

Rapporter och meddelanden nr 86

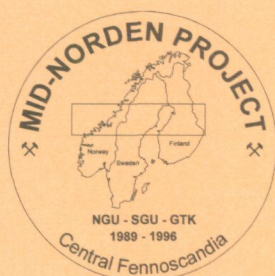
Miljögeologi

Kartor för samhällsplanerare och miljövårdare

Exempel från Mittnordenområdet



Olle Selinus (red.)



SGU
Sveriges Geologiska Undersökning

Uppsala 1996

Rapporter och meddelanden nr 86

Miljögeologi

Kartor för samhällsplanerare och miljövårdare

Exempel från Mittnordenområdet

Olle Selinus (red.)



SGU
Sveriges Geologiska Undersökning

Uppsala 1996

ISBN 91-7158-562-1
ISSN 0349-2176

Omslagsbild: Norra Västerbottensfjällen. Foto O. Selinus, 1969.

© Sveriges Geologiska Undersökning

Tryck: TK i Uppsala AB, 1996

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
Introduktion (Olle Selinus)	4
Geologi i samhällsplaneringen och miljöarbetet (Olle Selinus)	5
Miljögeologiska temakartor (Olle Selinus)	5
Geologiska data/databaser/GIS (Olle Selinus)	6
Mittnordenprojektet – bakgrund (Olle Selinus)	7
Geologin i den Svenska delen av Mittnorden (Olle Selinus)	8
Exempel på temakartor	9
Lägeskarta.....	10
Underlagskarta för kommunal planering (Carl Fredrik Müllern)	11
Permeabilitet (Torbjörn Wikner)	13
Försurningskänslighet (Lars Rudmark)	15
Konfliktkartor grusförekomster – naturvärden – grundvatten (Karin Grånäs)	17
Radonprognoser (Jonas Lindgren)	20
Erosionsrisker längs älvarna i Sollefteå kommun (Curt Fredén)	23
Markgeokemiska kartor (Madelen Andersson och Kaj Lax)	29
Näringsämnen i mark	29
Buffertkapacitet, pH i mark	29
Tungmetaller i mark	32
Tungmetaller i dräneringssystem (Olle Selinus)	35
Geologiska riksobjekt (Curt Fredén)	37
Avslutning (Olle Selinus)	39
Litteratur för fortsatt läsning	40
Ordlista	40

Sammanfattning

År 1988 påbörjades Mittnordenprojektet. Projektet syftar till att åstadkomma ett geologiskt basmaterial för användning inom främst miljö- och naturresursområdena, som grund för prospektering efter malmer och industrimineral, fysisk planering, jord- och skogsbruk samt för geomedicinska problemställningar. Inom dessa områden har geologisk kunskap fått en starkt ökad betydelse under senare år. Genom att miljöaspekterna växt sig starkare inkluderas en miljögeologisk del i projektet. Den miljögeologiska delen, som presenteras här, visar på betydelsen av att använda geologiska uppgifter som underlag i miljö- och planeringsarbeten och baserar sig på befintligt geologiskt material eller material framtaget inom ramen för Mittnordenprojektet.

Miljögeologi är ett viktigt och nödvändigt instrument i miljöarbetet, och kan medföra stora kostnadsbesparingar för miljövärdare, planläggare och beslutsfattare. Berggrund, jordarter och grundvatten tillhör den miljö som vi och kom-

mande generationer skall leva av. Ett ökat befolkningsunderlag leder till ett ökat tryck på våra naturresurser och på miljön. Det är därför nödvändigt för oss att känna till hur vi på bästa sätt skall tillvarata våra resurser. Därför har miljögeologin en betydelsefull roll att spela i samhällsplaneringen.

Publikationen visar på några exempel på nödvändigheten av att använda geologisk sakkunskap. Inom miljögeologin kan Sveriges Geologiska Undersökning bidra med framtagandet av planeringsunderlag och erforderlig expertis för behandling och tolkning av underlagsmaterialet. Exempelen visar på att olika typer av geologiskt underlagsmaterial behövs för att göra de sammanställningar och de tolkningar som erfordrats för att göra dessa kartor, anpassade för beslutsfattare och miljövärdare, liksom för den miljöintresserade allmänheten.

Introduktion

Vår miljö är en kombination av såväl de naturliga förhållandena (geologiska, fysiologiska och biologiska), och de mänskliga ingrepp som påverkar livsmiljön och mänskliga aktiviteter. En viktig del av miljön är geologin. Den geologiska miljön påverkas av både naturliga förändringar (t.ex. översvämningar, jordbävningar, vulkanutbrott etc.) och mänsklig påverkan.

Begreppet miljögeologi är samspelet mellan mänsklig aktivitet och den geologiska miljön, dvs.. berg, jord och grundvatten. Miljögeologin bygger på geologisk kunskap om naturens resurser och risker. Den utgör en av grundstenarna i en god miljö- och resursförvaltning.

Geologisk information behövs i samhället för att vi skall förstå effekterna av miljöstörande verksamhet på mark och vatten. Skador på miljön kan många gånger undvikas om geologisk kunskap kommer till användning. Om miljöskadan redan har inträffat kan geologisk kunskap ligga till grund för effektiva motåtgärder eller bidra till att miljöskadan begränsas.

Miljöarbetet i Sverige är på väg att förskjutas från reparerande till förebyggande verksamhet. Inom miljöområdet kommer därför användning av geologisk kunskap att spela en allt viktigare roll.

SGU är den centrala myndighet i Sverige som har de geologiska data och den baskunskap som är nödvändig för att bidra till att lösa en lång rad miljöproblem. Berggrunden och jordarterna varierar i sin kemiska sammansättning och struktur. Detta, tillsammans med andra geologiska faktorer, har stor inverkan på förekomsten av tungmetaller, radonrisk, försurningskänslighet, vattenkvalitet m.m.

Föreliggande publikation ingår i det s.k. Mittnordenprojektet och visar exempel på olika typer av miljögeologiska kartor som baserar sig i huvudsak på befintligt geologiskt material, och visar hur geologisk information kan utnyttjas i planerings- och miljösammanhang.

Geologi i samhällsplaneringen och miljöarbetet

Människan betraktar ofta vårt landskap och vår miljö som statiskt. Jordarna och vattendragen och berggrunden som underlagrar alltsammans ändrar sig endast obetydligt under en generation. Geologiska processer är emellertid dynamiska. Jordbävningar, skred, översvämningar och torra förändrar samhället som drabbas av dem. Samhället kan å sin sida förändra utvecklingen i ett område och påverka effekterna av sådana naturliga risker. Olika åtgärder i samhällsplaneringen kan leda till förändringar av bl.a. erosion och grundvattentillgångar. När miljön förändras genom både naturlig påverkan och mänskliga aktiviteter ändras också naturens förmåga att besvara dessa förändringar. Information som beskriver den fysiska miljön är nödvändig för att identifiera lösningar på miljöproblem och planläggningsproblem. Geologiska kartor lämnar värdefull information till detta. Ekonomiska beslut på alla nivåer, från lokala till globala, påverkas av deras potential till miljöförändringar. Genom att ta hänsyn till miljöfaktorer ställs beslutsfattarna inför val som har långtgående sociala implikationer. Genom att till exempel besluta om att bevara vissa områden, förorsakas kanske ekonomiska begränsningar av värdet av angränsande områden. Omvänt kan olämplig planering förorsaka kortsiktiga fördelar men samtidigt innebära dyrbara långsiktiga problem.

Kontroll och övervakning av miljöförändringar är inte möjlig utan ingående kännedom om hela den naturliga bakgrunden, varav berggrund och jordarter är en väsentlig del. Under grundvattnets passage genom jord- och bergarter löses olika ämnen upp genom kemisk inverkan. Ämnen transporteras vidare och sprids genom vattnets kretslopp i naturen. Vattnet tillförs också kemiska ämnen som har bildats eller tillförts genom mänsklig aktivitet. Markvatten transporterar föroreningar ned till grundvattnet.

I dag tillförs mark- och grundvattnet många ämnen som

kan ställa till allvarliga problem för livet på jorden. Värst är kanske de försurande ämnen som härrör från förbränning av kol och olja. Norden är särskilt känsligt p.g.a. att större delen av berggrunden och jordarterna är fattiga på kalk och andra buffrande ämnen. Följden blir bl.a. ökad utlösning av metaller från jord och berg, t.ex. aluminium och olika tungmetaller. Dessa rör sig med vattnet i dess kretslopp och når via grundvattnet även vattendrag och sjöar. Grundvattnets användbarhet som dricksvatten kan äventyras. Den ökade urlakningen i marken och frigörandet av olika metaller hotar skogs- och åkermarkens produktionsförmåga.

Sedan Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), Norges Geologiska Undersökning (NGU) och Geologiska Forskningscentralen i Finland (GTK) grundades för mer än hundra år sedan har ett omfattande referensmaterial inom det geologiska området insamlats. I detta ingår uppgifter om bergarter, jordarter, fossil och organiskt material, olika analyser, mätningar av radioaktiv strålning m.m. SGU, NGU och GTK har alltså ett unikt referensmaterial för studier av bl.a. miljöförändringar. Det kan t.ex. gälla fördelningen av naturliga tungmetallhalter, som beror på berggrundens och jordarternas egenskaper. När detta material sätts in i ett regionalt sammanhang, som sker genom Mittnordenprojektet, skapas ett unikt underlag för att fastställa orsakssamband och för att göra konsekvensanalyser i dagens och morgondagens miljöfrågor. För att bättre kunna lösa miljöproblemen krävs alltså en samlad regional geologisk, geofysisk och geokemisk baskunskap och dokumentation. Utan kännedom om den regionala geologiska och geokemiska bakgrunden är det praktiskt taget omöjligt att rätt tolka orsaker till miljöförändringar och upptäcka geomedicinska samband. Mittnordenprojektet gör det möjligt att bättre bedöma förändringar i miljön, identifiera områden med särskilda problem samt effektivisera miljövårdsinsatserna.

Miljögeologiska temakartor

Miljögeologiska kartor kan användas vid planläggningsarbeten och miljöplanering. De kan indelas i några olika typer av kartor:

- *Resurskartor* som omfattar redovisning av olika naturresurser, industriella mineral och bergarter, bergarter lämpliga att krossa till makadam, jordarter för byggnadsmaterial och vägar, grundvatten etc. (fig. 5, 6, 13, 18, 22).
- *Nyttjandekartor* som visar var byggnation kan ske, var kablar och pipelines kan dras etc., på mest gynnsamt sätt. Hit kan också räknas byggnadsgeologiska kartor (fig. 2, 3, 7, 9A, 9B).
- *Riskkartor* som en komplettering till de förra. De redovisar områden med förhöjda tungmetallhalter, radonriskområden, infiltrationsriskområden, områden med risk för försurning etc. Flera exempel redovisas i denna publikation (fig. 2, 4, 7, 8, 9, 19, 20, 21).

• Vid kombination av dessa typer av information kan också *konfliktkartor* framställas som visar på områden där uppenbar risk finns för konflikter mellan olika samhällsintressen, t.ex. nyttjande- och bevarandeintressen av en naturresurs. Dessa kartor kan därför bilda underlag för beslut om användningen av naturresurserna kontra konflikter gentemot andra samhällsintressen. Några exempel finns i denna publikation (fig. 2, 5, 6).

Exempel på områden inom vilka geologisk kompetens kan hjälpa till att lösa problemen:

Vattenförsörjning	Typ och kvalitet av grundvatten och ytvatten. Kvantitet, flödesmönster, känslighet för föroreningar. Intrusion av saltvatten. Försurning. Förändring av grundvattenytan.
Fiskerinäring	Ytvatten, sammansättning, känslighet för föroreningar.
Bostäder, industri, infrastruktur	Grundvattenproblem, föroreningar, kemisk påverkan på byggmaterial, radon i mark och grundvatten.
Bevarande, skydd av bebyggelse	Känslighet för mark och vattenföroreningar, ändring av grundvattennivåer, markinstabilitet.
Efterbehandling av mark, markanvändning	Fysiska och kemiska grundförhållanden, grundvatten, material för igenfyllning och landskapsplanering, områden för bygg- och hushållsavfall, markanvändning.

Jordbruk och skogsbruk

Föreordade jordar.
Erosion p.g.a. överbetning, avskogning.
Näringsämnen, pH, buffertkapacitet, försurning.

Gruvindustri

Kontaminering i mark och vatten.
Kontaminering i närheten av smältverk.
Grundvattenproblem.

Avfallshantering

Radioaktivt avfall.
Avfall från hushåll och industrier.

Vilka är då användarna av miljögeologiska uppgifter? Användare av miljögeologiska data är kommuner, länsstyrelser, landsting, myndigheter, departement, näringsliv, konsulter, medicinska- och veterinärmedicinska institutioner, kommunala instanser, statliga myndigheter, konsulter m.fl.

I SGUs instruktion står att "det åligger SGU särskilt att inom sitt verksamhetsområde tillhandahålla underlag för tillämpningen av plan- och bygglagen och lagen om hushållning med naturresurser m.m.". Detta är en klar instruktion för SGU att bidra med underlag och hjälp i samband med bl.a. kommunernas planeringsarbeten inom t.ex. miljövärden.

Geologiska data/databaser/GIS

Allt fler uppgifter läggs numera in digitalt i databaser. Geografiska informationssystem (GIS) har utvecklats inom en relativt lång tidsperiod för att behandla sådana uppgifter. En definition på GIS är: *ett datorbaserat informationssystem med funktioner för inmatning, bearbetning, lagring, analys och presentation av geografiska data. I ett operationellt GIS ingår en eller flera databaser.* Begreppet GIS myntades redan i mitten på 60-talet. I den fjärde generationens GIS vi nu använder har stödet för vanliga användare förbättrats mar-

kant via applikationer, grafiska gränssnitt och s.k. tittskåp. Integrationen mellan GIS och andra programvaror har blivit nära nog komplett.

Genom att uppgifter finns digitalt lagrade i databaser, kan informationen utnyttjas i GIS. GIS används bl.a. till att föra samman geografiska data från olika källor (t.ex. bergsgeologiska, jordartsgeologiska, geofysiska, geokemiska etc.) till en databas för att sedan analysera dessa.

En viktig del av GIS är möjligheten att göra analyser.

Därvid kan olika uppgifter kopplas samman och och frågor ställas om de data man har. Ett antal villkor kan ställas för varje enskild punkt, och alla villkoren måste uppfyllas för att analysen skall ge de resultat man önskar. Detta kan användas i t.ex. fysisk planering och miljökonsekvensanalyser. Så kan t.ex. hydrologi, morfologi, topografi, jordart och markanvändning kopplas samman, frågor ställas och information om var de områden är belägna där risk för jorderosion är stor.

I och med att allt är digitalt lagrat kan man i kartform presentera vilken kombination av data man vill ha och vid behov infoga nya data. Man kan t.ex. framställa delförstoringar av särskilt intressanta områden av en kommun – om-

rådet kring en viktig vattentäkt, en avfallsdeponi eller en miljöfarlig industri etc. Det går även att ta fram kartbilder för jämförelser mellan olika tidpunkter.

För vissa delar av landet finns redan nu förhållandevis detaljerade geologiska uppgifter, men för andra delar är kunskapen mer översiktlig. Det är ändå möjligt att framställa översiktligt t.ex. en kommunkarta som visar vad som är känt idag. Den kan användas som utgångspunkt för den kommunala planeringen och sedan med tiden förbättras bit för bit.

De flesta kartorna i denna publikation är framställda av GIS programmet ARC INFO. De kommer att finnas med på den CD-rom skiva som redovisar Mittnordenprojektet.

Mittnordenprojektet – bakgrund

Mellan år 1980 och 1986 ägde det s.k. Nordkalottprojektet rum. Detta projekt var ett samarbete mellan de geologiska undersökningarna i de tre nordiska länderna Norge, Sverige och Finland. Syftet med projektet var att framställa geologiska, geofysiska och geokemiska kartor täckande hela Nordkalottområdet i skalan 1:1 milj. Den geografiska omfattningen av detta projekt var norr om latitud 66 N (ungefär i jämnhöjd med Arjeplog). Den huvudsakliga avnämaren vid denna tidpunkt var gruv- och mineralindustrin, och därför fokuserades arbetena mot dessa intressen. Miljöaspekterna var inte prioriterade och därför ingick i Nordkalottprojektet inga miljögeologiska produkter. De kartor som framställdes inom detta projekt i skalan 1:1 milj. var följande:

Tyngdkraft, flygmagnetiska anomalier, flygmagnetisk tolkningskarta, berggrundsgeologi, karta över metamorfos, berggrundsstrukturer och åldrar, metallogenetisk karta, industrimineral, mineralresurser, jordarter, glacial geomorfologi och paleohydrografi, isrörelseriktningar, isrörelseindikatorer, kvartär stratigrafi samt ett stort antal geokemiska kartor utvisande bl.a. metallhalterna i olika provtagningsmedia såsom morän, bäcksediment och mossor.

År 1989 påbörjades som en direkt fortsättning av Nordkalottprojektet Mittnordenprojektet. Utsträckningen var från 66 N till 63 N (dvs. från Arjeplog i norr till ungefär Sundsvall i söder). Projektet syftar till att åstadkomma ett geolo-

giskt basmaterial för användning inom främst miljö- och naturresursområdena, som grund för prospektering efter malmer och industrimineral, fysisk planering, jord- och skogsbruk samt för geomedicinska problemställningar. Inom nämnda områden har geologisk kunskap fått en starkt ökad betydelse under senare år. Genom att miljöaspekterna växt sig starkare beslöts att i detta projekt också inkludera en miljögeologisk del. Den miljögeologiska delen skulle visa på betydelsen av att använda geologiska uppgifter som underlag i miljö- och planeringsarbeten och skulle basera sig på befintligt geologiskt material eller material framtaget inom ramen för Mittnordenprojektet.

Övriga kartprodukter i Mittnordenprojektet (i skalan 1:1 milj.) är följande:

Tyngdkraft, flygmagnetiska mätningar, berggrundsgeologi, struktur-metamorfoskarta, metallogenes, industrimineral, jordarter, glacial geomorfologi och paleohydrografi. Tillsammans med jordartskartan presenteras även kvartärstratigrafi i skala 1:2 milj. och tillsammans med glacial geomorfologi och paleohydrografi även isrörelseindikatorer i skalan 1:2 milj.

Alla produkter kommer att föreligga i form av databaser och tryckta kartor med beskrivningar. Dessutom kommer en CD-rom skiva att innehålla de kartor och beskrivningar som framställts inom projektet.

Geologin i den svenska delen av Mittnorden

Mittnordenprojektet omfattar bl.a. framtagandet av bergsgrundsgelogiska och jordartsgeologiska kartor i skalan 1:1 milj. Eftersom dessa kartor är av grundläggande betydelse inom miljögeologin lämnas här en kortfattad beskrivning av bergsgrundsgelogin och jordartsgeologin i Mittnorden (Sveriges Nationalatlas 1994). I övrigt hänvisas till de geologiska kartor som ingår i Mittnordenprojektet.

Berggrunden

Den Baltiska skölden är en av jordens många urbergssköldar. Skölden delas in i olika provinser med hänsyn till ålder och viktiga geologiska händelser. Mittnordenområdet domineras av den svekokarelska provinsen. Berggrunden är i huvudsak uppkommen före och i samband med den svekokarelska bergskedjebildningen som inträffade för ca 1850–1800 miljoner år sedan. Berggrunden domineras av djupbergarter, oftast graniter av olika åldrar. Bland dem märks graniter av ca 1800–1890 miljoner års ålder samt rapakivi-massiv med åldrar mellan 1500 och 1600 miljoner år. Vidare finns ca 1250 miljoner år gamla diabaser.

Ytbergarterna inom Mittnordenområdet tillhör de svekofenniska bildningarna och består av omvandlade sedimentära och vulkaniska bergarter som oftast är mellan 1890 och 1870 miljoner år gamla. Bland de sedimentära bergarterna finns främst omvandlade gråvackor och skifferar. De vulkaniska bergarterna har oftast kiselsyrarik sammansättning. I många fall har omvandlingen gått så långt att ytbergarterna kommit att delvis smälta upp, varvid det bildats olika typer av migmatiter. Större områden med sura vulkaniter finns i ett område från Kiruna i norr mot Arvidsjaur och vidare genom Skelleftefältet till Bottenvikskusten. I Kirunatrakten och Skelleftefältet finns viktiga mineraltillgångar. Berggrunden i sistnämnda område tolkas som resterna av en vulkanbåge, liknande den som idag bildar Japan.

En del konglomerat, sandstenar och vulkaniter som förekommer i Skelleftefältet är något yngre än huvuddelen av de vulkaniska ytbergarterna och räknas till vad som kallas övre svekofennium.

Den västra delen av Mittnordenområdet kännetecknas av Kaledoniderna som är betydligt yngre än de bergarter som förekommer öster därom. Denna bergskedja hängde tidigare ihop med kaledonisk berggrund i t.ex. östra Grönland, Irland, Storbritannien och östra Nordamerika, innan hela bergskedjan splittrades upp då den nuvarande Nordatlanten öppnades för ca 65 miljoner år sedan. Kaledoniderna i Sverige motsvarar ungefär fjällkedjan och bildades för mellan 510 och 400 miljoner år sedan. Den dominerande strukturen är stora berggrundssjok, skollor, och flacka överskjutningar, som skiljer dessa från varandra. Skollorna har transporterats flera hundratals kilometer åt ost-sydost upp

på varandra. De indelas i undre, mellersta, övre och översta skollberggrunden. Den undre består av föga omvandlad sandsten, kvartsit, kalksten, gråvacka och skiffer. Den mellersta har ett stort inslag av deformerade och omvandlade, sura, intrusiva och vulkaniska prekambrika bergarter. Även sediment ingår. I den övre skollberggrunden ingår bl.a. amfiboliter som representerar starkt omvandlade basalter och basiska intrusivbergarter samt ultrabasiska bergarter som ligger växelvis lagrade med glimmerskiffer, gnejs, kvartsit och marmor. Även fyllit, glimmerskiffer, marmor, grönskiffer och grönsten finns i de övre delarna. I den översta skollberggrunden finns rester av en annan kontinent, Laurentia, men denna enhet finns främst på den norska sidan.

De största malmfyndigheterna i Mittnordenområdet finns i Skelleftefältet. Inom detta ca 150 km långa och 50 km breda område utmed Skellefteälven bedrevs i juni 1992 gruvbrytning på 8 platser, medan 21 gruvfyndigheter var nedlagda och 15 vilande. Förekomsterna utgörs i huvudsak av sulfidmineraliseringar, varav de flesta är komplexmalmer, med zink, koppar, bly, guld och silver. Övriga malmer av betydelse inom Mittnorden är bl.a. Stekenjokk (zink och koppar, numera nedlagd) i fjällkedjan i södra Västerbotten och blymalmen i Laisvall väster om Arjeplog.

Jordarterna

Mellersta Norrlandskustens berg- och sedimentområde är till största delen beläget under högsta kustlinjen. Kalt berg har stor utbredning och jordarterna domineras av morän, svallsediment och finkorniga sediment. Morän finns främst i anslutning till bergshöjderna och är i exponerade lägen kraftigt svallad. I älvdalarna finns isälvsavlagringar i form av åsar men de är ofta dolda av andra sediment och går sällan i dagen. De finkorniga sedimenten som främst uppträder i sänkor och dalgångar kan ha betydande mäktighet. De domineras av av finmo och mjåla men även leror upptar betydande arealer. I dessa jordarter utbildas nipor och ravinlandskap. Här förekommer områden med skredrisk, vilket beskrivs i ett senare kapitel. Lerorna domineras vanligen av varvig glacial lera som överlagras av postglacial lera, ibland svartbandad av järnsulfid. Dessa leror kan ibland vara källor för förhöjda tungmetaller i miljön. De finkorniga sedimenten är lokalt ras- och skredbenägna.

Storsjöbygdens kambrosilurområde består av ett landskap med flack och mjukt kuperad yta, ibland med drumlinformer. Lerig resp sandig-moig morän och moränlera är de dominerande jordarterna. Moränmäktigheten är ofta ganska ringa. I Storsjöbygden finns interstadiala moräntäckta sediment.

Norra Norrlandskustens berg-, morän- och sedimentom-

råde är beläget under högsta kustlinjen. I dalgångarna finns isälvsavlagringar och finkorniga sediment. Moränen är i huvudsak sandig-moig och moränytorna vanligen normal-blockiga. Moränen uppvisar ofta speciella ytformer som drumliner och olika typer av transversella ryggar, t.ex. De Geer moräner som förekommer på många ställen i Norrbottens kustland. Sedimentmorän, Kalixpinnmo, påträffas på många ställen utmed den norra Norrlandskusten. I de större dalstråken uppträder isälvsedimenten ofta i form av mer eller mindre sammanhängande åsar eller som flackt välvda fält dominerade av sand, t.ex. Pitholmsheden och Kallaxheden. Svallsediment har stor utbredning. I dalgångarna utgörs ytlagren av älv sediment som täcker postglacial och glacial lera. Lera går i dagen inom stora flacka ytor i dalgångarna t.ex. i trakten av Boden. Den postglaciala leran är ofta svartfärgad av järnsulfid, s.k. svartmocka, och kan vara en källa för tungmetaller.

Norra Norrlands morän- och myrområde i inlandet ligger över högsta kustlinjen. Området präglas av morän, isälvs sediment och torvmarker. Jorddjupen kan vara betydande. Moränen är övervägande sandig-moig men även grövre morän förekommer, ofta åtföljt av en hög blockhalt i markytan. Drumliner är vanliga. I flera fall har konstaterats att moränformerna och jordlagren på djupet är äldre än den senaste nedisningen. Åsar och andra isälvsavlagringar är vanliga. Isälvs sediment från såväl avsmältningssfasen som från tidigare skeden förekommer. De senare är ofta täckta av ett

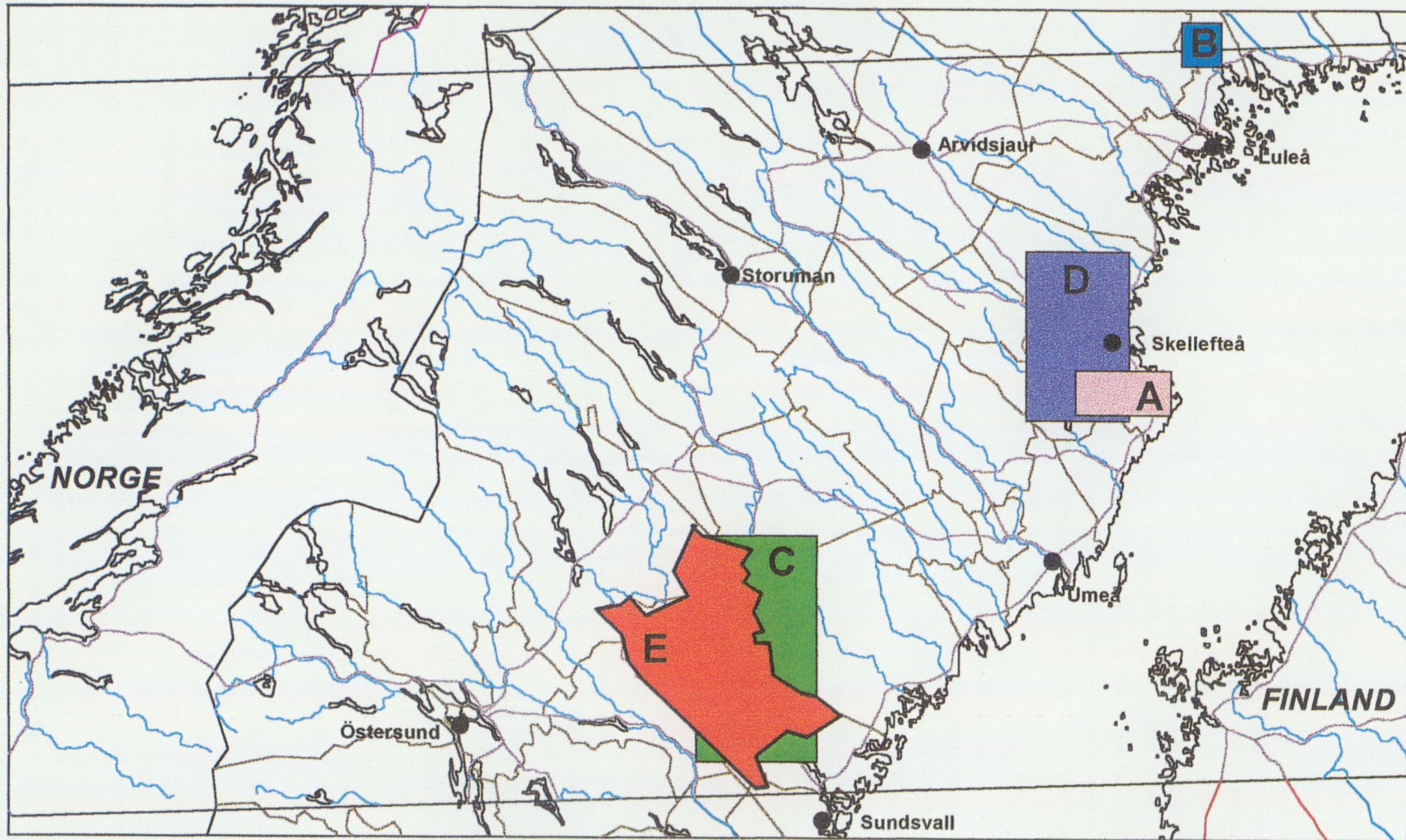
tunt moränlager. Lokalt i dalgångar påträffas älv sediment av grus, sand och mo liksom vindavlagringar. Torvmarkerna kan ofta karakteriseras som blandmyrar. Torvmäktigheten är i regel endast några få meter men betydande mäktigheter förekommer lokalt.

Inom kalfjällsområdet är jordlagret ofta relativt tunt och vanligen påverkat av frostmarksprocesser på sluttningar och fjällplatåer. Moränen bildar ofta ett tunt täcke utan speciella ytformer. I dalgångar och sänkor förekommer moränbacklandskap med ryggar och kullar. Lokalt uppträder också drumliner. Isälvsavlagringar i form av små och ofta långa åsar är vanliga men lokalt finns även mer betydande avlagringar, t.ex. i anslutning till större isälvsrännor. Torvmarkerna har oftast ringa mäktighet och generellt sett relativt liten utbredning. Ett undantag är delar av Jämtland där myrmarkerna ibland kan vara mer eller mindre terrängtäckande.

EXEMPEL PÅ TEMAKARTOR:

I det följande redovisas ett antal olika miljögeologiska temakartor inom Mittnordenområdet (fig. 1). De skall ses som **exempel** på produkter som kan framställas med utgångspunkt från användarnas behov och önskemål. Genom att uppgifterna finns digitalt lagrade kan man på ett smidigt sätt föra in nya aspekter i kartorna, ändra skalor och områden etc.

LÄGESKARTA



A=Infiltrationsriskkarta

B=Permeabilitetskarta

C=Försurningskänslighetskarta

D=Konfliktkartor grusförekomster-
naturvärden-grundvatten

E=Skredriskkarta och Geokemiska kartor

Övriga kartor omfattar
hela Mittnordenområdet

UNDERLAGSKARTA FÖR KOMMUNAL PLANERING

Bakgrund

Lagen om Hushållning med naturresurser samt Plan- och bygglagen ställer numera krav på kommunerna i Sverige att upprätta s.k. översiktsplaner. Dessa skall visa hur kommunerna på ett miljöanpassat och uthålligt sätt avser att använda mark- och naturtillgångar. Mot denna bakgrund är det alltså av mycket stor betydelse att man har kännedom om den livsviktiga naturresursen grundvatten; var tillgångarna finns, hur stora de är och vilka risker det finns att olämplig eller oförsiktig markanvändning på sikt onödigt försvårar eller t.o.m. omöjliggör dricksvattenförsörjningen. Det kan i detta sammanhang handla om lämpliga och olämpliga lägen för anläggning av avfallsdeponier, miljöfarliga industrier, oljeupplag etc. Det kan även handla om vilka åtgärder som måste vidtas för att skydda grundvattnet t.ex. i samband med nya vägbyggen och, vilket inte bör förbises, vid befintliga, miljöfarliga anläggningar.

Underlagsmaterial till sårbarhetskartan

Denna karta (fig. 2) bygger på jordartskartor i skala 1 : 100 000 och på information från arkivmaterial över tidigare utförda grundvattenutredningar. Med denna grund har sedan allmänna hydrogeologiska bedömningar gjorts innefattande de olika jordarternas permeabilitet och potential som grundvattenmagasin samt på områdenas morfologiska karaktär etc. I princip och i stora drag är kartbilden riktig, men när det gäller specifika, lokala ställningstaganden måste mera ingående undersökningar i allmänhet företas innan en detaljerad bild kan skapas.

Sårbarhetskartan

Kartbilden är ett utsnitt ur den digitalt framställda underlagsskartan för grundvattenskydd över Skellefteå kommun. Det är en karta över grundvattnets sårbarhet. Utsnittet visar ett område där flera motstående intressen föreligger med avseende på markanvändning och vattenförsörjning.

Kartan visar infiltrationsförhållanden i jordlagren, dvs. var infiltrationen sker snabbt och var den sker långsammare. Av kartan framgår var viktiga grundvattentillgångar finns som kan ta skada vid eventuell infiltration av miljöfarliga ämnen. Färgsättningen är avsedd att fungera som ett enkelt signalsystem, där röd färg visar områden med hög sårbarhet, orange färg områden med något lägre sårbarhet och där gul färg visar områden med intermediär sårbarhet. Områden med hög sårbarhet är sådana där spridningen av föroreningar kan ske snabbt och där det finns stora grundvattenmagasin som kan skadas, t.ex. i en grusås som inte har något överlagrande, tätande lerskikt. Områden med låg sårbarhet

markeras med grön färg. Det är sådana områden där spridningen av föroreningar till grundvattnet kan ske mycket långsamt eller inte alls, t.ex. sådana där förekommande grundvatten är skyddat av överlagrande, tillräckligt mäktig lera. (Sådana områden förekommer dock inte på detta kartutsnitt.) Områden utan egentliga grundvattentillgångar markeras med brun färg.

Kartan visar grundvattnets strömningsriktning, grundvattendelare och viktiga brunnsanläggningar. Den visar även sådana potentiella miljörisker som t.ex. större vägar med miljöfarliga transporter, en flygplats samt avfallsanläggningar. Kartbilden kan lämpligen kompletteras med information om bensinstationer, oljeupplag och annan miljöfarlig verksamhet. Av detta kan man i stora drag utläsa vilka spridningsvägar som skadliga ämnen vid eventuella utsläpp i marken skulle följa. I detta fall från potentiella föroreningskällor mot kommunala vattentäkter.

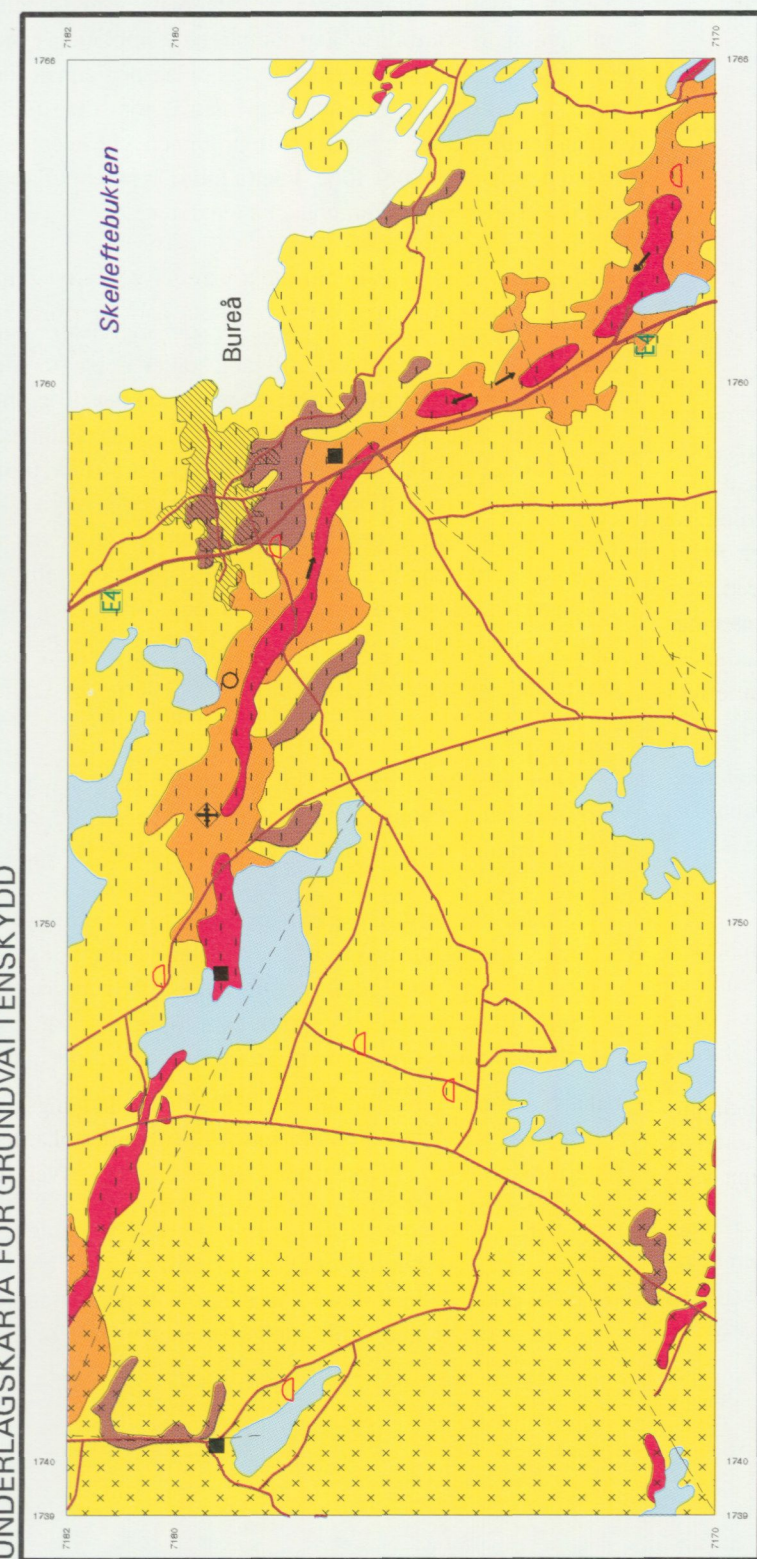
Infiltrationsförhållanden

Beträffande de infiltrationshastigheter som angivits för jordarter med viktig grundvattentillgång gäller dessa för den vertikala transporten av vatten från markytan ner till grundvattenytan. För de flesta oljor är infiltrationshastigheten lägre (diesel 0,5–0,2 gånger vattnets, tjockare oljor 0,01–0,001 gånger vattnets) och för t.ex. bensin är den högre (1,5 gånger vattnets). För den vidare transporten i grundvattenströmmens riktning är hastigheten direkt proportionell mot gradienten, dvs. grundvattenytans lutning. Vad gäller oljor kan, även om oljan själv rör sig mycket sakta i jordlagren, tillräckligt stora mängder lösa sig i vattnet för att ge dålig smak åt det och röra sig vidare med samma hastighet som vattnet.

I områden med växlande infiltrationsförhållanden är infiltrationsbenägenheten i allmänhet vad man skulle kunna kalla normal. Dessa områden utgörs huvudsakligen av:

- Morän, där infiltrationshastigheten kan variera ganska mycket beroende på moränens sammansättning (t.ex. hur stort lerinnehållet eller grusinnehållet är). I en sandigmoig morän kan infiltrationshastigheten vara av storleksordningen några millimeter till några decimeter per dygn. Om grusiga skikt förekommer kan emellertid infiltrationshastigheten lokalt vara högre.
- Berg i dagen, hållar. I dessa områden är infiltrationshastigheten helt beroende av hur uppsprucket berget är. Om berget är någorlunda sprickfritt är infiltrationen mycket liten, ofta helt försumbar. Om hållarna är genomsatta av stora sprickor kan infiltrationshastigheten vara mycket

SKELLEFTEÅ KOMMUN
UNDERLAGSKARTA FÖR GRUNDVATTENSKYDD



- Infiltrationsbenägna jordarter med viktig grundvattentillgång**
- Grus, infiltrationshastighet vanligen > 10 m/h
 - Sand, infiltrationshastighet vanligen någon m/h
- D:o med obetydlig eller ingen grundvattentillgång**
- Sand-grus
- Övriga områden**
- Växlande infiltrationsförhållanden, morän-, häll- och mindre grus-, sand- och lerområden med förhållandevis små grundvattentillgångar samt våtmarker och myrar
 - Större öppen sjöyta
- Grundvattnets ungefärliga strömningsriktning, bedömd**
- Grundvattentäkt, kommunal
 - Grundvattentäkt, privat > 6000 l/h
 - Avfallsanläggning, nedlagd
 - Flygplats
- Grundvattentillgångar i berggrunden, l/h**
- < 600
 - 600 - 2000
 - > 2000
- Sprickzon, med vanligen betydligt större grundvattentillgångar än i omgivande berggrund**
- Sprickzon

hög. Berggrundens allra största sprickzoner ger sig i allmänhet till känna i form av dalgångar, ofta med förhållandevis mäktiga, skyddande jordtäckan.

- Våtmarker: Myrar, kärr och mossar är oftast utströmningsområden för grundvatten (grundvattenströmmen riktad uppåt), varför man i allmänhet inte behöver befara någon förorening av grundvattnet på sådana ställen, men undantag finns. I vissa områden med mossar finns risk för förorening av grundvattnet men mosstorvens hydrauliska konduktivitet är i allmänhet så låg att infiltration och spridning går mycket långsamt. I samtliga våtmarker är risken vanligtvis störst att föroreningar sprids med ytvattnet.

Grundvattnets strömningsriktning

Grundvattnets strömningsriktning grundar sig på morfologiska förhållanden och på grundvattenmagasinens lägen i terrängen. De har angivits endast i områden med större grundvattenförekomster.

I ett akut läge kan man inledningsvis utgå från den markerade riktningen. I vissa fall kan det dock vara nödvändigt att känna till grundvattnets strömningsriktning mer i detalj. Detta gäller t.ex. i närheten av grundvattentäkter, vilka kan påverka strömningsriktningen olika mycket beroende bl.a. på hur stora uttagen är. Man får emellertid räkna med att grundvattnet intill en brunn alltid strömmar mot brunnen. Då detta kan sägas gälla generellt har det inte markerats på kartorna. (Detta innebär naturligtvis att man i allmänhet bör stoppa grundvattenuttagen i alla brunnar intill ett utsläpp av skadliga ämnen, och som skyddsåtgärd anlägga en saneringsbrunn eller motsvarande.)

Kartans användning

Sårbarhetskartan är avsedd att utgöra ett beslutsunderlag vid den övergripande planeringen av markanvändning med hänsyn till skyddet av grundvattenresurser för den kommunala vattenförsörjningen på såväl kort som på mycket lång sikt. Samman-

Fig. 2. Infiltrationsrisk

ställd med t.ex. sådana uppgifter som trafikförhållanden på vägarna – arten och mängden av miljöfarliga transporter – och hanteringen av miljöfarligt gods vid industrier och liknande anläggningar, kan man med detta underlag också genomföra riskanalyser och besluta om relevanta skyddsåtgärder.

Som framgår av sårbarhetskartan berör väg E4 ett par föröreningar mycket känsliga områden. Ett av dessa ligger dessutom i direkt anslutning till en kommunal grundvattentäkt. Med den intensiva trafiken på E4 med många transporter av miljöfarligt gods, t.ex. bensin och oljor, är risken förhållandevis stor att ett helt samhälles vattenförsörjning plötsligt slås ut om någon sådan transport havererar i "det röda området" intill vattentäkten.

Med sårbarhetskartan som underlag kan katastrofala följder undvikas om man i de mest känsliga områdena vidtar lämpliga skyddsåtgärder. Det kan röra sig om tätning av diken och vägkanter eller att dirigera de miljöfarliga transporterna på andra vägar förbi de känsligaste områdena.

Vid flygplatsen, som också ligger i ett känsligt område, kan det vara lämpligt att anlägga en eller två saneringsbrunnar som kan köras igång för att suga upp och förhindra spridning av eventuellt utläckande oljor och drivmedel. Alternativt bör man åtminstone upprätta ett konkret handlingsprogram för installation av sådana brunnar som snabbt kan genomföras om en olycka skulle inträffa.

PERMEABILITET

Bakgrund

Omklassning av ett områdes jordarter till t.ex. permeabilitetsklasser som visar markens vattenhållande eller vatten-transporterande egenskaper kan vara ett viktigt komplement till övrigt underlagsmaterial särskilt när det gäller markanvändningsaspekter i planeringssammanhang.

Underlagsmaterial och metoder

Föreliggande exempel (fig. 3) är hämtat ur jordartskartan Ak 16, 25 L Boden NO i skala 1:50 000. Berggrunden består av kristallint urberg och jordarterna utgörs av sediment som avlagrats under inlandsisens reträtt. Bland jordarterna i området dominerar morän och finkorniga havs- och sjösediment. Isälvsavlagringar återfinns längs större dalstråk. Längs dessa förekommer tvärsänkta moränryggar som anger landisens olika lägen under sin reträtt från kusten och inåt landet.

Indelningen i klasser med olika hydraulisk konduktivitet bygger på data hämtade ur geologisk litteratur om olika jordarters permeabilitet.

Kartan är framtagen genom att i detta fall gruppera kartområdets jordarter i sju grupper med avseende på jordarternas konduktivitet. Torvmarker har i detta fall lämnats utanför klassindelningen vilket även gäller hällområden och områden med tunna jordtäcken. Däremot har torvmarkernas underlag, vilket på denna karta består av jordarterna lera, sand eller morän, klassats.

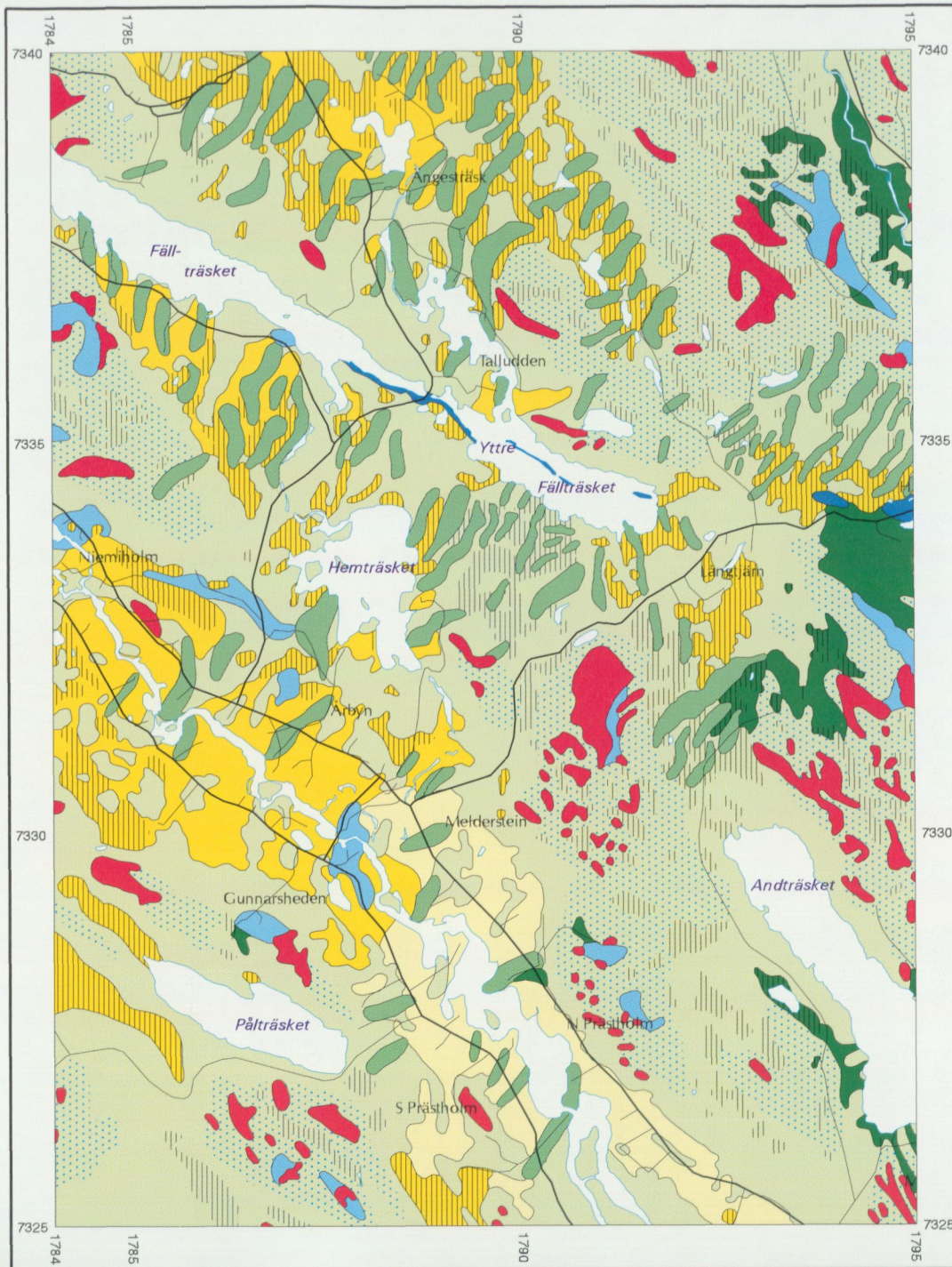
Jordartskartan har digitaliserats varefter på kartutsnittet förekommande jordarter har grupperats och överförts till hydrauliska konduktivitetssklasser med valda konduktivitetsintervall.

Exempel på användningsområden

Permeabilitetskartan kan ha många användningsområden. I planerings- / miljösammanhang kan den nyttjas, som ett stöd av flera, för allmänna markanvändningsfrågor såsom identifiering av lämpliga platser för grundvattenutvinning av olika storlek för såväl större kommunala anläggningar som mindre anläggningar för enskild vattenförsörjning. Områden med möjligheter till infiltration av ytvatten för konstgjord grundvattenbildning kan med stöd av kartan identifieras, liksom områden med möjlighet till markinfiltration av avloppsvatten. Kartan kan utgöra ett bra underlag för planering av bebyggelse och vägar med hänsyn till grundförhållanden såsom bärighet och dränering.

När det gäller nederbördens infiltrations- och dräneringsförhållanden i området och i olika terrängavsnitt kan kartan tillsammans med klimatologiska data ge en ledning om förekommande inströmnings- och utströmningsområden och hjälp till beräkning och bedömning av områdets vattenbalans och dräneringsförhållanden. Andra användningsområden kan vara av t.ex. militärt intresse vad gäller bl.a. terrängframkomlighet, markbärighet och grävbarhet. Även för skogsindustrin kan en sådan karta vara av intresse.

Fig. 3. Permeabilitet



PERMEABILITETSKARTA, SOM BYGGER PÅ OMKLASSNING AV JORDARTERNA
PÅ ETT UTSNITT UR JORDARTSKARTAN Ak 16 25L BODEN NO

	Hydraulisk konduktivitet (m/s)
Isälvsediment (grus och sten)	$10^{-1} - 10^{-3}$
Isälvsediment ospec. älvsediment (grus), svallsediment (klapper, grus)	$10^{-2} - 10^{-4}$
Grusigt-sandigt svallsikt på morän	$10^{-2} - 10^{-4}$
Älv-, svall- och isälvsediment (grovmå-sand)	$10^{-3} - 10^{-5}$
Vindavlagringar, transversella moränryggar	$10^{-4} - 10^{-6}$
Morän och moränryggar orienterade i isrörelseriktningen, älvsediment (mo)	$10^{-5} - 10^{-7}$
Finkorniga havs- och sjösediment (silt)	$10^{-6} - 10^{-8}$
Finkorniga havs- och sjösediment (lera)	$10^{-9} - 10^{-11}$
Torvmark	
Berg i dagen, tunt jordtäckte	

Sjöar och vattendrag ofärgade på kartan

Observera att myrmarkernas varierande underlag
(lera, sand och morän) återges med olika permeabilitet



FÖRSURNINGSKÄNSLIGHET

Bakgrund

Människan har skapat flera allvarliga miljöproblem. Försurning av mark och vatten är ett sådant problem som ständigt återkommer. Försurning beror på mänskliga utsläpp av olika ämnen och på naturliga processer.

Små avrinningsområden med tunna jordtäcken och hög deposition av sura ämnen är mest känsliga för försurning. Dessa områden återfinns framför allt i södra delen av fjällkedjan och i en 50 km bred zon längs kusten. I huvuddelen av inre Norrlands skogsland bestäms ytvattens surhetstillstånd i huvudsak av markkemiska processer. Humusens roll i skogs- och myrområdena är betydande och den sura depositionens inverkan sannolikt försumbar.

I vissa områden har försurningen framskridit så långt att florin och faunan har förändrats, medan andra områden tycks vara helt opåverkade. Naturligtvis beror detta på att nedfallet av sura ämnen varierar, men det är inte hela sanningen. En kanske minst lika betydelsefull faktor är markens förmåga att motstå det sura nedfallet. Känsligheten för försurning varierar beroende bl.a. på berggrundens och jordarternas sammansättning och utbredning. Undersökningar har visat att det exempelvis finns ett tydligt samband mellan de geologiska faktorerna och grundvattnets kemiska sammansättning.

Underlagsmaterial

Som underlagsmaterial till försurningskänslighetskarta (fig. 4) har berggrundskarta och jordartskarta över Västernorrlands län (SGU, serie Ba nr 31, resp. SGU, serie Ca nr 55) använts tillsammans med jordartskarta Junsele (SGU, serie Ak nr 8).

I viss omfattning har uppgifter också erhållits från andra geologiska undersökningar.

De geologiska faktorer som har analyserats och som har stor betydelse är:

- berggrundens sammansättning och det kala bergets utbredning
- jordarternas kornstorlek och bergartsinnehåll
- jordarternas fördelning och utbredning
- jordarternas karbonatinnehåll, surhetsgrad och basmineralindex

De undersökta geologiska parametrarna har analyserats stegvis. De är dessutom viktade på olika sätt. En sammanvägning har därefter skett, vilket resulterat i fyra klasser för markens motståndskraft mot försurning – känslighetskarta för försurning. Definitionen av denna klassning är:







- 1 = god
- 2 = måttlig – god
- 3 = dålig – måttlig
- 4 = dålig

- I det första analyskedet markeras områden där det kala bergets totala utbredning är minst ca 75%. I sådana områden finns inga eller ytterst små möjligheter för jordtäcket att neutralisera den sura nederbörden. Beroende på berggrundens sammansättning indelas dessa områden i god, måttlig resp dålig motståndskraft mot försurning. I den förstnämnda gruppen ingår bl.a. bergarterna diabas, hyperit, diorit, gabbro och i den senare granit, gnejs, porfyr, kvartsit m.fl.
- I nästa analyssteg studeras jordarternas förekomst och utbredning. Ett område erhåller en klass beroende på vilken jordart som dominerar. Klassningen kan i ett senare skede i analysen ändras såväl uppåt som nedåt beroende på jordarternas karbonat- och bergartsinnehåll, surhetsgrad och basmineralindex. Finkorniga jordarter antyder måttlig till god motståndskraft medan sand, grus och grovkornig morän antyder dålig motståndskraft mot försurning. Däremellan klassas jordarter som sandig-moig morän, gyttjelera och svämsediment. Torvmarker påverkas ej i nämnvärd utsträckning av syrabelastning. Dessa områden är naturligt sura.
- I det sista analyssteget studeras och viktas jordarternas karbonat- och bergartsinnehåll, surhetsgrad och basmineralindex för att få en slutgiltig klass för området. Det bör i detta sammanhang poängteras att jordarters surhetsgrad är något vanskligt att analysera och att dessa analysresultat måste behandlas med stor försiktighet.

Jordarternas halt av karbonat, dvs. kalksten och dolomit, är förmodligen den faktor som har störst betydelse i sammanhanget. Om kalk saknas eller förekommer upp till ca 1% sker ingen ändring av grundklassningen. Om kalkhalten är mellan 1% och 2% görs en ändring med en klassenhet och med två klassenheter om kalkhalten överstiger 2%.

Inom Västernorrlands län finns ganska detaljerade uppgifter om moränens innehåll av olika bergarter. En bergart kan i många fall helt prägla en morän och ha stor betydelse för områdets försurning. Detta gäller såväl sura och svårvittrade som basiska och lättvittrade bergarter. Exempel på svårvittrade bergarter är porfyr och kvartsit medan diabas m.fl. basiska bergarter är relativt lättvittrade. Om halterna av dessa bergarter överstiger ca 10% i en morän har detta inneburit en förändring med en klassenhet av grundklassningen.

KARTA ÖVER KÄNSLIGHET FÖR FÖRSURNING

-  God motståndskraft mot försurning (ej på denna karta)
-  Måttlig - god motståndskraft mot försurning
-  Dålig - måttlig motståndskraft mot försurning
-  Dålig motståndskraft mot försurning
-  Torv
-  Sjö

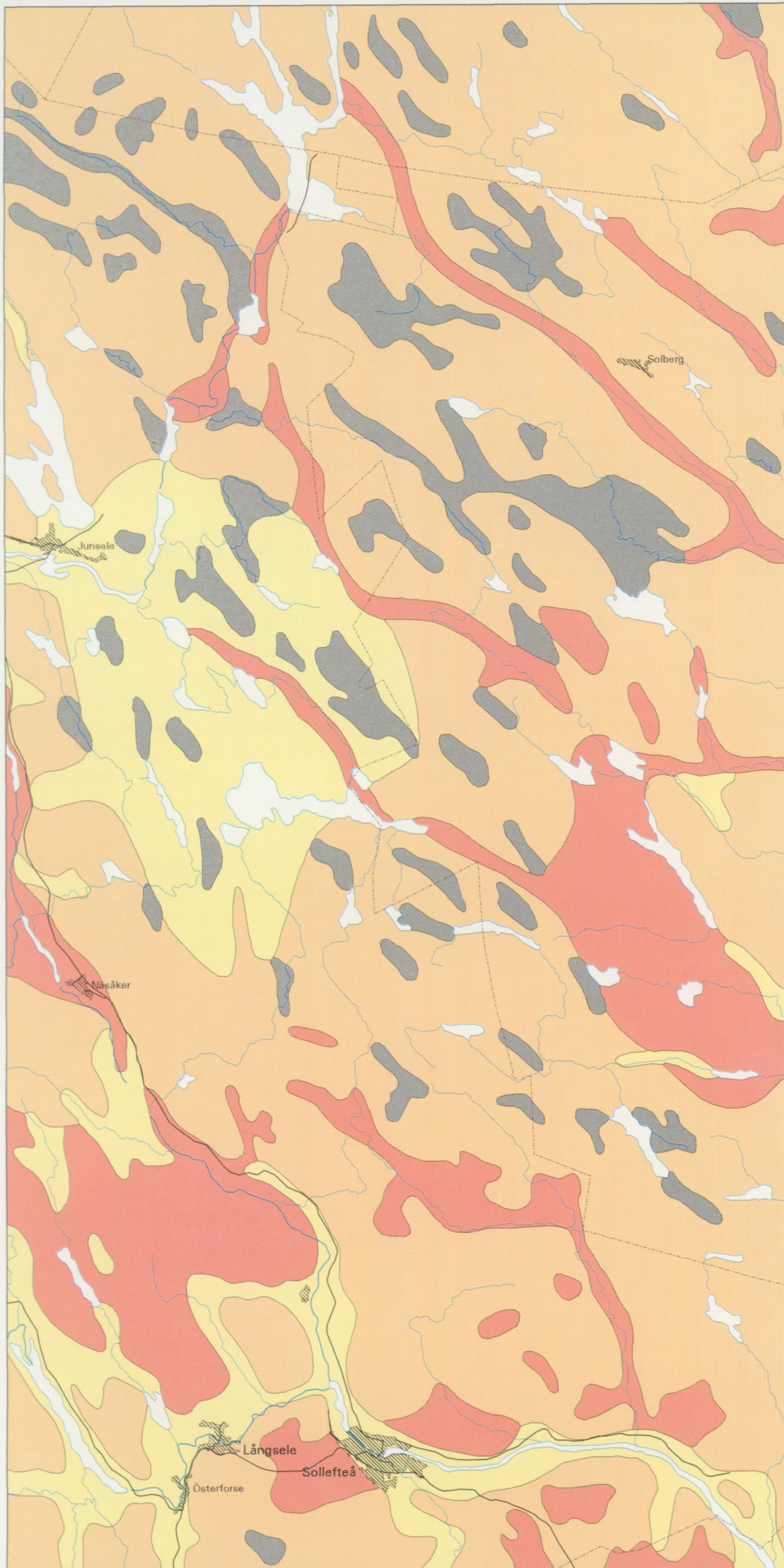


Fig. 4. Försurningskänslighet.

0 5 10 15 km

Användningsområden

Kartan över känslighet för försurning bygger enbart på geologiska faktorer. Det finns naturligtvis andra parametrar som har betydelse för ett områdes försurningsstatus som exempelvis höjden över havet och vegetationens sammansättning. Trots att dessa ej beaktats har det påvisats ett klart och tydligt samband mellan kartans klassning och grundvattnets surhet och alkalinitet. Det går alltså att göra vissa uppskattningar med hjälp av kartan beträffande grundvattnets kvalitet.

Ett visst samband mellan försurningsskador av granskog och informationen i kartan har påvisats. Det råder delade meningar om behovet och nyttan av skogskalkning. Som ett av många underlag till beslut om kalkning kan känslighetskartan för försurning vara till visst stöd. I de områden där naturliga processer är huvudorsaken till låg surhet, blir resultatet av en kalkning sämre än i områden där syrabelastningen har orsakat surheten.

Industriutsläpp kan lokalt påverka försurning av mark och vatten. Vid etableringar av vissa industrier borde det vara naturligt att ta hänsyn till markens motståndskraft mot försurning.

Känslighetskartan för försurning visar att motståndskraften mot försurning i regionen i allmänhet är dålig – måttlig eller dålig. Detta beror på att morän är den dominerande jordarten och att denna inte innehåller ”basiska” mineralpartiklar i någon större omfattning. I området mellan Sollefteå och Näsåker finns relativt höga halter av kvartsit i moränen och detta minskar motståndskraften mot försurning.

I området söder och sydost om Junsele är känsligheten för försurning i allmänhet måttlig till god. Detta beror huvudsakligen på moränens surhetsgrad. Områden med måttlig till god motståndskraft förekommer framför allt i de finkorniga sedimenten i älvdalarna.

Det finns inga områden på kartan som har god motståndskraft mot försurning.

KONFLIKTKARTOR GRUSFÖREKOMSTER – NATURVÄRDEN – GRUNDTVATTEN

Bakgrund

För att bygga ett modernt samhälle krävs tillgång till fyllnads- och ballastmaterial för vägbyggnad, betongtillverkning m.m. Det förbrukas närmare 100 milj. ton ballastmaterial i Sverige varje år. Ca 60% av materialet kommer från naturgrus och ca 30% från krossat berg. I flera regioner är naturgrus en bristvara. Tåktverksamheten medför ofta konflikter med bl.a. naturvårds- och vattenförsörjningsintressen.

För att få till stånd en bra planering av tåktverksamheten och en god hushållning av naturgrus och annat tåktmaterial har regionala inventeringar genomförts inom varje län. Inventeringarna finansieras genom att en tåktavgift (0,26 SEK/ton, 1993) tas ut på allt producerat material. I inventeringen bedöms grusavlagringarnas kvalitet, kvantitet och samlade naturvärde. Krossbergsinventeringen genomförs endast inom områden med låga naturvärden. Den geografiska omfattningen liksom vilken typ av inventering som genomförts (naturgrus eller krossberg) har varierat mellan länen. Informationen från inventeringarna lagras i en databas, grusdataarkivet på SGU.

Den som ämnar bedriva tåktverksamhet eller stenkrossrörelse måste enligt naturvårdslagen (§ 18) ansöka om tillstånd hos länsstyrelsen. Alla tillståndshavare är skyldiga att

årligen enligt naturvårdslagen (§ 18 a) och naturvårdsförordningen (§ 27 a) lämna in uppgift till länsstyrelsen om bl.a. produktionens storlek, vilket naturmaterial som använts och vad materialet använts till. Länsstyrelserna lämnar uppgifterna vidare till SGU som lagrar in dem i grusdataarkivet. Statistik över producerad mängd, materialslag och användningsområden presenteras länsvis och kommunvis.

Underlagsmaterial

Skellefteå kommun har valts som exempel att illustrera de intressekonflikter som kan uppstå i anslutning till grusåsar, tåktverksamhet och grundvattentåkt.

Följande underlagsmaterial har använts:

- Från grusdataarkivet har hämtats uppgifter om grusavlagringarnas läge, volym, materialsammansättning och naturvärde. Grundinformationen kommer från den inventering som genomförts i Skellefteå kommun inom ramen för det statliga inventeringsprogrammet.
- Uppgifter om grusproduktionen är hämtade från 1993. I databasen finns bl.a. tåktarnas läge angivet med koordinater och produktionens storlek uttryckt i ton.

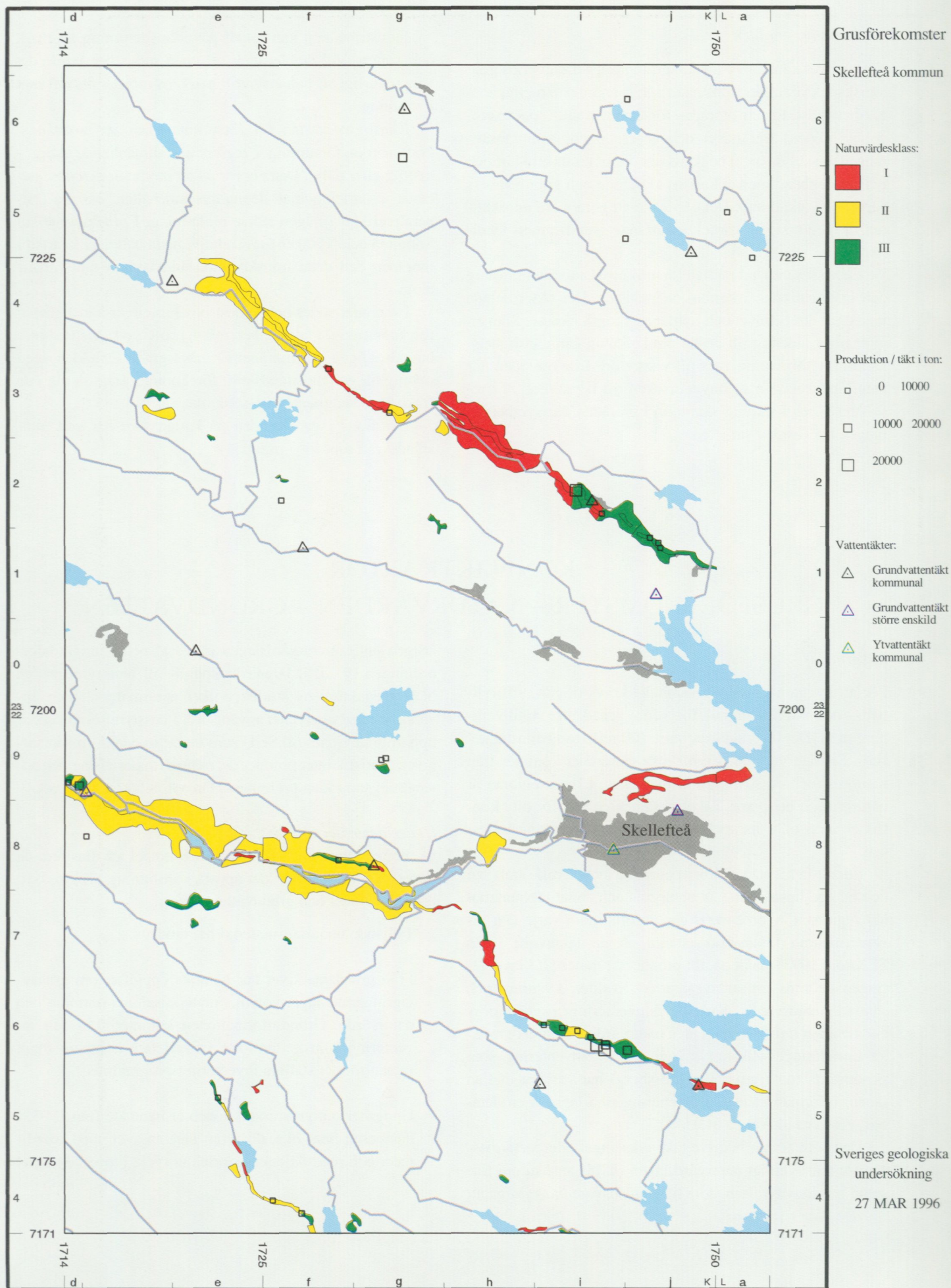


Fig. 5. Konfliktkartor: grusförekomster – naturvärden – grundvatten.

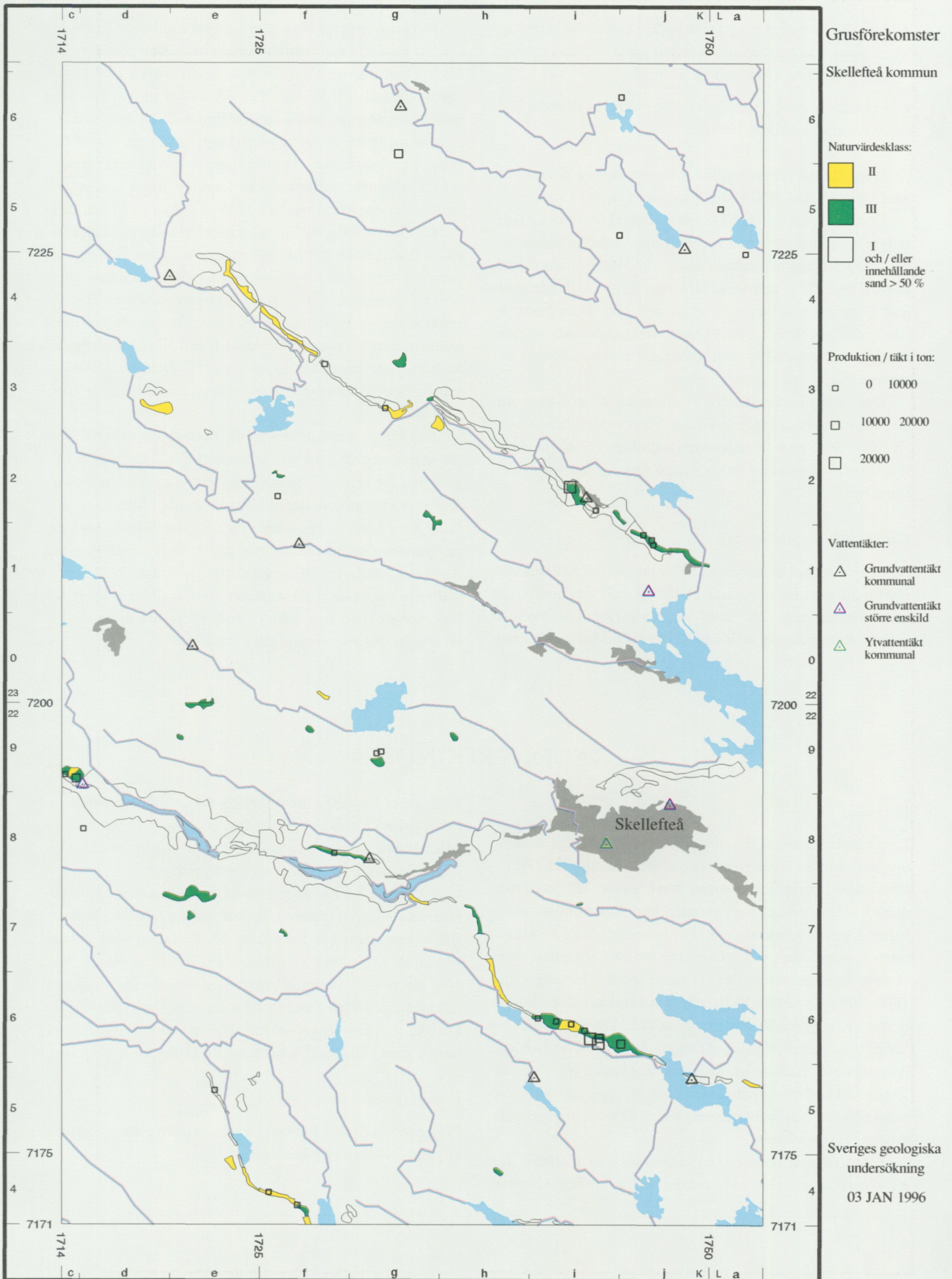


Fig. 6. Konfliktkartor: grusförekomster – naturvärden – grundvatten.

- I samband med den länsvisa hydrogeologiska karteringen samlas uppgifter in om kommunala vattentäkter och större enskilda grundvattentäkter.
- Från den digitala "röda kartan" har sjöar, kustlinjen, större vägar och tätorter hämtats.

Uppgifterna från de olika källorna har sammanställts med hjälp av ARC/INFO och presenteras i två kartor.

Den första kartan (fig. 5) visar grusförekomsterna i Skellefteå kommun värderade i tre olika naturvärdesklasser. Klass I (röd färg på kartan) anger det högsta naturvärdet, klass II (gul färg) och klass III (grön färg) i fallande skala mot lägre naturvärden. Alla grus- och bergtäkter finns utritade och uppdelade i tre klasser efter produktionsstorlek. Stora grundvattentäkter och kommunala ytvattentäkter har även markerats på kartan.

Den andra kartan (fig. 6) visar endast de grusförekomster som uppfyller följande villkor: naturvärdesklass II eller III samt <50% av materialsammansättningen består av sand. Grus- och vattentäkter redovisas på samma sätt som i den förra kartan.

Grushushållningsplanering

Naturresurserna bör användas på ett långsiktigt hållbart sätt. Därför fordras en noggrann planering och avvägning om grusavlagringarna t.ex. skall de reserveras för framtida grundvattenutvinning eller kan de nyttjas till ballastmaterial.

I grusinventeringarna görs en bedömning av förekomsternas samlade naturvärde. Förekomster med naturvärdesklass I kan inte upplåtas för täkt. För områden med naturvärdesklass II och III kan täktverksamhet prövas om inga andra motstående intressen föreligger. I en grushushållningsplan värderas andra motstående intressen såsom bebyggelse, fornminnen, kulturminnen och vattentäktsintressen. Ytterligare grusförekomster kommer på så sätt att undantas från exploatering.

En förutsättning för att materialet i grusåsarna skall kunna användas är att det har rätt materialsammansättning och även i övrigt är av tillräckligt bra kvalitet. Ofta innehåller grusavlagringarna alltför stora mängder sand och för lite grovt krossbart material. I karta 2 visas endast de grusförekomster som har naturvärdesklass II och III och där mindre än hälften av materialet består av sand. Detta ger en mera sann bild av vilka områden som kan vara aktuella för grusexploatering.

Den typ av temakartor som här presenteras över Skellefteå kommun tydliggör att det finns få grusåsar som är tillgängliga för brytning, antingen på grund av höga naturvärden eller olämplig materialsammansättning. Ofta sammanfaller även intressanta grusexploateringsområden med viktiga grundvattentäkter. Kartorna utgör ett bra underlag vid den kommunala översiktsplaneringen där man bl.a. bör ta ställning till vilka markområden som skall reserveras för ballastproduktion och vilka områden som måste sparas för att trygga vattenförsörjningen i framtiden.

RADONPROGNOSER

Bakgrund

Radonproblematiken har under senare år rönt betydande uppmärksamhet. Sverige är i dessa sammanhang en i ett internationellt perspektiv relativt utsatt nation, då betydande delar av den svenska berggrunden uppvisar förhöjda uranhalt. Dessa inkluderar de 500 miljoner år gamla alunskiffarna i södra Sverige och längs randen på fjällkedjan, samt vissa typer av graniter och pegmatiter inom åldersintervallet 1900–900 miljoner år. Vidare medför karakteristiken hos ett flertal av de glaciala avlagringar som täcker stora delar av Sverige en betydande risk för radonavgång till bostadshus. Byggtekniska traditioner, såsom användandet av alunskifferbaserad lättbetong och en från energisynpunkt motiverad reduktion av luftcirkulationen, har i vissa fall ytterligare accentuerat problemet.

I den rapport som 1993 publicerades av Institutet för miljömedicin uppskattades antalet fall av radoninducerad

lungcancer i Sverige till 400 (200–800). Strålskyddsinstitutet uppskattar antalet fall till 900. Radon i bostäder är således ett dominerande strålskyddsproblem, vars effekter det ligger i samhällets intresse att förebygga.

På senare tid har även radon i hushållsvatten uppmärksamats som ett potentiellt strålskyddsproblem. Tidigare riskbedömningar har fokuserats på det radon som via användning av vattnet i hushållet avgår till inomhusluften. Nya rön pekar emellertid på att även det direkta intaget av radonhaltigt vatten kan innebära en hälsofara, speciellt för kritiska grupper som spädbarn. Halten radon i grundvatten har en direkt koppling till den lokala geologin.

Underlagsmaterial

Följande vid SGU tillgänglig geoinformation har direkt anknytning till radonproblematiken:

- Berggrundsgeologiska data
- Jordartsgeologiska data
- Flygradiometriska data (uranhalt)
- Markradiometriska data (uranhalt, radonhalt i jordluft)
- Petrofysiska data (uranhalt)
- Markgeokemiska data (uranhalt i morän)
- Grundvattenkemiska data (radonhalt i brunnsvatten)
- Biogeokemiska data (uranhalt i bäckvattenväxter)
- Vid SGU framställda GEO- och gammastrålningskartor

Huvuddelen av ovanstående information har samlats in i andra syften än studiet av radon. Rätt sammanställt representerar dock datat information som väl kan belysa riskerna för markrelaterade radonproblem.

Rutiner för användandet av ovanstående information för radonprognostik är under utvecklande vid SGU. I nedanstående exempel har jordarts-, berggrunds- och flygradiometriska data sambearbetats för att upprätta vidstående markradonprognos.

Metodik

Under de år som radonfrågan behandlats i Sverige har en massiv erfarenhet samlats vad gäller radonproblematikens koppling till geologiska förhållanden. Vid SGU pågår utveckling av datorbaserade rutiner som formaliserar de överväganden som normalt görs av den ansvarige geologen/geofysikern vid framställandet av radonriskkartor. Dessa överväganden struktureras i form av ett antal logiska regler som opererar på de olika typer av geologisk, geokemisk, petrofysisk och radiometrisk information som finns tillgängliga för det givna området. Slutprodukten är en digital radonprognoskarta jämte beskrivning, uppvisande markens förväntade radonpotential i fyra nivåer.

Klassning av mark

För regional klassificering av radonrisk används i allmänhet de av Byggnadsrådet rekommenderade klasserna enligt följande:

- **Högrisk:** berggrund/jordarter innehållande radiumrika material, såsom uranrika graniter och alunskiffer (>50 Bq/kg, becquerel per kilo). Till denna klass hör också jordarter med hög radonavgång (emanation), såsom åsgrus och grusig-sandiga moräner.
- **Normalrisk:** områden med normalt radiuminnehåll (25–50 Bq/kg), exempelvis gnejser och skiffer.
- **Lågrisk:** områden där radiuminnehållet i marken är lågt (<30 Bq/kg). Kalksten, sandsten, vulkaniska och basiska bergarter tillhör normalt denna klass. Till detta kommer jordarter med låg permeabilitet, såsom leror och silt.

Ovanstående klasser motsvaras i föreliggande produkt av områden med låg, normal respektive förhöjd prognostiserad radonpotential. Då slutprodukten bygger på existerande data utan några kompletterande markuppföljningar har ytterligare en klass införts, eventuellt förhöjd potential. Som förhöjd potential har endast de områden klassats där förhöjda uran/radiumhalter faktiskt uppmätts, medan områden med berg- och jordarter vars övriga karakteristik gör dem till vanliga orsaker till radonproblem, exempelvis åsar och grova moräner, klassats som eventuellt förhöjda. Klassificeringen för radonprognosen utgår inte från ovanstående enkla koppling till radiumhalt, utan tar även hänsyn till vilken typ av jordart som föreligger och dess övriga karakteristik vad gäller dess benägenhet att orsaka radonproblem.

Radonprognos Mittnorden

Som illustration till ovanstående förfarande har den svenska delen av Mittnordenområdet valts (fig. 7). Som geologiskt underlagsmaterial har använts den svenska nationalatlasen. Till varje jordarts/berggrundsytta har knutits en uranhalt baserad på den flygradiometriska informationen över ytan. Jordarterna har indelats i ett antal grupper baserat på den radonrisk som en given uranhalt innebär för den specifika jordartstypen. Informationen har därefter sammanvägts till en diskret radonpotential. Detta förfarande medför att det krävs en högre uranhalt i exempelvis leror än i grova moräner för att uppnå en given radonpotential.

Vidare har vissa områden vilkas jordarter är kända för att ge upphov till radonproblem klassats som eventuellt förhöjda, även om deras strålningssignatur inte indikerar någon mer markant förhöjning. Detta gäller exempelvis grövre isälvsmaterial.

Vidstående prognos bör endast ses som en översikt över den regionala trenden av markrelaterad radonrisk, då radonförekomsten är känd för att uppvisa stora variationer i alla skalor.

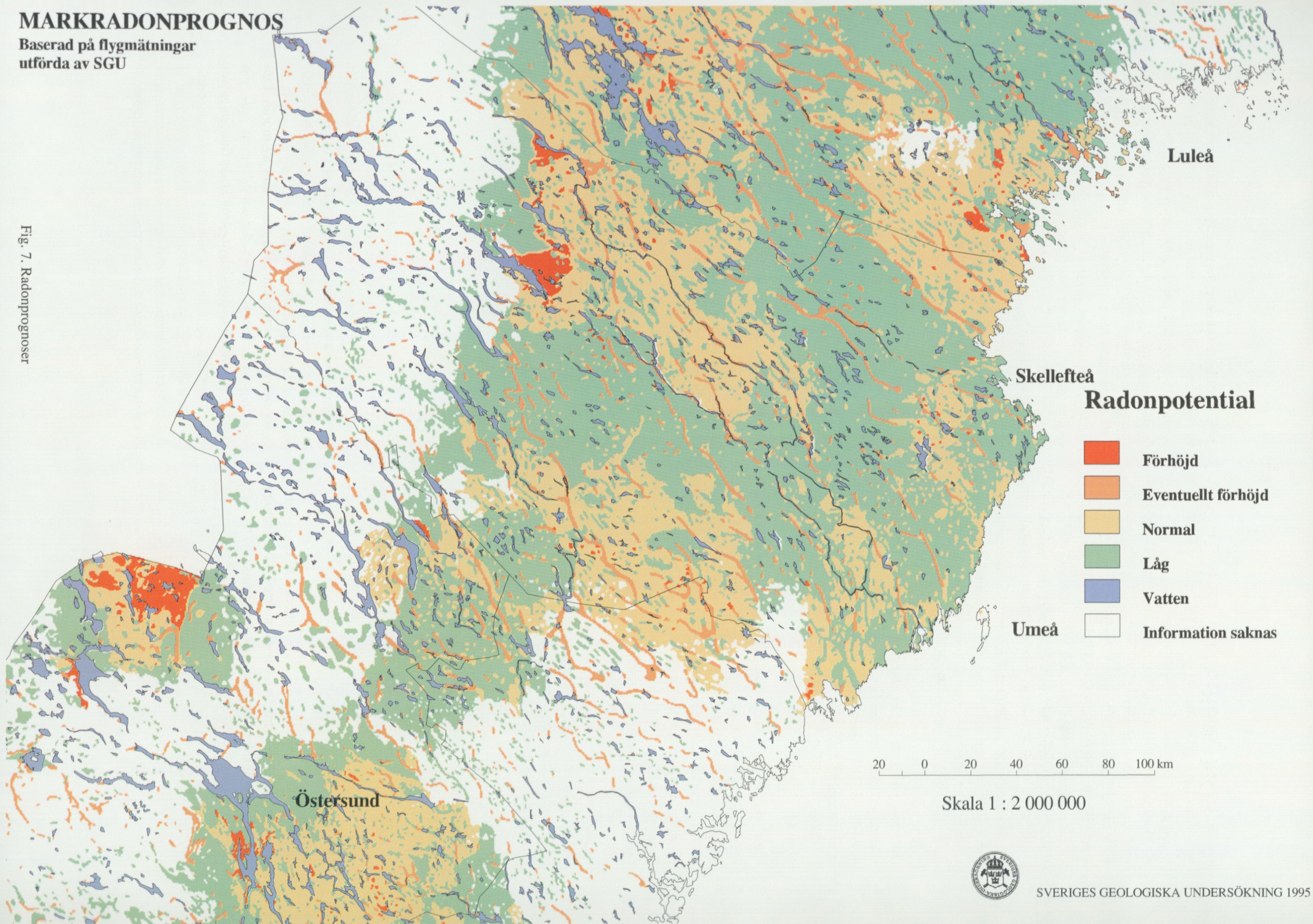
Slutsats

Radonet har på senare tid erkänts som ett folkhälsoproblem. SGU har ett övergripande nationellt ansvar för kartläggningen av naturlig markstrålning och disponerar information som, korrekt sammanställd, väsentligt kan underlätta samhällsplaneringen med avseende på förebyggande och detekterande av radonproblem. De satsningar på geografiska informationssystem som gjorts vid SGU har gjort det möjligt att på ett snabbt och effektivt sätt kombinera olika typer av geologisk information samt att presentera resultatet på ett tillrättalagt sätt inkluderande relevant geografisk information. SGU kan härigenom möta samhällets efterfrågan av digitala radonrelaterade produkter samt erbjuda expertstöd till lokala myndigheter vid hanteringen av markradonfrågor.

MARKRADONPROGNOS

Baserad på flygmätningar
utförda av SGU

Fig. 7. Radonprognoser



EROSIONSRISKER LÄNGS ÄLVARNA I SOLLEFTEÅ KOMMUN

Bakgrund

På flera håll i Sverige finns områden där risken för skred är hög. Nip- och ravinlandskapen i de norrländska älvdalarna är sådana riskområden. Skred och ras är i första hand en följd av naturliga erosionsprocesser. Utvecklingen kan dock påskyndas eller motverkas genom människans ingrepp. Det är vanligt med skred och ras i samband med snösmältning och tjällossning samt under perioder då det regnat mycket. Den gemensamma nämnaren är att både ras och skred kan inträffa utan förvarning.

Ras sker i bergväggar, grus- och sandbranter. Partiklarna rör sig fritt.

Skred är en sammanhängande jordmassa som kommer i rörelse. Skred förekommer i silt- och lerjordar. Orsakerna till att skred utlöses kan vara många. Stabiliteten i ett område med lera beror på bl.a. lutnings- och belastningsförhållandena, omgivande stöd, grundvattennivån, lertagerföljden, porvattentrycket i och under leran och lerans skjuvhållfasthet.

I samband med ras och skred brukar man också tala om *raviner*. Tillkomsten av raviner är en långsammare process än skred och ras. De bildas i första hand i områden där det finns gott om grovlera och silt. En jordarts flytbarhet är beroende av vattenhalten. Jordarter med varierande kornstorlek har olika maximala vattenhalter och därmed olika stabilitetsförhållanden. Den jordart som lättast kommer i flytning är silt ("jäslera"). Om vattentillgången är oförändrad fortgår ravinutvecklingen till dess erosionsbasen nåtts, vilken bestäms av älvens vattenyta eller den underliggande hårdare botten. Erosionen bakåt fortsätter till dess ett fastmarksområde stoppar processen. En ravin är ofta 10–20 m djup, V-formad och har branta sidor. Ravinerna grenar vanligen ut sig och har skarpa "knyckar". Beroende på topografin kan en ravin vara kort eller lång och ha stor eller liten gradient.

Nip- och ravinlandskapet förändras ständigt. Alltefter som landhöjningen fortgår gräver sig älvar och bäckar allt djupare ned i avlagringarna. Slänterna mot vattendragen blir högre och brantare. När höjdskillnaden – och därmed påfrestningen i jorden – blir för stor inträffar ett ras eller skred och slänten jämnas ut. Den naturliga erosionsprocessen anpassar således branter och slänter till ett jämviktsläge. Små förändringar av denna jämvikt kan utlösa ras eller skred. Under de senaste hundra åren har stora skred blivit vanliga. Troligen beror det på att den naturliga jämvikten har rubbats genom människans ingrepp. Jämviktsläget i slänter påverkas av belastningsändringar på marken och av förändringar i jordens hållfasthet. Även underminering av slänter genom vattenerosion, snabba förändringar av nivån på älvvattnet samt förändringar av porvattentrycket i släntens

jordarter påverkar stabiliteten. Stora kalhyggen medför att vattnet rinner undan istället för att sugas upp och orsakar därmed ökad erosion på dalslutningar och i dalgångar.

Underlagsmaterial Sollefteå kommun

Sollefteå kommun är ca 5494 km² stor. Ytan motsvarar hela Södermanlands län. Genom kommunen rinner Ångermanälven (fig. 8) med biälvarna Faxälven och Fjällsjöälven i markanta dalgångar. Alla tre älvarna är reglerade. Ångermanälvens dräneringsområde är ca 31 900 km² och älven har en medelströmstyrka av ca 500 m/s. Kommunen har ca 25 000 invånare, varav 9000 i tätorten Sollefteå. Huvuddelen av befolkningen bor i älvarnas dalgångar. Älvarnas längd inom kommunen är knappt 250 km.

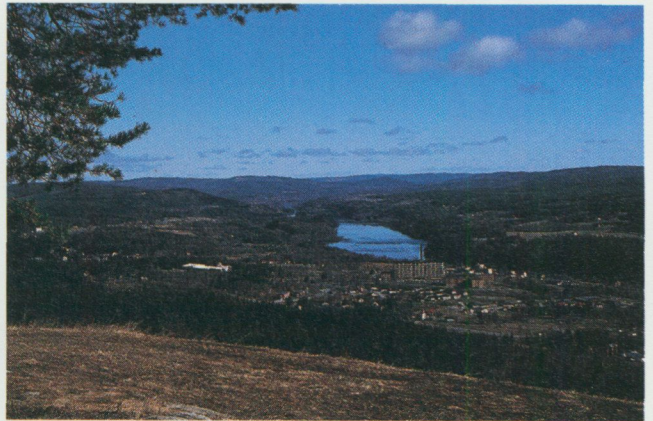


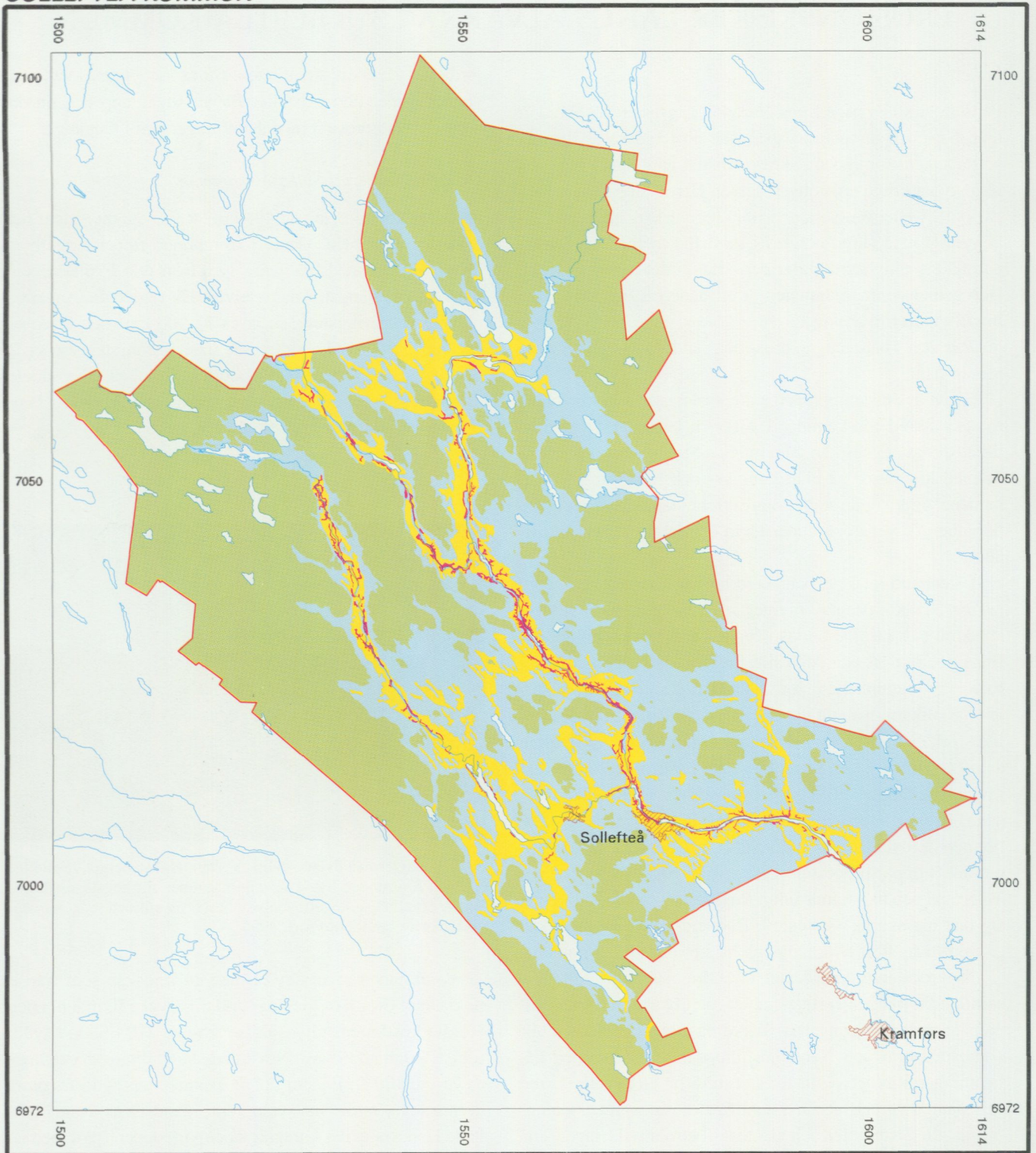
Fig. 8. Ångermanälvens dalgång från Hallstaberget, Sollefteå. Hällen i förgrunden ligger i svallningszonen för högsta kustlinjen. Terrasserna längs Ångermanälven består av silt och lera, som delvis täcks av sand. Foto förf. 1995.

Kommunen utgörs av ett bergkullandskap som från en nivå något över havsytan når upp till drygt 550 m ö.h. i norr. Högsta kustlinjens nivå sjunker från ca 270 m ö.h. i sydöst till ca 230 m i nordväst. Nuvarande landhöjningshastighet är ca 75 cm/100 år. En stor del av kommunens sydöstra område har legat under havsytan. Vid inlandsisens avsmältning hade landskapet där karaktär av en vid, öppen fjärd med talrika öar och skär (fig. 9A och 9B).

Jordarterna inom kommunen domineras av morän. I de stora dalgångarna finns isälvs sediment i form av åsar och deltan. Karaktäristiskt för dalgångarna är de finkorniga sedimenten, lera-silt (fig. 10). I dalgångarnas centrala delar täcks de ställvis av sand och grus.

Jorddjup på 40–60 m är vanliga i Ångermanälvens dalgång. Nedströms Näsåker är det drygt 60 m vid Norrtannflo

SOLLEFTEÅ KOMMUN







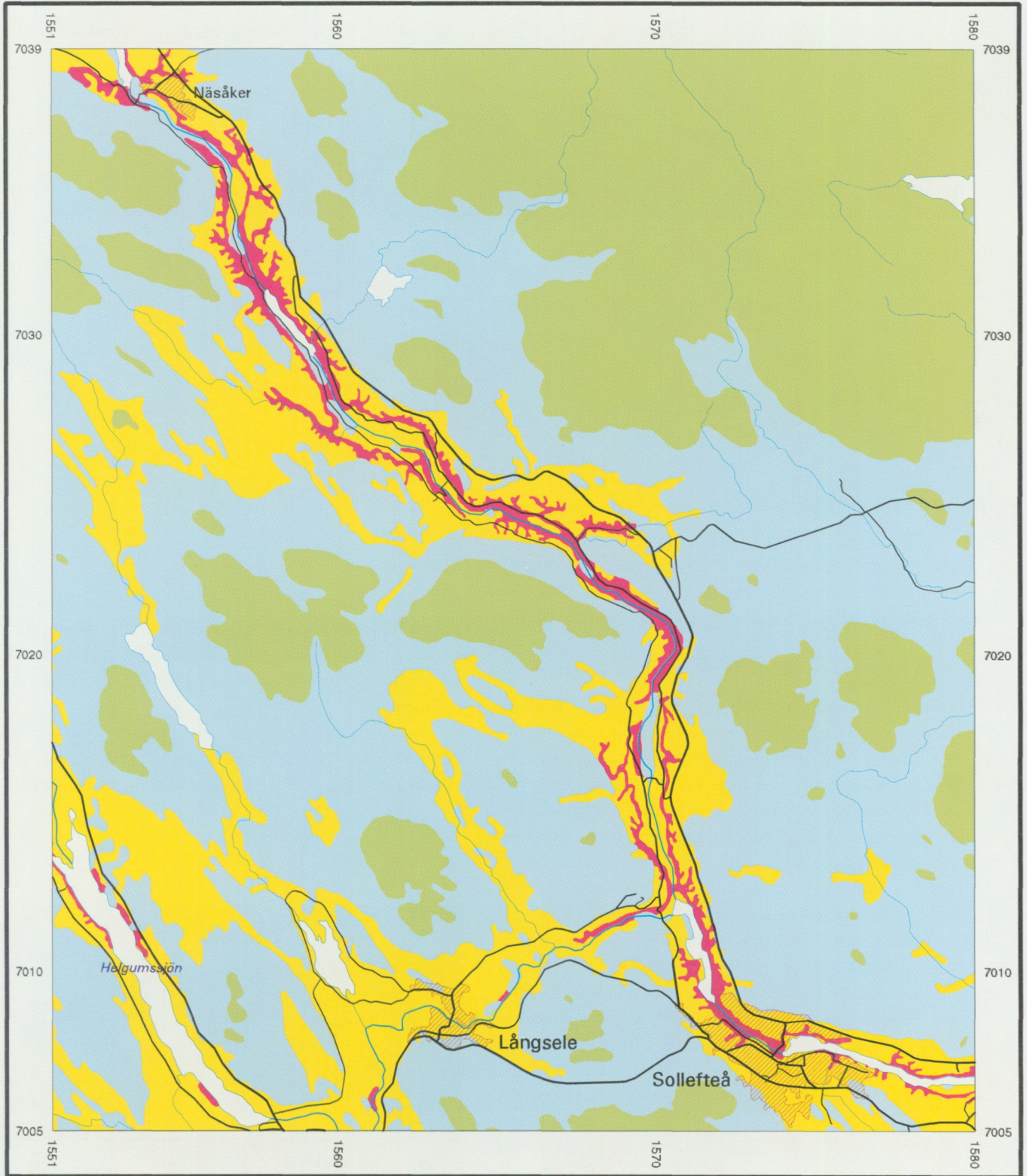
- | | | | |
|---|--------------------------------|---|--|
|  | Område över högsta kustlinjen |  | Finkorniga sediment - silt och lera |
|  | Område under högsta kustlinjen |  | Djupa raviner och höga slänter i finkorniga sediment |

Fig. 9A. Generaliserad digital karta över områden med höga slänter i finkorniga sediment inom Sollefteå kommun. Kartan är baserad på Jordartskartan över Västernorrlands län i skala 1:200 000, blad 2, och de topografiska kartbladen i skala 1:50 000, 18H NV och NO; 19H; 19I SV; 20G SV, SO och NO; 20H SV och NV. Isobaserna för högsta kustlinjen 230 m ö.h. i nordväst och 270 m ö.h. i sydöst har tagits från Sveriges nationalatlas.

SOLLEFTEÅ KOMMUN



Område över högsta kustlinjen
 Område under högsta kustlinjen

Finkorniga sediment - silt och lera
 Djupa raviner och höga slänter i finkorniga sediment

Fig. 9B. Detaljkarta av fig. 9A.

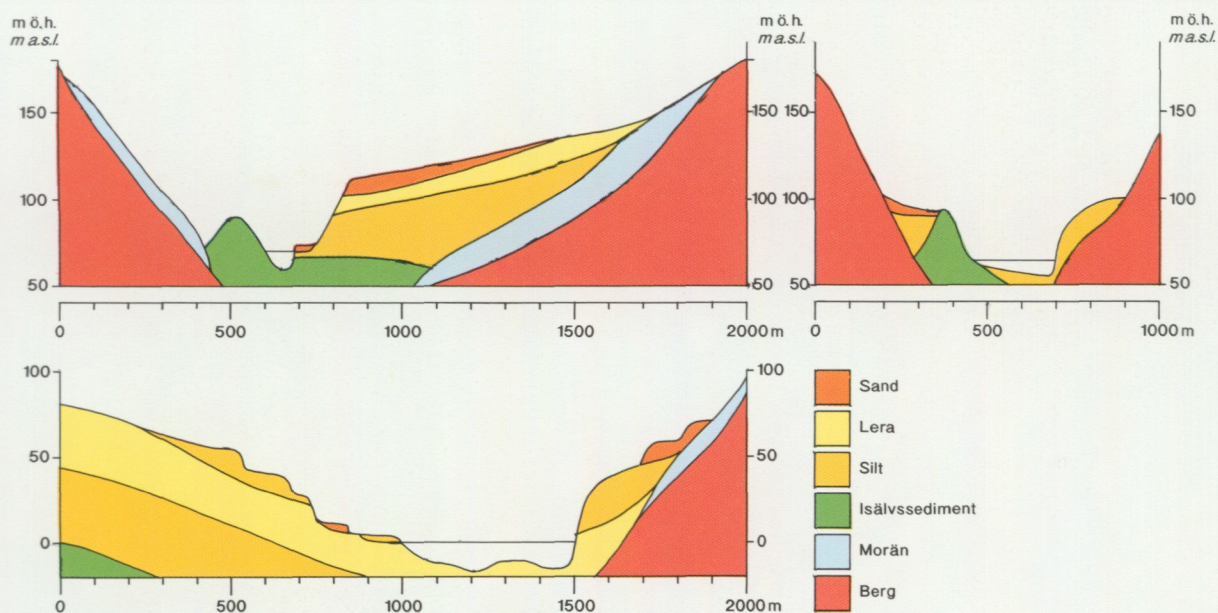


Fig. 10. Schematiska lagerföljder i Ångermanälvens dalgång.

och Vignäs, ca 70 m vid Klovsta och Lökom. Lokalt kan än större jorddjup finnas. Jorddjup på ca 50 m är kända i Faxälven vid Holmstrandsbodarna och Fjällsjöälven vid Forsås.

De finkorniga sedimenten kan indelas i tre åldersgrupper:

- Glaciala sediment, dvs. de som har samband med inlandsisens avsmältning. Sedimenten utgörs av silt, silt med lerskikt och varvig lera. De glaciala finkorniga sedimenten påträffas i områden under högsta kustlinjen. Kornstorleken varierar beroende på avlagringsförhållandena, t.ex. vattendjupet och avståndet till iskanten vid sedimentationstillfället. I den glaciala silten är lerskikten underordnade eller saknas, i den varviga silten upptar lerskikten mindre än halva volymen. Lerhalten är högst där sedimentationsdjupet varit stort medan mjälhalten ökar med avtagande vattendjup. I nedre delen av Faxälven och Ångermanälven har den glaciala leran en halt av 25–50% ler. På nivåer nära gränsen för högsta kustlinjen sjunker lerhalten i de finkorniga sedimenten till ca 5% och silthalten ökar till ca 90%.
- Postglaciala sediment har bildats efter inlandsisens avsmältning och är avsatta i hav och sjöar. Sedimenten består av omlagrade glaciala sediment och utgörs av silt och lera med varierande sammansättning. De bildades när älvdalarna var fjärdar.
- Älvsedimenten är de yngsta. De består av sand och silt och påträffas längs med vattendragen.

Beskrivning

Den sammanlagda älvsträckan av nära 250 km inom kommunen innebär knappt 500 km älvstrand. Höga slänter, högre än ca 5 m, förekommer längs en sammanlagd sträcka av drygt 300 km och av dessa ligger 232 km i finkorniga sediment.

De mest utsatta områdena för erosion är slänter invid vattendrag, fig. 11 och 12. En slänts höjd bestämmer skredmassornas volym och därmed den förväntade direkta och in-

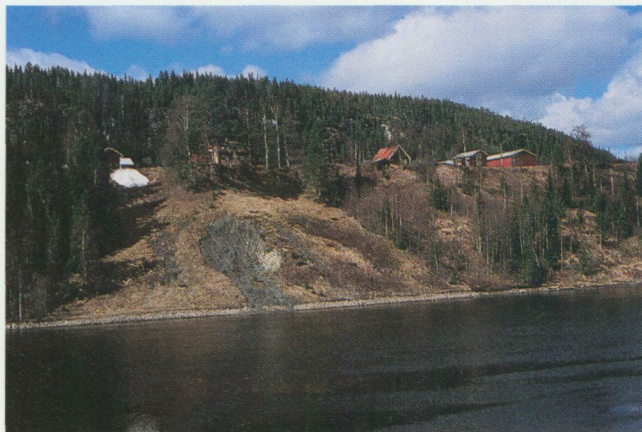


Fig. 11. Litet släntskred i den höga branten vid Vignäsbrännan. Foto förf. 1995.



Fig. 12. Initialskedet till ett släntskred nordväst om Mo, 8 km nedströms Näsåker. Snön markerar övre brottkanten. Foto Sollefteå kommun 1995.

direkta skadeomfattningen. Beroende på jordartsförhållandena bör särskild uppmärksamhet riktas även mot de höga slänter som ligger vid sidan av vattendraget, fig. 13, och mot ravinerna, fig. 14. De flesta skredär inom kommunen ligger längs Ångermanälven.

Vattendrag/km	Strand	Höga slänter	Höga slänter i finkorniga sediment
Ångermanälven	254	165	126
Faxälven	143	89	72
Fjällsjöälven	82	52	34
Sollefteå kommun	479	306	232

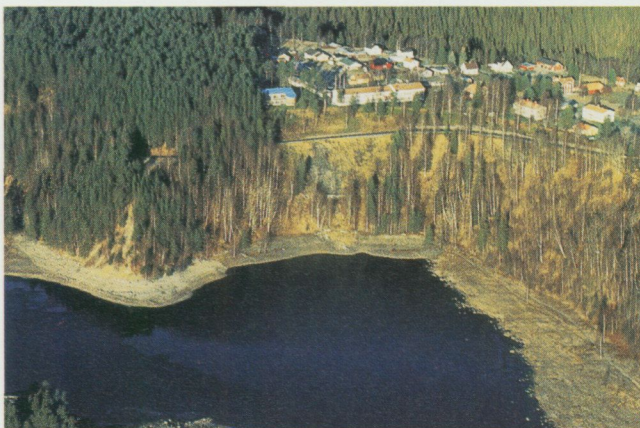


Fig. 13. Näsåker. Bebyggelsen ligger på en terrass av sand som underlagras av lera. Små släntskred har förekommit och erosionskydd har lagts ut i slänten. Notera att slänten inte når ut till Ångermanälven. Vid högvatten står älvplanet under vatten. Foto Sollefteå kommun 1995.



Fig. 14. Släntskred i den djupa Skedomravinen, Sollefteå. Sprängsten har lagts ut som erosionskydd. Foto förf. 1995.

Skred

Huvuddelen av skredärren är märken efter släntskred. Dessa har inte direkt drabbat bebyggelse. Följdverkningarna däremot har i vissa fall varit mer förödande än själva skredet.

- 1859 förstördes ett bostadshus i Remsle av en svallvåg från ett släntskred på motsatta sidan av Ångermanälven.
- 1868 skedde ett släntskred på norra sidan av älven i Sollefteå. På motsatta stranden skadades ett garveri vid Storgatan av svallvågen, som fortsatte till Zetterbergsdalen. Svallvågen iaktogs ända till Skärvsta by, 2 km därifrån.
- 1899 drabbades bl.a. Rödsta ångsåg av svallvågen från ett släntskred i den s.k. Remslenipan.
- 1967 släntskred i Bruksnipan, fig. 15.

Släntskred kan av någon orsak avstanna och ej utlösas helt, varvid jordmassan vanligen förflyttas någon meter i vertikalled. Skred i låga slänter orsakar vanligen skador av relativt ringa omfattning, fig. 16.

Raviner

Inom kommunen finns flera ravinområden. Ca 25 km utgörs av raviner med växlande längd och utgrening. De flesta ligger i anslutning till Ångermanälven, fig. 17.

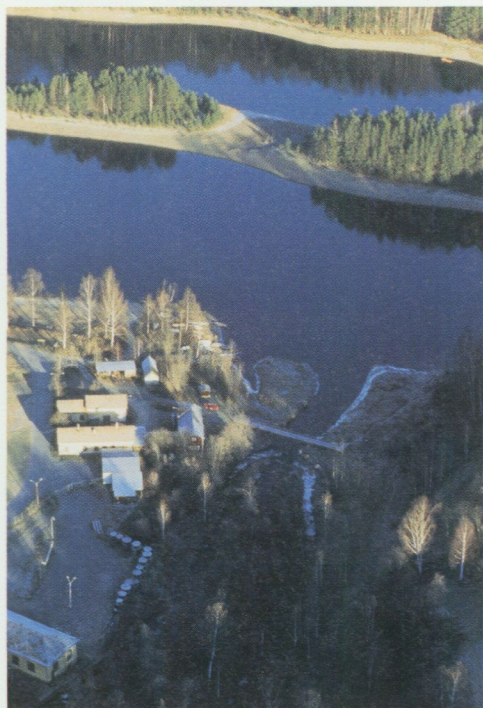


Fig. 15. Vy över Bruksholmen, Sollefteå. På kvällen den 21 maj 1967 skedde ett stort släntskred i den höga Bruksnipan t.h. Flodvågen svepte över ön och drog med sig en sportstuga ut i älven. Stugan låg i det öppna partiet mellan de två grandungarna. Två personer räddade sig upp på stugans tak och kunde undsättas efter en "seglats" på ca 6 km. Foto Sollefteå kommun 1995.

Sollefteå kommun

En översiktlig kartläggning av höga slänter i finkorniga sediment längs de tre stora älvarna i Sollefteå kommun visar att det finns långa älvsträckor som är utsatta för erosion. En inventering av skredärr visar var riskerna är störst och var



Fig. 16. Sommaren 1995 skedde ett relativt stort släntskred vid Ångermanälvens nedre lopp söder om Grillom. Skredet var ca 200 m långt och 5 m brett. Slänten är relativt låg, ca 5 m hög. Älvens vattenyta ligger nästan i nivå med havsytans. Foto Sollefteå kommun 1995.

detaljundersökningar och åtgärder måste vidtas för att skydda liv och egendom. De höga niporna innebär att ett släntskred omfattar en stor volym av skredmassor och att dessa i sin tur genererar en svallvåg (flodvåg), som sprider sig och avtar i styrka såväl uppströms som nedströms vanligen utan att orsaka någon nämvärd skadegörelse. Svallvågens effekt på den motsatta stranden kan däremot orsaka betydande skador och även utlösa nya skred. Vid en kartläggning av stabilitetsförhållandena skall en riskzon således omfatta inte bara området för fortskridande erosion utan även de områden som berörs av följdverkningarna, främst den motsatta stranden.



Fig. 17. I Ångermanälvens smala dalgång vid Översel ligger ravinområdets övre del ca 250 m från älven och ca 50 m högre än älvens vattenyta. Foto förf. 1994.

MARKGEOKEMISKA KARTOR

Den geokemiska provtagningen vid SGU har sedan 1982 inriktats på två olika typer av material, bäckvattenväxter och morän. Bäckvattenväxterna avspeglar en kombination av naturliga halter i lösa jordlager och antropogena föroreningar. Moränen, som bildats genom inlandsisens nötning av berggrunden, är däremot vanligen opåverkad av antropogena utsläpp. Analyser av denna morän är därför viktig för att bl.a. kunna särskilja den naturliga och den antropogena belastningen av vattendrag.

Moränen är Sveriges vanligaste jordart och täcker i stort sett hela landet. SGU genomför sedan 1982 en riksomfattande provtagning och analys av finfraktionen i morän. Denna fraktion utgörs av korn som är mindre än 0,06 mm i diameter, dvs. finmo – mjåla – ler. Genom vittring frigörs näringsämnen från ytorna av dessa partiklar varför finfraktionen är speciellt viktig eftersom dess sammanlagda yta är så stor.

Näringsämnen i mark

Bakgrund

En av de viktigaste faktorerna för god tillväxt inom jord- och skogsbruk är tillgången på näringsämnen, dvs. grundämnen som kalcium, magnesium, kalium, natrium och fosfor. Fördelningen uppvisar ofta stora regionala skillnader, vilket avspeglar olikheter i sammansättningen hos de bergarter som utgjort källan till moränen. Genom att kartlägga skillnaderna i näringsämnenas halter kan man göra en bedömning av de ekonomiska förutsättningarna för olika typer av markanvändning. Kostnader för t.ex. gödsling av skogsytor kan skäras ner drastiskt om man tar hänsyn till de redan existerande reserverna i marken. Detta minskar också risken för onödig övergödning, något som annars kan leda till allvarlig belastning av vattendrag.

Underlagsmaterial

En mycket vanlig jordmån i Sverige är den s.k. podsolen. Denna består, uppifrån och ner, av en horisont med organiska rester (humus), en urlakningshorisont (blekjorden), en anrikningshorisont (rostjorden) och en "opåverkad" horisont som endast har genomgått små förändringar sedan dess bildning, C-horisonten. Proven tas i C-horisonten. Djupet där denna påträffas varierar från plats till plats i Sverige, normalt djupare i söder än i norr eftersom vittringen i söder har varit och är intensivare. Proven tas normalt på 1 m djup.

Proven, som tas med en täthet på 0,15 prov/km², frystorkas, sällas och analyseras på två olika sätt. Med röntgenfluorescens (XRF) erhålls de totala elementhalterna i finfraktionen, dvs. såväl den hårt bundna (i mineralens kristall-

gitter) som den lättlösliga delen. Om man däremot låter provet urlakas i kungsvatten och analyserar lösningen med plasmaskpektrograf (ICP) får man en mer realistisk bild av hur stor del av elementet som kan tänkas frigöras vid vittring. Det bör noteras att kungsvatten också bryter ned en del lermineral. Dessa vittrar normalt inte och de potentiella näringsämnen som är knutna till dessa är därför inte biotillgängliga.

Markbundna näringsämnen i Sollefteå kommun

Av den markgeokemiska kartan (fig. 18) framgår de sammanlagda, kungsvattenlösliga halterna i form av oxider för näringsämnena kalcium, magnesium, kalium och natrium i moräns finfraktion i Sollefteå kommun. De höga halterna markeras med gul till orange färg, låga halter med blå. Svarta cirkelar avslöjar pH-värdet i moränen.

Av kartan kan man utläsa att en zon sydväst om linjen Sollefteå–Ramsele i stort sett är mer gynnsam ur bördighetssynpunkt än det nordöstra området p.g.a. de högre lakbara CaO + MgO + K₂O + Na₂O-halterna. De höga halterna beror på förekomst av lättvittrade bergarter i moränen. Typiska, gynnsamma bergarter är kalkstenar, skiffrar och grönstenar. Graniter, kvartsiter och gnejs är exempel på svårvittrade bergarter. Om sådana bergarter dominerar moränen sjunker bördigheten drastiskt samtidigt som försurningskänsligheten ökar. Redan ett litet inslag av lättvittrade bergarter i moränen ökar bördigheten markant.

Kartan kan alltså användas för planering av skogsbruk. I områden med höga näringsämneshalter (ljusgrön till orange färg) kan man anta att de naturliga halterna är tillräckligt höga för god tillväxt. Inom de blåfärgade områdena är förutsättningarna däremot sannolikt inte lika gynnsamma.

Slutsats

Näringsämnen i marken är en viktig aspekt vid planering för en ekonomisk och miljöriktig markanvändning. De markgeokemiska kartor som produceras vid SGU kan med fördel användas av såväl offentliga som privata inrättningar för att underlätta beslutsfattande inom olika markanvändningsfrågor.

Buffertkapacitet, pH i morän

Bakgrund

Markens geokemiska status har en stark inverkan på grundvattnets kvalitet. Under sin väg genom marken utsätts regnvattnet för en rad kemiska processer. Av dessa processer är olika buffringssystem, som är beroende av markens mineralsammansättning, av stor vikt för neutralisering av surt

SOLLEFTEÅ KOMMUN

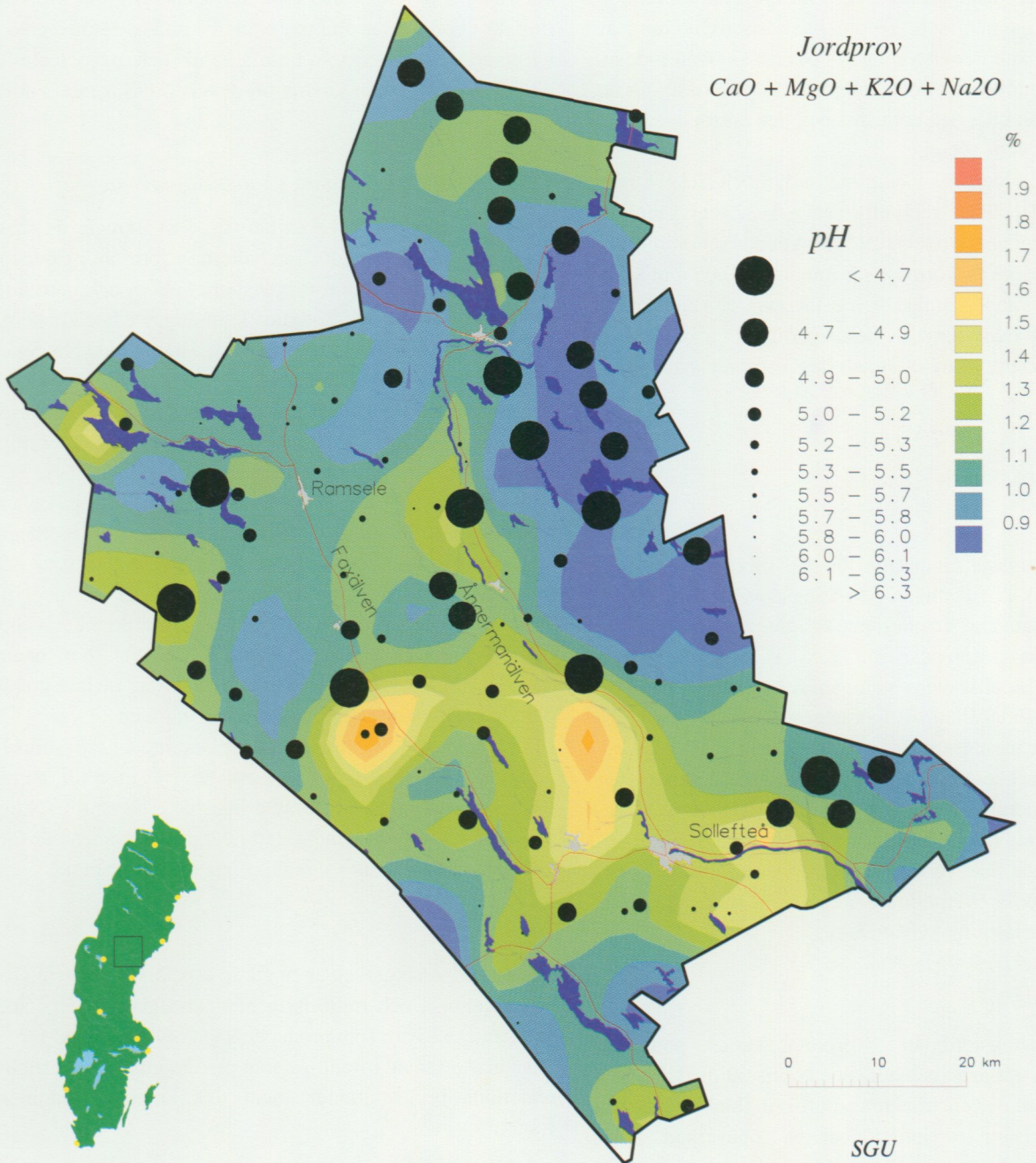


Fig. 18. Näringsämnen i mark.

SOLLEFTEÅ KOMMUN

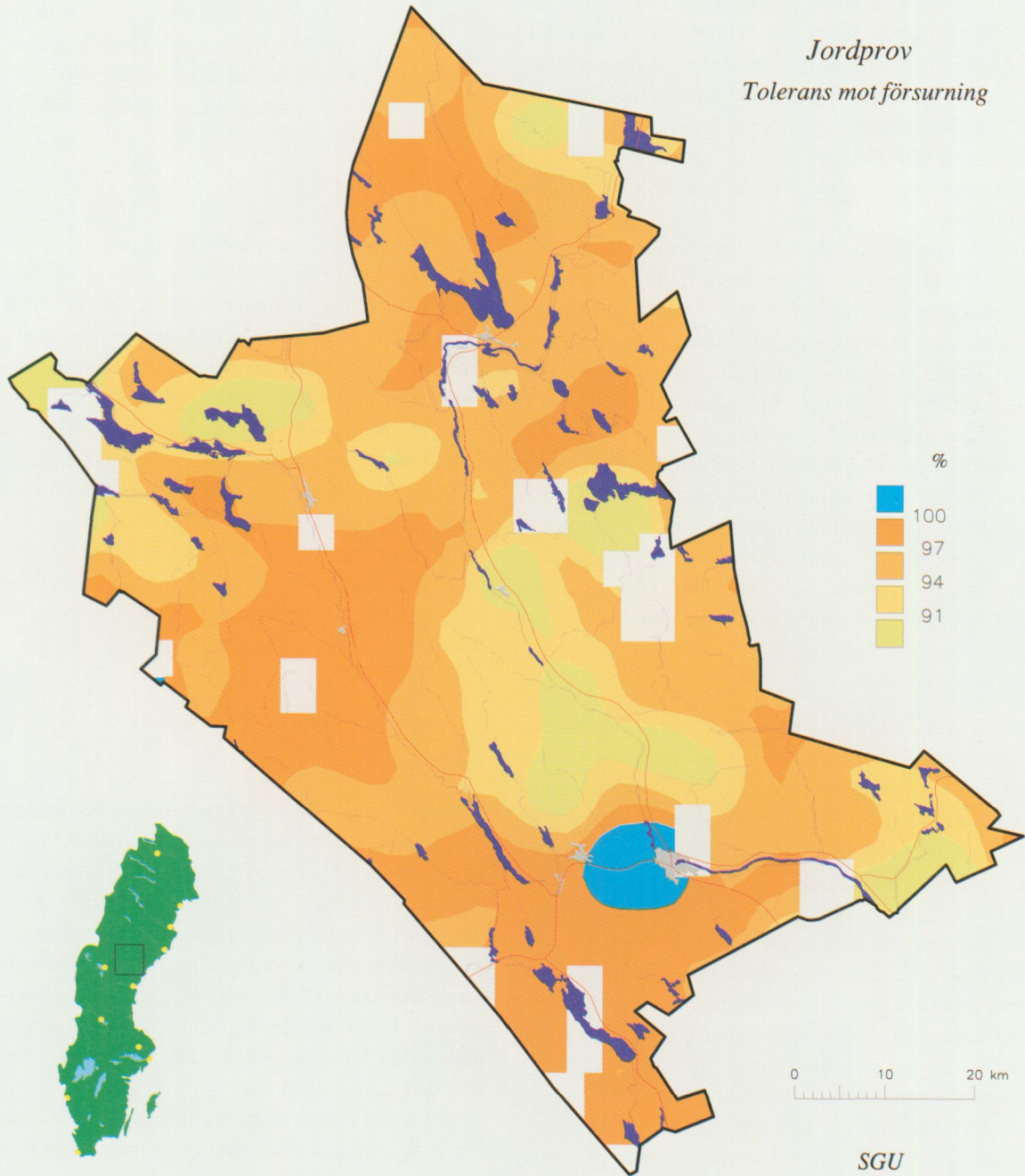


Fig. 19. Buffertkapacitet, pH i mark.

regnvatten. Surt regnvatten i kombination med avsaknad av eller nedsatt neutraliserande kapacitet kan leda till önskade konsekvenser för de ekosystem som är beroende av vattnet.

Om marken innehåller kalk träder ett karbonatbuffringssystem i kraft och surt vatten neutraliseras effektivt. pH-värdet i sådana områden är höga, vanligen > 6,2. Avsaknad av kalksten leder till lägre pH-värden. Vid pH mellan ungefär 6,2 och 4,5 sker neutraliseringen genom att markmineralen låter de sura vätejonerna "byta plats" med nyttiga baskatjoner, dvs. näringsämnen såsom kalcium, magnesium och kalium varvid flödet av dessa ökar till grundvattnet. Detta system är betydligt långsammare och mindre effektivt än karbonatbuffringen.

En kritisk situation uppstår när pH-värdet i marken sjunker under 4,5 vilket innebär att markens förråd av utbytbara, nyttiga baskatjoner för tillfället är slut. Sådana situationer kan lätt uppstå om innehållet av lättvittrade mineral i marken är lågt. I detta skede träder ett tredje buffringssystem in genom att annars svårslösliga aluminiumföreningar löses upp, dvs. aluminium mobiliseras. Processen är snabb och effektiv varför höga halter aluminium plötsligt kan uppträda i grundvattnet. Dessutom kan pH-sänkningen leda till mobilisering av andra skadliga metaller (t.ex. kadmium). I Sverige är stora delar riskområden eftersom berggrunden ofta domineras av bergarter med låga innehåll av lättvittrade mineral, t.ex. graniter, gnejser och sandstenar.

Underlagsmaterial

Inom ramarna för SGUs markgeokemiska kartering har ett antal av de insamlade moränproven undersökts med avseende på pH och buffrande förmåga. Efter frystorkning uppslammas 2 g av provet med 10 ml destillerat vatten och efter ca 2 dygn mäts pH-värdet i lösningen. Därefter tillsätts vätejoner i form av en svag svavelsyralösning och efter en tid mäts pH-värdet igen. Dessa båda mätningar utgör basen för kartframställningen över markens buffertkapacitet och nuvarande pH-värde. Dessutom testas samtliga prov inom karteringen på kalk genom tillsats av stark saltsyra. Det bör noteras att torkning och lagring av prov gör att pH-värdet förändras något med tiden. Man kan därför inte förvänta sig samma mätvärde som i färsk naturfuktiga prov.

Eftersom endast en del av moränproven utsätts för ovanstående behandling bör ingen detaljerad tolkning av mönstren göras. Av samma orsak kan ingen detaljerad jämförelse göras med elementkartorna. Däremot kan större gemensamma drag ses, vilket underlättar identifieringen av svaga regioner, dvs. regioner med lågt pH, låga lakbara halter av kalcium och magnesium samt höga tungmetallhalter (kadmium, bly m.m.). Moränen är provtagen på ett djup där inga kemiska eller biologiska processer påverkat sammansättningen efter den senaste istiden vilket gör den lämplig för prognostisering av potentiella riskområden.

Buffertkapacitet och pH i marken i Sollefteå kommun

Av kartorna (fig. 18 och 19) framgår att marken inom Sollefteå kommun har starkt varierande pH-värden och tolerans mot försurning (buffertkapacitet). Strax väster om Sollefteå markerar blå färg (fig. 19) att kalk finns i moränen. I övrigt visar kartan över pH-mätningar (fig. 18) att stora områden normalt ligger mellan 5,8 och 4,7. Buffertkapacitetsskartan visar likaså att stora områden kan vara problematiska eftersom det finns risk för aluminiumutlakning (röd och orange färg).

Slutsats

Information angående markens geokemiska status i form av buffertkapacitet och pH-värde är av stort värde vid planering av markanvändning. Detta är viktigt inte minst med tanke på de potentiellt mycket negativa effekter som s.k. svaga områden kan ha på människans välbefinnande. Ett flertal metaller i grundvatten som frigörs när buffringssystemen förändras kan leda till olika sjukdomar. Med hjälp av den information som erhålls vid SGUs markgeokemiska kartering kan samhället få en översikt över potentiella riskområden. Vid planering av skogsdikning, kalhugning etc. som förändrar de markgeokemiska processerna bör denna information tas i beaktande. Härigenom kan omfattande ingrepp i svaga områden undvikas och resurserna för eftervård kan prioriteras i redan utsatta områden.

Tungmetaller i mark

Bakgrund

Metallhalterna i vår miljö är inte enbart beroende av föroreningar orsakade av människans aktiviteter. Vissa bergarter innehåller höga halter av potentiellt skadliga tungmetaller, något som avspeglas av de lösa jordarterna. Om dessa metaller mobiliseras som en följd av miljöförändringar såsom förändrad markanvändning eller sura regn kan konsekvenserna för växter och djur bli ödesdigra. Eftersom även föroreningar kan leda till tungmetallbelastning av miljön är det nödvändigt att kunna särskilja den naturliga komponenten från den antropogena.

En annan aspekt av metallhalterna i mark är deras funktion som näringsämnen. En del av metallerna i vår omgivning fungerar som näringsämnen vid "lämpliga" halter (t.ex. koppar och zink). För höga halter kan alltså ge upphov till toxiska effekter medan alltför låga halter kan leda till bristrelaterade sjukdomar.

Underlagsmaterial

SGUs pågående markgeokemiska provtagningsprogram inbegriper i dagsläget över 12 000 moränprover tagna utanför

SOLLEFTEÅ KOMMUN

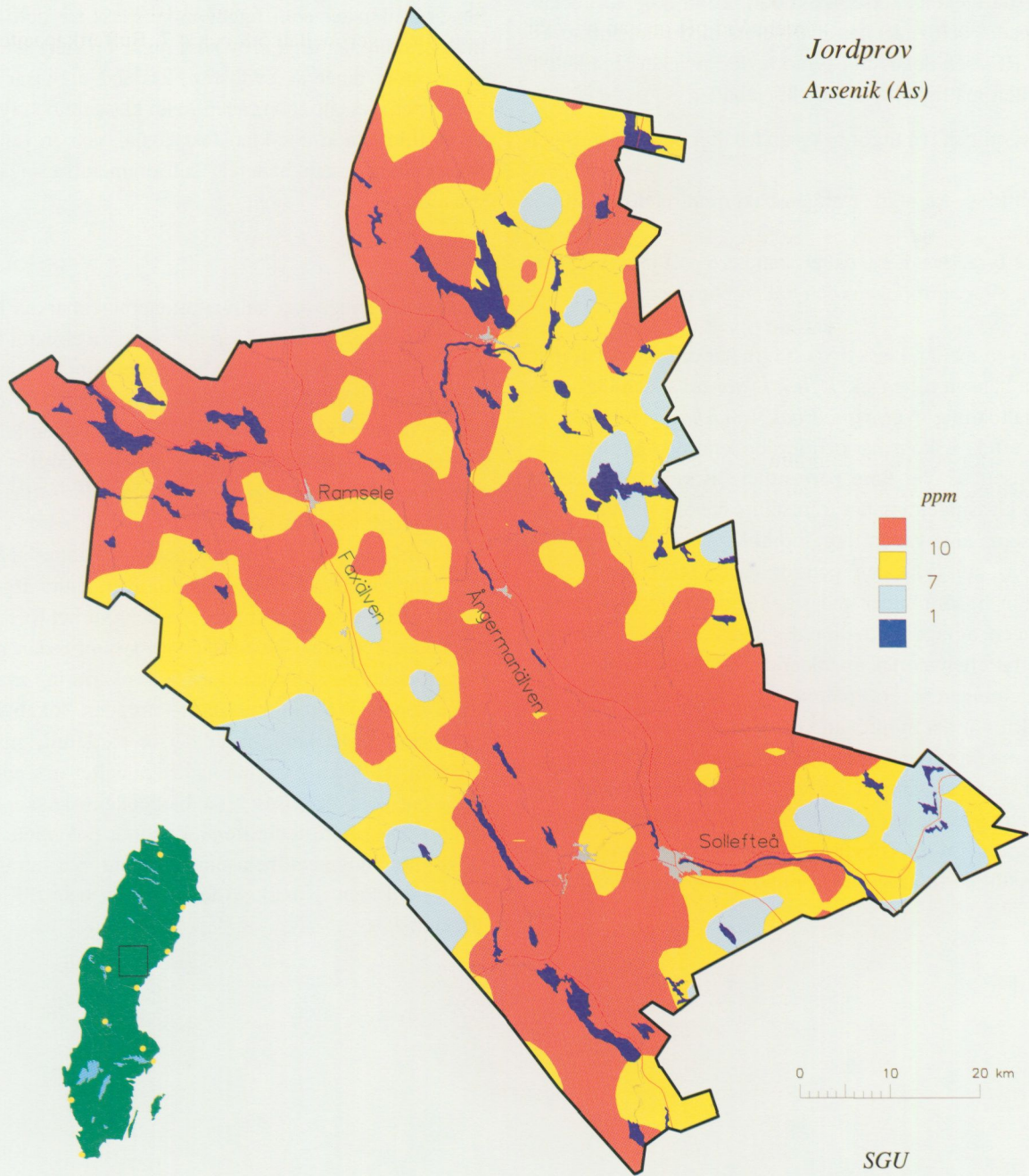


Fig. 20. Tungmetaller i mark.

tätorter och ger därför goda möjligheter att undersöka de regionala, naturliga haltvariationerna för ett flertal metaller i moränens finfraktion. På förslag av Statens Naturvårdsverk (SNV) har SGU i samarbete med J&W Bygg & Anläggning AB gjort en klassindelning baserad på det befintliga materialet. Åtta metaller (arsenik, kobolt, krom, koppar, nickel, bly, vanadin och zink) har analyserats med röntgenfluorescens (XRF) och delats in i fyra klasser; mycket låga halter, låga halter, måttliga halter och höga halter.

- Klass ett och två utgör bakgrundshalter och kräver ingen åtgärd.
- Även klass tre utgör troligen bakgrund, men källan bör utredas.
- Klass fyra, dvs. höga halter, kan bero på förorening (naturlig eller antropogen) och källan bör utredas.

Gränsen mellan klass tre och fyra har dragits så, att man har tagit hänsyn till en s.k. *kritisk faktor*, dvs. den lägsta relativa haltökning över *aktuell bakgrundshalt* som visats ge negativ effekt i skogsmår och jordbruksjordar. Normalt ligger gränsen då vid 95:e percentilen. Kartor baserade på nämnda klassindelning har framställts genom att låta de olika klasserna anta varsin färg; mörkblått (klass ett), ljusblått (klass två), gult (klass tre) och rött (klass fyra).

Moränen, som bildar underlag för den markgeokemiska karteringen, är tagen från djup där inga kemiska förändringar inträffat efter moränens bildande. Det bör observeras att klassindelningen baseras på *totalhalterna* i provens finfraktion. Därför är det möjligt att en del av metallerna är så hårt bundna inne i mineralens kristallgitter att de inte mobiliseras utan starka angrepp av syror. Det kan därför vara möjligt att en analys av de syralösliga halterna i moränen kan vara lämpligare ur miljögeologisk synpunkt, men totalhalterna ger trots allt en fingervisning om potentiella riskområden.

Arsenikhalter i marken i Sollefteå kommun

Av de åtta undersökta tungmetallerna har arsenik valts som exempel eftersom arsenik är ett element med dokumenterat skadliga effekter på den mänskliga organismen. Den bifogade kartan (fig. 20) visar att stora delar av Sollefteå kommun har arsenikhalter som ligger inom klass tre och fyra. Om man beaktar samtliga prov som ingår i materialet kan man se att stora delar av sydöstra Norrland uppvisar liknande tendenser, dvs. stora områden inom klass tre och fyra. Orsakerna till detta är inte klart fastslagna, men en vanlig orsak till förhöjda arsenikhalter är sulfidmineraliseringar i berggrunden.

Slutsats

Genom att undersöka haltvariationerna i marken kan samhället lokalisera riskområden där negativa effekter beroende på alltför höga eller låga halter i moränjordar kan uppstå. Med hjälp av information som erhålls vid SGUs pågående markgeokemiska kartering kan dylika områden lokaliseras. Därigenom underlättas planeringen av framtida markanvändning. Dessutom kan eftervårdsåtgärder sättas in på ett lämpligt och ekonomiskt sätt.

Eftersom de geokemiska processerna sätter spår i såväl jord som vatten och ekosystem bör även andra aspekter beaktas. Viktiga aspekter är t.ex. markens surhet (pH), buffertkapacitet, hydrologiska förhållanden samt redan pågående metallbelastning. Med hjälp av SGUs kartering av bäckvattn växter kan redan belastade områden lokaliseras. De markgeokemiska kartorna är därför värdefulla hjälpmedel när man skall skilja mellan naturliga halter och antropogen påverkan som de visas i de biogeokemiska kartorna (se nedan). Dessutom identifierar kartorna potentiella riskområden där tungmetallbelastningen ännu inte inträffat, men där förändringar i markanvändning kan leda till allvarliga effekter.

TUNGMETALLER I DRÄNERINGSSYSTEM (biogeokemi)

Bakgrund

En riksomfattande undersökning pågår sedan 1982 år på SGU för att kartlägga den svenska naturens metallbelastning och den kemiska variationen i landets naturliga vatten. I detta ingår att spegla både de naturliga halterna och de effekter som fås genom nedfall och utsläpp. Dessa kartor ger en regional bild över den ofta starkt varierande bakgrundshalten av bl.a. tungmetaller i miljön, vilket är av avgörande betydelse vid diskussionen om bl.a. miljöförorening och försurning. De ger också en brett upplagd bild av antropogena metallföroreningar. Till antropogena aktiviteter som orsakar förhöjda halter hör bl.a. utsläpp i vatten och luft samt jordbruksverksamhet.

Det som provtas är en sammansättning av rötter av starrarter, älggräs och vattenlevande mossor från bäckkanter. De ger den med berggrunden och jordar bäst överensstämmande bilden av tungmetaller. Också utsläpp och nedfall registreras ganska omgående av provtypen. Metoden att kemiskt undersöka rötter och mossor bygger på att växtrötter i bäckfåran ackumulerar metalljoner från det förbibrinnande vattnet. Grundvattnet får genom kemiska vittringsprocesser en koncentration av metaller som till stor del återspeglar den kemiska sammansättningen hos omgivningens berg- och jordarter. När grundvattnet når ett vattendrag sker en utfällning av metallerna. Anrikning sker både i växtrötterna själva och i järn- och manganhydroxider. Utbytet av metaller mellan vattnet och rötterna är en långsam process där inverkan från årstidsvariationer blir av underordnad betydelse, vilket innebär att proverna återspeglar ett genomsnittligt metallinnehåll. Variationen mellan olika år är liten för flertalet tungmetaller.

En betydelsefull faktor för metallupptaget i bäckvattenväxter är metallernas förekomstformer i marken och deras rörlighet. Många tungmetallers löslighet ökar vid ökad surhet i marken, till exempel kadmium, zink, koppar och nickel. Å andra sidan bildar arsenik, molybden och selen svårslösliga föreningar i sura jordar och mera lösliga föreningar i alkaliska jordar.

En annan faktor, som har stor betydelse för rörligheten hos särskilt bly och kvicksilver är humushalten.

Grundläggande vid regional provtagning är att varje provpunkt skall representera ett relativt stort område. Provpunkterna väljs så att de skall representera det dräneringsområde de förekommer i. Antalet provpunkter per topografiskt kartblad är ca 100, vilket ger en provtäthet av 0,15 prov/km. Alla prover analyseras med röntgenfluorescens bl.a. följande element: aluminium, arsenik, barium, kalcium, kobolt, krom, koppar, kalium, magnesium, molybden, niob, natrium, nickel, fosfor, bly, rubidium, svavel, kisel, stron-

tium, titan, uran, vanadin, volfram, yttrium, zink och zirkon. Vart femte prov analyseras också med atomabsorption på kvicksilver, selen och kadmium.

Eftersom kartläggningen blir rikstäckande och redan nu omfattar en betydande del av Sverige, är detta ett unikt tillfälle att undersöka sambandet mellan miljörelaterade sjukdomar och tungmetallexponering såväl lokalt som regionalt. En betydelsefull faktor är också att de geokemiska undersökningarna baseras på ett organiskt material, vilket i sin tur betyder att information således fås om de för växterna biotillgängliga metallhalterna. Alla analyser finns digitalt.

Antalet prov om hittills tagits (1995) är ca 30 000 st. Framförallt har hittills södra och mellersta Sverige och delar av Mellannorrland provtagits. Emellertid går provtagningen successivt norrut. Antal biogeokemiska prov som nu finns inom Mittnordenområdet är 4000 st.

Biogeokemisk karta över Sollefteå kommun

Kadmium (fig. 21) är en av våra giftigaste metaller och är varken nödvändig för växter eller djur. Kadmiumhalten är låg i de flesta bergarter men förhöjda halter återfinns i alunskiffrar och sulfid-mineraliseringar. Kadmium följer zink i det geokemiska kretsloppet, men är mer lösligt. I försurade områden är det därför stor risk för att kadmium når grundvattnet och sprids över stora områden. Så är bl.a. fallet på den svenska västkusten, där man har stort kadmiumnedfall i kombination med surt regn och dessutom berg och jord med dålig motståndskraft mot försurning. I det omvända fallet, dvs. i områden med kalkrika bergarter och jordar med bra motståndskraft mot försurning, binds kadmium i marken och vattendragen förorenas inte lika lätt.

Kadmiumhalterna inom Sollefteå kommun är låga i jämförelse med riket i övrigt. Förhöjningar finns längs Ångermanälven, och då främst i anslutning till Sollefteå. I dessa områden finns inga kända bergarter innehållande förhöjda kadmiumhalter, varför halterna troligen beror på mänsklig aktivitet. Som exempel kan nämnas industriell aktivitet och användning av konstgödning inom jordbruket.

Användningsområden

De biogeokemiska kartorna visar om metallerna är tillgängliga i stora eller små mängder för bäckvattenväxterna. Man kan man alltså se var de högsta halterna i landet finns och var behovet av eventuella åtgärder är som störst. I anslutning till mineraliseringar eller malmer kan de naturliga halterna av en del metaller vara så höga att de kan jämföras med den värsta förorening. Grundvattnet som används som dricksvatten, eller grödor som odlas inom sådana områden,

SOLLEFTEÅ KOMMUN

BIOGEOKEMI

Kadmium (Cd)

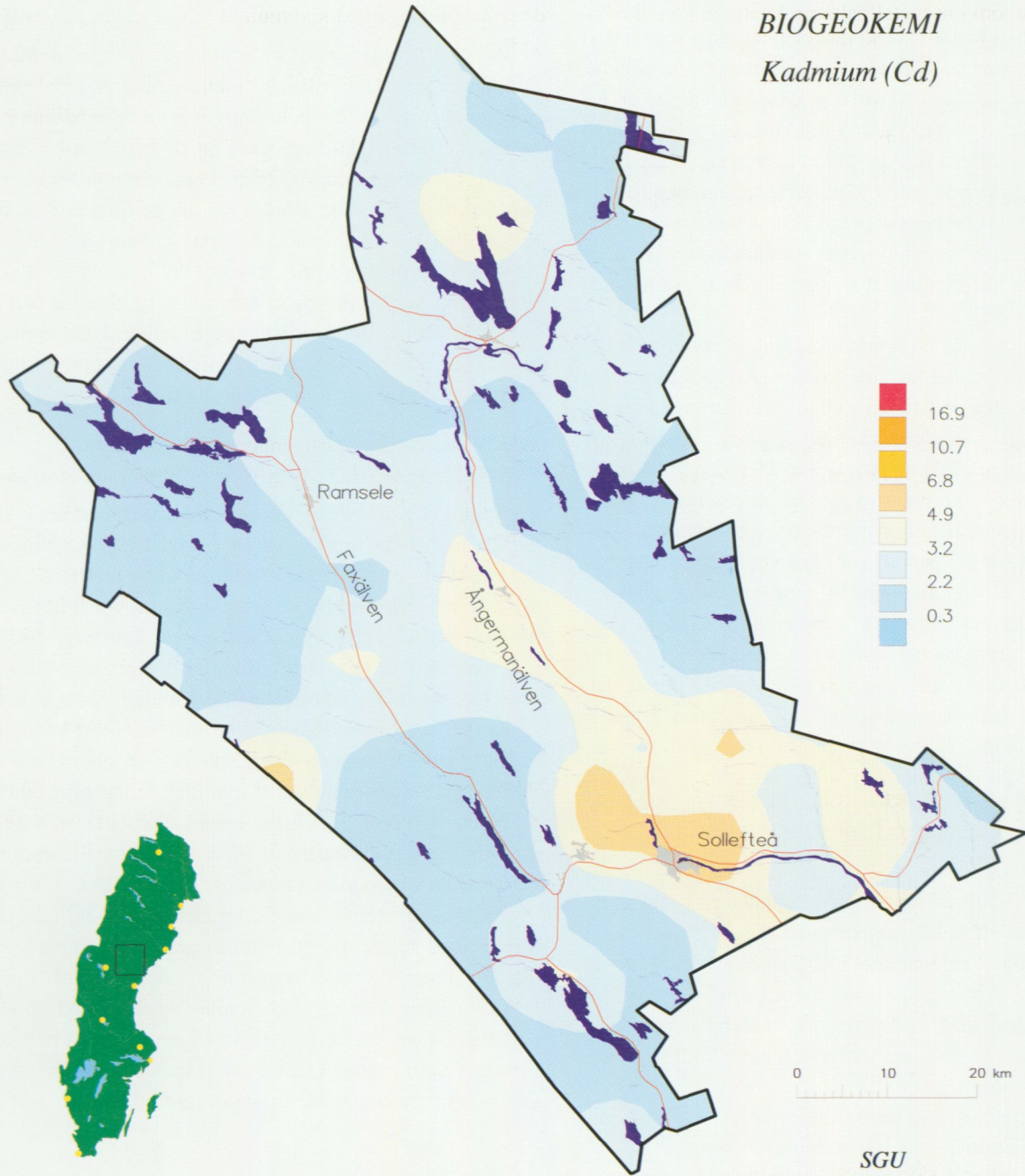


Fig. 21. Tungmetaller i dräneringssystem.

kan därför innehålla direkt hälsovådliga metallhalter.

Det går inte alltid att i ett första skede helt säkert säga vad höga metallhalter inom ett område beror på. Det faktum att växterna innehåller höga metallhalter visar emellertid att metallerna trots allt finns där och att de finns i en *biotillgänglig form*.

Med kännedom om metallhalterna i naturen kan vi också få en uppfattning om var det finns för lite livsnödvändiga eller för mycket skadliga metaller. Det är i dag omöjligt att säga att en viss halt av en metall i växtrötterna medför brist eller överexponering för växter, djur och människor inom det området. Men vetenskapen om metallhalternas variation inom ett område visar var det kan vara nödvändigt att gå vi-

dare med kontroller av hur de har spridits i näringskedjorna och därmed kan tänkas påverka oss. Så har t.ex. variationen av kadmiuminnehållet i bäckvattenväxter givit god överensstämmelse med kadmiuminnehållet i vete. I de områden där bäckvattenväxterna visat på en riklig tillgång av kadmium, hittar man även höga kadmiumhalter i vetet. I andra områden, där tillgången på kadmium är lägre, gäller det omvända förhållandet. Det finns också ett nära samband mellan de biogeokemiska halterna och t.ex. halterna av metaller i brunsvatten och i djur, t.ex. lever och njure hos älg. Informationen kan alltså också användas som underlag för studier av miljörelaterade sjukdomar (geomedicin).

GEOLOGISKA RIKSOBJEKT

Områdesskyddet är naturvårdens främsta instrument för att bevara värdefulla naturmiljöer och den geologiska mångfalden i landskapet. Det finns olika typer av områdesskydd som alla har sitt stöd i naturvårdslagen

- Nationalpark
- Naturreservat
- Naturvårdsområde
- Naturminne

Inom samtliga dessa områdesskydd kan geovetenskapliga objekt av riksintresse finnas. Riksintresse avser företeelser som har få motsvarigheter i riket. Några riksobjekt har även internationellt intresse, främst referenslokaler för olika fossil.

Inom Mittnordenområdet finns två nationalparker, Björnlandet och Skuleskogen. Areellt stora naturreservat med mångfald av geovetenskapliga objekt förekommer främst i fjällregionen.

Över 20 geovetenskapliga objektstyper förekommer inom Mittnordenområdet (fig. 22), förutom geovetenskapligt värdefulla landskapstyper t.ex. Höga kusten i Ångermanland och Storsjöområdet i Jämtland. För denna kartskala har det varit nödvändigt att göra sammanslagningar och urval. Av de över 200 geovetenskapliga objekten ligger 3 i Skuleskogens nationalpark, 97 inom naturreservat och 3 inom naturvårdsområde.

Bland riksintressena för naturvård har de geovetenskapliga formerna en framträdande ställning. Fördelningen av de geovetenskapliga riksobjekten visar på regionala särdrag för Mittnorden och även för Sverige som helhet. T.ex. ligger de högsta värdena för Högsta kustlinjen i östra Ångermanland, ca 285 m ö.h. och största nuvarande landhöjning sker i

södra Västerbottens kustland, drygt 9 mm/år.

I fjällområdet finns bl a glacialskulpterade storformer som U-dalar, strandmärken från forna isdämda sjöar och recenta sandurbildningar. Ett av landets bäst utvecklade karstområden ligger i nordvästra Jämtland nära riksgården.

Inlandet karakteriseras av stora och variationsrika myrkomplex samt av moränformer som dödismorän, Rogemorän och Veikimorän. Isälvsdeltan i anslutning till Högsta kustlinjen återfinns i de stora dalgångarna.

Bland kustlandets riksobjekt kan nämnas De Geer moränerna och den drumliniserade terrängen i Västerbotten, kallottberg i Ångermanland samt Sveriges största recenta deltabildning i Indalsälvens mynning. Sveriges nordligaste högmossa ligger vid Nordmaling i södra Västerbotten.

Tabell

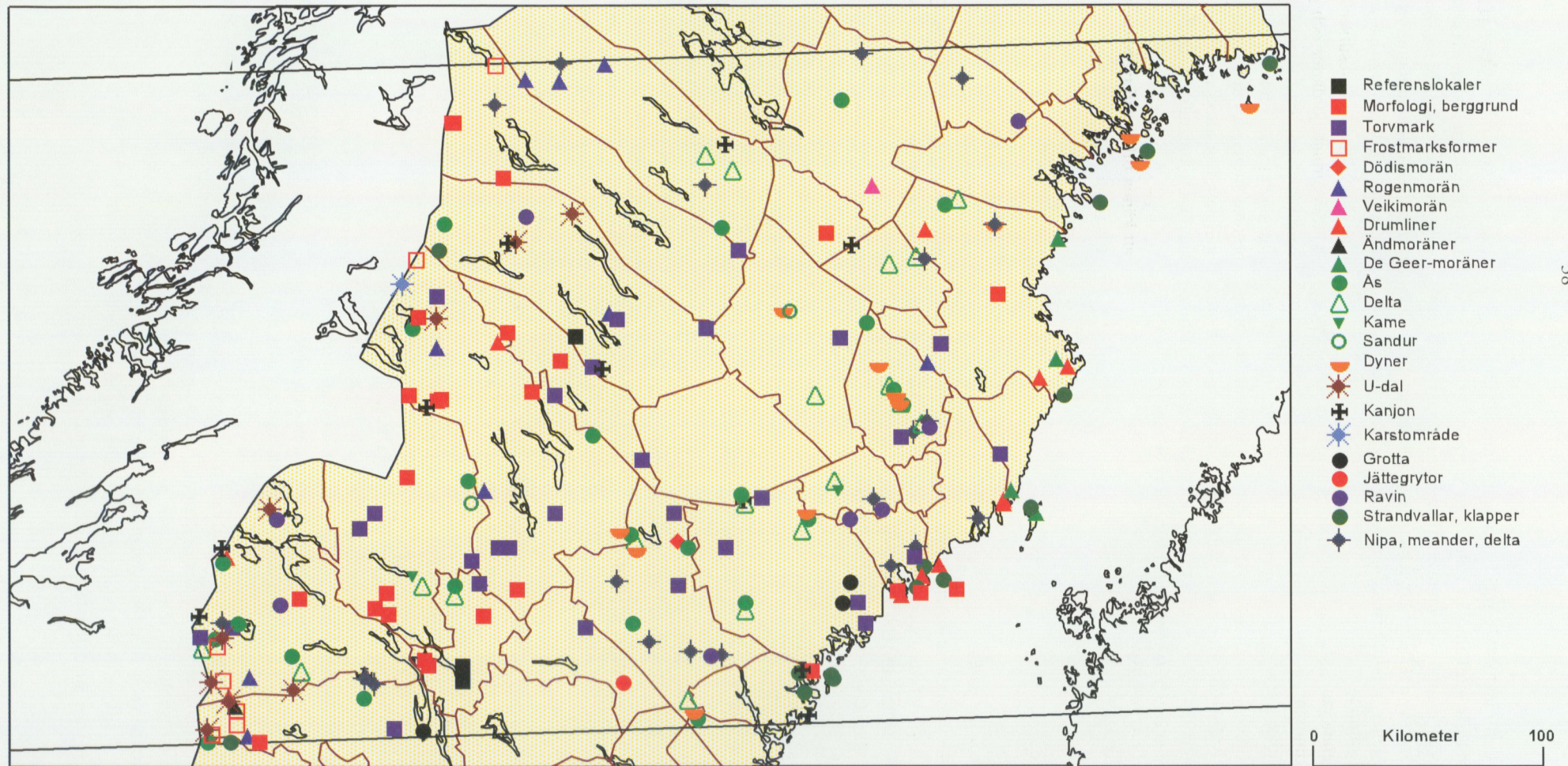
Antal geologiska riksobjekt som redovisats inom den svenska delen av Mittnorden.

	Antal
REFERENSLOKALER	
Bergarter, bergartsstratigrafi, mineral, fossil	3
MORFOLOGI	
Berggrundsmorfologi, t.ex. sprickdalslandskap och jordartsmorfologi	26
TORVMARK	
Myr, kärr, mosse	29

GEOLOGISKA RIKSOBJEKT

Mittnorden

Fig. 22. Geologiska riksobjekt



FROSTMARKSFORMER

Frostmarksformer 7

ACKUMULATIONSFORMER

Huvudsakligen formade av landisen

Dödismorän 1
 Rogenmorän 9
 Veikimorän 1
 Drumlin 11
 Ändmorän 1
 De Geermorän 4

*Huvudsakligen formade av**landisens smältvatten*

Ås, åsnät 24
 Delta 19
 Kame 3
 Sandur 2

Bildade av vinden

Dyner 12

EROSIONSFORMER I BERG

Huvudsakligen utpreparerade av landisen

U-dal, glaciärmisch 9

Huvudsakligen utpreparerade av vatten

Kanjon, kursudal, sadelskåra 11
 Karstområde 1
 Grotta 3
 Jättegrytor o.dyl. 1

EROSIONSFORMER I JORD

Huvudsakligen utpreparerade av vatten

Raviner 8

ÄLDRE OCH NUTIDA STRANDFORMER

Kalottberg, strandvallar, klapper 13

EROSIONS- OCH ACKUMULATIONSFORMER

LÄNGS NUTIDA VATTENDRAG

Nipa, meander, korvsjö, delta 20

Avslutning

Denna publikation har visat på betydelsen av geovetenskap vid planering av våra naturresurser och för att bevara vår miljö. Framtiden för den industriella, agrikulturella och sociala infrastrukturen är beroende av ett riktigt utnyttjande och skötsel av dessa resurser och skyddande av vår miljö.

Berggrund, jordarter och grundvatten tillhör den miljö som vi och kommande generationer skall leva av. Mineralresurser är en viktig del för industrin och handeln, fossila bränslen och alternativa energikällor ger nödvändig energi och grundvattnet är nödvändigt för vår överlevnad.

Ett ökat befolkningsunderlag leder globalt till ett ökat tryck på våra naturresurser. Det är närför nödvändigt för oss att känna till hur vi på bästa sätt skall tillvarata våra resurser. Ett ökat tryck sker också på miljön genom bl.a. utsläpp och föroreningar som påverkar naturen och även vår hälsa. Därför inser man att miljögeologin har en betydelsefull roll att spela i samhällsplaneringen.

Denna publikation har visat på några enstaka exempel på nödvändigheten av att använda geologisk sakkunskap. Inom miljögeologin kan Sveriges Geologiska Undersökning bidra med framtagandet av planeringsunderlag och erforderlig expertis för behandling och tolkning av underlagsmaterial. Exemplen har visat på att olika typer av geologiska underlagsmaterial behövs för att göra de sammanställningar och de tolkningar som erfordrats för att göra dessa kartor, anpassade för beslutsfattare och miljövärdare, liksom för den miljöintresserade allmänheten.

Miljögeologi är alltså ett viktigt och nödvändigt instrument i miljöarbetet, och kan medföra stora kostnadsbesparingar för miljövärdare, planläggare och beslutsfattare.

LITTERATUR FÖR FORTSATT LÄSNING

- Aastrup, M., Thunholm, B., Johnson, J., Bertills, U. & Bertell, A., 1995: Grundvattnets kemi i Sverige. – SNV, Rapport 4415. 52 pp.
- Bernes, Claes (red.), 1993: Nordens miljö – tillstånd, utveckling och hot. Monitor 13. 212 pp.
- Bertills, U. & Hanneberg, P. (red.), 1995: Försurningen i Sverige – vad vet vi egentligen? – SNV rapport 4421. 107 pp.
- Brundin, N.H., Ek, J.I. & Selinus, O.C., 1988: Biogeochemical studies of plants from stream banks in northern Sweden. – *J. Geochem. Explor.* 27, 157–188.
- Ek, J.I., Olsson, S.Å. & Selinus, O.C., 1988: Bly, Kadmium, Selen – Hela Sverige kartläggs. – *Forskning och Framsteg* nr 1988:2.
- Lindström, M., Lundqvist, J. & Lundqvist, Th., 1991: Sveriges geologi från urtid till nutid. – Studentlitteratur.
- Lumsden, G. I. (Ed.), 1992: *Geology and the Environment in Western Europe*. – Clarendon press, Oxford.
- Lundgren, L., 1986: *Environmental Geology*. – Prentice-Hall, Englewood Cliffs. 576 pp.
- Montgomery, C.W., 1995: *Environmental Geology*. – Wm. C. Brown publishers, Dubuque. 496 pp.
- Naturligt surt eller antropogent försurat ytvatten i Norrland? 1995: Slutsatser och dokumentation från en workshop i Uppsala. – SNV rapport.
- Notter, M. (red.), 1993: *Metallerna och miljön*. – SNV rapport 4135. 202 pp.
- Om metaller, 1976: – SNV rapport. 262 pp.
- Pershagen, G., Axelson, O., Clavensjö, B., Damber, L., Desai, G., Enflo, A., Lagarde, F., Mellander, H., Svartengren, M., Swedjemark, G.A. & Åkerblom, G., 1993: Radon i bostäder och lungcancer: – Institutet för miljömedicin, Karolinska Institutet Rapport 2/93.
- Sveriges Nationalatlas. 1994: *Berg och jord*. Redaktör Curt Fréden.
- Wolff, F., 1987: *Geology for environmental planning*. – NGU Special publication no 2. 121 pp.
- Wolff, F.W., Selinus, O.C. & Tanskanen, H., 1990: *Geology for environmental planning in northern Scandinavia – a new challenge to produce small scale maps*. *Engineering Geology*, 29, 339–345.

ORDLISTA

Antropogen	Påverkan av människan (t.ex. miljöförorening förorsakad av mänsklig aktivitet).
Baskatjon	Positivt laddad jon med basiska egenskaper. Ett förekomst-sätt för oorganiska ämnen i marken.
Basmineralindex	Viktprocent av icke-magnetiska mineral med en densitet högre än 2,68 i en mellansandfraktion av en jordart.
Buffertkapacitet	Förmågan i marken att motverka förändringar i surhetsgrad (både i sur och basisk riktning).
Buffrande system	Kemiska processer där jonbyten neutraliserar sur mark-vätska. Olika buffrande system (t.ex. karbonat-aluminium-) verkar i olika pH-områden.
De Geer morän	Liten moränrygg, vanligen ett par hundra meter långa och upp till 5 m höga. Förekommer svärmvis och anses vara bildad innanför inlandsisens kant men i sprickor parallella med denna.

Drumlin	I inlandsisens rörelseriktning utsträckt elliptisk rygg, bestående av huvudsakligen morän.
GIS	Ett datorbaserat system för insamling, bearbetning, lagring, analys och presentation av geografiska data. Insamling kan avse såväl det geografiska läget som uppgifter om objekt (aktiviteter).
Gammastrålning	Elektromagnetisk strålning som utsänds vid en kärnprocess.
Frostmarksform	Markstruktur bestående av karakteristiskt markmönster med decimeterstora till meterstora enheter bildade genom tjälens inverkan.
Geokemi	Läran om grundämnenas fördelning och halter i mineral, berg, jord och vatten samt dess tillämpning, exempelvis prospektering och miljöarbeten.
Geomedicin	Läran om de geologiska förhållandenas inverkan på människors och djurs hälsotillstånd.
Glacifluvial	Hörande till smältvatten från glaciär eller inlandsis.
Humus	Vanligen mörkt organiskt material i jord, så starkt förmultnat att de ursprungliga växt- och djurdelarna inte kan urskiljas.
ICP	Inductively Coupled Plasma Spectrometry. Analysmetod.
Kame	Kulle med markanta sidor eller oregelbunden rygg huvudsakligen uppbyggd av isälvsediment i kontakt med inlandsis.
Miljögeologi	Läran om människans utnyttjande och omdaning av berg och jord och effekterna därav på den yttre livsmiljön.
Morän	Jordart som avlagrats av glaciär eller inlandsis. Moränen har varierande sammansättning av block, sten, grus, sand, mo, mjåla och ler.
Näringsämnen	Grundämnen och kemiska organiska och oorganiska föreningar som är nödvändiga för växtutveckling. Till de viktigaste hör kväve, kalium och fosfor.
Petrofysik	Läran om bergarters fysikaliska egenskaper.
pH	Begrepp som avser den negativa logaritmen för vätejonkoncentrationen (vätejonaktiviteten), och mäter surhetsgrad. pH-värde 7 är neutralt.
Podsol	Askjord, jordmånstyp i barrskog.

Kvartär	Period omfattande de senaste ca 2 årmiljonerna.
Radiometri	Här: mätning av joniserande strålning. Den generella definitionen inkluderar även icke joniserande strålning.
Rogenmorän	Kuperat moränlandskap karakteriserat av mer eller mindre regelbundna ryggar i huvudsak orienterade vinkelrätt mot isrörelseriktningen.
Veikimorän	Platåliknande moränkullar med talrika runda tjärnar.
XRF	Röntgenfluorescens. Analysmetod.
Ändmorän	Moränvall avsatt invid en iskant.

I SGUs serie Rapporter och meddelanden har hittills utgivits:

- *1. Utredning rörande det svenska jordbrukets kalkförsörjning 1–2. 1931.
- *2. **Sahlström, K.E.** Sveriges lodade sjöar. 1945.
- *3. **Ödman, O.H.** Rapport över manganmalmsletningen i Jokkmokks socken 1940–48.
4. **Stålhös, G.** Bidrag till kännedomen om den radioaktiva strålningens fördelning inom den svenska berggrunden. 1959.
5. **Johansson, H.G. och Ericsson, B.** Grusutredningen -74. Översiktlig inventering av sand- och grusförekomster – Försöksverksamhet. 1976.
- *6. **Knutsson, G., m.fl.** Grustillgångarna i Östersundsområdet. Del 1 inventering. 1976.
- *7. **Ericsson, B.** Svallgrustillgångar längs Kilsbergen, Örebro län. 1977.
8. **Gustafsson, O. och De Geer, J.** Skånes större grundvattentillgångar. 1977.
9. **Knutsson, G. och Fagerlind, T.** Grundvattentillgångar i Sverige. 1977.
10. **Modig, S., Knutsson, G., Nordberg, L. och Persson, G.** Särtryck ur Ymer 1978 – Bebyggelsen och vattnet. 1978.
11. **Guy-Ohlson, D.** Jurassic biostratigraphy of three borings in NW Scania. (A brief palynological report.) 1978.
12. **Gustafsson, O., Andersson, J.-E. och De Geer, J.** Sammanställning av hydrogeologiska data från Kristianstadsslätten. 1979.
13. **Hörnsten, Å.** Sand och övriga jordarter i Öresund. Maringeologiska kartor över Öresund. 1979.
- * 14. Hydrogeologi vid SGU. Särutgåva av Vannet i Norden. 1979.
15. **Knutsson, G., Lindén, A. och Rudmark, L.** Grus- och moräntillgångar i Nybroregionen. 1979.
16. **Wilson, M.R. och Sundin, N.O.** Isotopic age determinations on rocks and minerals from Sweden. 1960–1978.
17. **Karlqvist, L. och Qvarfort, U.** Modell för simulering av utbytesförlopp i ett sand–bentonitskikt. 1980.
18. **Karlqvist, L. och Qvarfort, U.** Gruvhanteringens inverkan på Bersboområdet, Åtvidabergs kommun. 1980.
19. **Wilson, M.R. and Åkerblom, G.** Uranium enriched granites in Sweden. 1980.
- * 20. **Cato, I och Engdahl, M.** Beskrivning till temakartor utvisande var särskild uppmärksamhet av stabilitetsförhållanden erfordras inom vissa bebyggda eller detaljplanerade områden med lerjord. 1982.
21. **Olsson, T.** Ground-water-level fluctuations as a measure of the effective porosity and ground-water recharge. 1980.
22. **Bergström, J. och Shaikh, N.A.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Kristianstads län. Projekt i länsplanering 1980. 1980.
23. **Lilja, A.** Störning av berggrundens temperaturförhållanden vid hammarborrning. 1981.
24. **Agrell, H.** Gotska Sandöns kvartärgeologi. (Summary: The Quaternary geology of the island of Gotska Sandön in the Baltic.) 1981.
25. **Laufeld, S.** (Ed.). Proceedings of Project Ecostratigraphy Plenary Meeting, Gotland, 1981. 1981.
26. **Fredén, C., m.fl.** Tuveskredet, 1977-11-30. Geologiska undersökningar. Särtryck av SGI Rapp. 11 B. 1981.
27. SWIM 81. Intruded and relict groundwater of marine origin. Proceedings of Seventh Salt Water Intrusion Meeting, Uppsala, Sweden, 14–17 September 1981. 1981.
28. **Aastrup, M., Aneblom, T., Henriksson, B. och Persson, G.** PMK-grundvatten. Lägesrapport mars 1982. 1982.
29. Energigeologi. Exempel på verksamhet inom energisektorn vid SGU. April 1982.

30. **Åkerblom, G. and Wilson, C.** Radon – geological aspects of an environmental problem. 1982.
31. **Bergström, J. och Shaikh, N.A.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Malmöhus län. 1982.
32. **Ericsson, B. och Grånäs, K.** SGU:s grusdataarkiv. 1983.
33. **Sivhed, U.** Upper Cretaceous Ostracodes from the Malen Limestone quarry and the river Stensån, southern Sweden. 1983.
34. Berggrundsgeokemi som prospekteringsmetod i Sveriges urberg. Föredrag och inlägg från ett symposium i Uppsala den 17–18 mars 1983 anordnat av Sveriges geologiska undersökning och Svenska Gruvföreningen. O. Selinus (Red.). 1983.
35. Vanadin. 1984.
37. **Andersson, M. och Ohlsson, S.-Å.** Geokemisk kartering. 1984.
38. **Lundqvist, Th.** Färg- och teckenschema för SGU:s berggrundskartering. 1984.
39. **Lindewald, H.** Salt grundvatten i Sverige. 1985.
40. **Guy-Ohlson, D. and Malmquist, E.** Lower Jurassic biostratigraphy of the Oppegård Bore No. 1, NW Scania, Sweden. 1985.
41. **Andersson, M.** Geokemisk kartering. Tungmineralanrikad morän. Kartbladen 15–16, C–D och 16–17, G. 1985.
42. **Ressar, H. och Ohlsson, S.-Å.** Geokemisk kartering. Bäcktorv. Bilaga: Beskrivning av de fjorton spårelementens exogena geokemiska kretslopp av John Ek. 1985.
43. Grundvattennätet. Svenskt vattenarkiv. 1985.
44. Grundvattenkvalitet. Svenskt vattenarkiv. 1985.
45. **Shaikh, N.A., Samuelsson, L., Sundberg, A. och Wik, N.-G.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Älvsborgs län. 1986.
46. **Fredén, C.** Quaternary marine shell deposits in the region of Uddevalla and Lake Vänern. 1986.
47. **Ahlberg, P.** Den svenska kontinentalsockelns berggrund. 1986.
48. **Ressar, H., Ohlsson, S.-Å. och Ekelund, L.** Geokemiska kartan. Tungmetaller i Bäcktorv. Översiktskartbladen Kalmar, Oskarshamn, Sundsvall och Vilhelmina. 1986.
49. **Ressar, H., Ohlsson, S.-Å. och Ekelund, L.** Geokemiska kartan. Tungmetaller i Bäcktorv. Översiktskartbladen Malmö och Sundsvall. 1987.
50. **Shaikh, N.A., Persson, L., Sundberg, A. och Wik, N.-G.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Jönköpings län. 1989.
51. **Ressar, H., Ekelund, L. och Ohlsson, S.-Å.** Biogeokemiska kartan. Tungmetaller i Bäckvattenväxter. Översiktsbladen Göteborg och Borås. 1988.
52. **Gustafsson, O., Jonasson, S.A. och Andersson, C.** Grundvattenundersökningar på Kristianstadsslätten 1976–1987. 1988.
53. **Andersson, M.** Markgeokemiska kartan 18–22, G–I. 1988.
54. **Shaikh, N.A., Karis, L., Kumpulainen, R., Sundberg, A. och Wik, N.-G.** Kalksten och dolomit i Sverige. Del 1. Norra Sverige. 1989.
55. **Shaikh, N.A., Karis, L., Snäll, Sundberg, A. och N.-G. Wik.** Kalksten och dolomit i Sverige. Del 2. Mellersta Sverige. 1989.
56. **Shaikh, N.A., Bruun, Å., Karis, L., Kjellström, G., Sivhed, U., Sundberg, A. och Wik, N.-G.** Kalksten och dolomit i Sverige. Del 3. Södra Sverige. 1990.
57. **Modig, H., Miller, U. och Robertsson, A.-M.** Karbonat i jord. Del 4. Försurning i äldre sedimentlagerföljder med anknytning till och i jämförelse med nutid. 1990.
59. **Andersson, M.** Markgeokemiska kartan 16–18, G–I. 1989.
60. **Ressar, H., Ekelund, L. och Ohlsson, S.-Å.** Biogeokemiska kartan 14–16, G–H. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1990.
61. **Kornfält, K.-A., Samuelsson, L., Sundberg, A., Wik, N.-G. och Wikman, H.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Kronobergs län. 1990.
62. **Andersson, M.** Markgeokemiska kartan 18–21, H–J. 1990.

63. **Ressar, H., Ekelund, L. och Ohlsson, S.-Å.** Biogeokemiska kartan 8–10, A–D. tungmetaller i bäckvattenväxter. 1990.
64. **Cato, I.** Sedimentundersökningar i Brofjorden särskilt Trommekilen 1989, samt förändringar efter 1972 och 1984. 1990.
65. **Bruun, Å., Kornfält, K.-A., Sundberg, A., Wik, N.-G., Wikman, H. och Wikström, A.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Kalmar län. 1991.
66. **Frietsch, R., Sundberg, A. och Wik, N.-G.** Register över svenska fyndigheter av malmmineral och industriella mineral och bergarter. 1991.
67. **Robertsson, A.-M.** Strandförskjutningen i Eskilstunatrakten för ca 9000 till 4000 år sedan. 1991.
68. **Ressar, H., Ekelund, L. och Ohlsson, S.-Å.** Biogeokemiska kartan 5–7, I–K och 8–10, E–G. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1991.
69. **Selinus, O.** (ed.). 2nd International Symposium on Environmental Chemistry. (Abstracts). 1991.
70. **Andersson, M.** Från Falkenberg till Blomstermåla; nuläge och framtida effekter av syrabelastning. 1992.
71. **Hopsu, V.** Norbergs gruvor på 1960-, 70- och 80-talen. 1992.
72. **Gustafsson, O.** Radonhalten i grundvatten från granitområden i Malmöhus län. 1992.
73. **Andersson, M. och Nilsson, C.A.** Markgeokemiska kartan 3–7, F–H. 1992.
74. **Cato, I.** Sedimentundersökningar längs Bohuskusten 1990 – Göteborgs och Bohus läns kustvattenkontroll. 1992.
75. **Ekelund, L., Nilsson, C.-A. och Ressar, H.** Biogeokemiska kartan 8–10, G–J och 11–12, H–J. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1993.
76. **Stephens, M.B. and Wahlgren, C.-H. (Conveners).** Workshop. Ductile shear zones in the Swedish segment of the Baltic Shield. Abstracts and excursion guide. Uppsala 1993.
77. **Sander, A.** Värderingsmodell för naturresurser. Tillämpning på ballasttillgångar. 1993.
78. **Nilsson, C.-A. och Ressar, H.** Biogeokemiska kartan 11–12, E–H, 12–13, G–J. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1995.
79. **Wahlgren, C.-H. (red.).** Regional berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående undersökningar 1994. 1995.
80. **Bruun, Å., Nilsson, C.-A., Sundberg, A., Wik, N.-G. och Wikström, A.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Östergötlands län. 1995.
81. **Andersson, M. och Nilsson, C.-A.** Markgeokemiska kartan 7–9, D–E, 7–9, E–H. 1995.
82. **Kornfält, K.-A., Andersson, M., Daniel, E. och Persson, M.** Kadmium i marken i sydöstra Skåne. 1996.
83. **Robertsson, A.-M., Erlström, M., Damell, D., Qvarfort, U. och Fredriksson, D.** Bakgrundsdata för metaller – surhet och landskapsutveckling från sedimentundersökningar. Sammanställning av data från Örebro. 1996.
84. **Wahlgren, C.-H. (red.).** Regional berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående undersökningar 1995. 1996.
85. **Andersson, M. och Lax, K.** Markgeokemiska kartan 20–22, J–L. 1996.

* Utgången



Distribution

SGU
Box 670
751 28 UPPSALA
Tel 018-17 90 00
Fax 018-17 93 70