informasjon om disse lokaliteter slik at det er mulig å foreta en evaluering av hva som bør tas vare på for ettertiden. Innen Inderøy kommune er det ikke registrert verneverdige geologiske objekter.

6. Arealplanarbeidet i kommunene

Det er åpenbart at papirkartet, i tiden som kommer, vil få en kortere levetid enn hva det har i dag. På grunn av de hyppige endringene som nå skjer i samfunnet fra dag til dag, vil informasjonen baseres på mer temporær dokumentasjon og presentasjon ved hjelp av digitale løsninger. Planarbeidet blir dominert av interaktiv digital sammenstilling og analyse (Arntsen & Røe 1991, Grimshaw 1994). Spesielt innen arbeidet med tettstedutvikling ligger det store utfordringer.

Fylkesplanen er å oppfatte som en strategiplan for å få til et samordnet veivalg for statlig, fylkeskommunal og kommunal virksomhet. Det er viktig å øke forståelsen for geologisk informasjon på dette nivået. Med så mange ulike brukerinteresser knyttet til arealene, og behovet for et løpende ajourhold av arealbruksinformasjonen, vil en omlegging til saksbehandling basert på digitale teknikker bli en viktig forutsetning for å kunne utføre forvaltningen forsvarlig i tiden som kommer. I Nord-Trøndelag fylke har man tatt et langt skritt i retning av å få dette til (fig. 20). Det digitale grunnkartet er kommet på plass med kommunevise datasett i målestokk 1:50.000 (N50) og fylkesdekning i målestokk 1:250.000 (N250). Samtlige kommuneplaner og kommunedelplaner foreligger i digital form og reindriftsinteresser likeså. Arbeid er dessuten i gang med å skaffe tilveie digitale regionale oversikter over bl.a. kulturminner, naturvernområder, friluftsområder, viltområder og vernesskog for hele fylket. NGUs målsetting i dette arbeidet har vært å bidra til at den geologiske informasjonen skal være tilgjengelig på like premisser når planarbeidet utføres ved hjelp av GIS. Datasettene er tilpasset bruk innen fylkeskommunen og den enkelte kommune.

Fylkesplanleggingen skal etter Plan- og bygningsloven samordne statens, fylkeskommunenes og hovedtrekkene i kommunenes planlegging.

Gjennom kommuneplaner og næringsplaner har kommunene fått større ansvar for egen utvikling. God forvaltning av naturressursene står sentralt i arbeidet med å opprettholde og skape nye arbeidsplasser. Store landarealer, med et mangfold av naturressurser, er landkommunenes fortrinn i forhold til bykommunene. Arealplanarbeidet er derfor like viktig enten bosetningsmønsteret er tett eller spredt.

Arealdelen i en kommuneplan skal vise hvordan en kommune vil forvalte sine naturressurser som mineralske råstoffer inkl. grunnvann. I kommuneplanene er arealet delt inn etter arealbruk. Landbruks-, natur- og friluftsområdene er delt inn etter bestemmelser om hvor stort omfang man kan tillate utbygging når denne ikke er knyttet til stedbunden næring. Videre skal planen gi opplysninger om områder for råstoffutvinning, byggeområder eller områder som skal båndlegges (nedbørsfelt rundt vannkilder, områder som bør fredes etter naturvernloven, kulturminneloven eller reguleres til bevaringsområde). Det vil ikke være mulig å gjøre dette på en forsvarlig måte uten et sterkere innslag av digital geologisk informasjon. Dette kan illustreres ved å ta for seg kommuneplanens arealdel for Inderøy kommune (fig. 21), og se nærmere på delplanen for Sakshaug ved Straumen (fremhevet i større målestokk). Ved Hylla har det i lengere tid vært foretatt uttak av kalkstein (se foto på forsiden). En naturressurs i berggrunnen vil være influert av en rekke ulike arealdisponeringer, hvorav flere kan utelukke en fremtidig utnyttelse. Fotoet på figur 3 viser området kalksteinssonen går gjennom fra Hylla kalkverk og mot Straumen i nordvest. Arealbrukskonflikter vil også kunne oppstå når det gjelder ressurser knyttet til løsmassene (fig. 22). Løsmassenes forskjellige egenskaper og nytteverdi bør få en sterkere innflytelse på de reelle valg som gjøres når det gjelder ressurs- og arealdisponeringer. Vi må ut fra gjeldende behov være i stand til å prioritere hvilke av løsmassenes egenskaper (infiltrasjonsmedium, sand & grusressurs, grunnvannsressurs, byggegrunn eller jordbruksarealer) vi vil velge å utnytte i det aktuelle område. Løsmassekartet vil også gjennom ytterligere avledning kunne bidra med verdifull informasjon om byggegrunn. Tema som viser forventet telefare vil kunne

gi besparelser ved prosjektering av veier og av vann- og avløpsnett i kommunen. Gjennom interaktiv bruk av GIS-verktøyet i arealplanarbeidet er det mulig å foreta bedre arealklassifikasjoner (arealvurdering som klassifiserer i ulike arealbruksverdier), samt synliggjøre arealbrukskonflikter for dermed å medvirke til at de riktige politiske beslutningene gjøres.

7. Konklusjon

Observasjonen om at vi er inne i en overgang fra å være et industrisamfunn til et kunnskaps- og informasjonssamfunn blir stadig tydeligere. Det fulldigitale samfunn synes fortsatt å være et stykke unna, og det papirløse samfunn vil vi kanskje aldri oppleve. Det vil så langt vi kan se, eksistere et behov for å trykke/plotte tematisk informasjon på papir, men papirkartet vil i fremtiden kun være en av flere presentasjonsformer, og som alle har sitt utspring i digital informasjon. Det er ventet at kravet til visualisering av informasjon øker. Terrengmodeller og multimediapresentasjoner (bilder i bevegelse og lyd) vil etterhvert bli vanlige uttrykksformer i bestrebelsene med å øke forståelsen av den stedfestede informasjon (MacEachren & Taylor 1994). Internett vil sannsynligvis bli en stadig viktigere kommunikasjons- og presentasjonskanal for den digitale informasjonen også ute i kommunene.

Beslutningstakere av alle slag vil, i flommen av informasjon, bli stadig mer avhengig av tilgangen på enkle tematiske illustrasjoner basert på pålitelige analyser av faktadata kombinert med faglige vurderinger. Med riktig informasjon til riktig tid ligger forutsetningene vel til rette for at riktige samfunnspolitiske, tekniske, og økonomiske valg kan treffes.

Det brukes store mengder offentlige midler i Norge på arealplanlegging hvert år. Samtidig ser det ikke ut å bli satt av tilsvarende midler for å få undersøkt om arealene faktisk blir disponert etter planene, eller om planene virker etter sin hensikt. Det må være et mål å oppnå en sterkere kontroll over arealbruksutviklingen innen kommunene, og dermed få en bedre forvaltning av våre naturressurser. En sterkere satsning på GIS i kommunal forvaltning vil på sikt gi mer effektiv saksbehandling, bedre samordningen mellom de berørte parter i planprosessen og mellom nabokommuner, høyne kvaliteten på konsekvensutredningene og medvirke til større forutsigbarhet ved å avdekke konfliktsituasjonene tidlig i planprosessen.

Geologisk informasjon må bli en naturlig del av dette beslutningsgrunnlaget. Som vi har sett av eksemplene fra en liten kommune i Norge, griper geologien inn i sentrale deler av arealforvaltningen. Gjennom å øke tilgangen på digital og brukertilpasset geologisk informasjon, søker NGU å bidra til en øket verdiskapning i kommunene, og tvinge frem en mer balansert forvaltning av våre naturrikdommer og landarealer. Informasjonen vil bidra til at de riktigste løsningene blir valgt, og som i sin tur kan føre til økonomiske besparelser for samfunnet.

Det vil ennå gå litt tid før de nasjonale og globale nettverkene, f.eks basert på Internett, er vanlige distribusjonskanaler for digital informasjon ut til brukeren. Det vil en tid fremover være et behov for lokale løsninger. For Nord-Trøndelags del har man i denne forbindelse opprettet en nettverksgruppe kalt Geoinformant (et samarbeid mellom Fylkeskommunen, Fylkesmannsembetet, Reindriftskontoret og NGU). Denne skal stå for samordning av den digitale informasjonen i fylket, informere om denne og stå for distribusjonen til lokale brukere. Lignende nettverksknutepunkt (datasentraler) ser en konturene av også i andre fylker.

Overgangen til en digital saksbehandling går nå for fullt i alle deler av samfunnet. Etterspørselen etter digitale geologiske data viser at det alt er en voksende forståelse for dataenes betydning innen areal- og ressursforvaltningen. En forutsetning for å lykkes i arbeidet med å få øket bruken av den geologiske informasjonen innen samfunnsplanleggingen,

er som tidligere uttrykt, at informasjonen foreligger på en form som dekker de definerte behov og til en riktig pris. Opprettelsen av kvalitetssikrede digitale datasett er derfor en sterkt prioritert oppgave for NGU som forvaltningsorgan. Men det ligger et stort arbeide foran oss, slik det også gjør for resten av det offentlige Norge. På sikt er det vårt mål at alle fylker og kommuner, som satses på et digitalt plansystem, skal kunne gjennomføre sin areal- og ressursforvaltning med relevant geologisk informasjon tilgjengelig i digital form. NGU vil når dette er et faktum kunne si å ha utvidet sin virksomhetside til "Geologi for **hele** samfunnet".

8. Etterord

Utformingen og produksjonen av de digitale datasettene har vært mulig gjennom et samarbeid innen det karttekniske og geologifaglige miljøet på NGU. Spesielt vil jeg fremheve innsatsen til Arc/Info-operatørene Janne Grete Wesche og Åse Karin Rønningen, som gjennom tre år har fått et spesielt forhold til de fleste av objektene i løsmassedatasettet for Nord-Trøndelag. Arne Solli er både teknisk og faglig ansvarlig for den digitale berggrunnen. Innsatsen til Harald Sveian og Knut Riiber har vært avgjørende for den faglige kvalitetssikringen av løsmassegeologien, mens Bern Olav Hillmo har hatt ansvaret for kvaliteten på de avledede jordartstemaene. Einar Jakobsen, Inderøy kommune og Lars Kullerud, GRID-Arendal har gitt verdifulle kommentarer til manuskriptet.

9. Referanser

- Arntsen, F. & Røe, P.G., 1991: Bruk av geografisk informasjonssystem som analyseverktøy i arealplanlegging. Kart og plan 5-91, s 317-322.
- Banks, D., 1990: Kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn i Nord-Trøndelag fylke. NGU Rapport 90.128.
- Bernhardsen, T., 1989: En lærebok i geografiske informasjonssystemer. VIAK AS, Arendal. ISBN 82-991928-0-3
- Berntsen, H. B., 1993: Kvalitetssikring. Bedriftsøkonomens Forlag A/S, Oslo
- Burrough, P.A., 1986: Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Clarendon Press. Oxford.
- Christensen, G.E., Grønland, S.E. & Methlie, L.B., 1991: Informasjonsteknologi: strategi, organisasjon, styring. Bedriftsøkonomenes Forlag, Oslo.
- Erikstad, L., 1992: Earth Science Conservation in Europe. Proceedings from the Third Meeting of the European Working Group of Earth Science Conservation. NINA Utredning 41: 1-72
- Erikstad, L., 1994: Kvartærgeologisk verneverdige områder i Norge - Evaluering av et landsomfattende registreringsmateriale. NINA Utredning 57: 1-49
- ESRI, 1992: Understanding GIS. The Arc/Info Method. Environmental System Research Institute, Inc. Redlands USA.
- Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvern avdelingen, 1994: Miljødataprojektet i Vest-Agder. Sluttrapport.
- Fylkesmannen i Vestfold, Miljøvern avdelingen, 1994: Miljø- og naturressurskartlegging i Vestfold. Sluttrapport fase 1; Prøveprosjekt i Sandefjord. Fylkesmannen 09.94.
- Fylkesrådmannen i Nord-Trøndelag, 1991: Fylkesplan for Nord-Trøndelag 1992-95.
- Grimshaw, D.R., 1994: Bringing Geographical Information Systems into Business. Logman Scientific & Technical. Logman Group Limited, England.
- Hilmo, B.O. & Sveian, H., 1993: Løsmassekartlegging for infiltrasjon av avløpsvann fra spredt bebyggelse, Granaelvområdet, Inderøy kommune. NGU Rapport 93.031
- Hilmo, B.O., 1994: Løsmassekartlegging for infiltrasjon av avløpsvann fra spredt bebyggelse i områdene Bergselva, Åsabekken, Loråsbekken, Salbergelva, Inderøy kommune, Nord-Trøndelag. NGU Rapport 94.019.

- Holien, R. 1994: Avløpssanering i spredt bebyggelse. Utprøving av naturbaserte rensemetoder i marginale områder, fire forsøksanlegg i Inderøy kommune, Nord-Trøndelag. Hovedoppgave ved institutt for jord- og vannfag, Norges Landbrukshøgskole.
- Holter, A., 1993: Kvalitetssikring av digitale data. Kart og plan 3-93, s 159-165.
- Høseggen, S. 1989: krav vedrørende innføring av GIS-system. AM/FM Nordisk konferanse. Beitostølen, Norge. 28/11- 1/12 1989.
- Kalsaas, B.T. & Runnestø, P., 1993: Bruk av GIS i areal og transportplanlegging, veiledning. Kart og plan 4/5-93, s 203-208.
- Kyrkjeeide, K., 1990: Konfliktkart. Kart og plan 3-90, s 189 - 194.
- Kvernørød, I.A., Matisen, T. & Ellingsen, K., 1992: Driftsoppfølging av vannverk, fylkesrapport Nord-Trøndelag. Folkehelse Vannrapport nr: 83
- MacEachren, A.M. & Taylor, F.D.R, 1994: Visualization in modern cartography. Pergamon/Elsevier Science Ltd. 345s.
- Moen, S., 1990: Jordskifteplanlegging - Bruk av Arc/Info. Kart og Plan 3-90, s 173-178.
- Myhr, K., Gautneb, H. & Forbord, J.O., 1995: Steinmjøl som kaliumgjødsel. Landbrukstidende nr. 22, s 644-645.
- Neeb, P.R., 1995a: Aggregates Resources in Norway. Superquarries an important mining industry of the future. NGU Rapport 95.062.
- Neeb, P.R., 1995b: Grus- og pukregisteret 1994. NGU Rapport 95.074.
- NGI, 1993: Faresonekartlegging, kvikkleireskred. kartblad Stiklestad M 1:50.000. NGI-rapport 860024-2.
- NGU, 1992: Grunnvann i Norge (GiN), Sluttrapport. NGU Skrifter 111.
- NGU, 1994: Kartkatalog 1994.
- Nordisk KVANTIF, 1987: Community benefit of Digital Spatial Information. Final Report. VIAK A/S, Arenadal.
- NOU, 1983: Norsk Kartplan 2, Tematiske kart og geodata. Norges offentlige utredninger, NOU 1983: 46.
- Rydland, K., 1993: Rensing av avløpsvann i jord. Hovedfagsoppgave, Inst. for jordfag, Norges Landbrukshøgskole.
- Rygh, G., 1992: Grunneiendom, adresser og bygninger. GAB-registersystemet et ledd i geodatamarkedet. Kart og plan 6-92 s 427-430.

- Rygghaug, P., 1992: Geografiske informasjonssystemer skaper geologi for samfunnet. NGU årsmelding 1992, s 10-11.
- Rygghaug, P., Hilmo, B.O., Sæther, O.M. & Nilsen, R., 1994: Vannkvalitet i Nord-Trøndelag og Fosen. Målinger av uorganiske kjemiske parametre i overflatevann. NGU Rapport 94.077
- Rygghaug, P., 1995a: Expanded use of superficial deposit information in local government with geographical information systems. Norges geol. unders. 427, p 104-107.
- Rygghaug, P., 1995b: Digital earth science information calls for standardisation (data quality parameters and meta-data). ScanGIS'95. The 5th Scandinavian Research Conference on Geographical Information Systems, 12th - 14th June 1995, Trondheim, Norway.
- Sigmond, E.M.O., 1985: Berggrunnskart over Norge 1:1 mill. - Brukerveiledning. Norges geologiske undersøkelse ISBN 82-90408-10-2.
- Sky, P.K., 1991: Bruk av GIS-teknologi i Jordskifteverket. Kart og plan 5-91, s 307-313.
- Statens kartverk, 1995: Samordnet opplegg for stedfestet informasjon. SOSI, et standardformat for digitale geodata, Versjon 2.2.
- Storaker, G., 1992: ArcView - et verktøy for GIS-systemet Arc/Info. Kart og Plan. vol. 52, s 120-122.
- Sveian. H. & Bjerkli, K., 1984: Verdalsøra, CST 135136-20, kvartærgeologisk kart M. 1:20.000. Norges geologiske undersøkelse.
- Sveian. H., 1985a: Børgin, CST 137138-20, kvartærgeologisk kart M. 1:20.000. Norges geologiske undersøkelse.
- Sveian. H., 1985b: Leksdalsvatnet, CUV 137138-20, kvartærgeologisk kart M. 1:20.000. Norges geologiske undersøkelse.
- Sveian. H., 1985c: Stiklestad 1722 IV, kvartærgeologisk kart - M. 1:50.000. Norges geologiske undersøkelse.
- Sveian. H., 1992: Steinkjerfjorden, CST 139140-20, kvartærgeologisk kart M. 1:20.000 med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.
- Terjesen, P.T., 1992: Digitalt eiendomskart (DEK). Etablering. Kart og plan 6-92, s 445-450.
- Thoresen, M.K., 1991: Kvartærgeologisk kart over Norge, tema jordarter. Norges geologiske undersøkelse. ISBN 82-7385-070-6

Wolden, K. & Erichsen, E., 1990: Compilation of geological data for use in local planning and administration. *Engineering Geology*, Volume 29 no. 4, p333-338.

Wolden, K., 1994: Forvaltningsplan for sand, grus og pukk i åtte kommuner i Buskerud fylke. NGU Rapport 94.036.

FIGURTEKSTER

Forsidebilde: Foto av kalkverk og kalksteinsbrudd ved Hylla, Inderøy kommune (Fotograf Reidulf Lyngstad, 7670 Sakshaug).

Figur 1. NGUs målstruktur, med fire hovedmål som er prioritert fra venstre mot høyre. GIS bidrar til å nå disse målene.

Figur 2. Nøkkeltkart - Viser beliggenheten av Inderøy kommune i Midt-Norge, midt i Nord-Trøndelag fylke. Kartet viser digitale N50 høydedata, veier og kommunegrenser (data fra Statens kartverk). Innen Inderøy kommune er også bekker tatt med i tillegg til enkelte stedsnavn som er omtalt i artikkelen.

Figur 3. Foto av deler av Inderøy kommune sett i retning nordvest. Hylla kalksteinsbrudd sees i forgrunn og med Straumen bakenfor (foto: Reidulf Lyngstad).

Figur 4. Informasjonen om berggrunn er basert på registreringer i ulike målestokker, avhengig av om de er beregnet på nasjonalt, regionalt eller lokalt nivå. Kartdata kan kombineres med egenskapsinformasjon fra NGUs databaser. Aktive tema er markert med en hake på ikonknappen i tegnforklaringen. Farge på tekstur og bakgrunnen kan varieres fritt.

Figur 5. Digitalt løsmassekart for Inderøy kommune slik det kan fremstilles på skjermen i programmet ArcView. Fargevalget på jordartene i tegnforklaringen følger standarden for kvartærgeologiske kart.

Figur 6. Kartmosaikk for Inderøy kommune bestående av flere ulike analoge løsmassekart i målestokkene 1:20.000 og 1:50.000. Kartene danner grunnlaget for det digitale løsmassekartet (fig. 5).

Figur 7. Som et viktig ledd i kvalitetssikringen av dataene, har alle linjestykker fått tilført kvalitetssparametre i egenskapstabellen. Figuren viser hvordan man kan inspisere hvilket kartblad linjen stammer fra. Klikker man på venstre museknapp når markøren peker på en av linjene, kommer tabellen med prosesshistorien til linjen opp på skjermen.

Figur 8. Det digitale løsmassekartet for Inderøy kommune har innebygget to avledede produkter (infiltrasjonsegenskaper og grunnvannspotensiale). Disse blir selvstendige karttema når de aktiviseres. I tillegg kan arealene for sand- og grusressursene, registrert i NGUs grus- og pukkdatabase kartfremstilles.

Figur 9. Berggrunnen for Inderøy kommune sammenstilt med et temalag som viser beliggenheten av malm-, industrimineral- og natursteinsforekomstene i kommunen, registrert i NGUs fagdatabaser. Bekkesystemet er også aktivisert på skjermen fordi det gir et bilde av sprekkesonene i området. All tabellinformasjon er tilgjengelig gjennom systemet.

Figur 10. Berggrunnen for Inderøy kommune sammenstilt med malmsforekomstene (kis-mineraliseringer) og lokaliteter hvor bekkesedimenter er analysert på gull. Gullsymbolet er rødere jo høyere gullgehalten er i sedimentet (maksimumskonsentrasjonen på 670 ppb skyldes en prøve utenfor kommunen).

Figur 11. Forekomstlokaliteter av sand, grus og pukk innen Inderøy kommune. Videre er et større forekomstområde avmerket ved Straumen (også avmerket på fig. 8). Tabellutsnittet viser en del av egenskapene som er registrert på forekomstene, og som følger temakodene til SOSI-beskrivelsen for råstoffutvinning. Høydekoter, veisystem og kommunegrenser er også aktive tema.

Figur 12. Grunnvannsressurskart for Inderøy kommune, avledet fra løsmassekartet (fig. 5). Grunnvannsbrønner og lokalisering av eksisterende vannverk er også avmerket. Vinduet øverst til venstre viser et utdrag av tabellinformasjonen som er registrert i brønn databasen. Det andre tabellutsnittet (nederst til høyre) viser at flere brønntyper er involvert. Vannkvaliteten kan også gjengis grafisk. Kartet, tabellen og det grafiske vinduet står i interaktiv forbindelse med hverandre. Aktiviseres en eller flere lokaliteter i kartet, får dette automatisk konsekvens også for tabell og stolpediagrammet.

Figur 13. Infiltrasjonskart for Inderøy kommune, slik det er avledet fra løsmassekartet øverst i venstre hjørne. Det kan om ønskelig utføres buffersonegenerering i datasettet basert på sikkerhetssoner langs bekkefarene eller rundt grunnvannsbrønner.

Figur 14. Til høyre vises plan for sanering av avløp og kloakk innen Inderøy kommune, og områder hvor NGU og Jordforsk har utført mer detaljerte undersøkelser. Et av områdene er fremhevet i venstre bilde, hvor også bosetningen er avmerket. Figuren viser at egnede løsmasser er innen rekkevidda fra flere av bosetningene.

Figur 15. Avløpssonene i saneringsplanen er gjengitt i øvre høyre hjørne. Når en overlay-funksjon utføres mellom avløpsone 1 og infiltrasjonskartet (fig. 13), ser en hvor stor del det er av avløpssone 1 som har infiltrasjonsmuligheter (nedre høyre hjørne). Det er da mulig å gjøre en arealberegning som viser at 41% av arealet har infiltrasjonsmuligheter. Kartet til venstre viser en sammenligning mellom et av områdene fra den detaljerte infiltrasjonskartleggingen (fig. 14) og infiltrasjonskartet som er avledet av løsmassekartet.

Figur 16. Løsmassekartet (i øvre høyre hjørne) er på denne figuren forenklet ved å samle alle jordarter som ikke representerte hav- og fjordavsetninger i samme fargegruppe. Fem områder i dette utsnittet av kommunen (områder med prikkraster) har en viss skredrisiko i seg. En ser at slike arealer ikke nødvendigvis behøver å ha havsedimenter (leire og silt) i overflaten. En sammenstilling med informasjon fra deponidatabasen viser at Røra tørrsøppelplass er plassert på havsedimenter med dårlige infiltrasjonsegenskaper. Temaet bekkesystem er også aktivert og viser at noen av risikoområdene gjennomskjæres av disse. Avgrensningen av Røra kommunedelplan er tatt med for å kunne knytte informasjonen i denne figuren til informasjonen i figur 17.

Figur 17. Kommunedelplanen for tettstedet Røra viser i hvilken grad eksisterende utbygging kommer i berøring med registrerte kvikkleireområder. Borehullene til NGI er også angitt. Ved å peke og klikke med musa på borehullet aktiviseres en billedfil som inneholder boreprofilen.

Figur 18. Løsligheten til bergartene er avledet fra berggrunnskartet øverst til venstre, og er sammenstilt med et punkttema som viser pH-målinger i overflatevann. Den nære sammenheng mellom temaene er enda tydeligere når man ser på denne i større detalj, nærmere bestemt Inderøyområdet nederst til venstre.

Figur 19. Oversiktskartet over nitratinnholdet i overflatevann fra Nord-Trøndelag og Fosen (øverst til høyre) viser meget høye nitratkonsentrasjoner i deler av Inderøy kommune (mørk rød farge). Kartet er basert på gridding av enkeltlokalitetene fra fig. 18, og er nærmere beskrevet av Ryghaug m. fl. (1994). På det forstørrede kartutsnitt er også utbredelsen av hav- og fjordsedimentene vist, og områder som representerer viktige jordbruksarealer. Forurensing fra jordbruket er den mest sannsynlige årsak.

Figur 20. I prosjektet «Tilrettelegging og forvaltning av felles digitalt datagrunnlag til bruk i alle former for arealforvaltning og arealplanlegging i Nord-Trøndelag» har fylkeskommunen som mål å gjøre disse tematypene digitalt tilgjengelig for å effektivisere og heve kvaliteten på alt planarbeid i kommunene og på fylkesnivå. NGU står for tilretteleggingen av den geologiske informasjonen.

Figur 21. Arealdelen til kommuneplanen for Inderøy kommune er vist i delfiguren til høyre. Et forstørret utsnitt av denne viser kommunedelplanen for tettstedene Straumen og Hylla. I tillegg til denne arealdisponeringen er et geologisk tema (kommunens eneste større forekomst av mineralråstoff) også aktivisert for å fremheve betydningen av å kunne sammenstille ulike datasett for å sikre en forsvarlig naturressursforvaltning. Kalksteinsbruddet ved Hylla sees i nedre høyre hjørne.

Figur 22. Kartutsnitt viser tettstedet Sakshaug ved Straumen, som er Inderøy kommunens administrative sentrum. Areal- og ressursbrukskonfliktene kan bli store i slike pressområder. Løsmassene, med sine avledede tematyper, kan by på en rekke alternative arealbruksformer i tillegg til byggegrunn og jordbruksarealer. Det er derfor viktig å ha tilgang til alle alternative areal- og ressursutnyttelser i et slikt område, for å kunne foreta de riktige prioriteringene.