



CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

GEOHYDROLOGISKA FORSKNINGSGRUPPEN

Geologi

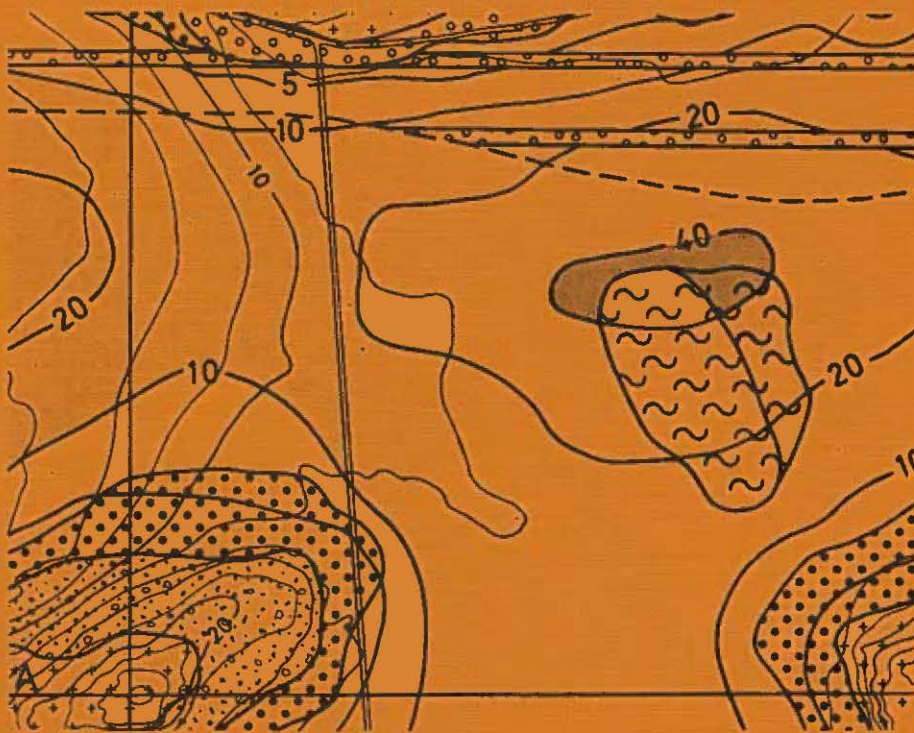
Geoteknik med grundläggning

Vattenbyggnad

Vattenförsörjnings - och avloppsteknik

ISSN 0347 - 8165

PRAKTISK TILLÄMPNING AV INGENJÖRSGEOLOGISK KARTERING



Olov Holmstrand



CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

GEOHYDROLOGISKA FORSKNINGSGRUPPEN

Geologi

Geoteknik med grundläggning

Vattenbyggnad

Vattenförsörjnings - och avloppsteknik

ISSN 0347 - 8165

PRAKTISK TILLÄMPNING AV INGENJÖRSGEOLOGISK KARTERING



Adress:
Chalmers Tekniska Högskola
Geohydrologiska forskningsgruppen
412 96 Göteborg
Tel. 031-810100

Olov Holmstrand

FÖRORD

Inom ramen för Geohydrologiska forskningsgruppens vid CTH verksamhet har vid Geologiska institutionen sedan år 1973 pågått arbete med att utveckla ingenjörsgelogiska kartor. Ingenjörsgelogisk karta är i enlighet med internationell nomenklatur en redovisning av i första hand geologiska och hydrogeologiska parametrar, avsedd för planering och byggande.

Arbetet inom projektet "Ingenjörsgelogisk kartering" har under budgetåret 1980-81 bland annat inriktats mot att sammanställa och utvärdera genomförda praktiska tillämpningar. Föreliggande rapport har utarbetats av Olov Holmstrand, till stor del på grundval av råbearbetning genomförd av Bo Lind.

Rapporten utgör delredovisning av projektet "Ingenjörsgelogisk kartering", vilket bekostas genom ramanslag (nr 780257-8) från Statens Råd för Byggnadsforskning (BFR) till Geohydrologiska forskningsgruppen, Chalmers tekniska högskola.

Göteborg i september 1981

Olov Holmstrand

INNEHÅLL	SID
1. INGENJÖRSGEOLOGISK KARTERING, ORIENTERING	1
1.1 Behovet av ingenjörsgelogisk kartering	1
1.2 Tidigare genomfört arbete	3
1.3 Synpunkter på ingenjörsgelogisk kartering	4
2. SAMMANSTÄLLNING AV TILLÄMPNINGAR	10
3. INSAMLING OCH BEARBETNING AV INFORMATION	13
3.1 Allmänt	13
3.2 Utnyttjande av geologiska kartor	14
3.3 Utnyttjande av geotekniska undersökningar	15
3.4 Flygbildstolkning	17
3.5 Fältkartering	19
3.6 Fältbestämningar och laboratorieanalyser	24
4. UTVÄRDERING OCH KARTFRAMSTÄLLNING	26
4.1 Allmänt	26
4.2 Kartframställning	26
4.3 Datorframställning av kartor	29
4.4 Beskrivning	31
5. TIDSÅTGÅNG OCH KOSTNADER	34
6. FÖRENKLAD INGENJÖRSGEOLOGISK KARTERING	38
7. SAMORDNING MED ANDRA SEKTORER	44
8. DEN INGENJÖRSGEOLOGISKA KARTERINGENS UTNYTTJANDE	46
9. SAMMANFATTANDE SLUTSATSER	48
10. REFERENSER	51
Bilaga 1. Beskrivning av tillämpningar	54
Bilaga 2. Program för ingenjörsgelogisk kartering i Horsby Östergården, Herrljunga	108

1. INGENJÖRSGEOLOGISK KARTERING

1.1 Behovet av ingenjörsgelogisk kartering

Materiella kulturmönster och befolkningsökning medför allt större anspråk på naturresurserna. Detta innebär bland annat att markområden i ökande utsträckning tas i anspråk på ett sådant sätt och för sådana ändamål att genomgripande förändringar förorsakas jämfört med markområdenas naturtillstånd. Marken är en begränsad naturresurs. Det är därför uppenbart att förändringar i alltför stor omfattning kan ge betydande negativa ekologiska och därmed åtminstone på sikt även ekonomiska och andra effekter såväl lokalt som i större skala.

I exploateringen av naturmark kan inbegripas allt från mekaniserat jord- och skogsbruk till mera total omvandling vid tätortsbyggnad. Hittills har dessa tekniska ingrepp i allt för hög grad styrts och värderats med utgångspunkt från ett kortsiktigt ekonomiskt synsätt. I första hand har därvid bara beaktats intäkterna på kort sikt och de omedelbara kostnaderna för själva exploateringen. Olämpliga tekniska lösningar samt brist på kunskap och förståelse för långsiktiga effekter kan då på längre sikt förorsaka oförutsedda skadeverkningar och höga kostnader. Som ett exempel med anknytning till byggnad kan nämnas behandlingen av de hydrologiska förhållandena i städer. På många håll har ofrivilligt vållad grundvattensänkning medfört svåra sättningsskador på byggnader, försörjningssystem och transportleder.

Påtagliga negativa konsekvenser av markexploatering som den bedrivits hittills och den alltmera tydliga konkurrenssituationen mellan olika verksamheter har lett till att intresset för övergripande och heltäckande planering ökat. Arbetet med fysisk riksplanering i Sverige (Hushållning ... 1971, Hushållning ... 1979) är ett viktigt led i denna process.

Om de negativa effekterna av olika slags markingrepp skall kunna minimeras, krävs bland annat noggrann planering med hänsyn till markens naturliga egenskaper. En förutsättning för att uppfylla denna allmänna målsättning är att det finns ett gott faktaunderlag samt förståelse för orsakssamband och processer i marken. Självfallet skulle också den totala omfattningen av markexploateringen behöva ifrågasättas, något som emellertid faller utanför problemställningen för ingenjörsgelogisk kartering.

Kunskap om marken omfattar bland annat geologiska, geotekniska, hydrogeologiska och ekologiska förhållanden. Det finns redan såväl metoder för redovisning som omfattande kunskapsmaterial lagrat. Hittills har emellertid redovisningstekniken i relativt ringa omfattning anpassats till direkt praktisk tillämpning. Man kan säga att det existerar en klyfta mellan geofackmän av olika slag och avnämare, väsentligen planerare och byggare. Även politiska beslutsfattare skulle behöva bättre information och kunskaper om markens uppbyggnad och funktion.

Intresset har ökat för att åstadkomma bättre system för redovisning av markförhållanden. Ett flertal forskningsprojekt med varierande ämnesinriktning och på olika nivåer vad gäller skalan pågår i Sverige. Några redovisas översiktligt i Holmstrand (1980a).

Geologisk information har traditionellt insamlats, bearbetats och redovisats av geologer och för geologer utan att resultatet anpassats för användning inom något speciellt tillämpningsområde. Detta inomvetenskapliga arbetssätt har varit regel på de flesta håll i världen. Diskussionen om hur den geologiska informationen skall kunna göras praktiskt tillämpbar har förts länge och internationellt resulterat i vad som brukar benämnas ingenjörsgelogiska kartor (se t ex UNESCO, 1976). Också i Sverige har alltifrån 1940-talet gjorts åtskilliga insatser för att förbättra situationen (se t ex Bjurström, 1948, SVR:s Plananvisningskommitté, 1970, Orre, 1979).

1. INGENJÖRSGEOLOGISK KARTERING

1.1 Behovet av ingenjörsgelogisk kartering

Materiella kulturmönster och befolkningsökning medför allt större anspråk på naturresurserna. Detta innebär bland annat att markområden i ökande utsträckning tas i anspråk på ett sådant sätt och för sådana ändamål att genomgripande förändringar förorsakas jämfört med markområdenas naturtillstånd. Marken är en begränsad naturresurs. Det är därför uppenbart att förändringar i alltför stor omfattning kan ge betydande negativa ekologiska och därmed åtminstone på sikt även ekonomiska och andra effekter såväl lokalt som i större skala.

I exploateringen av naturmark kan inbegripas allt från mekaniserat jord- och skogsbruk till mera total omvandling vid tätortsbyggnad. Hittills har dessa tekniska ingrepp i allt för hög grad styrts och värderats med utgångspunkt från ett kortsiktigt ekonomiskt synsätt. I första hand har därvid bara beaktats intäkterna på kort sikt och de omedelbara kostnaderna för själva exploateringen. Olämpliga tekniska lösningar samt brist på kunskap och förståelse för långsiktiga effekter kan då på längre sikt förorsaka oförutsedda skadeverkningar och höga kostnader. Som ett exempel med anknytning till byggnad kan nämnas behandlingen av de hydrologiska förhållandena i städer. På många håll har ofrivilligt vållad grundvattensänkning medfört svåra sättningsskador på byggnader, försörjningssystem och transportleder.

Påtagliga negativa konsekvenser av markexploatering som den bedrivits hittills och den alltmera tydliga konkurrenssituationen mellan olika verksamheter har lett till att intresset för övergripande och heltäckande planering ökat. Arbetet med fysisk riksplanering i Sverige (Hushållning ... 1971, Hushållning ... 1979) är ett viktigt led i denna process.

Om de negativa effekterna av olika slags markingrepp skall kunna minimeras, krävs bland annat noggrann planering med hänsyn till markens naturliga egenskaper. En förutsättning för att uppfylla denna allmänna målsättning är att det finns ett gott faktaunderlag samt förståelse för orsakssamband och processer i marken. Självfallet skulle också den totala omfattningen av markexploateringen behöva ifrågasättas, något som emellertid faller utanför problemställningen för ingenjörsgelogisk kartering.

Kunskap om marken omfattar bland annat geologiska, geotekniska, hydrogeologiska och ekologiska förhållanden. Det finns redan såväl metoder för redovisning som omfattande kunskapsmaterial lagrat. Hittills har emellertid redovisningstekniken i relativt ringa omfattning anpassats till direkt praktisk tillämpning. Man kan säga att det existerar en klyfta mellan geofackmän av olika slag och avnämare, väsentligen planerare och byggare. Även politiska beslutsfattare skulle behöva bättre information och kunskaper om markens uppbyggnad och funktion.

Intresset har ökat för att åstadkomma bättre system för redovisning av markförhållanden. Ett flertal forskningsprojekt med varierande ämnesinriktning och på olika nivåer vad gäller skalan pågår i Sverige. Några redovisas översiktligt i Holmstrand (1980a).

Geologisk information har traditionellt insamlats, bearbetats och redovisats av geologer och för geologer utan att resultatet anpassats för användning inom något speciellt tillämpningsområde. Detta inomvetenskapliga arbetssätt har varit regel på de flesta håll i världen. Diskussionen om hur den geologiska informationen skall kunna göras praktiskt tillämpbar har förts länge och internationellt resulterat i vad som brukar benämnas ingenjörsgelogiska kartor (se t ex UNESCO, 1976). Också i Sverige har alltifrån 1940-talet gjorts åtskilliga insatser för att förbättra situationen (se t ex Bjurström, 1948, SVR:s Plananvisningskommitté, 1970, Orre, 1979).

1. INGENJÖRSGEOLOGISK KARTERING

1.1 Behovet av ingenjörsgelogisk kartering

Materiella kulturmönster och befolkningsökning medför allt större anspråk på naturresurserna. Detta innebär bland annat att markområden i ökande utsträckning tas i anspråk på ett sådant sätt och för sådana ändamål att genomgripande förändringar förorsakas jämfört med markområdenas naturtillstånd. Marken är en begränsad naturresurs. Det är därför uppenbart att förändringar i alltför stor omfattning kan ge betydande negativa ekologiska och därmed åtminstone på sikt även ekonomiska och andra effekter såväl lokalt som i större skala.

I exploateringen av naturmark kan inbegripas allt från mekaniserat jord- och skogsbruk till mera total omvandling vid tätortsbyggande. Hittills har dessa tekniska ingrepp i allt för hög grad styrts och värderats med utgångspunkt från ett kortsiktigt ekonomiskt synsätt. I första hand har därvid bara beaktats intäkterna på kort sikt och de omedelbara kostnaderna för själva exploateringen. Olämpliga tekniska lösningar samt brist på kunskap och förståelse för långsiktiga effekter kan då på längre sikt förorsaka oförutsedda skadeverkningar och höga kostnader. Som ett exempel med anknytning till byggande kan nämnas behandlingen av de hydrologiska förhållandena i städer. På många håll har ofrivilligt vållad grundvattensänkning medfört svåra sättningsskador på byggnader, försörjningssystem och transportleder.

Påtagliga negativa konsekvenser av markexploatering som den bedrivits hittills och den alltmera tydliga konkurrenssituationen mellan olika verksamheter har lett till att intresset för övergripande och heltäckande planering ökat. Arbetet med fysisk riksplanering i Sverige (Hushållning ... 1971, Hushållning ... 1979) är ett viktigt led i denna process.

Om de negativa effekterna av olika slags markingrepp skall kunna minimeras, krävs bland annat noggrann planering med hänsyn till markens naturliga egenskaper. En förutsättning för att uppfylla denna allmänna målsättning är att det finns ett gott faktaunderlag samt förståelse för orsakssamband och processer i marken. Självfallet skulle också den totala omfattningen av markexploateringen behöva ifrågasättas, något som emellertid faller utanför problemställningen för ingenjörsgelogisk kartering.

Kunskap om marken omfattar bland annat geologiska, geotekniska, hydrogeologiska och ekologiska förhållanden. Det finns redan såväl metoder för redovisning som omfattande kunskapsmaterial lagrat. Hittills har emellertid redovisningstekniken i relativt ringa omfattning anpassats till direkt praktisk tillämpning. Man kan säga att det existerar en klyfta mellan geofackmän av olika slag och avnämare, väsentligen planerare och byggare. Även politiska beslutsfattare skulle behöva bättre information och kunskaper om markens uppbyggnad och funktion.

Intresset har ökat för att åstadkomma bättre system för redovisning av markförhållanden. Ett flertal forskningsprojekt med varierande ämnesinriktning och på olika nivåer vad gäller skalan pågår i Sverige. Några redovisas översiktligt i Holmstrand (1980a).

Geologisk information har traditionellt insamlats, bearbetats och redovisats av geologer och för geologer utan att resultatet anpassats för användning inom något speciellt tillämpningsområde. Detta inomvetenskapliga arbetssätt har varit regel på de flesta håll i världen. Diskussionen om hur den geologiska informationen skall kunna göras praktiskt tillämpbar har förts länge och internationellt resulterat i vad som brukar benämnas ingenjörsgelogiska kartor (se t ex UNESCO, 1976). Också i Sverige har alltifrån 1940-talet gjorts åtskilliga insatser för att förbättra situationen (se t ex Bjurström, 1948, SVR:s Plananvisningskommitté, 1970, Orre, 1979).

1. INGENJÖRSGEOLOGISK KARTERING

1.1 Behovet av ingenjörsgelogisk kartering

Materiella kulturmönster och befolkningsökning medför allt större anspråk på naturresurserna. Detta innebär bland annat att markområden i ökande utsträckning tas i anspråk på ett sådant sätt och för sådana ändamål att genomgripande förändringar förorsakas jämfört med markområdenas naturtillstånd. Marken är en begränsad naturresurs. Det är därför uppenbart att förändringar i alltför stor omfattning kan ge betydande negativa ekologiska och därmed åtminstone på sikt även ekonomiska och andra effekter såväl lokalt som i större skala.

I exploateringen av naturmark kan inbegripas allt från mekaniserat jord- och skogsbruk till mera total omvandling vid tätortsbyggande. Hittills har dessa tekniska ingrepp i allt för hög grad styrts och värderats med utgångspunkt från ett kortsiktigt ekonomiskt synsätt. I första hand har därvid bara beaktats intäkterna på kort sikt och de omedelbara kostnaderna för själva exploateringen. Olämpliga tekniska lösningar samt brist på kunskap och förståelse för långsiktiga effekter kan då på längre sikt förorsaka oförutsedda skadeverkningar och höga kostnader. Som ett exempel med anknytning till byggande kan nämnas behandlingen av de hydrologiska förhållandena i städer. På många håll har ofrivilligt vållad grundvattensänkning medfört svåra sättningskador på byggnader, försörjningssystem och transportleder.

Påtagliga negativa konsekvenser av markexploatering som den bedrivits hittills och den alltmera tydliga konkurrenssituationen mellan olika verksamheter har lett till att intresset för övergripande och heltäckande planering ökat. Arbetet med fysisk riksplanering i Sverige (Hushållning ... 1971, Hushållning ... 1979) är ett viktigt led i denna process.

Om de negativa effekterna av olika slags markingrepp skall kunna minimeras, krävs bland annat noggrann planering med hänsyn till markens naturliga egenskaper. En förutsättning för att uppfylla denna allmänna målsättning är att det finns ett gott faktaunderlag samt förståelse för orsakssamband och processer i marken. Självfallet skulle också den totala omfattningen av markexploateringen behöva ifrågasättas, något som emellertid faller utanför problemställningen för ingenjörsgelogisk kartering.

Kunskap om marken omfattar bland annat geologiska, geotekniska, hydrogeologiska och ekologiska förhållanden. Det finns redan såväl metoder för redovisning som omfattande kunskapsmaterial lagrat. Hittills har emellertid redovisningstekniken i relativt ringa omfattning anpassats till direkt praktisk tillämpning. Man kan säga att det existerar en klyfta mellan geofackmän av olika slag och avnämare, väsentligen planerare och byggare. Även politiska beslutsfattare skulle behöva bättre information och kunskaper om markens uppbyggnad och funktion.

Intresset har ökat för att åstadkomma bättre system för redovisning av markförhållanden. Ett flertal forskningsprojekt med varierande ämnesinriktning och på olika nivåer vad gäller skalan pågår i Sverige. Några redovisas översiktligt i Holmstrand (1980a).

Geologisk information har traditionellt insamlats, bearbetats och redovisats av geologer och för geologer utan att resultatet anpassats för användning inom något speciellt tillämpningsområde. Detta inomvetenskapliga arbetssätt har varit regel på de flesta håll i världen. Diskussionen om hur den geologiska informationen skall kunna göras praktiskt tillämpbar har förts länge och internationellt resulterat i vad som brukar benämnas ingenjörsgelogiska kartor (se t ex UNESCO, 1976). Också i Sverige har alltifrån 1940-talet gjorts åtskilliga insatser för att förbättra situationen (se t ex Bjurström, 1948, SVR:s Plananvisningskommitté, 1970, Orre, 1979).

1. INGENJÖRSGEOLOGISK KARTERING

1.1 Behovet av ingenjörsgelogisk kartering

Materiella kulturmönster och befolkningsökning medför allt större anspråk på naturresurserna. Detta innebär bland annat att markområden i ökande utsträckning tas i anspråk på ett sådant sätt och för sådana ändamål att genomgripande förändringar förorsakas jämfört med markområdenas naturtillstånd. Marken är en begränsad naturresurs. Det är därför uppenbart att förändringar i alltför stor omfattning kan ge betydande negativa ekologiska och därmed åtminstone på sikt även ekonomiska och andra effekter såväl lokalt som i större skala.

I exploateringen av naturmark kan inbegripas allt från mekaniserat jord- och skogsbruk till mera total omvandling vid tätortsbyggnad. Hittills har dessa tekniska ingrepp i allt för hög grad styrts och värderats med utgångspunkt från ett kortsiktigt ekonomiskt synsätt. I första hand har därvid bara beaktats intäkterna på kort sikt och de omedelbara kostnaderna för själva exploateringen. Olämpliga tekniska lösningar samt brist på kunskap och förståelse för långsiktiga effekter kan då på längre sikt förorsaka oförutsedda skadeverkningar och höga kostnader. Som ett exempel med anknytning till byggnad kan nämnas behandlingen av de hydrologiska förhållandena i städer. På många håll har ofrivilligt vållad grundvattensänkning medfört svåra sättningskador på byggnader, försörjningssystem och transportleder.

Påtagliga negativa konsekvenser av markexploatering som den bedrivits hittills och den alltmera tydliga konkurrenssituationen mellan olika verksamheter har lett till att intresset för övergripande och heltäckande planering ökat. Arbetet med fysisk riksplanering i Sverige (Hushållning ... 1971, Hushållning ... 1979) är ett viktigt led i denna process.

Om de negativa effekterna av olika slags markingrepp skall kunna minimeras, krävs bland annat noggrann planering med hänsyn till markens naturliga egenskaper. En förutsättning för att uppfylla denna allmänna målsättning är att det finns ett gott faktaunderlag samt förståelse för orsakssamband och processer i marken. Självfallet skulle också den totala omfattningen av markexploateringen behöva ifrågasättas, något som emellertid faller utanför problemställningen för ingenjörsgelogisk kartering.

Kunskap om marken omfattar bland annat geologiska, geotekniska, hydrogeologiska och ekologiska förhållanden. Det finns redan såväl metoder för redovisning som omfattande kunskapsmaterial lagrat. Hittills har emellertid redovisningstekniken i relativt ringa omfattning anpassats till direkt praktisk tillämpning. Man kan säga att det existerar en klyfta mellan geofackmän av olika slag och avnämare, väsentligen planerare och byggare. Även politiska beslutsfattare skulle behöva bättre information och kunskaper om markens uppbyggnad och funktion.

Intresset har ökat för att åstadkomma bättre system för redovisning av markförhållanden. Ett flertal forskningsprojekt med varierande ämnesinriktning och på olika nivåer vad gäller skalan pågår i Sverige. Några redovisas översiktligt i Holmstrand (1980a).

Geologisk information har traditionellt insamlats, bearbetats och redovisats av geologer och för geologer utan att resultatet anpassats för användning inom något speciellt tillämpningsområde. Detta inomvetenskapliga arbetssätt har varit regel på de flesta håll i världen. Diskussionen om hur den geologiska informationen skall kunna göras praktiskt tillämpbar har förts länge och internationellt resulterat i vad som brukar benämnas ingenjörsgelogiska kartor (se t ex UNESCO, 1976). Också i Sverige har alltifrån 1940-talet gjorts åtskilliga insatser för att förbättra situationen (se t ex Bjurström, 1948, SVR:s Plananvisningskommitté, 1970, Orre, 1979).

1. INGENJÖRSGEOLOGISK KARTERING

1.1 Behovet av ingenjörsgelogisk kartering

Materiella kulturmönster och befolkningsökning medför allt större anspråk på naturresurserna. Detta innebär bland annat att markområden i ökande utsträckning tas i anspråk på ett sådant sätt och för sådana ändamål att genomgripande förändringar förorsakas jämfört med markområdenas naturtillstånd. Marken är en begränsad naturresurs. Det är därför uppenbart att förändringar i alltför stor omfattning kan ge betydande negativa ekologiska och därmed åtminstone på sikt även ekonomiska och andra effekter såväl lokalt som i större skala.

I exploateringen av naturmark kan inbegripas allt från mekaniserat jord- och skogsbruk till mera total omvandling vid tätortsbyggnad. Hittills har dessa tekniska ingrepp i allt för hög grad styrts och värderats med utgångspunkt från ett kortsiktigt ekonomiskt synsätt. I första hand har därvid bara beaktats intäkterna på kort sikt och de omedelbara kostnaderna för själva exploateringen. Olämpliga tekniska lösningar samt brist på kunskap och förståelse för långsiktiga effekter kan då på längre sikt förorsaka oförutsedda skadeverkningar och höga kostnader. Som ett exempel med anknytning till byggnad kan nämnas behandlingen av de hydrologiska förhållandena i städer. På många håll har ofrivilligt vållad grundvattensänkning medfört svåra sättningssskador på byggnader, försörjningssystem och transportleder.

Påtagliga negativa konsekvenser av markexploatering som den bedrivits hittills och den alltmera tydliga konkurrenssituationen mellan olika verksamheter har lett till att intresset för övergripande och heltäckande planering ökat. Arbetet med fysisk riksplanering i Sverige (Hushållning ... 1971, Hushållning ... 1979) är ett viktigt led i denna process.

Om de negativa effekterna av olika slags markingrepp skall kunna minimeras, krävs bland annat noggrann planering med hänsyn till markens naturliga egenskaper. En förutsättning för att uppfylla denna allmänna målsättning är att det finns ett gott faktaunderlag samt förståelse för orsakssamband och processer i marken. Självfallet skulle också den totala omfattningen av markexploateringen behöva ifrågasättas, något som emellertid faller utanför problemställningen för ingenjörsgelogisk kartering.

Kunskap om marken omfattar bland annat geologiska, geotekniska, hydrogeologiska och ekologiska förhållanden. Det finns redan såväl metoder för redovisning som omfattande kunskapsmaterial lagrat. Hittills har emellertid redovisningstekniken i relativt ringa omfattning anpassats till direkt praktisk tillämpning. Man kan säga att det existerar en klyfta mellan geofackmän av olika slag och avnämare, väsentligen planerare och byggare. Även politiska beslutsfattare skulle behöva bättre information och kunskaper om markens uppbyggnad och funktion.

Intresset har ökat för att åstadkomma bättre system för redovisning av markförhållanden. Ett flertal forskningsprojekt med varierande ämnesinriktning och på olika nivåer vad gäller skalan pågår i Sverige. Några redovisas översiktligt i Holmstrand (1980a).

Geologisk information har traditionellt insamlats, bearbetats och redovisats av geologer och för geologer utan att resultatet anpassats för användning inom något speciellt tillämpningsområde. Detta inomvetenskapliga arbetssätt har varit regel på de flesta håll i världen. Diskussionen om hur den geologiska informationen skall kunna göras praktiskt tillämpbar har förts länge och internationellt resulterat i vad som brukar benämnas ingenjörsgelogiska kartor (se t ex UNESCO, 1976). Också i Sverige har alltifrån 1940-talet gjorts åtskilliga insatser för att förbättra situationen (se t ex Bjurström, 1948, SVR:s Plananvisningskommitté, 1970, Orre, 1979).

1.2 Tidigare genomfört arbete

Vid Geologiska institutionen, CTH, har sedan år 1973 pågått arbete med att utveckla ingenjörsgelogiska kartor för svenska förhållanden. Syftet har inte bara varit att ta fram redovisningsteknik utan i hög grad också att förbättra hanterandet av och förståelsen för ingenjörsgelogisk information i allmänhet.

Forskningsprojektet, som till största delen bekostats av Statens råd för byggnadsforskning (BFR), inleddes med en litteraturstudie som redovisades i en rapport (Holmstrand och Wedel, 1974). I rapporten beskrevs svenska och utländska karteringsmetoder. På grundval av uppgifterna i den studerade litteraturen drogs den allmänna slutsatsen att ingenjörsgelogiska kartor av internationell typ borde kunna utföras i Sverige, men att en anpassning till svenska förhållanden borde göras. Vidare framhölls angelägenheten av att genomföra praktiska tillämpningar för att sprida information om ingenjörsgelogisk kartering och erhålla karteringserfarenheter.

Redan innan litteraturstudien var slutredovisad genomfördes praktiska prov med ingenjörsgelogisk kartering inom ramen för en doktorandkurs vid Geologiska institutionen, CTH. Härvid utarbetades kartor enligt de två huvudmodeller som utskiljts i litteraturstudien: "COMECON-modell" och "Anglosaxisk modell". Kommentarer till kartorna och synpunkter som framkom vid det avslutande offentliga seminariet redovisades i en rapport (Holmstrand, 1974). Se även Bilaga 1.

I anslutning till seminariet bildades på initiativ av Byggnadsforskningsrådet en referensgrupp för att ge synpunkter på det vidare arbetet med utveckling av kartor. I första hand skulle ett förslag till utförande av kartor utarbetas och därefter avsågs förslaget att sändas på remiss till olika instanser med intresse inom ämnesområdet. Genom att referensgruppen representerade i vissa avseenden ganska skilda åsikter om kartornas utförande

tog arbetet längre tid än beräknat. Detta innebar emellertid att ämnet blev väl belyst från flera olika utgångspunkter. Resultatet redovisades i en rapport (Holmstrand och Wedel, 1977) samt i form av en tidskriftsartikel (Holmstrand, 1977). Den planerade remissen kom emellertid av olika anledningar ej till utförande i omedelbar anslutning till redovisningen.

Den utarbetade karteringsmetoden, "Ankeborgsmodellen" låg till grund för ett flertal praktiska tillämpningar inom ramen för Geohydrologiska forskningsgruppens vid CTH verksamhet. Huvudparten av dessa tillämpningar har haft anknytning till dagvattenhantering i samband med forskningsgruppens projekt "Lokalt omhändertagande av dagvatten", LOD (se t ex Ericsson, 1977, Holmstrand, 1978 och Holmstrand, 1980b). Tillämpningarna redovisas utförligare i Bilaga 1 och ligger till grund för framställningen av karteringsmetodik i följande avsnitt.

I samband med ytterligare en doktorandkurs vid Geologiska institutionen, CTH, under höstterminen 1978 framställdes ingenjörsgelogiska kartor över flera områden, framför allt i Göteborgstrakten. Resultaten presenterades vid ett seminarium 790315 och kommenterades i en intern stencil (Seminarium ..., 1979). Se även Bilaga 1.

Den enkät som planerats redan år 1974 kom slutligen till utförande vintern 1979-80. Enkäten följdes av ett seminarium i april 1980 för att ytterligare informera om projektet och inhämta synpunkter. Dessutom redovisades vid seminariet ett antal ämnesmässigt näraliggande forskningsprojekt. Såväl enkäten som seminariet redovisades i en rapport (Holmstrand, 1980a).

1.3 Synpunkter på ingenjörsgelogisk kartering

Allt sedan starten av forskningsprojektet "Ingenjörsgelogisk kartering" har en livlig diskussion förts kring olika aspekter av karteringen. Småningom har åtminstone

inom forskningsprojektet vissa ståndpunkter kommit att etableras. Detta innebär emellertid inte alltid att sådana ståndpunkter är allmänt accepterade. Följande sammanställning har gjorts med utgångspunkt från de diskussioner som förts exempelvis vid genomförda seminarier (Holmstrand, 1974 och Holmstrand, 1980a) och inom den referensgrupp som biträdde vid utarbetandet av "Ankeborgsmetoden" (Holmstrand och Wedel, 1977).

Benämningen av kartan har vållat intensiv diskussion ända från projektets start. Delvis beror detta otvivelaktigt på att tidigare utnyttjade kartor och benämningar ansetts invanda och etablerade. Många har sålunda velat sätta likhetstecken mellan geoteknisk karta eller byggnadsgeologisk karta och ingenjörsgelogisk karta. Inom forskningsprojektet har benämningen ingenjörsgelogisk karta använts sedan den inledande litteraturstudien (Holmstrand och Wedel, 1974). Motiveringen var att med denna beteckning behövde inte kartans utförande låsas av hänsyn till redan existerande system. Begreppet ingenjörsgelogisk karta existerade också på ett internationellt plan (dokumenterat av UNESCO, 1976) och kartan har internationellt just den vida inriktning som redan från början eftersträvades inom forskningsprojektet.

I nära sammanhang med namnfrågan har också kartornas omfattning diskuterats. Forskningsprojektet fick genom styrning från anslagsgivaren Byggforskningsrådet ursprungligen ganska snäv inriktning mot att "I första hand arbeta in hydrogeologiska aspekter i den byggnadsgeologiska kartan". Redan diskussionerna inom projektets referensgrupp visade emellertid att gränserna måste sättas betydligt vidare. Om den ingenjörsgelogiska kartan i första hand skall fungera som planeringshjälpmedel, vilket de flesta tycks vara eniga om, måste omfattningen dels vara heltäckande vad gäller geologi-hydrogeologi, dels i rimlig utsträckning behandla geoteknik, hydrologi, klimat och vegetation. Utvärderingar kan då göras avseende planering för en rad önskemål. Vad den ingenjörsgelo-

logiska karteringen normalt bör omfatta har bland annat kommit att belysas av det stora antalet praktiska tillämpningar.

Ett speciellt problem beträffande karteringens omfattning är frågan om ekonomiska värderingar skall göras. Uppfattningarna går här isär ganska avsevärt. Å ena sidan hävdas att ekonomiska utvärderingar kan bli både missvisande och snabbt föråldrade eftersom de måste utgå från viss teknik vid en viss tidpunkt. Å andra sidan hävdas att en karta med angivande av exploateringskostnad är den mest lättbegripliga redovisningen för planerare och politiker. Sådan redovisning har också använts i viss omfattning (se t ex Bjurström, 1948, Johansson och Lindskoug, 1971). Ekonomisk utvärdering är ett typexempel på zonindelning med avseende på en speciell frågeställning med utgångspunkt från basdata. Inom forskningsprojektet, som i första hand gällt karteringens principiella genomförande och redovisningen av basdata har det därför inte funnits anledning att mera ingående ta ställning till denna fråga.

Ett av den ingenjörsgelogiska kartans huvudsyften är att ge underlag för markanvändningsplanering. I diskussionerna har även nämnts underlag för projektering av bebyggelse och allmän dokumentation av förhållandena i ett område. Sammanhängande med syftet är hur och när karteringen skall genomföras, i vilken skala samt vem som skall vara huvudman (eller beställare) för kartan. Någon systematisk ingenjörsgelogisk kartering av det slag som tycks förekomma framför allt i en del öststater är inte aktuell i Sverige. Både de synpunkter som framförts och genomförda praktiska tillämpningar visar att ingenjörsgelogisk kartering i Sverige framför allt är aktuell inom begränsade områden som skall tas i anspråk i en nära framtid. Skalan är ca 1:10.000-1:1000 och beställaren är normalt en kommun (kommunal förvaltning) eller ett större företag.

Diskussioner i olika omgångar och exempelvis den genomförda enkäten (Holmstrand, 1980a) samt de praktiska tillämpningarna har genomgående påvisat en allmänt positiv attityd till ingenjörsgelogisk kartering. Från konsult-håll har emellertid framförts erfarenheter av att det varit svårt att motivera den ekonomiska insatsen för kvalificerad kartering. Frågan har därför väckts om den ingenjörsgelogiska karteringen skulle behöva marknadsföras av någon huvudman, t ex SGF eller SGU. En annan aspekt av samma problem är att det existerar kommunikationsproblem mellan exempelvis geovetare-tekniker-planerare-politiker (allmänhet). Till viss del kan dessa kommunikationsproblem bero på att den geovetenskapliga allmänbildningens nivå i Sverige är osedvanligt låg jämfört med flertalet andra industriländer.

Själva karteringsarbetet, dvs införskaffandet av data, som sedan redovisas i kartform, har aldrig varit föremål för mera omfattande diskussioner. Det verkar som om detta anses vara specialisternas (dvs geologer, geotekniker och hydrogeologer) ensak. Däremot har bearbetningen av basinformation behandlats något. Exempelvis har frågan om att utreda erforderligt antal borrhningar per ytenhet tagits upp. Vidare har önskvärldheten av att datorisera behandlingen påpekats. I båda fallen är det emellertid svårt att med hänsyn till variationerna i de geologiska förhållandena komma ifrån betydelsen av geologisk kunskap, erfarenhet och "intuition".

De mest omfattande diskussionerna har inte oväntat förts kring olika aspekter av den grafiska redovisningen i kartform. Bland annat har behandlats frågorna om informationens fördelning på olika kartblad, "teknisk" eller "geologisk" redovisning samt i vilken utsträckning beteckningssystemen bör standardiseras. De geologiska förhållandena i Sverige gör det svårt att direkt tillämpa utländska karteringssystem. Detta konstaterades redan när "COMECON-metod" och "Anglosaxisk metod" som urskilts i den inledande litteraturstudien (Holmstrand och Wedel,

1974) skulle tillämpas på svenska förhållanden (Holmstrand, 1974). Det har visat sig att olika grupper av avnämare gör skilda prioriteringar i valet mellan en beskrivande, "geologisk" redovisning och en utvärderande, "teknisk" redovisning. Dessa frågor har fått en ganska ingående belysning i de genomförda praktiska tillämpningarna. Slutsatsen är att det tycks vara lämpligast att kompromissa mellan "COMECON" och "Anglosaxisk" samt "geologisk" och "teknisk". En fullständig standardisering av beteckningarna är inte lämplig, men redovisningen måste grunda sig på vedertagna beteckningssystem så långt detta är praktiskt möjligt.

Reproduktion av kartorna i färg eller svart-vitt har också diskuterats ingående. Färgkartor ger den överlägset bästa presentationen, men kan bli dyra att framställa, svåra att revidera och svåra att läsa för personer med defekt färgseende. Svart-vita kartor är i allmänhet mera svårlästa, men är billigare att mångfaldiga och lättare att revidera. Det verkar emellertid som om de flesta föredrar färkartor. Kostnaderna för framställning i färg har också sjunkit genom utnyttjande av nya reproduktionsmetoder, t ex så kallad färgbildskrivare.

I samband med att informationsmängden på enskilda kartblad diskuteras, brukar de delvis oförenliga kraven: "Enkel och lättbegriplig" - "Innehållsrik" framföras. Detta problem kan bara lösas från fall till fall med hänsyn till hur respektive kartblad kommer att utnyttjas.

Ofta framförs farhågor för att geovetenskapliga kartor skall uppfattas som "exakta". Ibland resulterar detta i förslag som att heldragna gränslinjer på kartorna borde undvikas. Detta är emellertid praktiskt närmast ogenomförbart. I stället måste teckenförklaringar och beskrivningar på bästa möjliga sätt klargöra hur relevant kartan är och vad informationen kan utnyttjas till.

Sammanfattningsvis har erfarenheterna visat att ett stort antal, ofta motsägelsefulla, synpunkter framförs

på olika aspekter av ingenjörsgelogisk kartering. Det är inte möjligt att tillmötesgå alla önskemål, utan lösningen måste i de flesta fall bli någon form av kompromiss.

2. SAMMANSTÄLLNING AV TILLÄMPNINGAR

Praktiska tillämpningar av ingenjörsgelogisk kartering har som tidigare nämnts genomförts både inom forskningsprojektet "Ingenjörsgelogisk kartering" och i andra sammanhang. Totalt sett har småningom ett både omfattande och mångfacetterat erfarenhetsmaterial på detta sätt kommit att samlas in. Bearbetningen i föreliggande rapport syftar både till att ganska utförligt referera ett flertal karteringstillämpningar (se bilaga 1) och dra generella slutsatser beträffande karteringsmetodiken.

Genomförandet av de praktiska tillämpningarna har skett med en i sina grunddrag gemensam metodik. Olika moment har givetvis fått varierande betydelse och omfattning beroende på karteringens syfte, förutsättningar, kartskala m m. Följande huvudmoment kan i allmänhet urskiljas:

1. Insamling och bearbetning av tillgänglig information från tidigare undersökningar.
2. Flygbildstolkning.
3. Fältkartering, övriga fältundersökningar samt laboratorieanalyser.
4. Sammanställning, utvärdering och kartframställning.
5. Redovisning, rapportering.
6. Praktiskt utnyttjande.

Tidsföljden är i princip den ovan angivna, men i verkligheten är olika moment inte så åtskilda utan utförs ofta parallellt eller växelvis.

Karteringsmomenten beskrivs och kommenteras närmare i följande avsnitt av texten. I Bilaga 1 presenteras genomförda tillämpningar relativt fylligt. Tabell 1 redovisar en mycket kortfattad sammanfattning av denna presentation för att underlätta överblick och jämförelser.

Tabell 1

Sammanfattande redovisning av genomförda praktiska tillämpningar av ingenjörsgelogisk kartering.

OMRÅDE	SYFTE	UTFORMNING	REDOVISNING
Torslanda, Göteborgs k:n	Underlag för översiktlig bedömning av infiltrationsförhållanden.	Kartblad: Kombinerad redovisning av geologi och markanvändning. Skala 1:10.000.	Ericsson (1977) Holmstrand (1980)
Halmstad Halmstads k:n	Översikt över jordlagerförhållandena i anslutning till LOD-projekt.	Kartblad: Undersökningar, Jordarter. Skala 1:50.000.	Lind (1977) Lind (1979b)
Dalen 5 Karlskoga k:n	Underlag för naturanpassad stadsplan för småhusbebyggelse.	Kartblad: Undersökningar, Jordarter, Geohydrologi. Skala 1:4000.	Lind och Nordin (1978) Bucht och Lind (1978)
Södra Näset Göteborgs k:n	Underlag för bedömning av dagvattenhantering i samband med "permanentning" av fritidshusområde.	Kartblad: Undersökningar, Jordarter, Hydrogeologi, Förutsättningar för LOD. Skala 1:2000.	Malmquist et al (1979)
Öjersjö, Partille k:n	Underlag för bedömning av dagvattenhantering i samband med "permanentning" av fritidshusområde.	Kartblad: Undersökningar, Jordarter, Berggrund, Hydrogeologi, Förutsättningar för LOD. Skala 1:4000.	Scandiaconsult (1980)
Östra Gårdsten, Göteborgs k:n	Underlag för bedömning av dagvattenhantering för småhusbebyggelse på bergsplatå.	Kartblad: Undersökningar, Jordarter, Berggrund, Hydrogeologi, Förutsättningar för LOD. Skala 1:1000.	Lind (1979a)
Lerum Lerums k:n	Markens byggbarhet inom ramen för projektet "Ekosystem och fysisk planering".	Kartblad: Byggmarkskarta. Skala 1:20.000	Opublicerat koncept våren 1981
Horsby Östergården, Herrljunga k:n	Underlag för planering av bebyggelse och dagvattenhantering för småhusområde.	Kartblad: Geologi, Hydrogeologi och undersökningar, Förutsättningar för LOD. Skala 1:2000.	Holm, Jonasson och Lind (1980)
Doktorandkurs 1973-74	Att tillämpa "Anglosaxisk metod" och "COMECON"-metod på svenska förhållanden.	Varierande utförande enligt "COMECON-metod" och "Anglosaxisk metod". Skala 1:400 och 1:20 000.	Holmstrand (1974)
Doktorandkurs 1978-79	Att pröva ingenjörsgelogisk kartering i skilda områden och med skilda syften.	Varierande utförande i anslutning till "Ankeborgsmetoden". Skala 1:4000 och större.	Seminarium..... (1979)

En av orsakerna till att karteringstillämpningarna genomförts på ett tämligen likartat sätt är att syftet varit ungefär detsamma. Detta bedöms bero på att behovet av ingenjörsgelogisk kartering är störst i samband med detaljerad planering, något som även framkom i enkäten (Holmstrand 1980a). Eftersom de flesta karteringarna varit resultatet av externa "beställningar" bör fördelningen sålunda avspegla behovet. Resultatet har blivit att karteringar i detaljskala, vanligen ungefär 1:2000 dominerar i erfarenhetsmaterialet.

3. INSAMLING OCH BEARBETNING AV INFORMATION

3.1 Allmänt

Det egentliga karteringsarbetet underlättas väsentligt om en arbetshypotes inledningsvis upprättas över karteringsområdet. En sådan hypotes kan vara allt mellan elementär kunskap om områdets läge och allmänna utseende till en så gott som komplett karta, sammanställd av äldre information. Första momentet i karteringen är sålunda att samla in, utvärdera och bearbeta befintlig information om det område som skall karteras. Sådan information erhålls exempelvis från bibliotek, konsultföretag, kommunala förvaltningar, statliga myndigheter osv och kan bestå av kartor, utredningar, statistiska sammanställningar m m.

Avsikten med bearbetningen är att skaffa bästa möjliga utgångsläge för de fortsatta undersökningarna. Den tillgängliga informationsmängden varierar emellertid kraftigt beroende på områdets läge och karaktär i övrigt. I stadsplanelagda och bebyggda områden, framför allt kanske i storstäderna, kan finnas nära nog oöverskådliga informationsmängder, främst geotekniska undersökningar. De senare har ibland t o m genomförts i flera omgångar i samma område utan att någon egentlig samordning skett. I nybyggnadsområden på tidigare jungfrulig mark i små landsbygdskommuner saknas däremot vanligen äldre informationer av typen geotekniska undersökningar nästan helt. Beroende på skillnaderna i mängden information och informationens kvalitet kommer arbetsinsatsen för hela karteringen att variera i omfattning och inriktning från nästan rent skrivbordsarbete till omfattande fältkartering.

Innan "egna" undersökningar påbörjas bör sålunda det äldre materialet ha insamlats, vägts samman och tolkats för att ge en arbetshypotes för kommande kompletteringar. Som nämnts kan proportionerna mellan sammanställning och "egét" arbete variera kraftigt. Insamlingen och bearbet-

ningen kan schematiskt indelas i fyra moment:

- 1) Anskaffande av information.
- 2) Värdering med hänsyn till att undersökningar och tolkningar gjorts med varierande metoder och vid skilda tidpunkter av olika personer.
- 3) Tolkning så att informationen går att använda för den ingenjörsgelogiska karteringen.
- 4) Generalisering för att ge en någorlunda heltäckande kartbild eller arbetshypotes genom interpolation och extrapolation från tillgängliga data.

I verkligheten utförs de fyra momenten i ett sammanhang och utan distinkt åtskillnad. Endast om informationen är någorlunda rikhaltig är det möjligt att ta fram en heltäckande kartbild. Annars får de punktvisa uppgifterna utnyttjas som begränsad vägledning vid fältarbetet. Utnyttjade uppgifter redovisas på kartbladet "Undersökningar".

3.2 Utnyttjande av geologiska kartor

Geologiska kartor utgivna av Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) finns över större delen av Sverige men varierar avsevärt i kartskala och kvalitet (se t ex Sveriges Geologiska Undersökning, 1978). Moderna kartor i skala 1:50 000 (jordartskartor serie Ae och berggrundskartor serie Af) finns endast över delar av Sydsverige. Även med denna kartskala blir detaljåtergivningen schematisk. Sålunda anges i vissa av beskrivningarna till de jordartsgeologiska kartbladen i serie Ae: "Av bl a reproduktionstekniska skäl har de enskilda ytorna på kartan en minsta diameter eller bredd av 1 mm, vilket motsvarar 50 meter i naturen". I andra kartbladsbeskrivningar anges 0,5 mm respektive 25 m. Med hänsyn till att den ingenjörsgelogiska karteringen ofta genomförs i skalor mellan 1:1000 och 1:5000 ger sålunda även SGU:s moderna geologiska kartor (serie Ae och Af) bara översiktlig information om förhållandena i stort. De tryckta

kartorna i dessa serier har som nämnts skalan 1:50.000. SGU tillhandahåller visserligen även rekognosceringskartorna i skala 1:10.000, men informationen på dessa har redan vid karteringen generaliserats för redovisning i skala 1:50.000. De reguljära geologiska kartorna kan därför knappast utnyttjas för att konstruera en tillfredsställande kartbild av förhållandena i markytan i de skalor som oftast används vid ingenjörsgelogisk kartering. Däremot ger de geologiska kartorna med beskrivningar värdefull vägledning vid planering och genomförande av fältkarteringar, eftersom geologisk uppbyggnad i stort, geologisk historia m m kan utläsas innan karteringen påbörjas.

Om den ingenjörsgelogiska karteringen genomförs i översiktligare skala kan SGU:s kartor användas direkt, t ex på det sätt som beskrivs av Mertz (1969 m fl) för danska förhållanden. Kartor i översiktligare skalor fordrar generellt mindre fältarbete, som framgår av exemplet i Lind (1977).

3.3 Utnyttjande av geotekniska undersökningar

Geotekniska undersökningar genomförs regelmässigt i samband med byggande. Undersökningsmetoderna och redovisningen är standardiserade (SGF:s beteckningsblad) men ändå kan resultaten variera beroende på uppdragsgivarens önskemål och ekonomiska resurser, undersökningens avsikt m m. Resultatet är givetvis också i hög grad beroende av fältundersökningarnas genomförande och tolkningen av dessa. Speciellt mindre, begränsade geotekniska undersökningar genomförs och redovisas ofta utan att sättas in i ett större geologiskt sammanhang.

De vanligaste geotekniska borrhningsmetoderna, olika typer av statisk eller dynamisk sondering, ger bara indirekt information om jordlagrens uppbyggnad eftersom dessa metoder inte innebär provtagning. I stället erhålls information om hållfasthet, homogenitet och eventuell förekomst av större stenar och block. Geotekniska under-

sökningar som enbart omfattar sonderingar utan provtagning ger därför ett betydande mått av osäkerhet i bedömningen. För ingenjörsgelogisk kartering skulle det i många fall varit önskvärt att minska antalet sonderingar och i stället satsa på ett totalt sett mindre antal mera kvalificerade borrhningar.

Speciellt vid äldre geotekniska undersökningar i lera har ofta sonderingarna avbrutits innan man nått ned till "fast botten" av friktionsmaterial eller berg, kanske med motiveringen "nu måste vi i alla fall kohesionspåla". Det är fortfarande vanligt att sondera till fast botten utan att försöka fastställa vad denna består av. Dessa brister försvårar givetvis upprättandet av en ingenjörsgelogisk karta på grundval av geotekniska undersökningar.

Geotekniska borrhningar placeras ibland i ett fast rutnätsmönster över undersökningsområdet eller placeras med utgångspunkt från redan planerade byggnader och anläggningar. Borrhningar som har placerats på detta sätt kan givetvis utnyttjas för ingenjörsgelogiska ändamål. Det är emellertid självfallet bättre att placera borrhningarna utifrån en översiktlig geologisk bedömning som resulterat i en hypotes om den geologiska uppbyggnaden. På så sätt kan borrhningarna utnyttjas effektivare genom att placeras där informationen bäst behövs för helhetsbilden samt antalet borrhningar i de flesta fall minskas och sålunda även kostnaderna sänkas utan att resultatet blir av sämre kvalitet.

En av orsakerna till att geotekniska undersökningar inte används på ett i förhållande till de geologiska förutsättningarna optimalt sätt är att bebyggelseplanering inte sällan sker utan större hänsyn till markförhållandena. Geotekniska undersökningar sätts in först när bebyggelse eller andra anläggningar redan har placerats i ett område. De geotekniska undersökningarnas genomförande styrs då mera av anläggningarnas redan fixerade läge än av markförhållandena, som om de hade utretts noggrannare

borde kunnat påverka lokaliseringsfrågorna.

Det otillräckliga hänsynstagandet till geotekniska förhållanden och markinformation över huvud taget vid planering har uppmärksammats och håller på att rättas till. Hänsyn till markförhållandena framhålls exempelvis starkt i anvisningarna i Statens planverks rapport "Planekonomiska utredningar - planutformning och ekonomi" (Bostadsstyrelsen och Statens planverk, 1978). Ingenjörsgelogisk kartering syftar till att tillhandahålla ett lämpligt verktyg vid planeringen. Speciellt för de geotekniska förhållandena pågår inom forskningsprojektet "Geoteknisk terrängklassificering" utvecklingsarbete för att med hjälp av bearbetning av geotekniska undersökningsresultat i "kända" områden kunna klassificera "okända" områden. Syftet är sålunda att åstadkomma en form av zonindelning av markområden med hänsyn till geotekniska parametrar. Projektet presenteras närmare av Viberg och Adestam (1980) och i Holmstrand (1980a).

3.4 Flygbildstolkning

Över hela landet finns tillgång till svart-vita flygbilder i skala 1:30.000 (omdrevet). I anslutning till bebyggelseområden, områden där vägprojektering ägt rum m m finns ofta storskaligare flygbilder (specialflygningar) i svart-vitt eller färg. Skalan är vanligen omkring 1:5000. Inom framför allt de större städerna har dessutom ofta skett flygfotografering med infrarödkänslig (IR) film. Flygbilder kan erhållas som papperskopior eller diapositiv. Diapositiv är dyrare men ger i gengäld avsevärt bättre bildupplösning.

I samband med de genomförda karteringstillämpningarna har olika bildtyper utnyttjats. I Halmstad används exempelvis bara svartvita bilder i skala 1:30.000 på grund av karteringens översiktliga karaktär. Vid övriga tillämpningar har alltid bästa tillgängliga bildmaterial använts. I Lerum utnyttjades två skilda bildtyper parallellt. Berggrundens spricksystem tolkades huvudsakligen

från svartvita bilder i skala 1:30.000, vilket berodde på att dessa bilder var enklast att anskaffa över hela området. Övrig flygbildstolkning gjordes i mån av tillgång från IR-bilder i skala 1:20.000. Vid de flesta övriga karteringarna har färgbilder i skala 1:6000 använts.

Tolkningen har vanligen skett med hjälp av bordsspegelstereoskop från stereobildpar. För karteringen i Lerum utnyttjades emellertid ett avancerat stereoinstrument av typ Wild B8S. Givetvis ger inte alla typer av flygbilder samma information. Nedan har gjorts en sammanställning med hänsyn till erfarenheterna under tillämpningarna.

Svart-vita bilder i skala 1:30.000

Vegetation
Jordarter
Gränsen berg/jord
Bergets sprickighet

Storskaligare svart-vita bilder

Vegetation
Jordarter
Gränsen berg/jord
Bergets sprickighet
Markfuktighet

Färgbilder i skala ca 1:6000

Vegetation
Jordarter
Gränsen berg/jord
Bergets sprickighet
Utströmningsområden för grundvatten
Ytvatten
Ytvattendelare

IR-bilder i skala ca 1:20.000

Vegetation
 Jordarter
 Gränsen berg/jord
 Bergets sprickighet
 Utströmningsområden för grundvatten
 Ytvatten

Noggrannheten varierar naturligtvis beroende på bildtyp och skala. Även om jordarter kan tolkas från både svartvita bilder i skala 1:30.000 och storskaliga färgbilder blir resultatets noggrannhet högst olika. Flygbildstolkningens betydelse vid karteringen kommer därför att variera avsevärt beroende på tillgängligt bildmaterial. Generellt kanske kan sägas att flygbildstolkningen kan få större betydelse ju översiktligare karteringen är. Förutom bildmaterialets skala och kvalitet beror tolkningen i hög grad också av vanan och kunnigheten hos den person som genomför tolkningen.

Flygbildstolkning bör alltid kontrolleras i fält. Vid tillämpningarna har flygbildstolkningen ofta genomförts växelvis med fältarbetena. Fältarbetena har på så sätt fungerat som kontinuerlig kontroll av tolkningsresultaten.

3.5 Fältkartering

Karteringen i fält är nästan alltid ett av de väsentligaste momenten vid ingenjörsgelogisk kartering. Fältkarteringens genomförande och inriktning bestäms av resultaten av föregående moment i form av insamling av befintligt material och flygbildstolkning. Generellt kan emellertid sägas att detaljerade skalor kräver mera fältarbete. Arbetsinsatsen för fältkartering kan minskas genom noggrann flygbildstolkning, speciellt gäller detta förekomst av berg i dagen och berggrundens spricksystem. Även vid översiktlig kartering är emellertid fältkontrollen ett viktigt moment.

Erfarenheterna har visat att det bästa resultatet till lägsta kostnaden erhålls om karteringen genomförs av relativt kvalificerad personal. Samma personer bör därvid genomföra alla moment från förstudier och flygbildstolkning via fältkartering till redovisning. Bland annat fältkarteringen ger kartören en lokalkännedom som är ytterst väsentlig vid redovisning och kommunikation med karteringens avnämare. Av bland annat dessa skäl bör kartören vara rimligt allmänbildad. Det är sålunda önskvärt att kartören förutom sina geologiska specialkunskaper kan bedöma vegetation och hydrologi samt praktiska konsekvenser vid olika typer av utnyttjande. En alltför långt gående uppdelning av arbetet leder bara till onödigt dubbelarbete, svårigheter med samordningen, risk för missförstånd och oklarheter i redovisningen.

Detaljplanering görs vanligen i kartskalor mellan 1:1000 och 1:4000. Planeringsarbetet underlättas om grundmaterialet, t ex ingenjörsgelogisk kartering redovisas i planeringsskalan. Geovetenskapliga undersökningar med noggrannhet motsvarande denna skala blir mycket tidsödande och ger en detaljeringsgrad som egentligen inte erfordras för planeringsarbetet. Redan i samband med fältkarteringen görs därför generaliseringar så att noggrannheten på redovisningskartan motsvarar en mindre skala. Detta förfarande har tillämpats för flera här refererade undersökningar. Vid senare redovisning i publikationsform har kartorna ibland kunnat reproduceras i mindre skala utan svårighet. Bland annat av här ovan redovisade skäl är det alltid viktigt att klargöra en kartas noggrannhet i en åtföljande beskrivning.

Oavsett om en karta med geologisk information är mer eller mindre generaliserad, flygbildstolkad med fältkontroll eller enbart fältkarterad, är resultatet beroende av kartörens individuella bedömningar. Den geologiska kartan är därför aldrig exakt på samma sätt som en ritning. Kartbilden inom ett visst område kan i många fall inte ens reproduceras till exakt samma resultat ens med samma kartör.

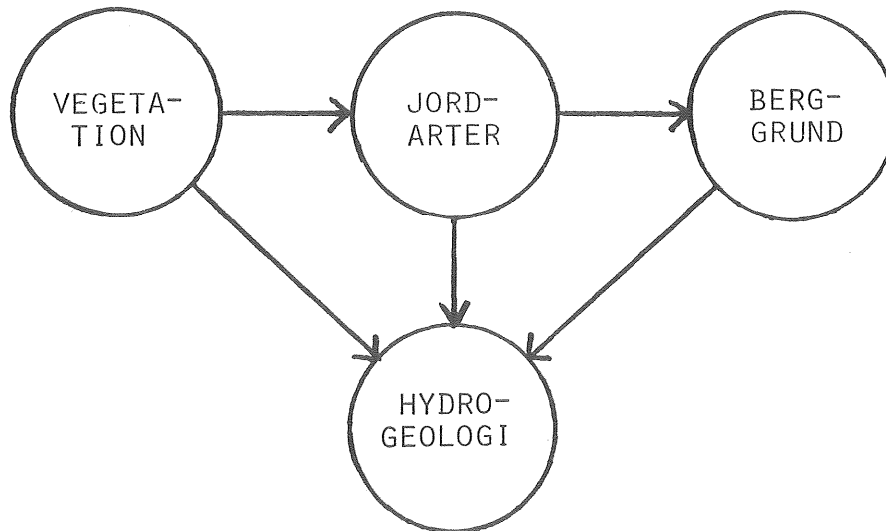
Karteringen i fält kan när den är fullständigast delas upp i följande moment:

- Vegetationskartering
- Jordartskartering
- Berggrundskartering
- Hydrogeologisk kartering

Av dessa är vegetationskartering och hydrogeologisk kartering i strikt mening inte geologiska undersökningar. Inom ramen för ingenjörsgelogisk kartering spelar de emellertid stor roll. Vegetationskarteringen kan utnyttjas för främst den hydrogeologiska karteringen och jordartskarteringen. Vegetationskartering är dessutom ett viktigt underlag vid planeringen av ett områdes användning. Den hydrogeologiska karteringen är också ytterst väsentlig som underlag för markanvändningsplanering.

Tidsordningen mellan de olika momenten bör vara den ovan angivna. På så sätt kan informationen från ett karteringsmoment utnyttjas i det eller de följande. Som nämnts kan vegetationskarteringen utnyttjas för jordarts- och hydrogeologiskarteringen. Jordartskarteringen kan utnyttjas för berggrundskarteringen, främst vad gäller avgränsningen av hållar. Beroende av proportionerna mellan jord och berg kan även den omvända ordningen motiveras. Hydrogeologiskarteringen kan utnyttja information från samtliga föregående moment, inte minst vegetationskarteringen. Sambanden mellan de olika karteringsmomenten kan åskådliggöras som i figur 1.

Jordartskarteringen har i huvudsak följt SGU:s normer. SGU:s normala jordartskarta i skala 1:50.000 redovisar jordarterna närmast under det av jordmånsprocesserna påverkade ytskiktet, dvs i regel på ca 0,5 m djup. Den redovisade jordarten skall ha en mäktighet av minst 0,5 m. Detta karteringssätt har visat sig vara lämpligt även vid den ingenjörsgelogiska karteringen. Den detaljerade karteringsskalan samt syftet med karteringen har emeller-



Figur 1. Schematisk framställning av integrering och tidsföljd mellan delundersökningarna vid ingenjörsgelogisk kartering.

tid tvingat till en del avsteg. Från ingenjörsgelogisk synpunkt är jordarternas bildningssätt mindre intressant. Sålunda har inga försök gjorts att skilja exempelvis glacial och postglacial lera eller svämмо från annan mo. Däremot har de översta jordlagren, även över 0,5 m djup, stor betydelse exempelvis för att bedöma förutsättningarna för ytinfiltration. Därför har i vissa fall större vikt lagts vid blockighet och halten organiskt material närmast markytan.

Berggrundskarteringen har i de fall sådan genomförts i huvudsak inriktats mot att kartlägga sprickor och andra strukturer, medan bergartsfördelning och bildningssätt haft mindre intresse. Detta beror på att den ingenjörsgelogiska karteringen i de refererade tillämpningarna oftast syftat till att bedöma hydrogeologiska förhållanden.

I några fall har berggrunden haft avsevärd betydelse för karteringen. Detta gäller i speciellt hög grad karteringen i Gårdsten (Lind 1979a). Erfarenheterna därifrån kan sammanfattas sålunda:

Inledningsvis har hållarnas utsträckning karterats, något som också bildat underlag för jordartskarteringen. I sam-

band med hållkarteringen har alla sprickor med mer än 5 m uthållighet i ytan karterats. Bergets strykning och stupning har noterats liksom bankningsplan och andra synliga, horisontella sprickor. Ett annat och ofta mindre tidskrävande sätt att sprickkartera är att ange bergets sprickfrekvens generaliserat över vissa ytor. Med den noggranna hållkartering som skett har emellertid merarbetet för inmätning av enstaka sprickor varit måttligt.

Erfarenheterna har visat att en noggrann hållkartering i fält är nödvändig om goda flygbilder saknas. Det är då också möjligt att samtidigt göra en total registrering av varje enskild större spricka. Om det däremot finns goda flygbilder i detaljerad skala (omkring 1:4000) kan hållarnas utsträckning karteras från dessa. Fältarbetet inskränks då till översiktlig kontroll. Flygbildstolkningens redovisning av de större sprickorna kan kompletteras med generell bestämning av frekvens för de mindre (1-10 m) vid fältkontrollen.

Hydrogeologisk kartering har genomförts på grundval av jordartskartering och eventuell berggrundskartering. Genomförandet av denna kartering har varierat kraftigt beroende på områdets egenskaper och syftet med karteringen. Gemensamt har emellertid varit att stor vikt lagts vid att identifiera in- och utströmningsområden, dvs i princip områden där grundvattenytan ligger på större djup respektive nära markytan. Vegetationen avspeglar ofta mycket tydligt dessa förhållanden, vilket medför att den hydrogeologiska karteringen bör göras efter eventuell vegetationskartering.

Den hydrogeologiska kartan bygger till stor del på punktvisa observationer eller mätningar. Yttäckande kartering används i huvudsak endast för att identifiera utströmningsområden. Flygbilder kan för den typ av hydrogeologiska kartor som framställts bara ge översiktlig information. Observationer och mätningar tvingar vanligen

till omfattande fältarbeten. I samband med dessa kan yttäckande inventeringar göras, som ger mera information än flygbildstolkning.

3.6 Fältbestämningar och laboratorieanalyser

De yttäckande karteringarna i fält har ofta kompletterats med andra typer av fältbestämningar samt laboratorieanalyser. Avsikten har då varit att säkrare kvantifiera egenskaper som identifierats och karterats. Det är också väsentligt att genom referensprover se till att karteringen anger rätt intervall för de karterade egenskaperna.

I fält har framför allt genomförts provgrovsgrävning med provtagning, infiltrationsmätningar, brunnsinventering samt drivning av undersökningsrör. På laboratoriet har utförts mekanisk analys av jordprover och permeabilitetsmätning på störda eller "ostörda" prover. Flera av dessa moment, men kanske speciellt provgrovsgrävning och rördrivning kompletterar både jordartskartering och hydrogeologisk kartering.

Det går inte att ange ens riktvärden för omfattningen av fältmätningar och laboratorieanalyser. De geologiska förutsättningarna och syftet med karteringen varierar från fall till fall och gör det nödvändigt att för varje kartering bedöma behovet av sådana undersökningar.

De refererade karteringarna har i ett flertal fall syftat till att bedöma förutsättningarna för dagvatteninfiltration. Därför har fält- och laboratorieundersökningar inriktats på att bestämma infiltrationskapacitet eller permeabilitet. De metoder som utnyttjats är främst infiltrationsmätningar med ringinfiltrometer och i provgrop samt permeametermätningar på upptagna jordprover. Beräkning av permeabilitet från siktkurva med Hazens formel har också utnyttjats (se t ex Jonasson, 1979).

Erfarenheterna av olika metoder att bestämma infiltrationskapacitet eller permeabilitet visar att fältmätningar

i första hand bör utnyttjas. Små enkelringsinfiltrimetrar kan användas, där markförhållandena tillåter, dvs i relativt väl sorterade, homogena jordarter. På moränmark är någon typ av infiltrationsmätning i provgrop att föredra. Det bör observeras att dessa metoder inte ger direkt jämförbara resultat eftersom infiltrometermätning i allmänhet görs på markytan, medan mätning i grop görs på jordlager under markytan. Bestämning med permeameter eller genom beräkning från siktkurva kan ge förhållandevis goda resultat i väl sorterade friktionsjordarter. Slutsatserna beträffande val av metoder grundar sig förutom på erfarenheter vid karteringstillämpningar även på andra försöksserier, utförda inom Geohydrologiska forskningsgruppen vid CTH (se t ex Jonasson, 1979, Torrång, 1979 och Lindblad, 1981).

4. UTVÄRDERING OCH KARTFRAMSTÄLLNING

4.1 Allmänt

För att den information som har samlats från arkiv, genom fältarbete och på laboratorium skall kunna utnyttjas krävs omsorgsfull utvärdering, sammanställning och redovisning. Det har härvid visat sig att enbart redovisning i form av kartor, sektioner osv mycket sällan är tillräckligt. Vanligtvis krävs dessutom en förklarande text i form av något slag av beskrivning. Ett konsekvent överflyttande av alla förklaringar till den separata beskrivningen är emellertid inte heller lämpligt. Vare sig det är avsett eller inte kommer kartorna att utnyttjas skilda från beskrivningen. Förutom nödvändiga teckenförklaringar bör därför kartorna även ha kortfattade beskrivningar och kommentarer för att underlätta utnyttjandet. Detta kan göras i tabellform enligt "COMECON"-modellen (se t ex Matula, 1969).

4.2 Kartframställning

När "Ankeborgsmodellen" utarbetades (Holmstrand och Wedel, 1977) föreslogs med utgångspunkt från inventerade modeller för ingenjörsgelogisk kartering utomlands (Holmstrand och Wedel, 1974) en uppdelning av redovisningen på flera kartblad. I de kartskalor som behandlades (1:4000 och 1:20.000) föreslogs redovisning på följande typer av kartblad:

A BASDATAREDOVISNING

Undersökningar

Jordarter

Berggrund

Hydrogeologi

B TEKNISK UTVÄRDERING

Byggnadsgeologi

Markkostnadsindex

Kartor över enskilda faktorer

Kartorna inom kategori A redovisar ett områdes uppbyggnad och egenskaper. Kartorna inom kategori B redovisar utvärderingar med hänsyn till ett områdes utnyttjande. Avsikten med denna uppdelning är dels att skilja den "objektiva" beskrivningen av området från de "subjektiva" värderingarna för speciella ändamål, dels att göra speciellt utvärderingarna lättare att förstå och utnyttja för karteringens avnämare. I princip samma tankegång har beträffande geotekniska undersökningar senare redovisats av Bo Orre (Orre, 1979, Busk och Orre, 1980).

Vid kartseminariet 1980-04-17 (Holmstrand, 1980a) föreslogs att benämningarna, för att vara mera korrekta borde modifieras enligt följande:

1. Basdatakarta Punktinformation utan generaliseringar. Kartbladet "Undersökningar" kan även innefatta konventionell planredovisning av geotekniska undersökningar enligt SGF:s anvisningar.
2. Baskarta Ger basinformation om ett områdes egenskaper. Innehåller ett visst mått av generalisering, tolkning och bearbetning. Kartbladen "Jordarter", "Berggrund" "Hydrogeologi", kan även omfatta redovisning av vegetation, klimat osv.
3. Utvärderande karter Kartor som genom utvärderingar av basinformationen ger uppgifter för något speciellt ändamål.

Oavsett vilka huvudrubriker (A och B eller 1,2 och 3 enligt ovan) som används, har det visat sig att det ursprungliga valet av kartbladsindelning uppenbarligen var ändamålsenligt. I sina grunddrag har denna kartbladsindelning utnyttjats vid så gott som alla genomförda tillämpningar, trots att målsättningen ofta inte inneburit att "Ankeborgsmodellen" nödvändigtvis skulle följas. Modifieringarna har främst gällt att antalet kartblad

ibland minskats beroende på ringa total mängd information. Det får inte bli något självändamål att framställa många kartblad, varför möjligheter att sammanföra informationen på få blad bör utnyttjas. Detta får emellertid inte leda till att kartorna blir överlastade och svårlästa.

Vid kartseminariet 1980-04-17 (Holmstrand, 1980a) framkom även synpunkter på de enskilda kartbladen. Kartbladen kan sålunda anses ha olika status och livslängd, vilket bör kunna påverka deras utförande. Kartbladet "Undersökningar" är en dokumentation avsedd att belysa de övriga kartornas tillförlitlighet. Den kan ha ett enkelt utförande och bör kunna kompletteras enkelt.

Baskartorna redovisar naturförhållanden och har lång stabilitet i tiden. De tål därför dyrare framställningssätt och kräver inte revision med hänsyn till ändrade förutsättningar.

De utvärderande kartorna är beroende av "tillfälliga" förutsättningar som ekonomi, planeringsmål, tekniska metoder m m. Dessa kartor har i allmänhet kortare livslängd och bör därför framställas på enklare sätt.

De olika kartbladen som framställs över ett visst område bör ha samma skala. Denna skala bestäms vanligen av karteringens utnyttjande och tillgängliga grundkartor. Ofta blir kartskalen därmed en annan än vad som skulle varit lämpligast enbart med hänsyn till själva karteringens ändamål och genomförande.

Ritningstekniskt har kartorna vanligen helt utförts enligt "Ankeborgsmodellen". Både svart-vitt och färutförande har använts. Allmänt kan sägas att kartor i färg är åskådligare och lättare att förstå omedelbart. Om kartbilden inte är alltför komplicerad kan emellertid redovisning i svart-vitt bli fullt acceptabel. Det gäller i så fall att noga överväga valet av raster, symboler osv

för att underlätta kartans läsbarhet.

Beteckningarna på kartorna i "Ankeborgsmodellen" följer så långt möjligt redan etablerade system. Sålunda utnyttjas för redovisning av undersökningar SGF:s beteckningsblad och för jordartskartor i färg SGU:s beteckningar. Vissa modifikationer har emellertid varit nödvändiga. Beträffande bergbeteckningar saknas vedertagna konventioner för tekniskt inriktade kartor. Ett forskningsprojekt har arbetat med att få fram beteckningssystem för bergundersökningar (Knutsson et al., 1973, Ahlberg et al., 1978). I avvaktan på att ett sådant system utarbetas har för tillämpningar, där mera omfattande bergundersökningar genomförts, utnyttjats ett beteckningssystem framtaget av Bergab-Berggeologiska undersökningar AB i Göteborg (redovisat i Knutsson et al., 1973). Ett annat bergbeteckningssystem har utarbetats vid Geologiska institutionen, CTH/GU (Ronge och Stigh, 1976).

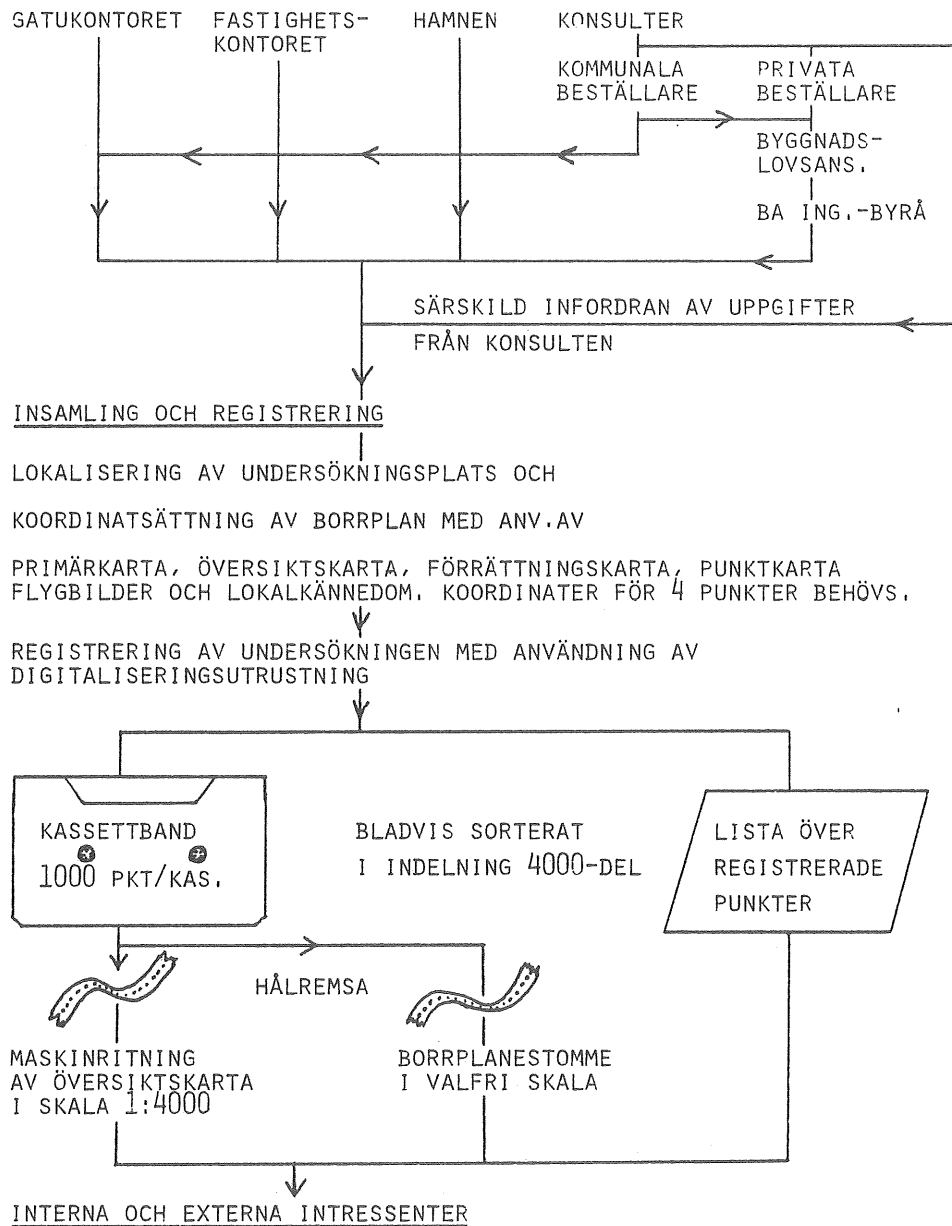
För framställning av hydrogeologiska kartor har så långt möjligt tillämpats de rekommendationer som publicerats av UNESCO (1970).

4.3 Datorframställning av kartor

Det har länge framställts som önskvärt och troligt att konstruerandet av olika typer av geologiska kartor skulle kunna datoriseras. Grunden för detta skulle i så fall vara att basdatainformation kan lagras och behandlas på lämpligt sätt. Ett system för datalagring av borrhingsdata föreslogs redan år 1973 i en byggforskningsrapport (Lundin et al., 1973). Enkel datalagring av borrhingsdata förekommer i praktiken exempelvis i Göteborgs kommun (se Holmstrand, 1980a). I figur 2 redovisas ett flödesschema för denna datalagring.

Under förutsättning att någorlunda heltäckande koordinat-satt information finns tillgänglig är det enkelt att exempelvis med s k färgbildskrivare konstruera kartor. Inom ramen för ett byggforskningsprojekt har VIAK AB

ARKIVHÅLLARE FÖR GRUNDUNDERSÖKNINGAR



Figur 2. Flödesschema för registrering och sammanställning av grundundersökningar i Göteborg (ur Holmstrand, 1980a).

framställt kartor på detta sätt (se Holmstrand, 1980a).

I andra länder förekommer motsvarande arbete med datorframställning av geologiska kartor. Exempel är lätta att finna i litteraturen, t ex Buisson et al. (1979) med flera artiklar i "Bulletin of the international association of engineering geology" nr 19, 1979.

Det har inte varit aktuellt att utnyttja datoriserade metoder i samband med här refererade praktiska karteringstillsättningar. Enda undantaget är att Göteborgs system för lagring av geotekniska borrhningar i vissa fall utnyttjats för att ta reda på vilka data som finns tillgängliga. Om kartor med olika innehåll skall konstrueras från heltäckande, koordinatsatta data, kräver detta en alltför stor arbetsinsats för inlagring för att denna procedur skall löna sig för små, begränsade karteringar. Data i form av borrhål är oftast inte heltäckande och kräver vid konstruktion av kartan geologisk kunskap och "intuition" som datamaskinen saknar. Buisson et al. (1979) uttrycker detta sålunda: "the most sophisticated automatic mapping methods are still too simple compared with the intellectual approach of the geologist".

Sammanfattningsvis får det anses osannolikt att konstruerandet av kartorna vid den typ av ingenjörsgelogisk kartering som behandlas här kan datoriseras under överskådlig tid. Däremot kan lagringen och hanterandet av basdatainformation, typ borrhningar med fördel föras över på data.

4.4 Beskrivning

För att den ingenjörsgelogiska karteringen skall kunna utnyttjas maximalt krävs förutom redovisning i form av kartor även beskrivning. Detta motiverades i Holmstrand och Wedel (1977) på följande sätt:

Det föreslagna kartsystemet bör alltid åtföljas av en beskrivning. En sådan erfordras både för att förklara själva kartsystemet och

dess användning samt för att beskriva det aktuella området. I beskrivningen av kartsystemet förklaras hur kartorna konstruerats, vilka parametrar som redovisas på de olika kartbladen och hur kartbladen bör användas för att informationen skall utnyttjas optimalt. Beskrivningen av det aktuella området bör lämpligen utformas som en kommentar till varje kartblad.

I UNESCO:s anvisningar (UNESCO, 1976) anges att beskrivningen till en ingenjörsgelogisk kartering med allmänt syfte bör omfatta följande huvudrubriker:

INLEDNING

- Karteringens syfte
- Det karterade området
- Tidigare undersökningar
- Karteringens genomförande

NATURGEOGRAFI

- Klimat
- Naturförhållanden
- Hydrologiska förhållanden

GEOLOGISKA STRUKTURER OCH UTVECKLING

BESKRIVNING AV JORD- OCH BERGARTER

HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

INGENJÖRSGEOLOGISK ZONINDELNING

RÅVARUTILLGÅNGAR

SLUTSATSER

REKOMMENDATIONER

I en kommentar anges att beskrivningens innehåll givetvis får anpassas till karteringens syfte, omfattning och skala. Erfarenheterna från genomförda tillämpningar visar att UNESCO:s mall för disposition i huvudsak har använts, men i allmänhet förenklats. En normaldisposition kan anges ha följande huvudrubriker:

INLEDNING

- Karteringens bakgrund och syfte,
- allmän beskrivning av det karterade området

KARTERING

Karteringens genomförande och tillämpade metoder

INGENJÖRSGEOLOGISK KARTA

Beskrivningar till varje kartblad

SAMMANFATTNING OCH UTVÄRDERING

I flera fall har genomförda karteringstillämpningar haft det dubbla syftet att både ge karteringsunderlag åt en beställare och karteringserfarenheter som led i forskningsarbetet. Beskrivningarna har av denna anledning gjorts mera omfattande än vad som erfordrats enbart från praktisk synpunkt. Allmänt sett bör krävas att beskrivningen till en ingenjörsgelogisk kartering inte får bli för långrandig och specialiserat geologisk med hänsyn till att avnämarna ofta är andra än geologer. Om mera omfattande geologiska redovisningar bedöms behöva ingå i beskrivningen exempelvis från dokumentationssynpunkt, kan dessa placeras som bilagor. Ett sådant exempel finns i redovisningen av karteringen i Gårdsten (Lind, 1979a).

5. TIDSÅTGÅNG OCH KOSTNADER

Här redovisade praktiska tillämpningar av ingenjörsgelogisk kartering har genomförts under varierande förutsättningar såväl vad gäller karteringens syfte och bedrivande som geologiska förhållanden. Den karterande personalen har i vissa fall varit rutinerad, men i andra fall krävt handledning och upplärning under arbetets gång. Metodiken har ibland fått utprovas under arbetets gång, medan andra karteringar kunnat grundas på tidigare erfarenheter och på så sätt mera haft karaktären av rutinuppdrag. De i tabell 2 sammanställda arbetsinsatserna är bland annat på grund av nämnda skäl ungefärliga och inte helt jämförbara inbördes.

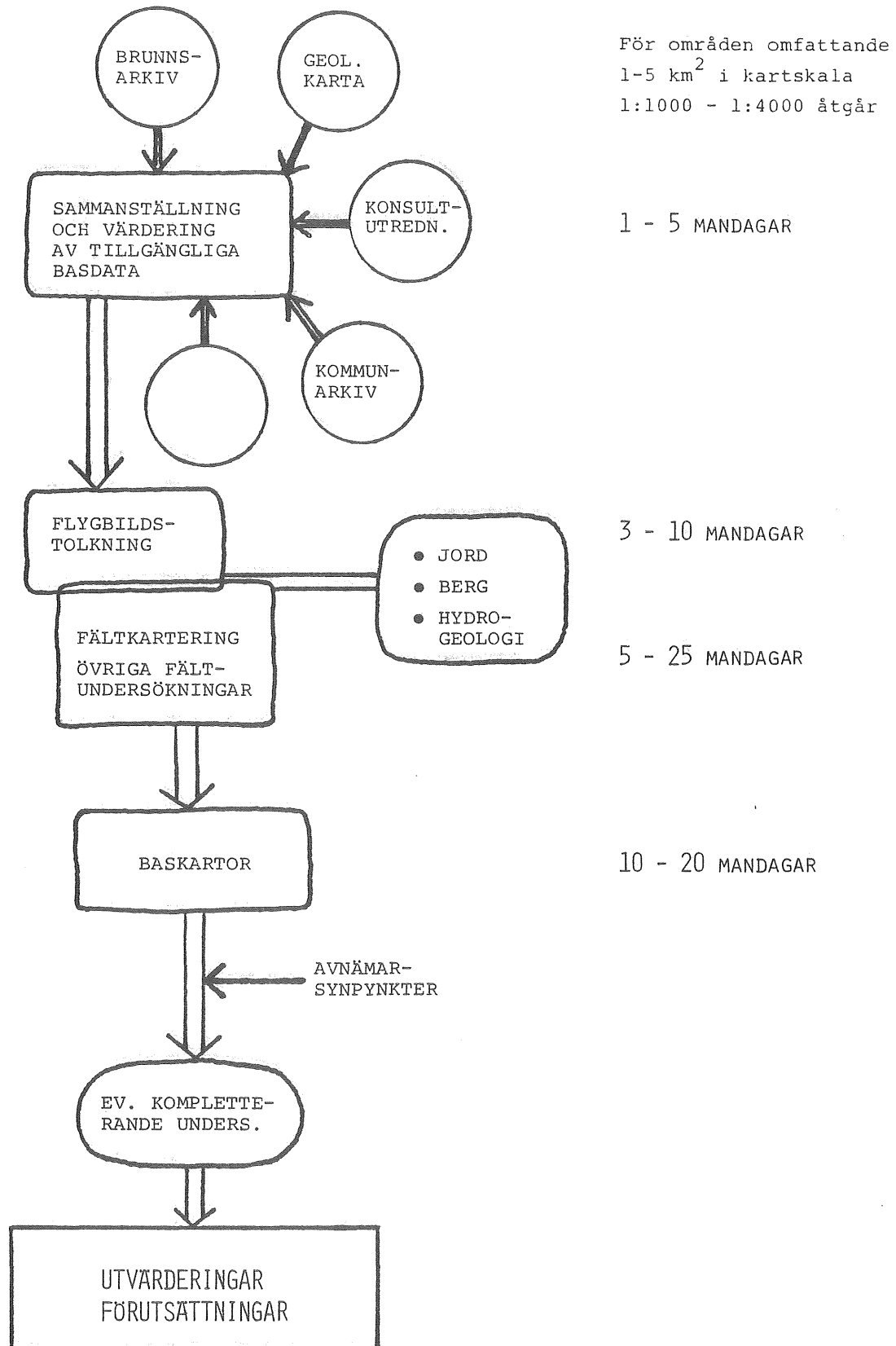
Trots osäkerheterna har sammanställningen av tidsåtgång ändå redovisats, eftersom erforderlig arbetsinsats måste vara känd om karteringens värde och nytta skall kunna bedömas. Däremot har det inte ansetts vara meningsfullt att översätta antalet mandagar i penningbelopp. En sådan beräkning blir snabbt inaktuell och beror dessutom på kostnadsläget hos den som genomför karteringen.

Huvudparten av de redovisade tillämpningarna avser ingenjörsgelogisk kartering av exploaterings- eller saneringsområden i utkanten av befintlig tätbebyggelse. Karteringssområdena är vanligen maximalt ett par km² och karteringsskalan 1:1000-1:5000. Under dessa förutsättningar visar erfarenheterna att tidsåtgången normalt blir den i figur 3 redovisade. I momentet redovisning har bara medräknats enkel textredovisning. Detta moment kräver mera tid om en fullständig och genomarbetad dokumentation eftersträvas. Som tumregel kan i så fall anges att 1 dag i fält motsvaras av 2 dagars skrivbordsarbete med redovisningen.

Insamling och bearbetning av tillgängliga data har skett med tillgång till bl a Geologiska institutionens bibliotek samt med vänligt tillmötesgående från konsulter, kom-

Tabell 2. Tidsåtgång vid tillämpningar. Endast de karteringar har medtagits, där någorlunda säkra uppgifter varit tillgängliga.

OMRÅDE	AREAL KM ²	KARTSKALA	SAMMANSTÄLLNING AV BEF.MATERIAL		FLYGBILDSTOLKNING		FÄLTARBETE		UTVÄRDERING		Man- dagar totalt
			Mandagar	(%)	Mandagar	(%)	Man- dagar	(%)	Man- dagar	(%)	
Halmstad, Halmstads k:n	36	1:50.000	10	(50)	1	(5)	3	(15)	6	(30)	20
Dalen 5, Karlskoga k:n	0,5	1:4000	2	(5)	1	(3)	22	(55)	15	(37)	40
Södra Näset Göteborgs k:n	0,6	1:2000	3	(7)	7	(16)	13	(30)	20	(47)	43
Öjersjö, Partille k:n	3	1:4000	5	(10)	10	(20)	23	(46)	12	(24)	50
Östra Gårdsten Göteborgs k:n	0,25	1:1000	2	(5)	2	(5)	20	(50)	16	(40)	40
Horsby Öster- gården, Herr- ljunga k:n	1	1:2000	3	(9)	1	(3)	19	(58)	10	(30)	33



Figur 3. Ungefärlig tidsåtgång för olika moment vid genomförda tillämpningar av ingenjörsgelogisk kartering.

munala förvaltningar osv. Sämre möjligheter att utnyttja olika typer av arkiv kan givetvis göra detta arbete betydligt mera tidskrävande eller i värsta fall omöjligt, vilket ökar behovet av fältundersökningar.

Vid kartering av små områden (upp till någon km²) är det ofta inte värt mödan att genomföra mera djupgående arkivstudier. Arkivletning och sammanställning från kartor och undersökningar med varierande kvalitet tar lätt flera dagar i anspråk. Slutproduktens tillförlitlighet är ändå osäker och fältkontroll erfordras. Fältkartering efter endast direkt nödvändiga förstudier kan totalt erfordra mindre tid. Detta förhållande kanske kan ändras om lättillgängliga och rationella arkiv för geoinformation upprättas. En allmän iakttagelse är emellertid att studier i terrängen av erfaren personal i hög grad underlättar vidare bearbetning, utvärdering och tillämpning av den ingenjörsgelogiska informationen.

Borrningar för att fastställa jorddjup, lagerföljder, materialegenskaper m m är alltid förhållandevis kostsamma. Speciellt vid större jorddjup stiger kostnaderna snabbt. Det är därför lönande att söka upp resultaten av äldre borrningar, även om dessa är svåråtkomliga, istället för att genomföra nya.

6. FÖRENKLAD INGENJÖRSGEOLOGISK KARTERING

I avsnitt 2-5 har redovisats erfarenheterna av karteringstillämpningar genomförda vid Geologiska institutionen, CTH. Resultaten beskrivs utförligt i bilaga 1 och sammanfattas i tabell 1. Syftet har i de flesta fallen varit både praktiskt (styrt av en extern uppdragsgivare) och teoretiskt (som ett led i forskningsprojektet Ingenjörsgelogisk kartering). På grund av det dubbla syftet har såväl kartering som redovisning i många fall gjorts fullständigare och utförligare än som varit motiverat enbart av kartornas praktiska användning för ett speciellt ändamål.

Oberoende av ovan refererade arbeten har författaren under drygt 10 års tid genomfört geologisk kartering med varierande renodlat praktiska syften på konsultbasis. Karteringarna har framför allt genomförts i anslutning till projektering av avfallsdeponeringsplatser och geotekniska bedömningar med varierande ändamål. Karteringens och redovisningens omfattning har ofta inte haft samma höga krav på fullständighet och detaljeringsgrad som tillämpningarna inom forskningsprojektet. Orsaken härtill är självfallet den striktare inriktning till enbart ett visst praktiskt ändamål med åtföljande snävare ekonomiskt utrymme för arbetet. Allmänt sett kan emellertid ambitionsnivån anses ha höjts under den överblickbara 10-årsperioden. Detta beror sannolikt både på hårdare krav från myndigheter m m och ökad förståelse för noggrannare kartering hos beställarna.

Konsultuppdragen innefattade ursprungligen inget generellt intresse för övergripande frågor rörande karteringsmetodik osv. När forskningsprojektet Ingenjörsgelogisk kartering startades kunde givetvis de redan gjorda praktiska erfarenheterna utnyttjas. Därefter har ett växelspel ägt rum mellan forskningsprojekt och praktisk verksamhet. Erfarenheterna från den praktiska verksamheten påverkade först övervägandena rörande karterings-

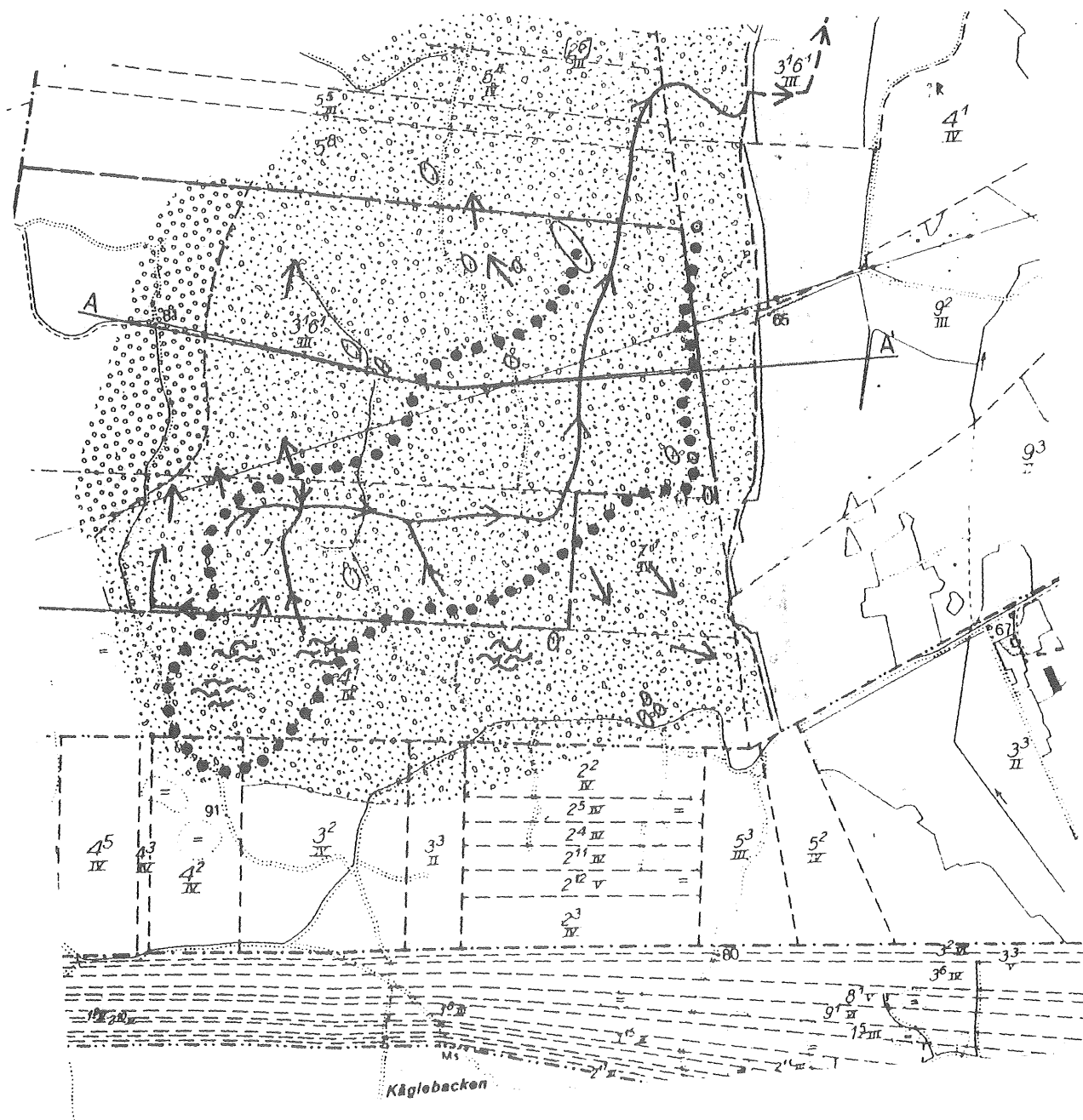
metodik och redovisningens uppläggning i "Ankeborgsmodellen" (Holmstrand och Wedel, 1977). Erfarenheterna från forskningsprojektet påverkade sedan i sin tur genomförandet inom den praktiska verksamheten.

I sina grunddrag överensstämmer den förenklade och renodlat praktiska karteringen med den mera forskningsinriktade vad gäller genomförande och redovisning. Arbetsinsatserna har emellertid allmänt varit mindre på grund av den lägre ambitionsnivån.

Vanligen har karteringen gällt ett ca kvadratkilometerstort område i skala 1:2000-1:10.000. Ofta har flygbilder använts under förberedelserna, men huvudvikten har lagts vid fältkartering. Dels erhålls då ett säkrare resultat, dels erhåller kartören lokalkännedom som är till stor nytta när resultatet skall tillämpas för sitt ändamål. Den ekonomiska vinsten med att huvudsakligen grunda karteringen på flygbildstolkning är dessutom liten. Området måste ändå fältkontrolleras, varvid en resa till området måste företas. Att fältkartera maximalt ca 1 km² har oftast bara tagit ett par dagar, varför skillnaden i arbetstid mot noggrann flygbildstolkning med fältkontroll blir obetydlig.

Som stöd för fältkarteringen har i ett flertal fall utnyttjats provgrovsgrävning med grävmaskin. Denna metod är klart överlägsen andra provtagningsmetoder för att kontrollera de ytliga jordlagrens uppbyggnad och lagerföljden ned till ca 4 m djup under markytan.

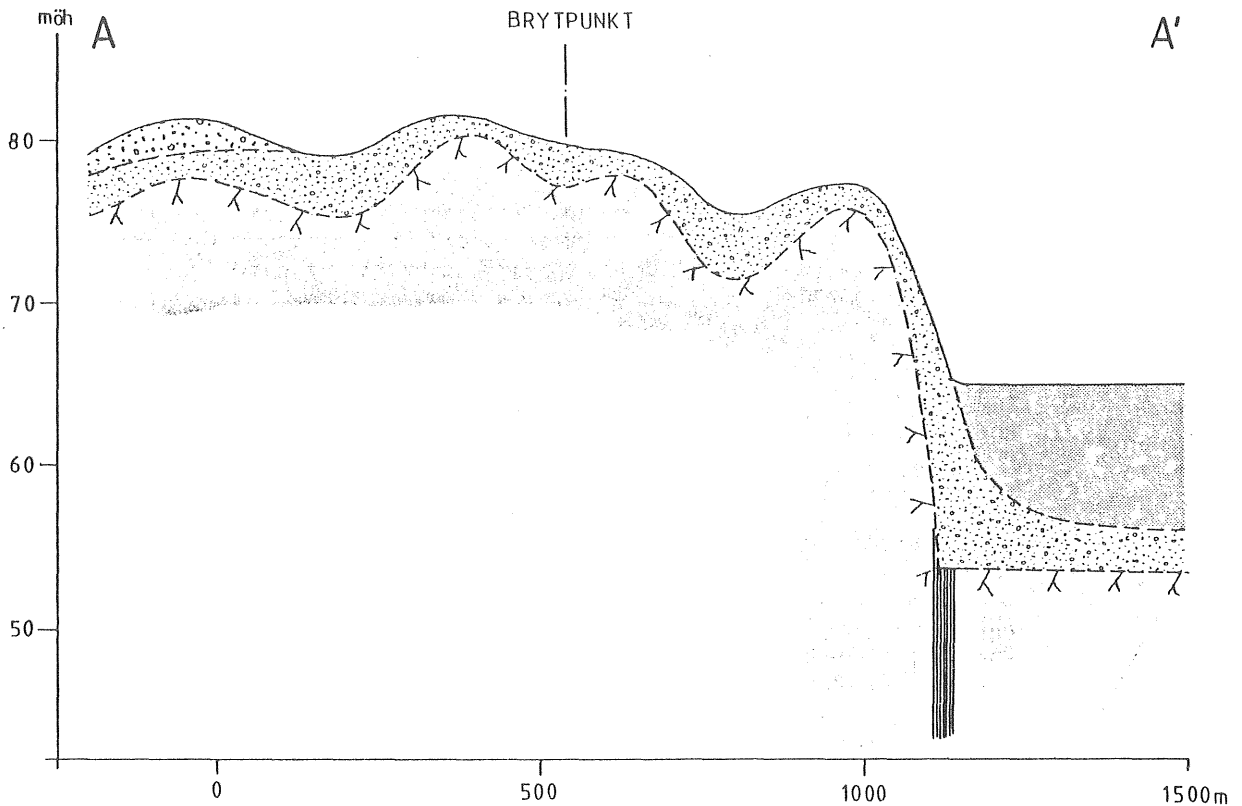
Kartredovisningen har oftast gjorts relativt enkel. Vanligen har den omfattat kartbladen geologi (jord- och eventuellt bergarter) och hydrologi (yt- och eventuellt grundvatten). För att åskådliggöra den vertikala uppbyggnaden har till geologikartan ofta konstruerats sektioner. Ett exempel redovisas i figur 4-6 (från Scandiaconsult, 1979).



TECKENFÖRKLARING

- | | | |
|--|----------------------|---------------------------|
| | GRUSIG MORÄN | } UNGEF. JORDARTS-GRANSER |
| | SANDIG-MOIG MORÄN | |
| | LERÄ | |
| | YTVATTENDELARE | |
| | PÅTAGLIG FÖRSUMPNING | |
| | | PRINCIPSEKTION |
| | | DOMÄNVERKETS MARK |

Figur 4. Exempel på enkel jordartskarta.
Efter Scandiaconsult (1979).

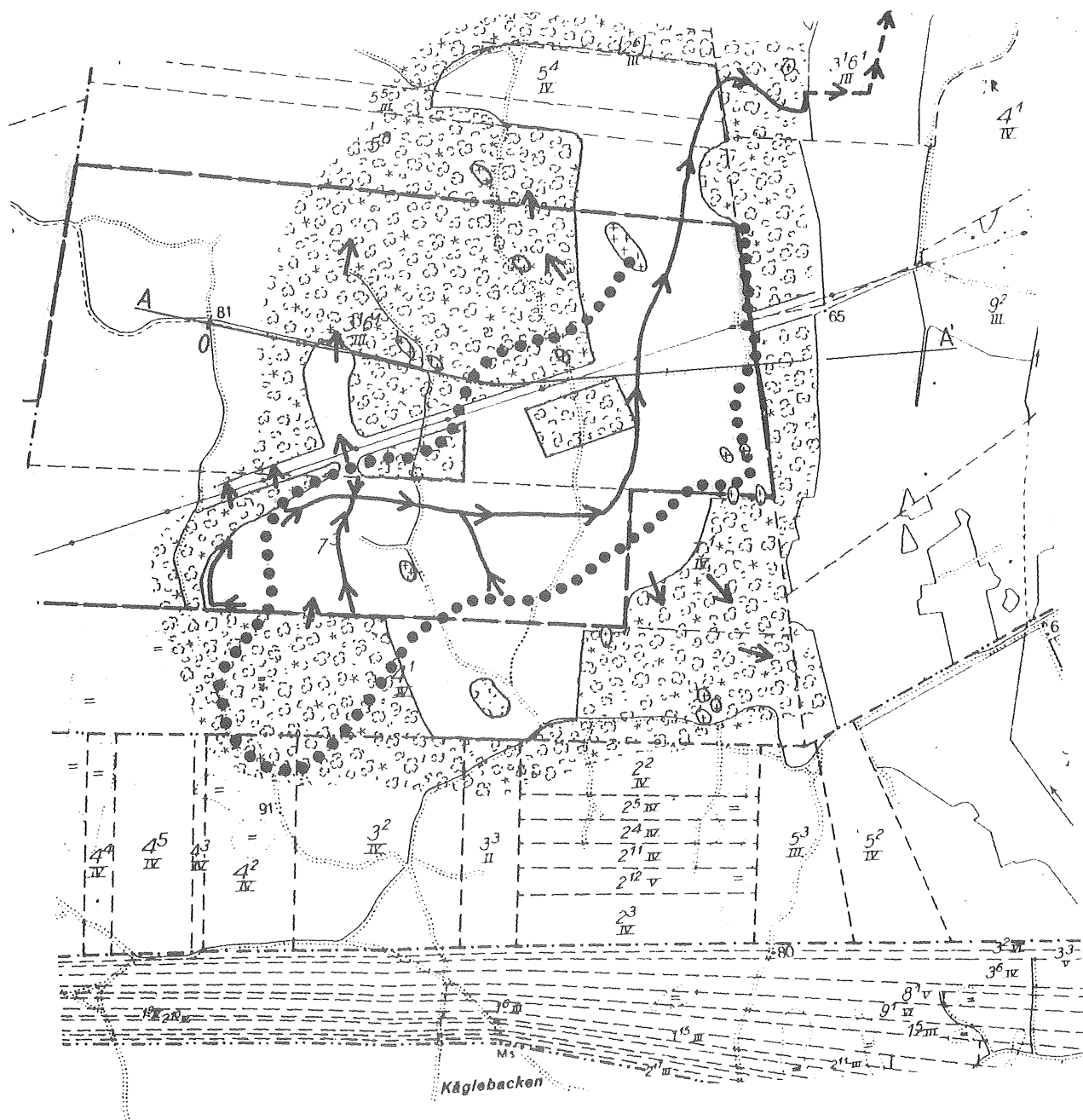


PRINCIPSEKTION A - A'

TECKENFÖRKLARING

—————	MARKYTA
- - - - -	ANTAGEN JORDARTSGRÄNS
λ - - - λ - - - λ - - -	ANTAGEN BERGYTA
	ANTAGEN FÖRKASTNINGSZON I BERGGRUNDEN
	GRUSIG MORÄN
	SANDIG-MOIG MORÄN
	LERÄ
	BERGGRUND

Figur 5. Sektion A-A' på jordartskartan i figur 4.
Efter Scandiaconsult (1979).



TECKENFÖRKLARING

	BERG I DAGEN ELLER PÅ RINGA DJUP		YTVATTENDELARE
	SKOG / HYGGE		PRINCIPSEKTION
	DIKE BÄCK DRÄNERING		DOMÄNVERKETS MARK

Figur 6. Översiktlig redovisning av ytvattenavrinning och vegetation inom samma område som i figur 4. Efter Scandiaconsult (1979).

Till kartorna har alltid lämnats en tämligen fyllig beskrivning. Dispositionen för denna beskrivning, som den vanligen utformats, överensstämmer väl med den i avsnitt 4.4 refererade för tillämpningarna inom forskningsprojektet. Huvudrubrikerna har sålunda i allmänhet varit följande:

ORIENTERING

Kort beskrivning av karteringens syfte, områdets läge, karteringens omfattning samt karteringens genomförande.

TOPOGRAFI OCH NUVARANDE MARKANVÄNDNING

Allmän geografisk beskrivning av det karterade området.

GEOLOGI

Områdets geologiska drag i stort, beskrivning av karteringsmetodik och resultatets relevans, beskrivning av berggrund och jordarter som uppträder i området.

HYDROLOGI

Beskrivning av områdets yt- och grundvattenförhållanden.

(NATURVÄRDEN)

I vissa fall har under denna rubrik lämnats synpunkter på s k motstående intressen, främst från naturskyddssynpunkt.

SAMMANFATTNING

Under denna rubrik har områdets förutsättningar sammanfattats med hänsyn till karteringens syfte och lämpligheten för detta syfte har bedömts.

7. SAMORDNING MED ANDRA SEKTORER

Underlag för markanvändningsplanering omfattar flera ämnesområden än som normalt ingår i ingenjörsgelogisk kartering. För att ge största möjliga utbyte bör i första hand insatserna inom olika geoinventeringar samordnas. De genomförda tillämpningarna i Karlskoga och Lerum (se tabell 1) avsåg allmän markanvändningsplanering och innefattade andra inventeringar än rent geologiska. I Karlskoga genomfördes en vegetationskartering och i Lerum en rad olika inventeringar av naturförhållanden.

Inom ingenjörsgelogisk kartering samordnas information från ett flertal sektorer som geologi, geoteknik, hydrologi och vegetation. Därmed kan den ingenjörsgelogiska informationen utnyttjas för planering av speciella insatser inom en rad andra sektorer som grönytor i bostadsområden, jord- och skogsbruk, energiplanering m m.

Samverkan mellan olika geosektorer i samband med att planunderlag tas fram, kan generaliseras i fyra punkter:

- 1) Utnyttjande av information som redan tagits fram inom en annan inventering.
- 2) Beställning av information från en annan sektor för utnyttjande under fortsatt inventeringsarbete.
- 3) Genomförande av beställning avsedd att utnyttjas inom en annan sektor.
- 4) Samordnad redovisning för att få fram ett likformigt, samlat planeringsunderlag.

Punkt 1 är redan nu ett naturligt sätt att arbeta inom de flesta inventeringar och karteringar. När det gäller övriga punkter, 2-4, krävs däremot en aktiv samordning som inte alltid förekommer idag. Avsikten med samordningen är självfallet att all information skall samlas och bearbetas så rationellt som möjligt, dvs så att största möjliga nytta erhålls. För detta krävs också

samråd mellan beställare och kartörer. En modell som visat sig framgångsrik för samordningen är att driva hela planeringsarbetet för ett område i en projektgrupp med alla berörda instanser representerade, vilket var fallet i Karlskoga (Bucht och Lind, 1978).

Krav på detaljeringsgrad vid olika planstadier samt synpunkter på samordningen av olika undersökningar framgår exempelvis av skriften "Planekonomiska utredningar" (Bostadsstyrelsen, Statens planverk, 1978). Ett likartat angreppssätt finns i "PNI-utredningen" (Bostadsdepartementet, 1974).

8. DEN INGENJÖRSGEOLOGISKA KARTERINGENS UTNYTTJANDE

Den ingenjörsgelogiska karteringen kan utnyttjas på olika sätt och för skilda ändamål. Härvid kan de olika kartorna användas var för sig eller i varierande kombinationer. Baskartorna som redovisar berggrund, jordarter och hydrogeologi kan sålunda utnyttjas som underlag och utgångsinformation för andra geundersökningar. De utvärderande kartorna kan i första hand utnyttjas av planerare och tekniker som underlag för byggande och andra åtgärder i det karterade området. Generellt kan den ingenjörsgelogiska karteringens utnyttjande delas upp på tre huvudområden:

- 1) Underlag och informationskälla vid planering och genomförande av detaljerade geundersökningar (exempelvis geoteknik, hydrogeologi). I huvudsak utnyttjas baskartorna, vilkas information i princip inte åldras.
- 2) Planeringsunderlag. I huvudsak utnyttjas de utvärderande kartorna. Informationen på dessa är sammanställd med hänsyn till för tillfället utnyttjad teknik och kan därför bli föråldrad.
- 3) Underlag vid dimensionering och projektering av tekniska system och konstruktioner. Både baskartor och utvärderande kartor kan utnyttjas. Den ingenjörsgelogiska karteringen avser emellertid inte att ta fram definitivt underlag för teknisk projektering. Karteringen skall i första hand betraktas som underlag för erforderliga detaljundersökningar samt instrument för kontakter mellan olika parter i planeringsprocessen.

För att den ingenjörsgelogiska karteringen skall kunna utnyttjas på bästa sätt, krävs i allmänhet direkt kon-

takt mellan kartör och användare. Detta kan ske i en arbetsgrupp med företrädare för olika inblandade parter, såsom skedde i Karlskoga (se Bucht och Lind, 1978). På detta sätt undviks risken för feltolkning eller alltför hårddragna slutsatser från karteringen.

Den ingenjörsgelogiska kartan måste som all annan kartering av naturförhållanden betraktas som en generaliserad och förenklad återgivning av verkligheten i ett område. Beroende på kartskala, arbetsinsats, områdets komplexitet, kartörens skicklighet m m kommer de verkliga förhållandena att återges mer eller mindre sanningsenligt. Kartan bygger alltid på interpolationer mellan punktundersökningar. Kartans tillförlitlighet blir därför beroende av punktundersökningarnas kvalitet och relevans samt kartörens förmåga att utnyttja informationen. Ett problem är att kartans tillförlitlighet kommer att variera, inte bara mellan olika områden, utan inom samma kartblad, beroende på att de samspelande förutsättningarna hela tiden varierar.

Den ingenjörsgelogiska karteringen kan ge upphov till felaktiga planeringsslutsatser eller felaktig utformning osv av tekniska anordningar om:

- 1) Kartan utnyttjas på ett felaktigt sätt. Vanligast är härvid att kartan uppfattas som en exakt dokumentation av förhållandena i området och inte som en generaliserad principredovisning.
- 2) Kartan är så grovt generaliserad och innehåller sådana feltolkningar att den ger en missvisande bild av områdets geologiska uppbyggnad.

I båda fallen kan olägenheterna elimineras genom direkt kontakt mellan kartör och avnämare. I fall 1) kan kartören varna för alltför hårddragna tolkningar av kartan. I fall 2) kan kartören på grundval av successivt tillkommande data revidera sin redovisning av områdets uppbyggnad.

9. SAMMANFATTANDE SLUTSATSER

Det moderna samhället medför allt starkare påverkan på den yttre, fysiska miljön. För att de direkta skadorna skall kunna begränsas vid olika typer av exploatering krävs goda kunskaper. Ingenjörsgelogisk kartering är avsedd att ge underlag för markanvändningsplanering och byggande. Den ingenjörsgelogiska kartan omfattar i första hand geologisk, geoteknisk och hydrogeologisk information, men även information om vegetation och klimat är önskvärd.

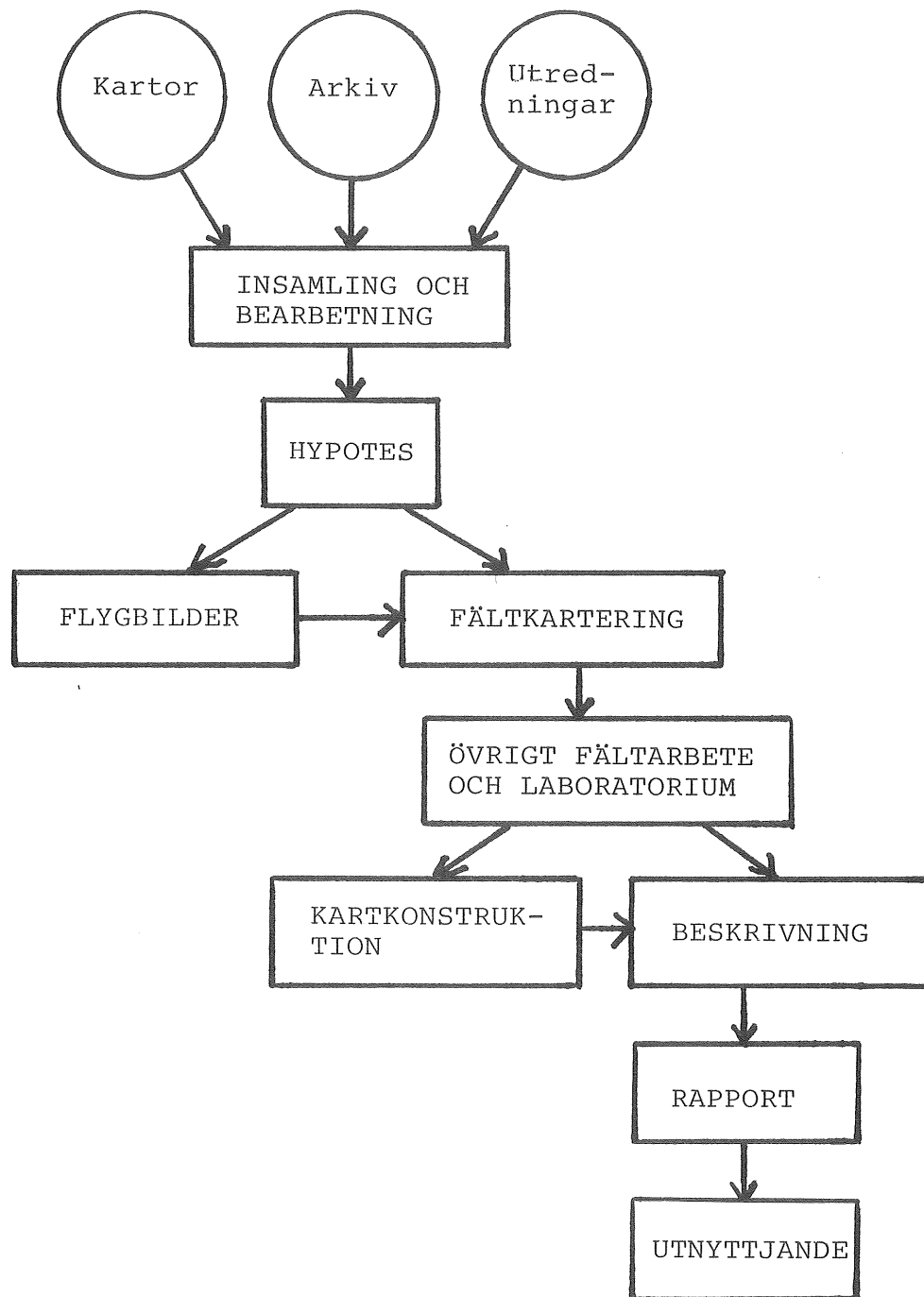
Forskningsprojektet "Ingenjörsgelogisk kartering" startade med en litteraturstudie. Därefter utarbetades ett förslag till redovisning av i första hand jordarter och hydrogeologi. Genom ett flertal praktiska tillämpningar har sedan en "normalmetodik" för ingenjörsgelogisk kartering utarbetats.

Ett generaliserat schema för ingenjörsgelogisk kartering redovisas i figur 7. Schemat grundar sig huvudsakligen på karteringar med följande karakteristik:

- Uppdragsgivaren är en kommunal förvaltning
- Karteringen har förutom ett praktiskt syfte även haft ett visst inslag av utvecklingsarbete
- Karteringen skall lämna underlag för bebyggelseplanering i ett småhusområde, där dagvatteninfiltration planeras
- Området omfattar högst 1 km² och skall karteras i skala 1:2000 - 1:4000.

De sålunda genomförda praktiska tillämpningarna av ingenjörsgelogisk kartering har haft varierande syfte från strikt affärsmässiga uppdrag till övningsuppgifter i samband med doktorandkurser.

Det är lämpligt att i ett program beskriva arbetets



Figur 7. Generellt schema för ingenjörsgelogisk kartering.

genomförande. Karteringen av basdata bör omfatta jordarter, berggrund (vid behov) och hydrogeologi. Vegetationskartering är ett önskvärt komplement. Redovisningen görs enligt "Ankeborgsmodellen" (Holmstrand och Wedel, 1977) med de modifikationer som anses erforderliga. Kartorna bör helst utföras i färg, men det slutliga valet mellan färg och svartvitt görs på grundval av karteringens tillämpning och erforderlig upplaga vid mångfaldigandet. Kartorna skall alltid åtföljas av en utförlig beskrivning. Det effektivaste utnyttjandet och bästa resultatet av karteringen erhålls om kartören deltar när kartorna skall användas.

Erfarenheterna har visat att fältkarteringen är mycket viktig. Den ger bl a kartören erforderlig lokalkännedom för redovisningen och den dialog med beställaren som är önskvärd vid karteringens utnyttjande. Även om redovisningen görs mycket genomarbetad och fullständig erhålls bästa resultatet om kartören får delta i t ex en projektgrupp när kartan skall användas.

Den ingenjörsgelogiska karteringen redovisas i form av ett antal kartblad och en separat beskrivning. I normalfallet erfordras följande kartblad för en någorlunda fullständig kartering:

1. Undersökningar
2. Jordarter
3. Berggrund
4. Hydrogeologi
5. Utvärdering

Den sistnämnda kartan ger direkta anvisningar för sådan verksamhet som föranlett karteringen, exempelvis dagvatteninfiltration. Beskrivningen bör redovisa arbetets bakgrund, allmänna fakta om det karterade området, karteringens genomförande samt detaljerade kommentarer och förklaringar till samtliga kartblad.

10. REFERENSER

- Ahlberg P, Lundgren T, Thorén H, 1978. Beteckningssystem för bergundersökningar inom byggnads- och anläggningsverksamhet. Remissutgåva. Statens Geotekniska Institut.
- Bjurström G, 1948. Geoteknikens betydelse vid samhällsplanering - en fråga av nationalekonomisk räckvidd. Byggmästaren nr 25, 1948.
- Bostadsdepartementet, 1974. Förslag till principprogram för undersökningar av naturförhållanden vid vissa industrilägen (PNI). Bostadsdepartementet DSB 1974:2.
- Bostadsstyrelsen, Statens planverk, 1978. Planekonomiska utredningar - planutformning och ekonomi. Statens planverk rapport 45.
- Bucht E, Lind B, 1978. Metodfrågor vid naturanpassad stadsplanering - erfarenheter från studie i Karlskoga. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, meddelande nr 35.
- Buisson J L, Gros G, Sanejouand R, Voiment R, 1979. Computer-aided updating of the engineering geological map of Rouen. Bulletin of the international association of engineering geology, No.19.
- Busk G, Orre B, 1980. Geoteknik i bättre former. Byggnadskonst nr 9/80.
- Ericsson L, 1977. Lokalt omhändertagande av dagvatten. Delrapport från första verksamhetsåret 1976-02-01-1977-01-31. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, meddelande nr 25.
- Holm T, Jonasson S, Lind B, 1980. Herrljunga kommun. Lokalt omhändertagande av dagvatten, Horsby Östergården. Ingenjörsgelogisk kartering. Opubl. stencil.
- Holmstrand O, 1974. Seminarium om ingenjörsgelogiska kartor. Geologiska institutionen CTH/GU, publ B31.
- Holmstrand O, 1977. Ingenjörsgelogisk kartering för planering och byggande. Byggmästaren nr 6, 1977.
- Holmstrand O, 1978. Lokalt omhändertagande av dagvatten. Delrapport nr 2 från perioden 1977-02-01 - 1977-11-30. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, meddelande nr 28.
- Holmstrand O, 1980a. Ingenjörsgelogisk kartering. Seminarium 1980-04-17. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, meddelande nr 52.

- Holmstrand O, 1980b. Lokalt omhändertagande av dagvatten, sammanfattning av forskning om dagvatteninfiltration vid CTH 1976-79. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, meddelande nr 53.
- Holmstrand O, Wedel P O, 1974. Ingenjörsgelogiska kartor, litteraturstudier. Geologiska institutionen CTH/GU, publ. A5.
- Holmstrand O, Wedel P O, 1977. Ingenjörsgelogisk kartering. Redovisning av i första hand jordlager och grundvatten. Geologiska institutionen CTH/GU publ A17.
- Hushållning med mark och vatten. SOU 1971:75.
- Hushållning med mark och vatten 2. SOU 1979:54.
- Johansson B, Lindskoug N-E, 1971. Markkostnadsindex. Bygghörsningens informationsblad B12:1971.
- Jonasson S, 1979. Dimensionering av perkolationsmagasin. En jämförande studie av olika metoder för bestämning av hydraulisk konduktivitet i friktionsjordar. Geologiska institutionen CTH/GU, publ B138.
- Knutsson G, Thorén H, Ahlberg P, Lundgren T, 1973. Be-teckningssystem för bergundersökningar - förstudie. Statens väg- och trafikinstitut, rapport nr 34.
- Lind B, 1977. Kvartära avlagringar och geohydrologiska förhållanden i Halmstad. Geologiska institutionen CTH/GU, publ B85.
- Lind B, 1979a. Dagvatteninfiltration - förutsättningar inom ett bergsområde, Östra Gårdsten i Göteborg. Geohydrologiska forskningsgruppen CTH, meddelande nr 39.
- Lind B, 1979b. Dagvatteninfiltration - perkolationsanläggning i Halmstad. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, meddelande nr 43.
- Lind B, Nordin G, 1978. Geohydrologi och vegetation i Dalen 5, Karlskoga. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, meddelande nr 34.
- Lindblad A, 1981. Infiltrationsmätningar utförda vid Geologiska institutionen CTH/GU 1972-1980, sammanställning och statistisk bearbetning. Geohydrologiska forskningsgruppen CTH, meddelande nr 60.
- Lundin S-E, Stephansson O, Zetterlund P, 1973. Geoteknisk databank. Bygghörsningen, Rapport R70:1973.
- Malmquist P-A, Lannér G, Högberg E, Lindvall P, 1979. Södra Näset - ett exempel på förenklad utformning av gator och dagvattensystem i ett upprustningsområde. Geohydrologiska forskningsgruppen CTH, meddelande nr 47.

- Matula M, 1969. Regional engineering geology of Czechoslovak Carpathians.
- Mertz E L, 1969. Helsingør og omegns jordbundsforhold. En ingeniør-geologisk beskrivelse. DGU rapport nr 2.
- Orre B, 1979. Redovisning av geotekniska utredningar. Ny ändamålsenlig modell. Byggforskningen T33:1979.
- Ronge B, Stigh J, 1976. Beteckningsschema för bergarter och strukturer i samband med ingenjörsgelogiska undersökningar. Väg- och vattenbyggaren nr 4 1976.
- Scandiaconsult, 1979. Skaraborgs Län - Avfallsutredning, Bilaga III:1. Kompletterande geohydrologiska undersökningar för lokalisering av avfallsanläggningar i Skaraborgs län. Rapport.
- Scandiaconsult, 1980. Partille kommun, Öjersjö. Lokalt omhändertagande av dagvatten. Rapport.
- Seminarium, 1979. Den ingenjörsgelogiska kartan. Geologiska institutionen CTH/GU. Opubl stencil.
- Sveriges Geologiska Undersökning, 1978. Kartinformation 1978.
- SVR:s Plananvisningskommitté, 1970. Rekommendationer för tekniska och ekonomiska utredningar vid upprättande av planförslag. Del 1. Grundförhållanden. Byggforskningen, Rapport R50:1970.
- Torrång O, 1979. Mätning av infiltrationskapacitet och permeabilitet, metodbeskrivning och jämförelse av mätresultat. Geologiska institutionen, CTH/GU publ B126.
- UNESCO 1970. International legend for hydrogeological maps.
- UNESCO 1976. Engineering geological maps. A guide to their preparation. Earth sciences series 15.
- Viberg L, Adestam L, 1980. Geotechnical terrain classification for physical planning - a Swedish research project. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, No. 21.

BILAGA 1

SID

BESKRIVNING AV TILLÄMPNINGAR

Innehåll

1.	INLEDNING	55
2.	TORSLANDA	58
3.	HALMSTAD	63
4.	DALEN 5, KARLSKOGA	68
5.	SÖDRA NÄSET, GÖTEBORG	73
6.	ÖJERSJÖ, PARTILLE	80
7.	ÖSTRA GÅRDSTEN	83
8.	LERUM	92
9.	HORSBY ÖSTERGÅRDEN, HERRLJUNGA	94
10.	DOKTORANDKURS 1973-74	97
11.	DOKTORANDKURS 1978-79	100
12.	SAMMANFATTANDE SLUTSATSER	103
13.	REFERENSER	106

1. INLEDNING

Inom ramen för forskningsprojektet "Ingenjörsgelogisk kartering" har ett stort antal praktiska tillämpningar genomförts. Dessa har i allmänhet initierats oberoende av kartprojektet och finansierats separat. Genomförandet har emellertid anpassats till behoven inom kartprojektet, vilket ibland lett till en avsevärd utvidgning och fördjupning av karteringen i förhållande till det ursprungliga uppdraget, något som självfallet även gynnat uppdragsgivaren. I några fall har även utnyttjandet av karteringen kunnat följas och synpunkter på karteringens användbarhet sålunda kunnat inhämtas från avnämarna.

I följande avsnitt har de flesta genomförda tillämpningarna kortfattat redovisats på ett någorlunda likformigt sätt. Ordningen är i stort sett kronologisk. Avslutningsvis har några sammanfattande slutsatser sammanställts på grundval av karteringserfarenheterna. Erfarenheter och slutsatser av olika moment i de praktiska karteringarna redovisas mera ingående i huvudtexten. Den nedan återgivna tabelluppställningen över redovisade tillämpningar finns även i huvudtextens avsnitt 2.

Flera praktiska tillämpningar av ingenjörsgelogisk kartering än de i följande avsnitt närmare beskrivna har genomförts inom Geohydrologiska forskningsgruppens eller Geologiska institutionens verksamhet. En fullständig redovisning av alla karteringstillämpningar skulle emellertid ha blivit onödigt omfattande genom att beskriva flera likartade arbeten utan att tillföra något väsentligt nytt. De karteringar som redovisas här har valts på grund av speciellt intresse avseende karterat område, genomförande och rapportering. De har i allmänhet rapporterats fullständigt separat eller som del av annan redovisning och uppgifter har funnits om metodik, arbetstidsåtgång m m.

Exempel på genomförda karteringar som ej redovisas närmare här är:

Ätråns dalgång, Ulricehamns kommun (Liedholm och Nygren, 1977).

Ryd, Linköpings kommun (Ericsson, 1977, Ericsson och Hård, 1978, Ericsson, 1980).

Bratthammar, Göteborgs kommun (Suneson och Thorén, 1977, Holmstrand et al., 1980).

Tabell 1

Sammanfattande redovisning av genomförda praktiska tillämpningar av ingenjörsgelogisk kartering.

OMRÅDE	SYFTE	UTFORMNING	REDOVISNING
Torslanda, Göteborgs k:n	Underlag för översiktlig bedömning av infiltrationsförhållanden.	Kartblad: Kombinerad redovisning av geologi och markanvändning. Skala 1:10.000.	Ericsson (1977) Holmstrand (1980)
Halmstad Halmstads k:n	Översikt över jordlagerförhållandena i anslutning till LOD-projekt.	Kartblad: Undersökningar, Jordarter. Skala 1:50.000.	Lind (1977) Lind (1979b)
Dalen 5 Karlskoga k:n	Underlag för naturanpassad stadsplan för småhusbebyggelse.	Kartblad: Undersökningar, Jordarter, Geohydrologi. Skala 1:4000.	Lind och Nordin (1978) Bucht och Lind (1978)
Södra Näset Göteborgs k:n	Underlag för bedömning av dagvattenhantering i samband med "permanentning" av fritidshusområde.	Kartblad: Undersökningar, Jordarter, Hydrogeologi, Förutsättningar för LOD. Skala 1:2000.	Malmquist et al (1979)
Öjersjö, Partille k:n	Underlag för bedömning av dagvattenhantering i samband med "permanentning" av fritidshusområde.	Kartblad: Undersökningar, Jordarter, Berggrund, Hydrogeologi, Förutsättningar för LOD. Skala 1:4000.	Scandiaconsult (1980)
Östra Gårdsten, Göteborgs k:n	Underlag för bedömning av dagvattenhantering för småhusbebyggelse på bergsplatå.	Kartblad: Undersökningar, Jordarter, Berggrund, Hydrogeologi, Förutsättningar för LOD. Skala 1:1000.	Lind (1979a)
Lerum Lerums k:n	Markens byggbarhet inom ramen för projektet "Ekosystem och fysisk planering".	Kartblad: Byggmarkskarta. Skala 1:20.000	Opublicerat koncept våren 1981
Horsby Östergården, Herrljunga k:n	Underlag för planering av bebyggelse och dagvattenhantering för småhusområde.	Kartblad: Geologi, Hydrogeologi och undersökningar, Förutsättningar för LOD. Skala 1:2000.	Holm, Jonasson och Lind (1980)
Doktorandkurs 1973-74	Att tillämpa "Anglosaxisk metod" och "COMECON"-metod på svenska förhållanden.	Varierande utförande enligt "COMECON-metod" och "Anglosaxisk metod". Skala 1:400 och 1:20 000.	Holmstrand (1974)
Doktorandkurs 1978-79	Att pröva ingenjörsgelogisk kartering i skilda områden och med skilda syften.	Varierande utförande i anslutning till "Ankeborgsmetoden". Skala 1:4000 och större.	Seminarium..... (1979)

2. TORSLANDA

2.1 Syfte

Inom ramen för Geohydrologiska forskningsgruppens vid CTH projekt "Planeringsmodeller för avloppssystem" tillämpades den norska NIVA-modellen på ett avrinningsområde i Torslanda, Göteborg. Erforderliga data för infiltrationsförhållandena anskaffades som ett led i projektet "Lokalt omhändertagande av dagvatten". Undersökningen utvidgades något för att som självständig enhet kunna utnyttjas som metodstudie både avseende ingenjörsgelogisk kartering och översiktlig infiltrationsbestämning för dagvattenhantering.

2.2 Bakgrund

Under 1970-talet ökade intresset för dagvattenhanteringen. Detta ledde till utvecklande av både ny teknik och nya utrednings- och planeringsmetoder. Den nya tekniken innebar främst olika typer av lokal infiltration, den nya metodiken innefattade bland annat s k planeringsmodeller för dagvattenberäkningar. Bland Geohydrologiska forskningsgruppens projekt som behandlade dagvattenhantering fanns "Planeringsmodeller för avloppssystem" och "Lokalt omhändertagande av dagvatten".

För att genomföra de nya idéerna avseende dagvattenplanering och dagvattenteknik krävs bättre kunskapsunderlag än vad som normalt erfordrats tidigare. Ett led i forskningen blev därför att undersöka hur detta kunskapsunderlag skall tas fram.

Inom projektet "Planeringsmodeller för avloppssystem" tillämpades den norska NIVA-modellen på ett avrinningsområde kring Nolered, Torslanda. För att modellen skulle kunna användas krävdes bland annat tillgång till översiktlig information om infiltrationsförhållandena. Detta delmoment ansågs lämpligast kunna genomföras inom projektet

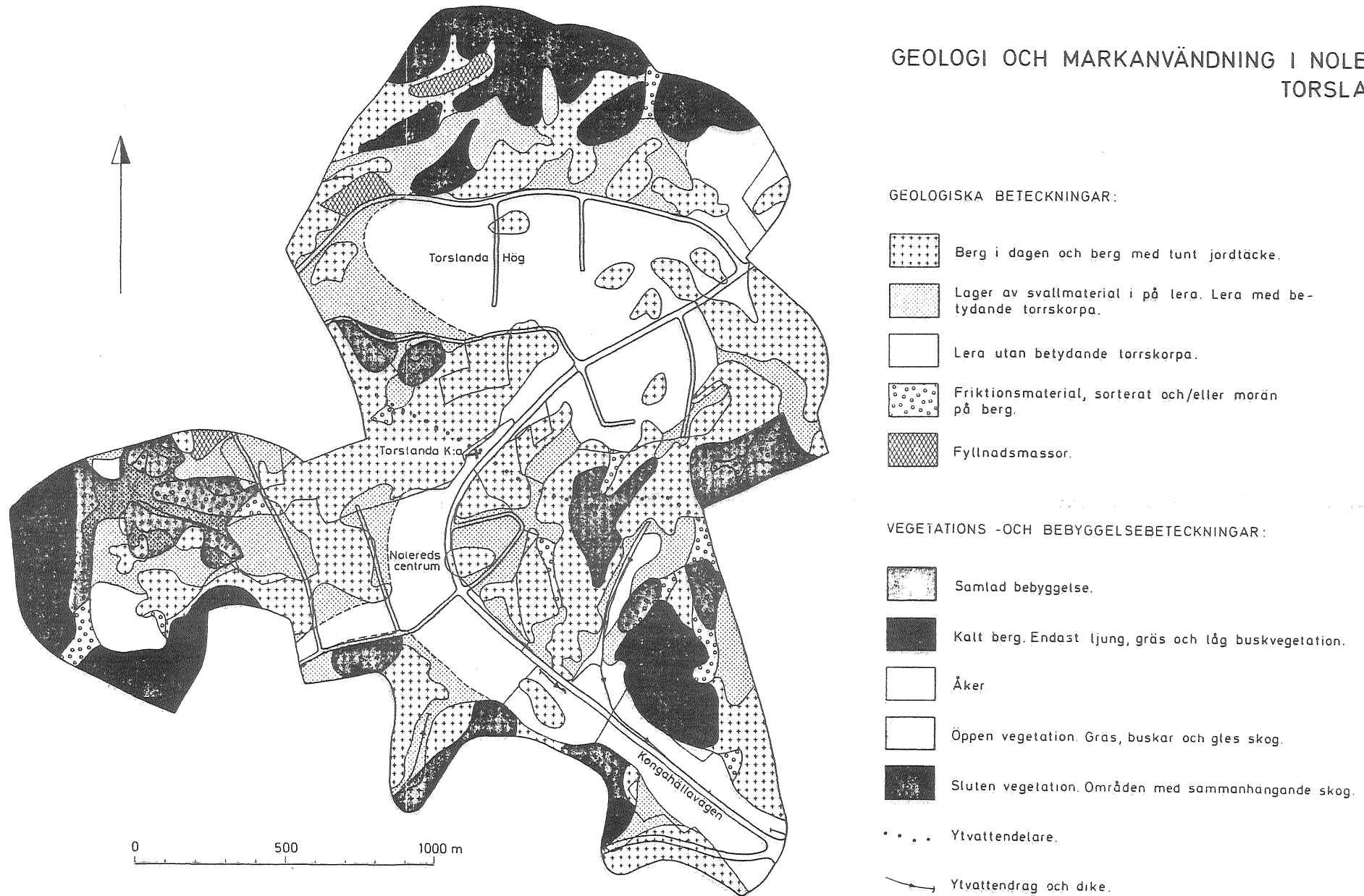
"Lokalt omhändertagande av dagvatten". Arbetet utvidgades även något för att kunna utnyttjas som delstudie också inom projektet "Ingenjörsgelogisk kartering".

2.3 Karteringens genomförande

Utredningen genomfördes av Lars Waldner, Geologiska institutionen, CTH. Inledningsvis avgränsades området huvudsakligen med hänsyn till ytavrinning och vattendelare. I grova drag kan det ca 3 km² stora området sägas omfatta två större, lerfyllda dalsänkor med omgivande bergsområden. Karteringen byggde huvudsakligen på sammanställning och värdering av befintlig information: kartor, flygbilder och geotekniska undersökningar. Med stöd av översiktlig fältkontroll utvärderades de två faktorerna geologi och markanvändning, vilka bedömdes ha störst betydelse för infiltrationsförhållandena. Resultatet redovisades i form av en klassificering i olika kategorier i kartform. Slutligen gjordes en infiltrationsbedömning med utgångspunkt från kartans kombinationer av geologi och markanvändning. Arbetets genomförande kan beskrivas på följande sätt i punktform (ur Holmstrand, 1980):

- Områdesavgränsning: Det studerade områdets gränser bestämdes huvudsakligen med hänsyn till vattendelare och ytvattendrag.
- Inventering: Tillgängligt material som kartor, flygbilder och geotekniska undersökningar insamlades. Materialet utvärderades med hänsyn till geologi, markanvändning m m och resultaten redovisades på en arbetskarta.
- Kartering: En översiktlig fältkartering gjordes för att komplettera inventeringsresultaten med avseende på geologi, vegetation och markanvändning.
- Klassificering: Området indelades i ett antal delområden med hänsyn till geologi och markanvändning. Klassificeringen gjordes med hänsyn till betydelse från infiltrationssynpunkt.

GEOLOGI OCH MARKANVÄNDNING I NOLERED, TORSLANDA



Figur 1. Ingenjörsgelogisk karta över Nolered, Torslanda. Nedminskad reproduktion i svart-vitt av den färgtryckta originalkartan. Efter Ericsson (1977).

- Infiltrationsbedömning: De kombinationer av geologiska förutsättningar och markanvändning som har väsentlig utbredning studerades från infiltrationssynpunkt. Ytorna gavs värden på infiltrationskoefficient och infiltrationskapacitet.
- Karta: Resultatet redovisades i kartform. På kartan har geologiska förhållanden markerats med raster, markanvändningen med färg. Till kartan finns en förklarande text.

2.4 Redovisning

Redovisningen omfattar endast ett kartblad samt en relativt utförlig beskrivning och utvärdering med hänsyn till karteringens syfte. Arbetet redovisades ursprungligen i LOD-projektets första delrapport (Ericsson, 1977). En sammanfattning redovisades också i LOD-projektets slutrapport (Holmstrand, 1980). Resultatet utnyttjades vid utarbetandet av rapporten över NIVA-modellens tillämpning (Svensson och Øren, 1979).

På kartan, se figur 1, redovisas både en översiktlig geologisk klassificering samt en klassificering med hänsyn till vegetation och markanvändning. Genom att geologin i originalet åskådliggörs med svartvita raster och markanvändningen med färger kan båda redovisas samtidigt. Detta ger fördelar genom en koncentrerad och överskådlig redovisning men nackdelar eftersom kartan blir relativt komplicerad och svårläst. I beskrivningen kommenteras karaktär och utbredning för olika kategorier. Infiltrationsförutsättningarna bedöms med utgångspunkt från en klassificering i matrisform av förekommande kombinationer mellan geologi och markanvändning, se figur 2. De kombinationer som markerats ha stor utbredning i matrisen ges närmare beskrivning i texten och troliga värden för infiltrationskapacitet och infiltrationskoefficient anges.

Inom området har karterats fem kategorier av vardera geologiska och vegetation - bebyggelsemässiga förhållanden. Detta ger 25 olika kombinationer mellan dessa grupper.

	Kalt berg...	Samlad bebyggelse	Aker	Öppen vegetation...	Sluten vegetation...
Berg i dagen...	2	1	0	2	1
Lager av svallmaterial...	0	2	0	2	1
Lera...	0	2	1	2	0
Friktionsmaterial...	0	0	0	1	1
Fyllnadsmassor	0	0	0	1	0

0 Markerar terrängtyper som saknas i området.

1 Markerar terrängtyper som förekommer i ringa utsträckning. Inom dessa områden har infiltrationsförhållandena ej bedömts.

2 Markerar terrängtyper med stor utbredning.

Figur 2. Kombinationer av geologi och markanvändning i Nolered, Torslanda. Efter Ericsson (1977).

3. HALMSTAD

3.1 Syfte

Inom ramen för Geohydrologiska forskningsgruppens vid CTH projekt "Lokalt omhändertagande av dagvatten" studerades en perkolationsanläggning belägen strax väster om Halmstads centrum. Bland annat erfordrades för detta ändamål god kännedom om mark- och grundvattenförhållanden inom det område som närmast berördes av perkolationsanläggningen. Utredningen av dessa förhållanden genomfördes som ett C-kursarbete i kvartärgeologi vid Geologiska institutionen CTH/GU. Det befanns därvid vara ändamålsenligt att utsträcka studierna till en översiktlig ingenjörsgelogisk kartering av hela centrala Halmstad.

3.2 Bakgrund

Avloppssystemet i centrala Halmstad bestod vid mitten av 1970-talet flerstädes av ett kombinerat ledningsnät för spill- och dagvatten, vilket med åren blivit otillräckligt och ej längre klarade avbördningen i samband med kraftigare nederbörd. Bland de åtgärder som vidtogs var att inom ett mindre område väster om Halmstads centrum leda dagvattnet till ett perkolationsmagasin, beläget centralt i området. Perkolationsmagasinet, som placerats i en park, tar emot vatten från hustak och gator i ett cirka 4 ha stort område med 24 bostadshus och ett barndaghem. Perkolationsmagasinet togs i drift våren 1976.

Halmstads kommun kontaktade Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, för att få synpunkter på perkolationsanläggningens utförande och uppföljning av anläggningens funktion. Inom ramen för projektet "Lokalt omhändertagande av dagvatten" genomfördes därför flera studier av förutsättningar och funktion. Som nämnts genomfördes bland annat en ganska omfattande undersökning av geologiska och hydrogeologiska förhållanden, vilken också utsträcktes till en översiktlig regional studie av ett cirka 40 km² stort område.

3.3 Karteringens genomförande

Karteringen genomfördes av Bo Lind, Geologiska institutiet, CTH/GU, inom ramen för ett C-kursarbete i kvartärgeologi. Den detaljerade studien kring perkolationsanläggningen innefattade fältmoment som rördrivning, spadborrning och infiltrometermätning. Den översiktliga karteringen byggde huvudsakligen på sammanställning av tidigare undersökningsmaterial, främst borrhningar. Dessutom genomfördes delvis flygbildstolkning med viss fältkontroll. Flygbilderna var svartvita, huvudsakligen i skala 1:30 000, men i några fall även 1:6 000.

3.4 Redovisning

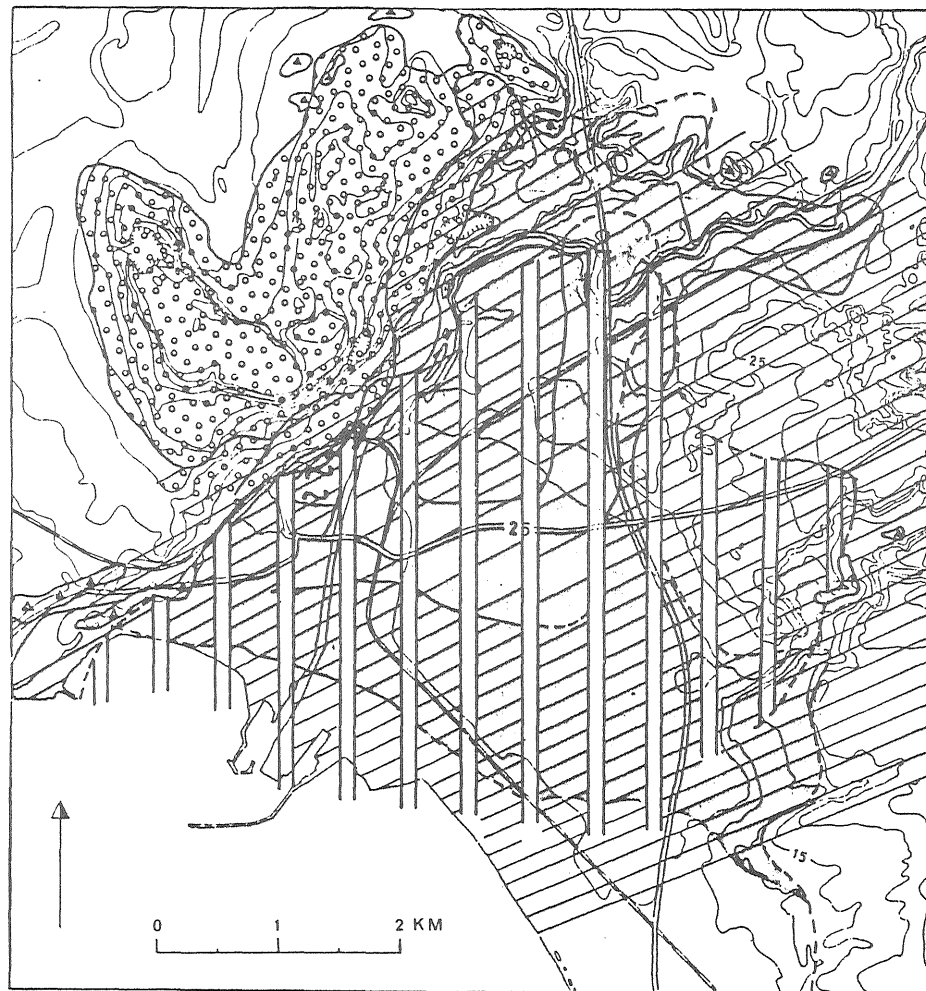
Den ingenjörsgelogiska kartan utformades i huvudsak enligt "Ankeborgsmodellen" (Holmstrand och Wedel, 1977). Kartbladen med utförlig beskrivning redovisades först i ett C-kursarbete i kvartärgeologi (Lind, 1977). En mera kortfattad version finns i Geohydrologiska forskningsgruppens slutrapport över undersökningarna i Halmstad (Lind, 1979b).

Den översiktliga karteringen redovisades på bladen Undersökningar och Jordarter. Grundvattennivåerna finns dessutom på ett separat blad. Skalan på dessa kartor var 1:50 000. Jordlagerförhållanden och topografiska förhållanden åskådliggjordes med profiler och ett blockdiagram. Jordartskartan återges i figur 3 och en av profilerna i figur 4.

Jordlager och grundvattenförhållanden i perkolationsmagasinets omgivning redovisades med en detaljerad sektion och en karta över grundvattennivåerna i skala 1:5000. Samtliga kartor och diagram mångfaldigades i svartvitt.

I c-kursarbetet ges en mycket utförlig redovisning av arbetets genomförande samt områdets geologiska förutsättningar och hydrogeologiska förhållanden. På kartbladet

Figur 3. Ingenjörsgelogisk karta över Halmstad.
Efter Lind (1977).









RESERVATION:

Gränslinjer för geologiska bildningar etc. är ej exakta. Gränslinjerna redovisar bedömningar på grundval av kända fakta med hänsyn till aktuell redovisningsteknik.

2 JORDARTER

BETECKNINGAR:

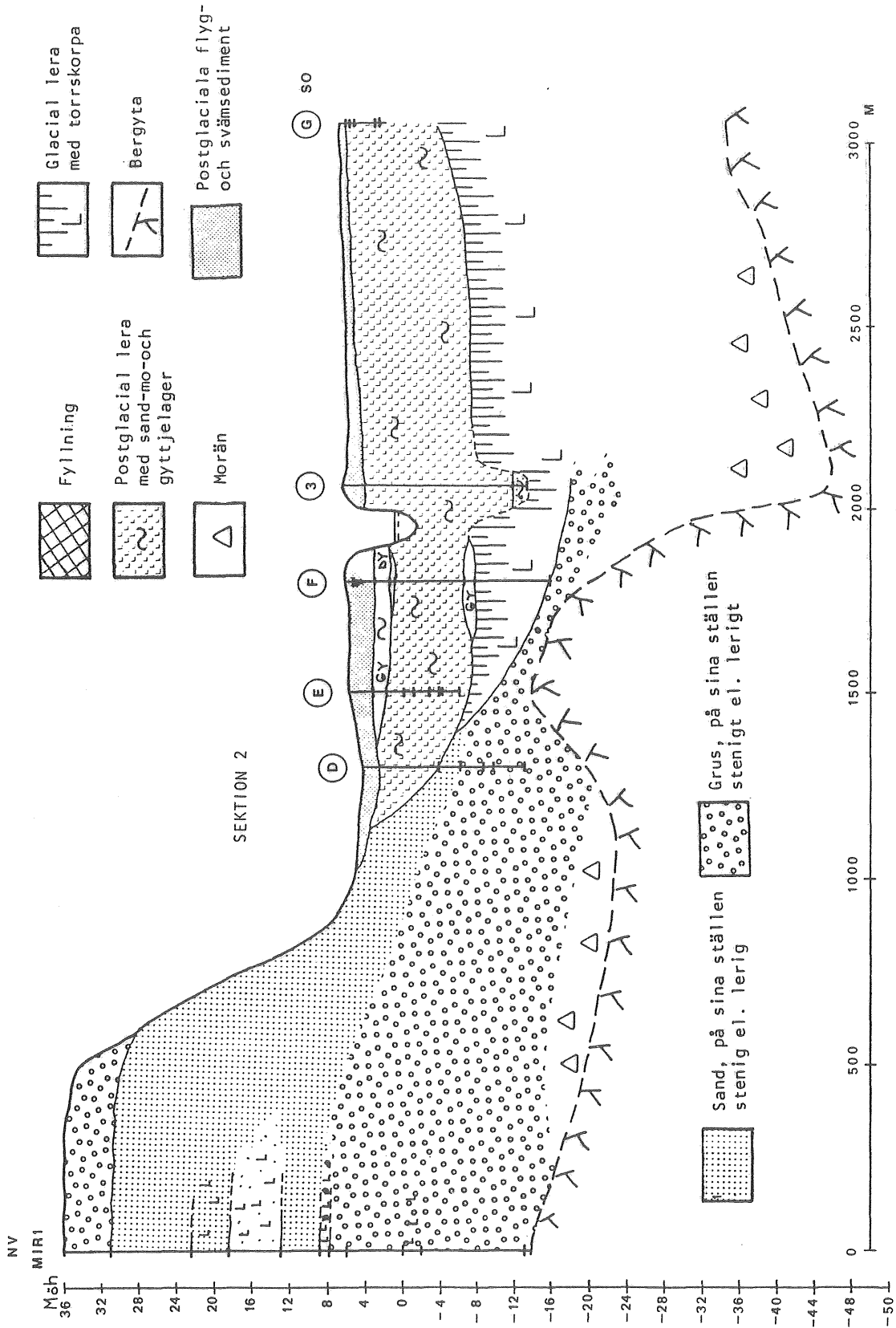
-  Morän
-  Grus
-  Ytsand < 2m mäktig
-  Ytsand > 2m mäktig
-  Dy, gyttja, vilande på den postglaciala leran
-  Lera, postglacial
-  Torrskorplera, glacial

HALMSTAD

INGENJÖRSGELOGISK KARTA

SKALA 1:50 000

B Lind 1976



Sektion genom de kvartära bildningarna i Halmstad grundad på utförda borrhningar och grundundersökningar.

Figur 4. Sektion genom jordlagren i Halmstad. Efter Lind (1977).

Undersökningar visas flygbildstolkat område och punkter där information från tidigare undersökningar utnyttjats. Jordartskartan visar fördelning av jordarter i markytan och lagerföljder. Som nämnts framgår även lagerföljder och jordmäktigheter av separata sektioner.

Någon ytterligare utvärdering har inte gjorts av den regionala kartan i skala 1:50 000. Kartan är dels avsedd att vara en sammanställning och utvärdering av tidigare undersökningar med avseende på områdets kvartärgeologiska uppbyggnad, dels ett allmänt planeringsunderlag för Halmstads tätort.

Den detaljerade karteringen kring perkolationsanläggningen utnyttjades som underlag för att tillsammans med övriga undersökningar bedöma anläggningens funktion bland annat inom ramen för ett examensarbete vid Institutionen för vattenbyggnad, CTH (Ericsson et al., 1978).

4. DALEN 5, KARLSKOGA

4.1 Syfte

Dalen 5 ligger i nordöstra delen av Karlskoga tätort. I samband med att området skulle bebyggas gjordes ett försök med naturanpassad planering, där speciella hänsyn skulle tas till vegetationsförhållanden och geohydrologiska förhållanden. Detta genomfördes som ett separat forskningsprojekt av Karlskoga kommun, Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH och Statens institut för byggnadsforskning. Den ingenjörsgelogiska karteringen syftade främst till att ge underlag för planering av dagvattenhanteringen.

4.2 Bakgrund

Området Dalen 5 omfattar cirka 0,5 km² och var vid karteringen hösten 1977 täckt av barrskog, huvudsakligen gran. Innan forskningsprojektet startade hade en konventionell stadsplan utarbetats, omfattande ca 60 småhus. Kommunen var emellertid intresserad av att tillämpa de forskningsresultat inom den urbana hydrologin som framkommit under 1970-talet.

För genomförandet av forskningsprojektet bildades en arbetsgrupp med representanter för de medverkande parterna. Kommunens huvudsyfte med projektet var att bygga ett bostadsområde som är väl anpassat till naturförutsättningarna. Från forskningssynpunkt var projektet av intresse både för att föra ut och tillämpa nya idéer och metoder samt att erhålla erfarenheter av praktisk stadsplanering.

Den ingenjörsgelogiska karteringen ingick i detta fall sålunda i en större helhet som ett integrerat led i planeringsprocessen.

4.3 Karteringens genomförande

Kartering av geologi och geohydrologi genomfördes av Bo Lind och Jan Rogbeck, Geologiska institutionen, CTH. Samtidigt, men oberoende av denna kartering, genomförde Göte Nordin, Karlskoga kommun, en vegetationskartering. Tidigare hade i området utförts en konventionell översiktlig geoteknisk undersökning. Denna samt flygbilder i svart-vitt i skala 1:5 300 studerades som förberedelse för fältarbetet.

Fältarbetet omfattade konventionell jordartskartering och kartering av geohydrologiska förhållanden. För att underlätta karteringen utfördes bland annat traktorgrävda provgropar, infiltrometermätningar, mekaniska analyser av jordprover och permeametermätningar. Vidare utplacerades några grundvattenobservationsrör i området.

4.4 Redovisning

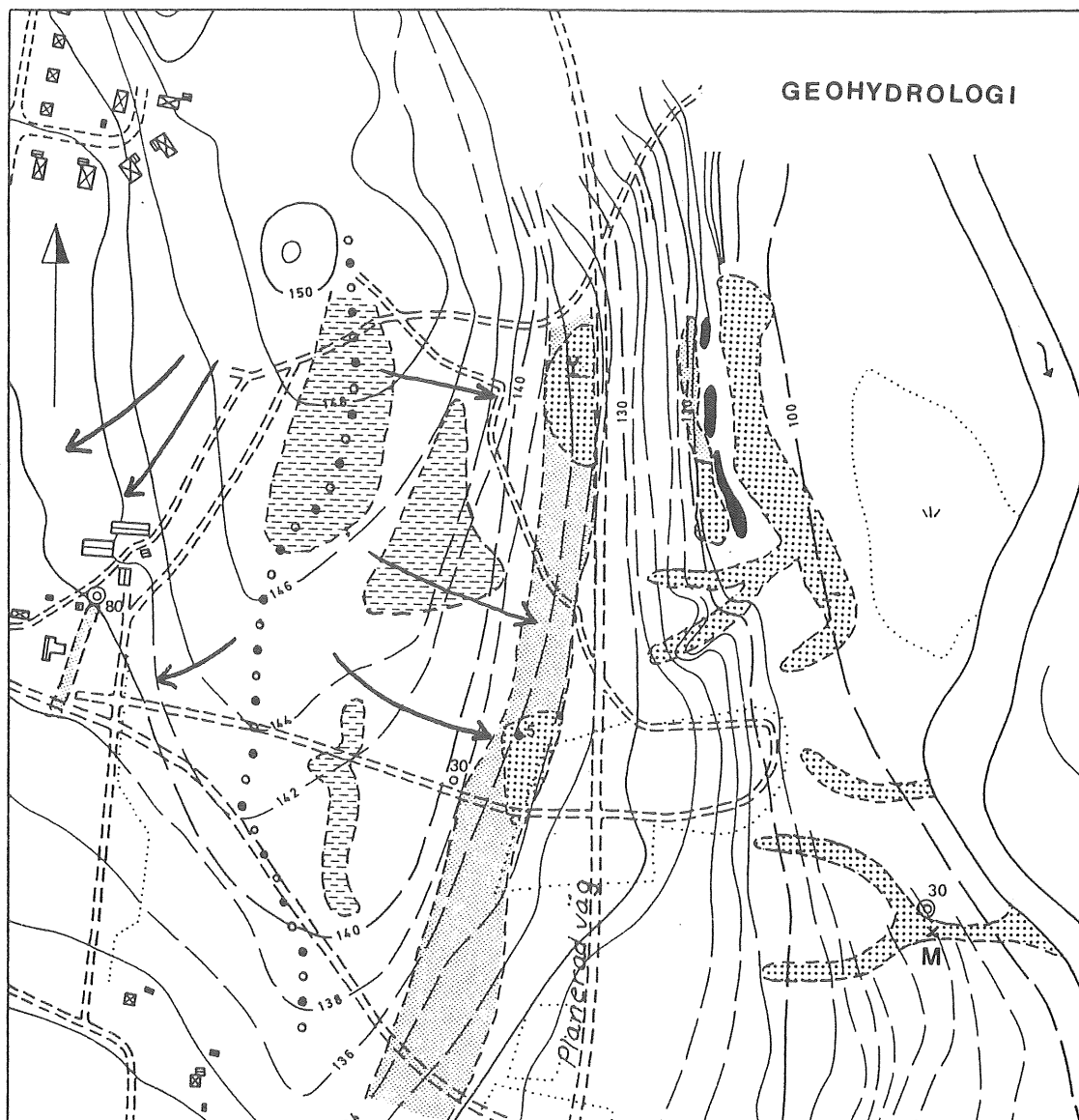
Den ingenjörsgelogiska kartan utformades i huvudsak enligt "Ankeborgsmodellen" (Holmstrand och Wedel, 1977). Kartorna med tillhörande utförliga beskrivningar redovisades tillsammans med vegetationskarteringen i en speciell rapport (Lind och Nordin, 1978). Kartorna och en kortfattad beskrivning redovisades också i projektets huvudrapport (Bucht och Lind, 1978). Informationen fördelades på 3 blad, benämnda Undersökningar, Geohydrologi och Jordarter. Kartskalan var 1:4000. Jordartskartan trycktes i färg, de övriga två i svart-vitt.

I beskrivningen redovisas arbetets genomförande, geologiska förhållanden samt geohydrologiska förhållanden. Med hänsyn till karteringens utnyttjande har huvudvikten lagts vid utvärdering av de geohydrologiska förhållandena.

På kartbladet Undersökningar åskådliggörs karterat område, traktorgrävda provgropar och grundvattenobservationspunkter. Den geohydrologiska kartan redovisar mätpunkter,

grundvattenströmning samt områden med av olika orsaker hög markfuktighet, se figur 5. Jordartskartan visar jordartsfördelning i markytan, förekomsten av block i markytan samt lagerföljden i delar av området. Lagerföljder och jordartsmäktigheter framgår även av en profil genom det karterade området.

Karteringen utnyttjades som underlag för planering av bebyggelsen i området. Som hjälpmedel vid de direkta diskussionerna med planerarna redovisades restriktioner och anvisningar för byggandet på två kartor, vilka kan betecknas som en form av zonkartor, se figur 6. Dessutom lämnades synpunkter på tänkbart utförande av perkolationsanläggningar för dagvatten. Planeringsarbetet ledde småningom till en reviderad stadsplan, som skilde sig ganska avsevärt från det ursprungliga förslaget. Bebyggelsen uppfördes 1979-80 och är nu föremål för viss uppföljning bland annat med avseende på inverkan på växtlighet och hydrologiska förhållanden (se Lindblad och Sandstedt, 1980).

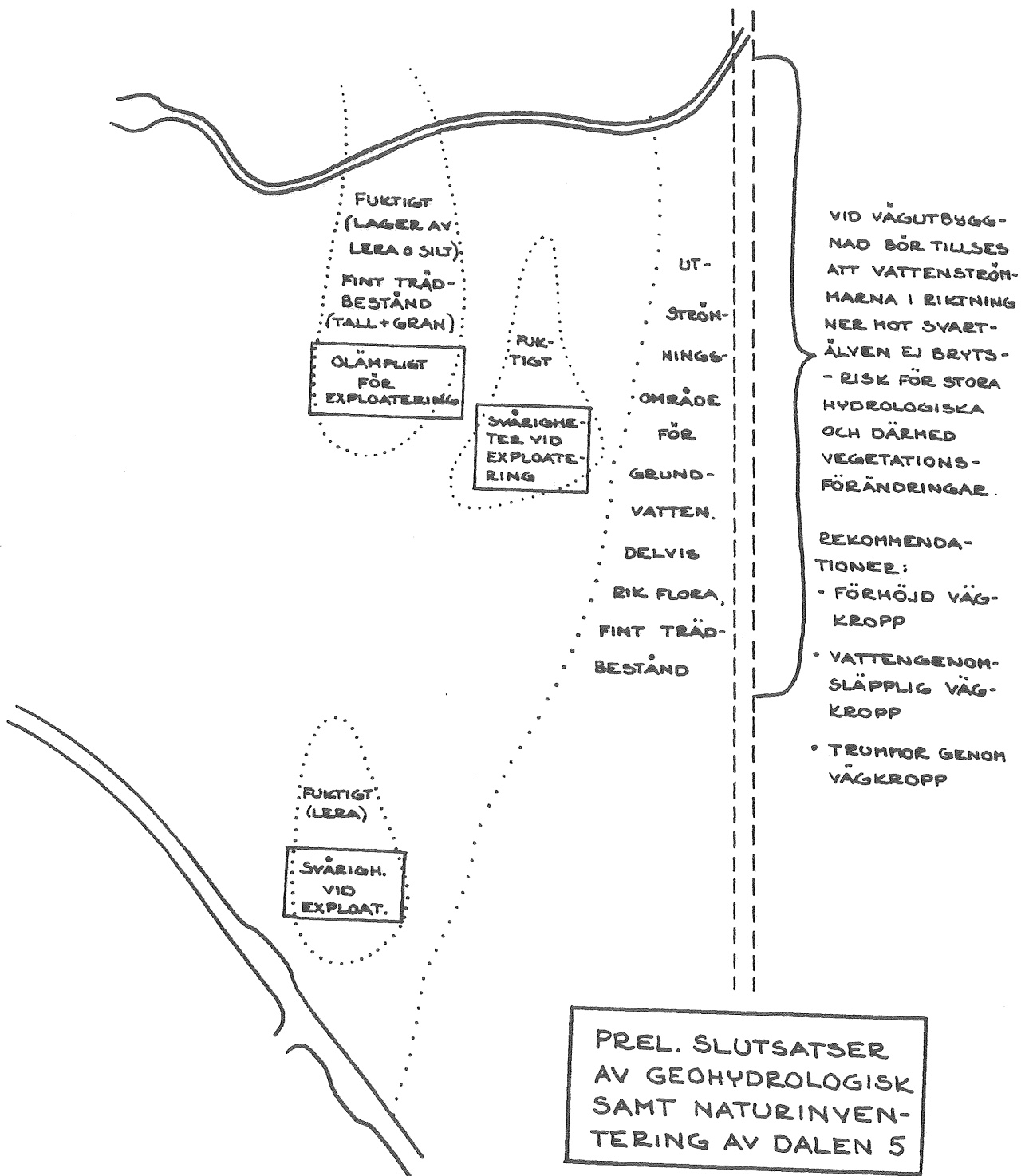


Teckenförklaring:

- | | | | |
|--|---|---|----------------------------|
| | förhöjd markfuktighet
p.g.a. lågpermeabla yt-
lager | | källa |
| | diffust } utströmnings-
område för grv. | | mät punkt för grv. läckage |
| | | Grv.obs. punkter med
ungefärligt grv.stånd
i cm under markytan i mitten
av okt. 1977 | |
| | sammanfallande yt-
och grv. delare | | grop med grv.yta |
| | berg som branter i
dagen | | grv.obs. rör |
| | grv.strömning | | brunn |

DALEN 5, KARLSKOGA
INGENJÖRSGEOLOGISK KARTA
SKALA 1:4000

Figur 5. Ingenjörsgelogisk karta över Dalen 5, Karlskoga.
Efter Lind och Nordin (1978).



Figur 6. Karta över restriktionsområden för byggande i Dalen 5, Karlskoga. Efter Bucht och Lind (1978).

5. SÖDRA NÄSET, GÖTEBORG

5.1 Syfte

Södra Näset ligger i sydvästra Göteborg. Området har använts för exemplifiering inom Geohydrologiska forskningsgruppens vid CTH projekt "Alternativ gatuplanering". Den ingenjörsgelogiska karteringen genomfördes inom ramen för detta projekt och syftade till att ge underlag för bedömning av dagvattenhanteringen.

5.2 Bakgrund

Södra Näset är ett cirka 60 ha stort område med äldre, gles fritidsbebyggelse. På senare tid har området blivit allt attraktivare för helårsboende och många hus har blivit permanent bebodda. En stadsplan utarbetades därför för fastställande hösten 1979.

De krav på teknisk standard som normalt följer med en stadsplan får emellertid i många avseenden orimliga konsekvenser för ett område av Södra Näsets typ. Upprustningen av gatu- och VA-näten medför höga kostnader och stora ingrepp i den befintliga miljön. Det är därför angeläget att söka finna alternativa tekniska system, mera anpassade till områdets förutsättningar.

Inom projektet "Alternativ gatuplanering" utarbetades alternativa förslag till utformning av gator och dagvattenhantering i Södra Näset. De alternativa lösningarna beräknades medföra lägre kostnader under större hänsynstagande till sociala, miljömässiga och geohydrologiska konsekvenser av ingreppen.

Dagvattenhanteringen kan förenklas om man går över från konventionella ledningssystem till olika typer lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). Då krävs god kännedom om markens uppbyggnad och geohydrologiska förutsättningar. Av denna anledning genomfördes ingenjörsgelogisk kartering i området.

5.3 Karteringens genomförande

Karteringen genomfördes av Thomas Holm och Olof Stenlund, Geologiska institutionen, CTH. Tidigare hade inom området utförts konventionella geotekniska undersökningar. Resultaten av dessa studerades inledningsvis samtidigt som flygbildstolkning genomfördes. De utnyttjade flygbilderna var i färg med skalan 1:6000. Fältarbetena omfattade brunnsinventering av cirka 150 brunnar och samtidig kontroll av jordartsförhållandena i anslutning till flygbildstolkningen. Ett 10-tal jordprover togs för mekanisk analys och beräkning av permeabiliteten med Hazens formel. Brunnsinventeringen redovisades på blanketter med ett blad per brunn. På blanketten anges bland annat läge, brunnstyp, vattentillgång, uppmätt grundvattenyta samt omgivande jordlager eller berggrund, se figur 7.

5.4 Redovisning

Den ingenjörsgeologiska kartan utformades i huvudsak enligt "Ankeborgsmodellen" (Holmstrand och Wedel, 1977). Kartbladen med tillhörande utförliga beskrivning redovisades i rapporten för projektet "Alternativ gatuplanering" (Malmquist et al., 1979). Informationen fördelades på 5 blad, benämnda Undersökningar, Jordarter, Jordarter profiler, Hydrogeologi samt Lokalt omhändertagande av dagvatten: Förutsättningar. Kartskalan var 1:2000. Jordartskartan och jordartsprofilerna trycktes i färg, övriga i svartvitt. I figur 8 och figur 9 återges delar av den hydrogeologiska kartan respektive kartan över LOD-förutsättningar.

I beskrivningen redovisas arbetets genomförande, geologiska förutsättningar, hydrogeologi samt förutsättningar för LOD i anslutning till kartorna. Innehållsförteckningen till beskrivningen återges i figur 10. På kartbladet Undersökningar åskådliggörs utgångsmaterialet för hela arbetet. Kartbladen Jordarter och Jordarter profiler redovisar fördelningen av jordarter i markytan, lagerföljder samt lerans mäktighet. Kartbladet hydrogeologi redovisar yt- och

.....
 Brunnsinventering

Brunn nr:

Fastighet:.....

Ägare:

Brunnstyp:

Brunnens diameter:.....

Brunnsöverbyggnad:

Mätpunkt (Mp):

Svårighetsgrad för pejling:

Brunnen utförd/fördjupad år:

Vattentillgång, normalår:

Vattentillgång, torrår:

Nuvarande vattenuttag:

Vattenbeskaffenhet:

Mp m.ö.h. My m.ö.h.

Botten m.u.Mp Gr.v.y.d. m.u.Mp

m.ö.h. m.ö.h.

Jordarter, lagerföljd, berggrund m.m.:.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

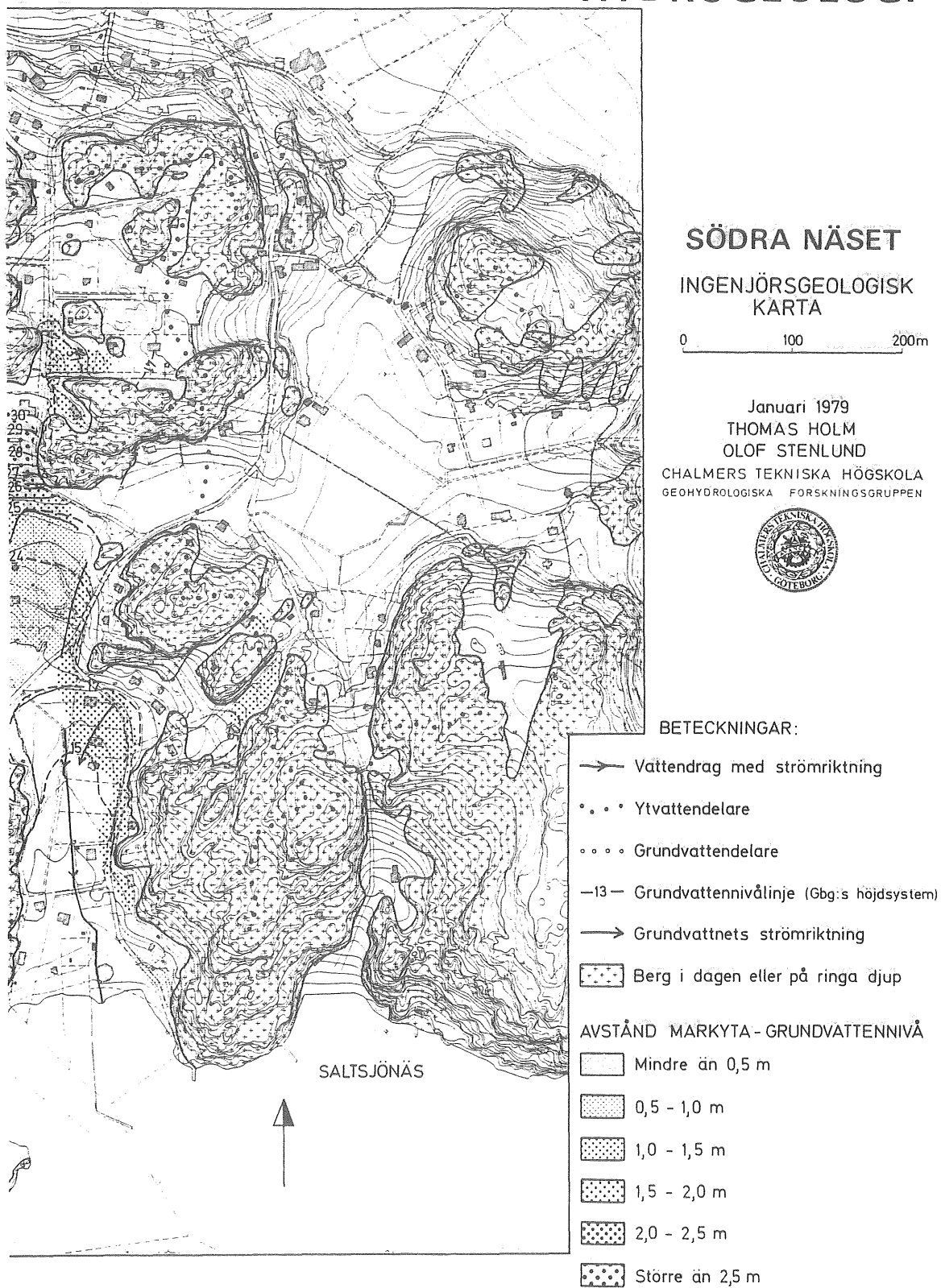
Skiss: se baksidan

..... den

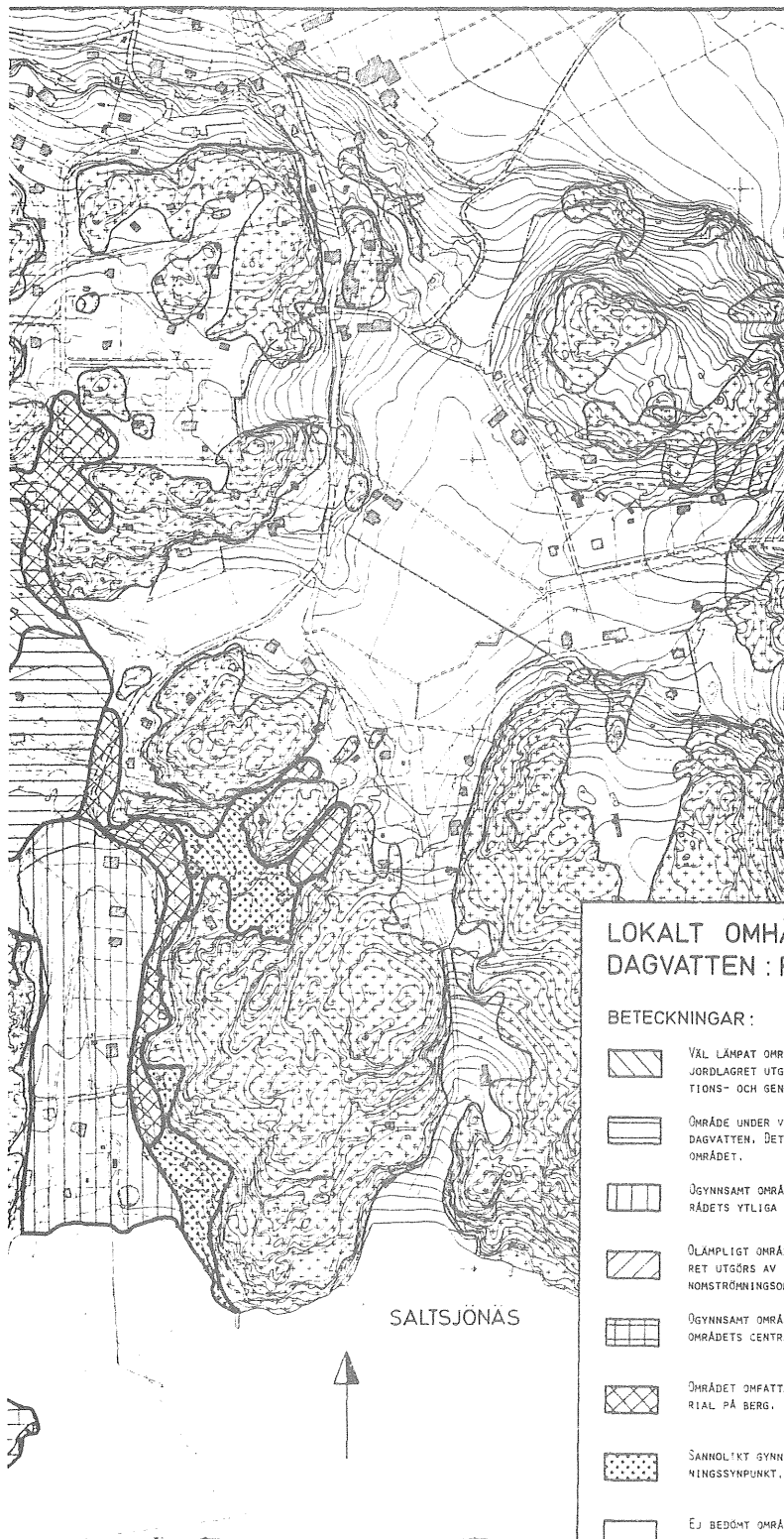
.....

Figur 7. Formulär för brunnsinventering, bland annat använt i Södra Näset, Göteborg.

HYDROGEOLOGI



Figur 8. Del av ingenjörsgelogisk karta över Södra Näset, Göteborg. Efter Malmquist et al. (1979).



SÖDRA NÄSET

INGENJÖRSGEOLOGISK KARTA









0 100 200m

Januari 1979
THOMAS HOLM
OLOF STENLUND
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
GEOHYDROLOGISKA FÖRSKNINGSGRUPPEN



LOKALT OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN : FÖRUTSÄTTNINGAR

BETECKNINGAR :

-  VÄL LÄMPAT OMRÅDE FÖR OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN. DET ÖVERSTA JORDLAGRET UTGÖRS AV FRIKTIONSMATERIAL. INFILTRATIONS-, PERKOLATIONS- OCH GENOMSTRÖMNINGSOMRÅDE.
-  OMRÅDE UNDER VISSA FÖRUTSÄTTNINGAR LÄMPAT FÖR OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN. DET ÖVRE FRIKTIONSMATERIALETS TJOCKLEK VARIERAR INOM OMRÅDET.
-  ÖGYNNSAMT OMRÅDE FRÅN INFILTRATIONSSYNPUNKT. STÖRRE DELEN AV OMRÅDETS YTLIGA JORDLAGER UTGÖRS AV LERA. GENOMSTRÖMNINGSOMRÅDE.
-  DLÄMPLIGT OMRÅDE FRÅN INFILTRATIONSSYNPUNKT. DET ÖVERSTA JORDLAGRET UTGÖRS AV LERA. OMRÅDET ÄR FLACKT. RISK FÖR FÖRSUMPNING. GENOMSTRÖMNINGSOMRÅDE.
-  ÖGYNNSAMT OMRÅDE FRÅN INFILTRATIONSSYNPUNKT. BL A PÅ GRUND AV ATT OMRÅDETS CENTRALA DELAR ÄR FÖRSUMPANDE.
-  OMRÅDET OMFATTAR DALSIDOR OCH GRUNDARE DALGÅNGAR. FRIKTIONSMATERIAL PÅ BERG. INFILTRATIONS- OCH GENOMSTRÖMNINGSOMRÅDE.
-  SANNOLIKT ÖGYNNSAMT OMRÅDE FRÅN INFILTRATIONS- OCH GENOMSTRÖMNINGSSYNPUNKT. KOMPLETTERANDE UNDERSÖKNINGAR ERFORDRAS.
-  EJ BEDÖMT OMRÅDE.

Figur 9. Del av ingenjörsgelogisk karta över Södra Näset, Göteborg. Efter Malmquist et al. (1979).

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	SID
1. INLEDNING	1
1.1 Syfte	1
1.2 Metod	1
2. UNDERSÖKNINGAR	2
2.1 Geotekniska undersökningar	2
2.2 Flygbildstolkning	2
2.3 Brunnsinventering	3
3 GEOLOGI	5
3.1 Allmänt	5
3.2 Jordlagerföljd	5
3.3 Jordarter - Beteckningar	6
4 HYDROGEOLOGI	9
4.1 Ytvatten	9
4.2 Grundvatten	9
4.21 Grundvattennivåvariationer	9
4.22 Grundvatten - Beteckningar	10
4.3 Permeabilitetsundersökningar	12
4.31 Allmänt	12
4.32 Resultat	12
5 LOKALT OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN - - FÖRUTSÄTTNINGAR	14
5.1 Bedömningsgrunder	14
5.2 Delområde 1	14
5.3 - " - 2	17
5.4 - " - 3	18
5.5 - " - 4	20
5.6 - " - 5A	21
5.7 - " - 5B	23
5.8 - " - 6	23

Figur 10. Innehållsförteckning till beskrivningen av den ingenjörsgelogiska karteringen i Södra Näset, Göteborg. Efter Malmquist et al. (1979).

grundvattenströmning, grundvattennivåer samt avstånd markyta-grundvattenyta. Varken den geologiska eller hydrogeologiska informationen är heltäckande, eftersom karteringen huvudsakligen genomförts på grundval av redan tillgängligt grundmaterial. Den fullständigaste informationen gäller de lerfyllda dalgångarna i området.

Med hänsyn till syftet med karteringen sammanfattades och utvärderades informationen på kartbladet Lokalt omhändertagande av dagvatten: Förutsättningar. Området indelades där i delområden med olika egenskaper. För varje delområde redovisas kortfattat geologi, hydrogeologi och lämplighet för dagvatteninfiltration. Karteringen utnyttjades till att i området översiktligt beräkna ett alternativt VA-system byggt på infiltration och avledning i diken av dagvattnet. Detta system jämfördes med ett tidigare projekterat konventionellt VA-system med dagvattenledning. Det alternativa systemet beräknades ge både ekonomiska och miljömässiga fördelar (Malmquist et al., 1979).

6. ÖJERSJÖ, PARTILLE

6.1 Syfte

Öjersjö ligger i södra delen av Partille kommun, väster om Göteborg. Den ingenjörsgelogiska karteringen i området genomfördes på uppdrag av Partille kommun och i samarbete med Scandiaconsult AB. Syftet var att ge underlag för bedömning av i första hand dagvattenhanteringen.

6.2 Bakgrund

Öjersjöområdet omfattar cirka 3 km² och är delvis täckt av tämligen gles fritidsbebyggelse av varierande ålder. Under senare år har åtskilliga fastigheter blivit permanent bebodda och det har uppstått ett allt starkare behov av en VA-sanering. Bebyggelsen har inte haft någon ordnad dagvattenavledning utan avrinningen har skett i öppna diken.

En stor del av området ligger inom tillrinningsområdet för Kåsjön, vilken är vattentäkt för Partille kommun. Med hänsyn till Kåsjöns vatten ville kommunen därför undvika ökad tillförsel av föroreningar, som skulle kunna bli följden av konventionell dagvattenavledning. Lokalt omhändertagande av dagvattnet ansågs ge bättre förutsättningar att undvika förorening av sjön.

6.3 Karteringens genomförande

Karteringen genomfördes av Thomas Holm, Geologiska institutionen, CTH. Inledningsvis studerades tidigare genomförda undersökningar i området samt flygbilder i färg i skala 1:6000. Huvuddelen av arbetet bestod av en fullständig inventering av samtliga brunnar i området, drygt 500 stycken. I anslutning till brunnsinventeringen kontrollerades geologiska och hydrogeologiska förhållanden. Brunnsinventeringen redovisades på blanketter med ett blad per brunn. På blanketten anges bland annat läge,

brunnstyp, vattentillgång, uppmätt grundvattenyta och omgivande jordlager eller berggrund, se figur 7 i avsnitt 5.3.

Berggrundsförhållandena inom området sammanställdes separat av Bergab-Berggeologiska undersökningar AB på grundval av tidigare undersökningar för en spillvattentunnel under området.

6.4 Redovisning

Den ingenjörsgelogiska kartan utformades i sina grunddrag enligt "Ankeborgsmodellen" (Holmstrand och Wedel, 1977). Kartbladen med tillhörande utförliga beskrivning redovisades i en rapport från Scandiaconsult AB till Partille kommun (Scandiaconsult, 1980). Informationen fördelades på 5 blad, benämnda Undersökningar, Jordarter, Berggrund, Hydrogeologi samt Förutsättningar för LOD. Kartskalan var 1:4000. Kartorna utfördes endast i ett fåtal handmålade exemplar i färg.

I beskrivningen redovisas arbetets genomförande, geologiska och hydrogeologiska förutsättningar samt en bedömning av förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) i anslutning till kartorna. Kartbladet Jordarter redovisar enbart jordlagren i markytan eftersom mera komplicerade jordlagerföljder saknas till följd av att området ligger ovanför högsta kustlinjen. Sålunda saknas exempelvis lersediment i området. Den hydrogeologiska informationen är inte heltäckande beroende på att antalet brunnar varierar mellan olika delar av området.

Med hänsyn till karteringens utnyttjande sammanfattades och utvärderades informationen på kartbladet Förutsättningar för LOD. Redovisningen genomfördes där i form av kortfattade beskrivningar till ett antal delområden. För varje delområde kommenterades geologi, hydrogeologi och förutsättningar för LOD.

Karteringen är avsedd att utnyttjas vid kommunens arbete med detaljplanering av området med avseende på VA-sanering, ombyggnad av gatunätet, komplettering av bebyggelsen m m.

7. ÖSTRA GÅRDSTEN, GÖTEBORG

7.1 Syfte

Östra Gårdsten ligger i nordöstra Göteborg. Den ingenjörsgelogiska karteringen inom området genomfördes som ett led i planeringen av småhusbebyggelse på uppdrag av Göteborgs Stads Bostads AB. Syftet var främst att klarlägga förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten.

7.2 Bakgrund

Östra Gårdsten är ett cirka 25 ha stort område på en bergrygg, vilken vid karteringen var obebyggd och upptogs av håll- och skogsmark. På bergryggens sluttningar fanns delvis kraftigare lövskog, främst ek och björk. Vid karteringstillfället hösten 1978 planerades uppförande av cirka 240 radhus uppe på bergryggen.

Dagvattenavledning på konventionellt sätt från bebyggelsen förväntades dels medföra risk för vegetationsskador i sluttningarna, dels bli dyrbar på grund av svåra terrängförhållanden. Den värdefulla vegetationen på sluttningarna antogs vara känslig för minskad vattentillförsel från bergryggens övre delar. Avståndet till närmaste anslutningspunkt för en konventionell dagvattenledning var stort. Ledningen skulle dessutom till stor del behöva läggas i en sprängd ledningsgrav i berggrunden.

Lokalt omhändertagande av dagvattnet (LOD) förväntades ge både ekonomiska och miljömässiga fördelar. Det ansågs emellertid nödvändigt att först skaffa bättre information om geologiska och hydrogeologiska förutsättningar i området.

7.3 Karteringens genomförande

Karteringen genomfördes av Bo Lind, Rodney Stevens och Mats Westerdahl, Geologiska institutionen, CTH. Tidigare hade inom området utförts konventionella geotekniska un-

dersökningar. Resultaten av dessa studerades inledningsvis, liksom flygbilder i färg med skalan 1:6000. Fältarbetena omfattade separata karteringar av berggrund, jordarter och hydrogeologi. De geologiska förhållandena i Östra Gårdsten karakteriseras av stor förekomst av berg i dagen samt tunna jordlager huvudsakligen endast i sänkor och sprickor i berggrunden. Av denna orsak fick berggrundskarteringen speciell vikt.

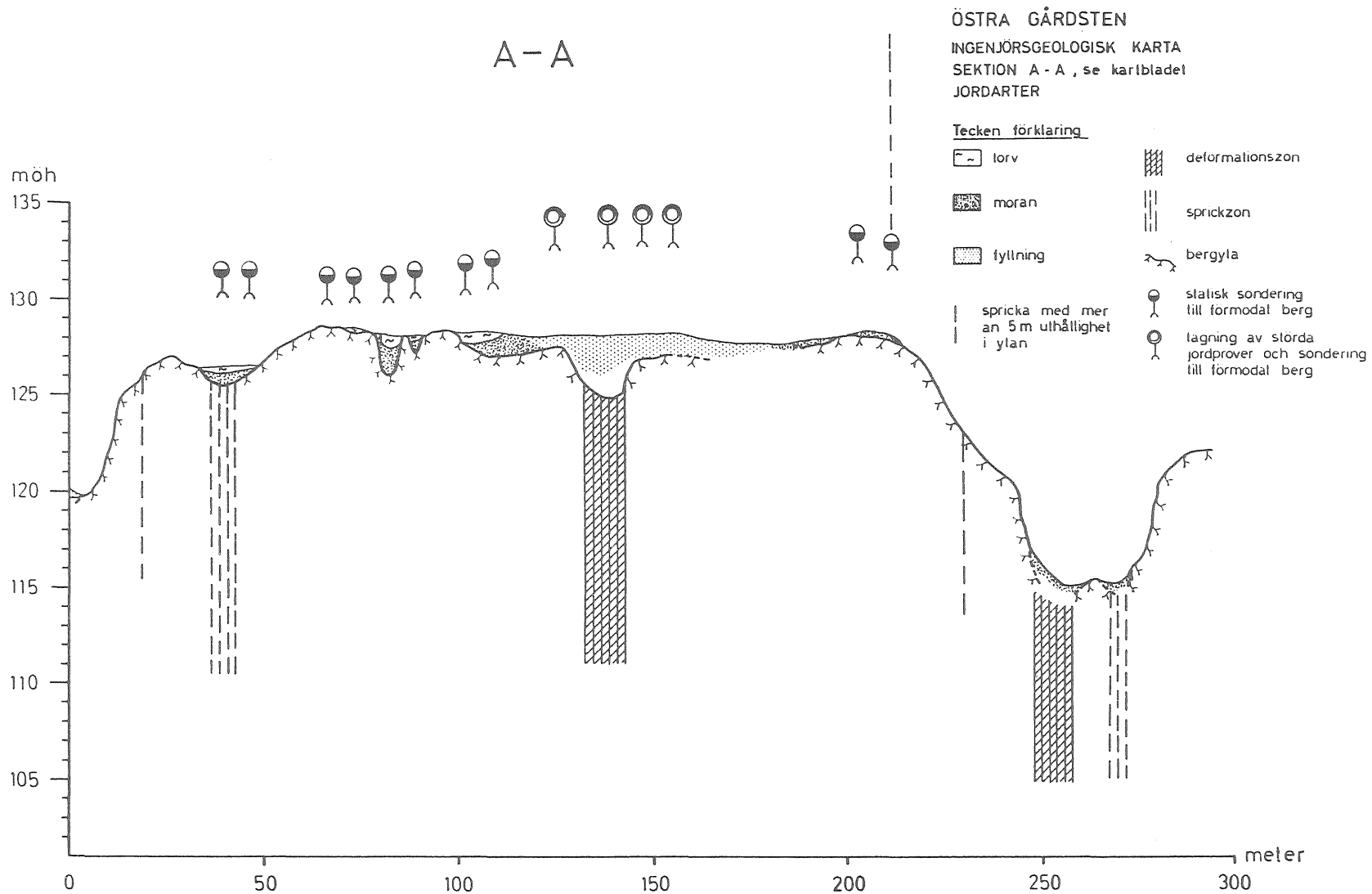
I anslutning till den hydrogeologiska karteringen genomfördes ett par infiltrationsmätningar i provgropar. Dessutom utfördes genom Göteborgs Gatukontors försorg 4 st grundvattenobservationsrör i området.

7.4 Redovisning

Den ingenjörsgelogiska kartan utformades i sina grunddrag enligt "Ankeborgsmodellen" (Holmstrand och Wedel, 1977). Kartbladen med tillhörande utförliga beskrivning och allmänna synpunkter på karteringens genomförande redovisades i en separat rapport från Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH (Lind, 1979a). Informationen fördelades på 5 kartblad benämnda Undersökningar, Jordarter, Berggrund, Hydrogeologi samt Förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten. Till jordartskartan redovisades dessutom två separata sektioner. Kartskalan var 1:1000. Kartorna utfördes enbart i svart-vitt. I figur 11-15 återges en sektion samt avsnitt ur kartorna Jordarter, Berggrund, Hydrogeologi och Förutsättningar för LOD.

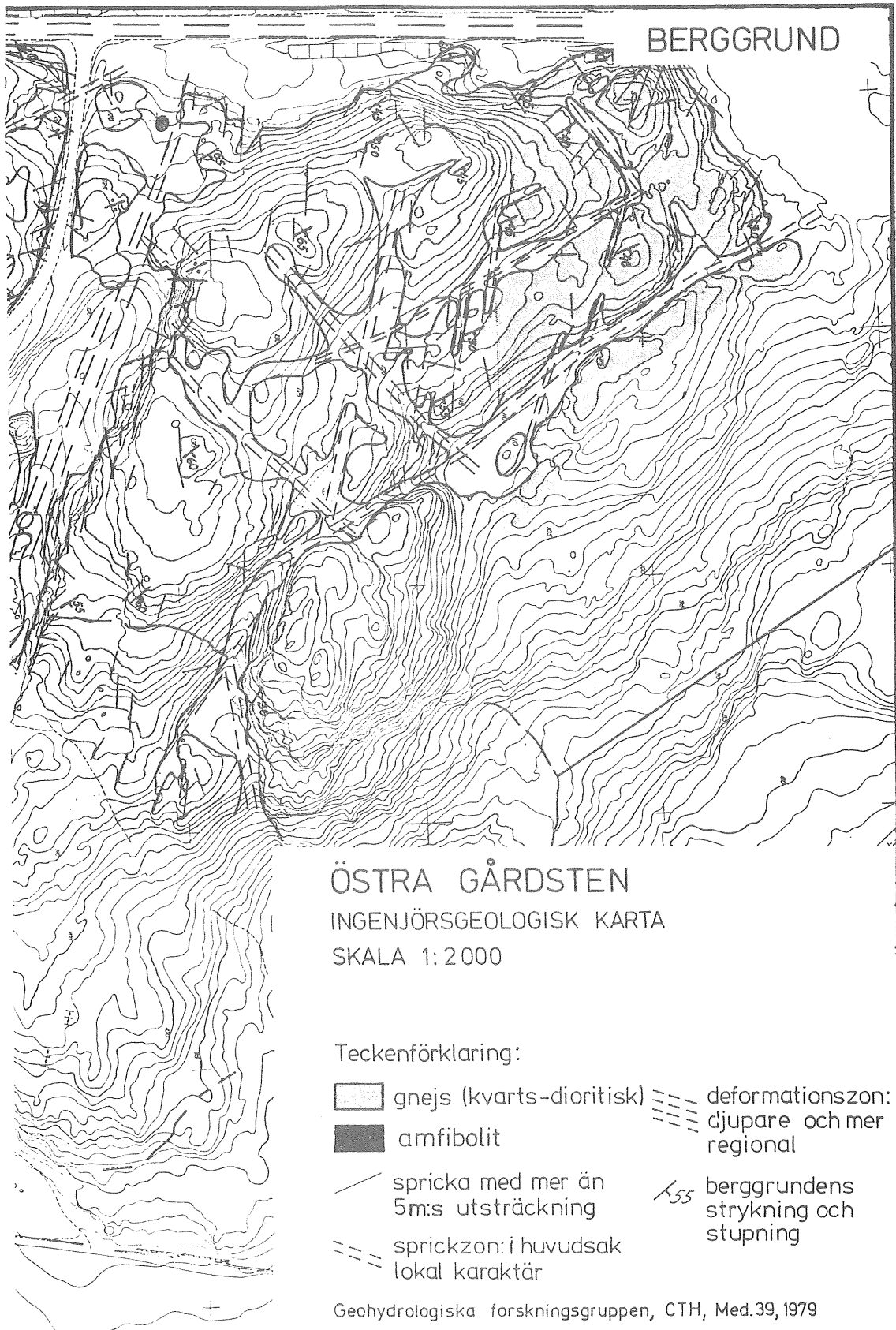
I beskrivningen redovisas arbetets genomförande, geologiska och hydrogeologiska förutsättningar samt förutsättningar för LOD i anslutning till kartorna. De geologiska och hydrogeologiska förhållandena beskrivs utförligt i bilageform. Dessutom har i ett särskilt avsnitt sammanfattats erfarenheterna av arbetsmetoder och redovisning. Innehållsförteckningen till beskrivningen återges i figur 16.

Figur 11. Sektion till ingenjörsgelogiska kartan över Östra Gårdsten, Göteborg. Efter Lind (1979a).

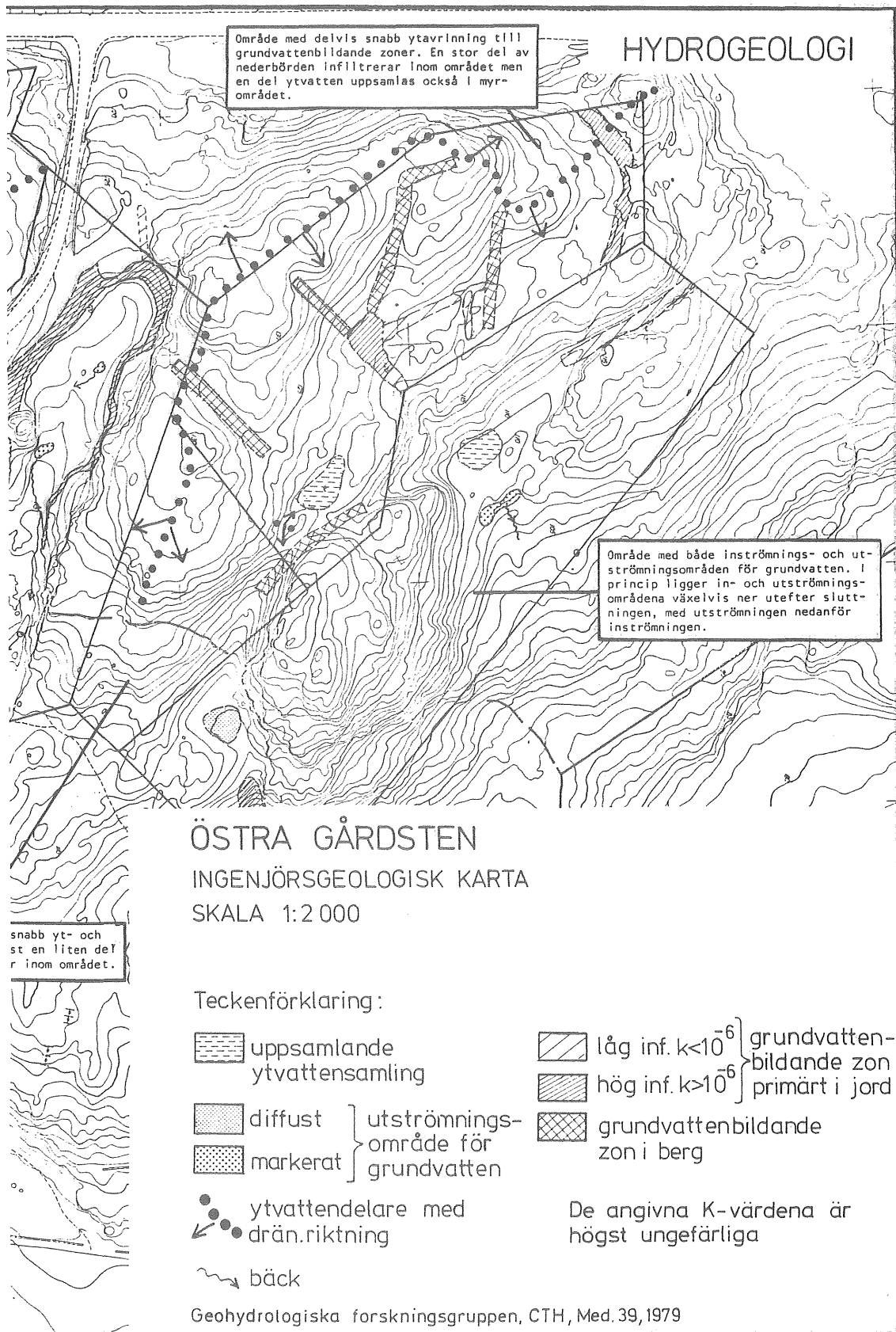




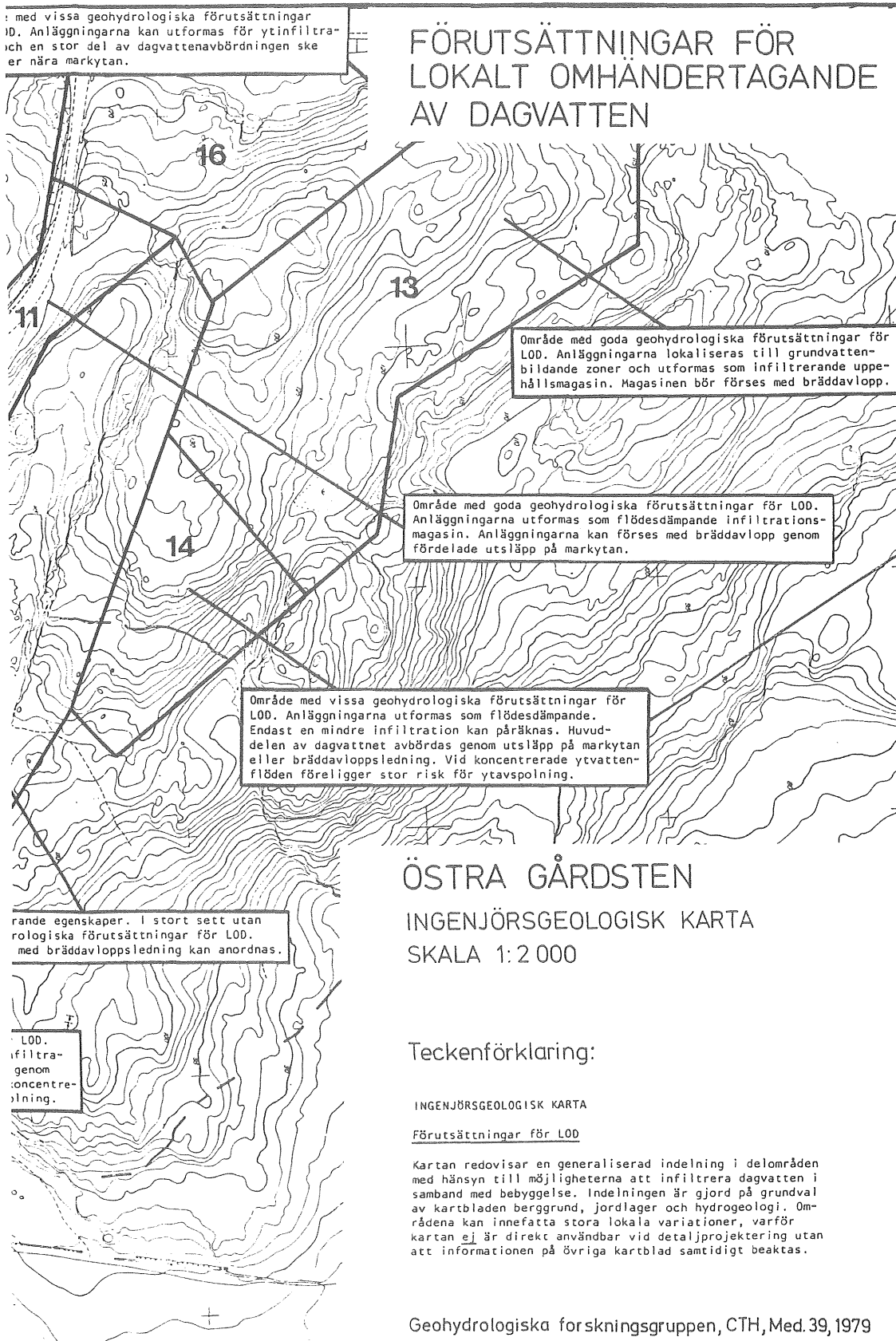
Figur 12. Del av ingenjörsgelogisk karta över Östra Gårdsten, Göteborg. Efter Lind (1979a).



Figur 13. Del av ingenjörsgéologisk karta över Östra Gårdsten, Göteborg. Efter Lind (1979a).



Figur 14. Del av ingenjörsgelogisk karta över Östra Gårdsten, Göteborg. Efter Lind (1979a).



Figur 15. Del av ingenjörsgelogisk karta över Östra Gårdsten, Göteborg. Efter Lind (1979a).

INNEHÅLL	SID
FÖRORD	
1. BAKGRUND, SYFTE OCH FORSKNINGSOMRÅDETS BELÄGENHET	1
1.1 Bakgrund och syfte	1
1.2 Områdesbeskrivning	2
2. INGENJÖRSGEOLOGISK KARTA	5
KARTBLADEN	13
2.1 Berggrundskartering	5
2.2 Jordartskartering	5
2.3 Marksektioner	6
2.4 Hydrogeologisk kartering	6
2.5 Förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten	7
3. ERFARENHETER AV PROJEKTET	8
3.1 Erfarenheter av arbetsmetoder	8
3.2 Erfarenheter av redovisningssätt	10
4. SAMMANFATTNING OCH UTVÄRDERING	12
5. REFERENSER	20
BILAGA 1. GEOLOGISKA OCH HYDROGEOLOGISKA FÖR- HÅLLANDEN I ÖSTRA GÅRDSTENSBERGEN	21

Figur 16. Innehållsförteckning till beskrivningen av den ingenjörsgelogiska karteringen i Östra Gårdsten, Göteborg. Efter Lind (1979a).

Kartbladet Undersökningar åskådliggör utgångsmaterialet för hela arbetet. Jordartskartan med tillhörande sektioner åskådliggör jordlagrens fördelning i markytan och nivåförhållandena. Det mestadels mycket tunna jordtäcket gjorde att karteringen fick specialanpassas efter denna förutsättning. Berggrundskartans tyngdpunkt ligger på redovisningen av tektoniska förhållanden (sprickor och andra strukturer). Den hydrogeologiska kartan är samtidigt en redovisning av grunddata som in- och utströmningsområden, vattendelare och vattengenomsläpplighet samt en klassifiering i delområden med hänsyn till infiltrationsförhållanden.

På kartbladet Förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten görs en ytterligare utvärdering med hänsyn till informationen på övriga kartblad. För olika delområden redovisas generaliserat hur LOD kan anordnas.

Karteringen med tillhörande utförliga textredovisning var avsedd att utnyttjas vid detaljplaneringen av områdets bebyggelse.

8. LERUM

8.1 Syfte

I Lerums kommun pågår ett forskningsprojekt "Ekosystem och fysisk planering" som syftar till att söka en arbetsmetod för att tillämpa ekologiskt synsätt i översiktlig kommunal markanvändningsplanering. Den ingenjörsgelogiska karteringen av en del av kommunen genomfördes på uppdrag av Efem arkitektkontor i Göteborg. Syftet med karteringen var i första hand att redovisa markens byggbarhet inom ramen för det omnämnda forskningsprojektet.

8.2 Bakgrund

Lerums kommun ligger nordost om Göteborg och fungerar i huvudsak som "sovstad" till Göteborg. Bebyggelsen och folkmängden har expanderat avsevärt under senare år. Naturförutsättningarna är typiska för Göteborgstrakten: Dalgångar med jordlager huvudsakligen bestående av lera omgivna av kuperade bergområden. Karteringen har endast omfattat en del av kommunen, cirka 20 km² nordost om Lerums samhälle.

Det av Byggeforskningsrådet bekostade projektet "Ekosystem och fysisk planering" drivs i anslutning till omarbetandet av kommunens generalplan. Projektet samordnas av Efem arkitektkontor. Dessutom deltar ett stort antal institutioner och personer. Mot bakgrund av tidigare ingenjörsgelogiskt arbete fick Geohydrologiska forskningsgruppen i uppgift att ta fram översiktligt ingenjörsgelogiskt underlagsmaterial.

8.3 Karteringens genomförande

Huvudansvarig för karteringen var Bo Lind, Geologiska institutionen, CTH. Karteringen genomfördes delvis som elevarbeten inom en kurs i kvartärgeologi och kompletterades därefter. En stor mängd geotekniska utlåtanden sammanställdes. Detaljerad flygbildstolkning och fältkarte-

ring genomfördes också. Karteringen inriktades både på jord- och bergförhållanden, men jordlagren är mest ingående redovisade.

8.4 Redovisning

Redovisningen omfattar bara ett kartblad, benämnt "Byggsmarkskarta" och med kortfattad förklarande text direkt på kartbladet. Kartan i skala 1:20 000 föreligger tills vidare bara som ett handmålade koncept i flera färger.

I marginalen på kartbladet redovisas två sektioner i Sävveåns dalgång som dominerar det karterade området. Vidare ges kortfattat textinformation på byggnadstekniska förutsättningar inom de olika områden som redovisas.

Redovisningen av de geologiska förhållandena skiljer sig inte nämnvärt från SGU:s jordartskartor. På berggrunden har emellertid markerats de tektoniska förhållandena. Vidare ges begränsad information om lagerföljd och mäktighet i lerområdena.

Karteringen med tillhörande kommentarer är avsedd att utnyttjas i det pågående planeringsarbetet inom forskningsprojektet "Ekosystem och fysisk planering".

9. HORSBY ÖSTERGÅRDEN, HERRLJUNGA

9.1 Syfte

Horsby Östergården är ett vid karteringstillfället obebyggt område i utkanten av Herrljunga tätort. Den ingenjörsgelogiska karteringen i området genomfördes på uppdrag av Herrljunga kommun. Syftet var att ge information om markfrågorna vid planering av bebyggelse framför allt med hänsyn till dagvattenhanteringen.

9.2 Bakgrund

Horsby Östergården är ett cirka 1 km² stort, lätt kuperat område, som vid karteringstillfället huvudsakligen var täckt av skog. Herrljunga kommun planerar att bebygga området med småhus.

Den omedelbara anledningen till karteringen i området var behovet att undvika konventionell avledning av dagvatten. Den dagvattenkulvert som betjänar delar av tätorten och som eventuellt skulle avvattna även Horsbyområdet är redan fullt utnyttjad. En ny central dagvattenkulvert skulle kräva stora kostnader. Alternativt övervägdes därför möjligheten med lokalt omhändertagande av dagvattnet (LOD).

Ett problem i så fall var eventuella restriktioner för att bygga hus med källare. Karteringen förväntades även kunna utnyttjas för planering av andra undersökningar och vid utarbetande av stadsplanen. Eftersom kommunen tidigare inte kommit i kontakt med ingenjörsgelogisk kartering ansågs det angeläget att informera om genomförandet. Karteringen beskrevs därför relativt ingående i ett program, vilket här redovisas i Bilaga 2.

9.3 Karteringens genomförande

Karteringen genomfördes av Thomas Holm, Sven Jonasson och Bo Lind, Geologiska institutionen, CTH. Några tidigare

undersökningar hade inte genomförts i området. Fältarbetet bestod av noggrann ytkartering med stickborr och grävning av provgropar med traktorgrävare. Jordprover togs i samband härmed och analyserades på laboratorium. Den geohydrologiska karteringen bestod av fältrekognoscering, grundvattenobservationer samt infiltrationsmätningar med infiltrometer och i provgropar.

Jordlagren har en helt dominerande roll för områdets geologiska förutsättningar. Berggrunden går i dagen bara inom några begränsade avsnitt. Karteringen omfattade därför inte berggrundsförhållanden.

9.4 Redovisning

Den ingenjörsgelogiska kartan utformades i sina grunddrag enligt "Ankeborgsmodellen" (Holmstrand och Wedel, 1977). Kartbladen med tillhörande utförliga beskrivning redovisades till Herrljunga kommun hösten 1980 (Holm, Jonasson och Lind, 1980). Informationen fördelades på 4 kartblad: Geologi, Hydrogeologi och undersökningar, Förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten samt Vattenbalans/Byggande. Kartskalan är 1:2000. Kartorna utfördes handmålade i färg.

I beskrivningen redovisas arbetets genomförande, områdets geologiska och hydrogeologiska förutsättningar samt hur informationen om området kan tillämpas vid planering av bebyggelse.

Kartbladet Geologi är en konventionell, ganska noggrann ytkartering av jordartsfördelningen. Med hjälp av provgroparna har i beskrivningen dragits slutsatser om lagerföljder och jorddjup. Förutom till den hydrogeologiska utvärderingen har denna information utnyttjats till att bedöma tekniska egenskaper och schaktbarhet. På den hydrogeologiska kartan redovisas vattendelare samt strömnings- och dräneringsvägar. Den hydrogeologiska kartan är dessutom en dokumentation av observations- och undersökningspunkter.

På kartbladet Förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten har en zonindelning gjorts med hänsyn till avståndet mellan markyta och grundvattenyta. Eftersom jordlagren är homogena och likformiga blir förutsättningarna för LOD och möjligheterna att bygga hus med källare i huvudsak beroende av djupet till grundvattenytan.

Kartbladet Vattenbalans/Byggande redovisar vilka delar av området som är väsentliga för vattenomsättningen och därför inte bör skadas vid byggandet. Vidare ges anvisningar om att teknisk försörjning i första hand bör lokaliseras längs områdets vattendelare.

Karteringen med tillhörande utförlig textredovisning var avsedd att utnyttjas vid detaljplaneringen av områdets bebyggelse.

10. DOKTORANDKURS 1973-74

10.1 Syfte

I samband med en doktorandkurs vid Geologiska institutionen, CTH framställdes ingenjörsgelogiska kartor över två geologiskt sett mycket olika områden. Avsikten var dels att göra kursdeltagarna förtrogna med ingenjörsgelogisk kartering, dels att pröva internationellt tillämpade karteringsmetoder på svenska förhållanden. Resultaten redovisades och diskuterades vid ett seminarium 14 mars 1974.

10.2 Bakgrund

Forskningsprojektet "Ingenjörsgelogisk kartering" inleddes år 1973 med en litteraturstudie (Holmstrand och Wedel, 1974). Under höstterminen 1973 genomfördes en doktorandkurs, "Projektering för anläggningsverksamhet och byggnadsgeologiska kartor". Ett led i denna kurs blev att praktiskt pröva de två i litteraturstudien urskilda internationella kartmodellerna, "COMECON" och "Anglosaxisk", på svenska förhållanden. Enligt önskemål från Statens råd för byggnadsforskning, som beviljat anslag till litteraturstudien, skulle denna samt fortsatt forskningsarbete diskuteras vid ett offentligt seminarium. Det befanns vara lämpligt att även utnyttja seminariet för att presentera och inhämta synpunkter på de inom doktorandkursen framställda kartorna. Dessutom presenterade på Byggnadsforskningsrådets önskemål Valerij Thurow sitt projekt "Geotekniskt schema för Skåne", vilket slutligen kom att redovisas i en T-skrift från BFR (Thurow, 1979).

10.3 Karteringens genomförande

De ingenjörsgelogiska kartorna utarbetades av åtta doktorandstuderande vid Geologiska institutionen, CTH. Arbetet utfördes i fyra grupper, fördelade enligt följande:

Västra Frölunda, Anglosaxisk metod

Västra Frölunda, COMECON-metod

Hardeberga, Anglosaxisk metod

Hardeberga, COMECON-metod

De båda områdena, Västra Frölunda söder om Göteborg och Hardeberga öster om Lund, valdes för att få stor geologisk variation. Inom områdena fanns dessutom tillgång till underlagsmaterial så att kartor kunde framställas utan att alltför mycket data måste simuleras. Några möjligheter till fältarbeten fanns inte inom ramen för kursen. Genom den begränsade tiden som fanns tillgänglig inom kursen kunde karteringsarbetet i huvudsak endast betraktas som en metodstudie.

I anslutning till presentationen vid seminariet utarbetade grupperna även skriftliga kommentarer till kartorna, karteringsarbetet och de utnyttjade karteringsmodellerna.

10.4 Redovisning

Kartorna kunde bland annat av kostnadsskäl inte redovisas annat än som handmålade original. Diabilder av kartorna användes vid presentationen på seminariet. Seminariet dokumenterades skriftligt (Holmstrand, 1974).

I både Västra Frölunda och Hardeberga användes kartska-lorna 1:4000 och 1:20 000. Inte oväntat fann grupperna att det var svårt att utan modifikationer tillämpa de ut-ländska metoder som skulle utgöra förebilder. Speciellt gällde detta COMECON-modellen enligt Matula (1969). Den allmänna slutsatsen var att en syntes av de båda systemen, anpassad för svenska förhållanden, borde tillämpas. Allt-för stor koncentration till ett fåtal kartblad enligt COMECON-modellen ansågs olämplig. Däremot ansågs en ut-förlig teckenförklaring vara önskvärd liksom zon-kartor som ger en utvärdering av de ingenjörsgelogiska förut-sättningarna.

Vid seminariets avslutande allmänna diskussion framkom likartade synpunkter. De flesta som yttrade sig uttryckte en allmänt positiv attityd till arbetet med ingenjörsgelogisk kartering. Alltför hård standardisering ansågs inte vara önskvärd och därmed ansågs även den Anglosaxiska me-toden vara att föredra framför COMECON-metoden. Det an-

sågs angeläget att forskningsarbetet skulle kunna fortsätta med ytterligare litteraturstudier och utveckling av kartor.

Det kan tilläggas att de under doktorandkursen utarbetade kartorna, speciellt över Västra Frölunda, kom att utgöra utgångspunkten för de kartor som exemplifierade "Ankeborgsmetoden" (Holmstrand och Wedel, 1977).

11. DOKTORANDKURS 1978-79

11.1 Syfte

I samband med en doktorandkurs, "Ingenjörsgelogiska kartor", vid Geologiska institutionen, CTH, framställdes kartor över ett antal områden, huvudsakligen i Göteborgstrakten. Avsikten med kursen var att ge deltagarna erfarenhet av att sammanställa geologiska och geotekniska undersökningar till kartor samt att värdera dessa kartor. Målsättningen formulerades sålunda: "Att framställa bästa möjliga ingenjörsgelogiska karta med utgångspunkt från tillgängliga data i ett intressant område". Spelreglerna var att vedertagna beteckningar borde användas samt att kartan skulle bestå av flera blad, dels utvisande "basdata", dels utvärderande kartor efter eget val.

11.2 Bakgrund

Utarbetandet av "Ankeborgsmetoden" (Holmstrand och Wedel, 1977) var ett betydelsefullt etappmål inom forskningsprojektet "Ingenjörsgelogisk kartering". Arbetet hade avsevärt underlättats genom impulser och synpunkter som kom fram i samband med doktorandkursen 1973-74 (Holmstrand, 1974). Sedan "Ankeborgsmetoden" publicerats var det angeläget att samla praktiska erfarenheter. En möjlighet för detta var att åter utnyttja genomförandet av en doktorandkurs. Eftersom en sådan även av utbildningsskäl var önskvärd, kunde den komma till stånd höstterminen 1978. Resultaten presenterades och diskuterades vid ett seminarium 15 mars 1979. Till seminariet hade även några utomstående personer inbjudits.

I motsats till den första kursen fick deltagarna själva fritt välja såväl område som karteringsmetod enligt de spelregler vilka relaterats ovan. Nio olika områden behandlades av grupper bestående av en till tre personer.

11.3 Karteringens genomförande

Gruppen valde områden som från deras speciella intressen ansågs intressanta och där underlagsmaterial i tillräcklig mängd bedömdes vara tillgängligt. I några fall utnyttjades för kursen karteringar som genomförts i andra sammanhang och på detta sätt fick en ytterligare behandling. I likhet med erfarenheterna vid den första kursen måste mycket arbete läggas på insamling, värdering och bearbetning av de undersökningar som skulle ge underlag för karteringen. Det konstaterades bland annat att geotekniska undersökningar inte alltid genomförs och redovisas på ett sätt som underlättar ingenjörsgelogisk kartering.

I anslutning till presentationen vid det avslutande seminariet utarbetade de flesta grupperna skriftliga beskrivningar och kommentarer till kartorna. Omfattningen och inriktningen på dessa kommentarer varierade en hel del.

11.4 Redovisning

Huvuddelen av kartorna redovisades som handmålade original i färg. I något fall utfördes också svart-vita versioner. Av kostnadsskäl kunde reproduktion inte komma i fråga. De skriftliga kommentarerna samlades i en informell stencil (Seminarium ..., 1979).

Huvudsakligen användes kartskalet 1:4000, men även större skalor utnyttjades i några fall. Kartornas utförande överensstämde i allmänhet med "Ankeborgsmodellen" med vissa modifikationer. Dessa berodde på anpassningar till lokala geologiska förhållanden och speciella syften med karteringen, exempelvis förutsättningar för jordvärmsystem.

Fördelningen av informationen på olika kartblad överensstämde väl med vad som visat sig vara lämpligt i samband med de mera "kommersiella" tillämpningarna. I den mån

behov finns av både jord- och berginformation redovisas dessa på två skilda kartor. Hydrogeologi redovisas på en speciell karta liksom dokumentation av underlagsmaterial. Slutligen redovisas erforderliga utvärderande kartor.

Sammanfattningsvis kan sägas att doktorandkursen bestyrkte intrycket att "Ankeborgsmodellen" är lämplig att använda vid ingenjörsgelogisk kartering. Det är emellertid varken önskvärt eller praktiskt att strikt följa en viss normerad redovisningsteknik. Grundläggande begrepp och beteckningskonventioner måste dock vara gemensamma.

12. SAMMANFATTANDE SLUTSATSER

Ingenjörsgelogisk kartering har genomförts i ett stort antal områden. Syftet har varierat från strikt affärs-
mässiga uppdrag till övningsuppgifter i samband med dok-
torandkurser. De karteringstillämpningar som redovisas
utförligt här har valts genom att de varit någorlunda
fullständiga, haft speciellt intresse från någon syn-
punkt samt att dokumentationen varit någorlunda omfat-
tande.

Det övervägande flertalet av karteringarna har haft an-
knytning till infiltration och dagvattenhantering. Detta
har medfört att hydrogeologiska förhållanden belysts spe-
ciellt, något som ligger i linje med den ursprungliga
målsättningen för kartprojektet "att utveckla planunder-
lag avseende i första hand geologiska och hydrogeolo-
giska parametrar".

Beställaren av en ingenjörsgelogisk kartering har ofta
ingen tidigare erfarenhet av sådan. För att underlätta
kommunikationen mellan kartören och den som erbjuds eller
beställer ingenjörsgelogisk kartering bör därför ett ut-
förligt program utarbetas. Av programmet bör framgå syfte,
genomförande, redovisning samt karteringens utnyttjande.
Dessutom bör självfallet en tidplan för arbetet och kost-
naderna redovisas.

Ingenjörsgelogisk kartering tycks vara mest efterfrågad
i samband med planering av nybebyggelse eller sanering i
områden av storleksordningen någon eller några kvadrat-
kilometer. Kartskalan blir då vanligen 1:4000 eller
större.

Karteringen av basdata bör omfatta jordarter, berggrund
(vid behov) och hydrogeologi. Såväl förhållandena i mark-
ytan som på djupet (mäktigheter och lagerföljder) bör

karteras. Det är en fördel, speciellt för den hydrogeologiska karteringen, om även vegetationen först karteras.

Som underlag för karteringen bör utnyttjas tidigare kartor och undersökningar samt flygbildstolkning. Det går emellertid inte att komma ifrån fältkarteringens centrala betydelse vid så detaljerad kartskala som 1:4000 och större.

I områden med äldre bebyggelse har det visat sig vara praktiskt att kombinera brunnsinventering med fältkartering. Brunnsinventering ger värdefulla upplysningar om såväl hydrogeologi som jord- och berggrundsförhållanden.

För redovisningen i kartform har det visat sig att "Ankeborgsmetoden" fungerar tillfredsställande. Det är emellertid lämpligt att göra de modifikationer som bedöms vara nödvändiga med hänsyn till lokala förutsättningar. En fullständig redovisning omfattar vanligen följande kartblad:

- Undersökningar
- Jordarter
- Berggrund
- Hydrogeologi
- Förutsättningar för ...

När kartorna endast redovisas i ett fåtal exemplar är det fördelaktigast att utföra handmålade kartor i färg. Färgkartor är också överlägsna vad gäller överskådlighet och lättbegriplighet. När upplagan är medelstor (några tiotal exemplar) och antalet måste vara flexibelt är svart-vita rasterade kartor att föredra. Om svart-vita kartor inte överlastas med för mycket information och beteckningarna väljs med omsorg kan även dessa kartor göras ganska överskådliga och lättbegripliga. När kar-

torna skall utföras i ett stort antal exemplar (minst cirka hundra) är offsettryckta kartor i färg fördelaktigast. Kartorna bör åtföljas av en utförlig beskrivning, där såväl karteringens genomförande som resultatet dokumenteras. Vidare bör ges anvisningar för karteringens utnyttjande. Om mera omfattande vetenskapligt geologiska beskrivningar bedöms erforderliga bör dessa redovisas separat t ex i bilageform.

Det är fördelaktigt om den eller de som genomfört karteringen också får vara med vid karteringens utnyttjande. Det är omöjligt att redovisa alla synpunkter i kartor och beskrivningar och kartören är sannolikt den som mest ingående känner till området, speciellt om karteringen innefattat fältstudier.

13. REFERENSER

- Bucht E, Lind B, 1978. Metodfrågor vid naturanpassad stadsplanering - erfarenheter från studie i Karlskoga. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, Meddelande nr 35.
- Ericsson L, 1977. Lokalt omhändertagande av dagvatten. Delrapport från första verksamhetsåret 1976-02-01 - 1977-01-31. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH. Meddelande nr 25.
- Ericsson L, 1980. Markvattenförhållanden i urbana områden - slutrapport. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH. Meddelande nr 51.
- Ericsson L, Hård S, 1978. Infiltrationsundersökningar i stadsdelen Ryd, Linköping. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH. Meddelande nr 32.
- Ericsson M, Cedergårdh P, Svensson K, 1978. Perkolationsanläggning i Halmstad. Institutionen för vattenbyggnad, CTH. Examensarbete 1976:2.
- Holm T, Jonasson S, Lind B, 1980. Herrljunga kommun. Lokalt omhändertagande av dagvatten, Horsby Östergården. Ingenjörsgelogisk kartering. Opublicerad stencil.
- Holmstrand O, 1974. Seminarium om ingenjörsgelogiska kartor. Geologiska institutionen CTH/GU. Publ B31.
- Holmstrand O, 1980. Lokalt omhändertagande av dagvatten, sammanfattning av forskning om dagvatteninfiltration vid CTH 1976-79. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH. Meddelande nr 53.
- Holmstrand O, Lind B, Lindvall P, Sörman L-O, 1980. Perkolationsmagasin i ett lerområde. Lokalt omhändertagande av dagvatten i Bratthammar. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH. Meddelande nr 54.
- Holmstrand O, Wedel P O, 1974. Ingenjörsgelogiska kartor, litteraturstudier. Geologiska institutionen CTH/GU. Publ A5.
- Holmstrand O, Wedel P O, 1977. Ingenjörsgelogisk kartering. Redovisning av i första hand jordlager och grundvatten. Geologiska institutionen CTH/GU. Publ A17.
- Liedholm M, Nygren I, 1977. Geologi och grundvattenförhållanden i Ätråns dalgång vid Ulricehamn. Geologiska institutionen CTH/GU. Publ B101.

- Lind B, 1977. Kvartära avlagringar och geohydrologiska förhållanden i Halmstad. Geologiska institutionen CTH/GU. Publ B85.
- Lind B, 1979a. Dagvatteninfiltration - förutsättningar inom ett bergsområde, Östra Gårdsten i Göteborg. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH. Meddelande nr 39.
- Lind B, 1979b. Dagvatteninfiltration - perkolationsanläggning i Halmstad. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH. Meddelande nr 43.
- Lind B, Nordin G, 1978. Geohydrologi och vegetation i Dalen 5, Karlskoga. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH. Meddelande nr 34.
- Lindblad A, Sandstedt L, 1980. Naturanpassad stadsplanering i Dalen 5, Karlskoga, uppföljning under byggnadsskedets inledning. Geologiska institutionen CTH/GU. Publ B154.
- Malmquist P-A, Lannér G, Högberg E, Lindvall P, 1979. Södra Näset - ett exempel på förenklad utformning av gator och dagvattensystem i ett upprustningsområde. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH. Meddelande nr 47.
- Matula M, 1969. Regional Engineering Geology of Czechoslovak Carpathians.
- Scandiaconsult, 1980. Partille kommun, Öjersjö, Lokalt omhändertagande av dagvatten. Rapport.
- Seminarium. Den ingenjörsgelogiska kartan, 1979. Geologiska institutionen CTH/GU. Opublicerad stencil.
- Suneson B, Thorén B, 1977. Perkolationsmagasin i Bratt- hammar, Göteborgs kommun, förutsättningar och drifts- erfarenheter. Geologiska institutionen, CTH/GU. Publ B95.
- Svensson G, Øren K, 1979. Planeringsmodeller för avlopssystem. NIVA-Modellen tillämpad på Torslanda av- rinningsområde. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH. Meddelande nr 41.
- Thurrow, V, 1979. Geo-översikt över Skåne. Statens råd för byggnadsforskning. T-skrift 19:79.

PROGRAM FÖR INGENJÖRSGEOLOGISK KARTERING
I HORSBY ÖSTERGÅRDEN, HERRLJUNGA

Innehåll

1.	BAKGRUND	109
2.	PROGRAM	110
	<i>Inledning</i>	
	<i>Redovisning</i>	
	<i>Karteringsprogram</i>	
	<i>Undersökningar</i>	
	<i>Vegetationsinventering</i>	
	<i>Geologisk kartering - jordarter och berggrund</i>	
	<i>Hydrogeologisk kartering</i>	
	<i>Förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten</i>	
	<i>Kartans utnyttjande</i>	

1. BAKGRUND

Området Horsby Östergården i utkanten av Herrljunga tätort karterades av Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH på uppdrag av Herrljunga kommun. Den ingenjörsgelogiska karteringen ingick härvid i anskaffandet av underlag för planering av bebyggelsen i området. Kommunen hade tidigare inte erfarenhet av detta slags kartering. Därför ansågs det angeläget att i ett program relativt ingående redovisa planerade undersökningar. Likartade program har även utformats för andra karteringar som utförts åt externa uppdragsgivare.

Programmet utformades ursprungligen av Bo Lind, Geologiska institutionen, CTH och återges här utan väsentliga förändringar. De sista två avsnitten i originalprogrammet "Tidplan" och "Kostnadsberäkning" har uteslutits, eftersom de inte har generellt intresse.

Resultatet av karteringen refereras och kommenteras bland annat i Bilaga 1.

2. PROGRAM

Inledning

Den ingenjörsgelogiska karteringen syftar till att klarlägga möjligheterna för lokalt omhändertagande av dagvatten. Här ingår också bedömningar (med hänsyn till dagvattenanläggningarna) av förutsättningarna för att husen utförs med källare.

Vid infiltration av dagvatten kan man tänka sig olika system beroende på områdets förutsättningar och de vattenmängder som skall omhändertas. I områden med små arealer hårdgjorda ytor och god infiltrationskapacitet hos naturmarksområdena är det möjligt att låta vattnet från de hårdgjorda ytorna rinna av och infiltrera direkt på de gröna områdena. Vid högre exploateringsgrad, sådan den vanligen är i moderna bostadsområden, räcker inte denna infiltration utan speciella anläggningar krävs för dagvatteninfiltrationen. De lösningar som hittills praktiserats har gått ut på olika typer av makadamfyllda magasin i marken dit dagvattnet avleds. I vissa fall kan ledningsgravar utnyttjas. Om husen utförs med källare måste husgrunderna dräneras. Detta innebär en annorlunda situation som kräver andra - och sannolikt delvis nya - lösningar.

Den ingenjörsgelogiska karteringen utföres i två steg:

1. Basdatainsamling
2. Teknisk utvärdering

Som geologiska basfakta redovisas: jordarter, berggrund och hydrogeologi. Utifrån dessa basdata kan andra markundersökningar, t ex punktinsatser av geotekniska undersökningar styras och omfattningen av dessa kan då också starkt begränsas.

I den tekniska utvärderingen vägs resultaten av de olika delundersökningarna samman till bedömningar av områdets olika förutsättningar ur teknisk synpunkt. I den tekniska utvärderingen ingår också konsekvensbedömningar av olika tänkbara lösningar samt en bedömning av vilka restriktioner detta kan medföra för bebyggelsen.

I föreliggande fall kommer den tekniska utvärderingen att gälla: förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten. Vid utvärderingen kan möjliga lösningar principiellt skisseras, däremot ingår inte projektering av dagvattensystemet.

Det påpekas särskilt att detta endast är en av många tillämpningar på basdatamaterialet. I den ingenjörsgelogiska kartan kan även andra aspekter ingå t ex schaktbarhet, vegetationsförutsättningar, solvarma lägen, förutsättningar för ytjordvärme m m. Man kan alltså utifrån det redovisade basdatamaterialet (kartorna: jordarter, bergarter, hydrogeologi och helst också vegetation) med vissa kompletteringar framställa andra utvärderade kartor.

För att utnyttja den ingenjörsgelogiska kartan på bästa sätt bör det finnas ett samarbete mellan kartören, planförfattare, projektör och exploatör. Det föreslås att projektet från kommunens sida bedrivs i en projektgrupp med representanter för de berörda sektorerna. I en sådan projektgrupp kan också de allmänna erfarenheterna fångas upp, som den ingenjörsgelogiska karteringen ger för bebyggelse utanför tätorten.

Redovisning

Den ingenjörsgelogiska karteringen redovisas i en handfärgad omgång. Underlaget utgörs av plankartan i skala 1:2000 med höjdkurvor med 1 m ekvidistans. Följande kartblad redovisas:

- 1. Undersökningar*
- 2. Jordarter och berggrund*
- 3. Hydrogeologi*
- 4. Förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten.*

Varje kartblad förses med utförlig teckenförklaring och det bifogas också beskrivande text.

Karteringsprogram

Undersökningar

För att kunna bedöma säkerheten i övriga kartor redovisas på karta 1:2000 vilka undersökningar som gjorts i området.

Vegetationsinventering

Ingår normalt i basdataunderlaget - utföres dock ej här.

Geologisk kartering - jordarter och berggrund

En jordartskarta i skala 1:2000 med beskrivning upprättas genom fältkartering. Jordartskartan anger jordartsförhållandena ca 0,5 m under markytan. Under karteringen förs noggranna anteckningar över områdets geologiska särdrag.

I den geologiska karteringen ingår också upprättande av typlagerföljder inom området. Detta kan ske med stöd av traktorgrävda provgropar, geotekniska sonderingar, rördrivningar, spadborrningar samt studier av eventuellt befintliga skärningar och schakter. Om det anses nödvändigt, och situationen gör det möjligt, förutsätts att kommunen i rimlig omfattning kan utföra provgropar med traktorgrävare och/eller statiska sonderingar med t ex cobraborr. Innan de eventuellt traktorgrävda provgroparna fylls igen görs en hydrogeologisk inventering i groparna. Groparna kan också utnyttjas för utplacering av grundvattenobservationsrör.

Samtidigt med jordartskarteringen görs en kartering av uppstickande berghällar. Denna berggrundskartering omfattar: bergarter i stora drag samt sprickkartering där samtliga sprickor med mer än 10 meters utsträckning markeras. Informationen läggs in på samma karta som jordarterna.

Hydrogeologisk kartering

En hydrogeologisk karta i skala 1:2000 med beskrivning upprättas genom fältkartering. Den hydrogeologiska karteringen görs med utgångspunkt från resultaten av den geologiska karteringen och omfattar:

- Bedömning av markens infiltrationskapacitet utifrån in situ-mätningar, t ex ringinfiltrometermätningar.
- Bedömning av jordlagrens hydrauliska konduktivitet utifrån in situ-mätningar, t ex infiltrationsgrop.
- Kartering av ytavrinningsförhållandena.
- Kartering av in- och utströmningsområden för grundvattnet (bl a inventering av brunnar och källor).
- Uppgifter om nederbörd, temperatur och tjäldjup.
- Översiktlig bedömning av berggrundens betydelse för grundvattenbildningen.

På basis av erhållen information upprättas förslag till grundvattenobservationsnät.

I den mån den erhållna informationen tillåter, görs en översiktlig beskrivning av grundvattensituationen inom området.

Till god hjälp vid den hydrogeologiska karteringen är en vegetationskarta. Då sådan saknas i detta fall försvåras karteringen av grundvattnets in- och utströmningsområden. Detta kan eventuellt leda till att dessa områden endast grovt kan avgränsas.

Förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten

Det redovisade grundmaterialet utvärderas med avseende på förutsättningarna för LOD. Arbetet redovisas i karta skala 1:2000 med beskrivning.

I detta arbete ingår bedömningar av möjligheter och konsekvenser för hus med respektive utan källare, samt principskisser av möjliga tekniska lösningar av dagvattensystemet.

Kartans utnyttjande

Den ingenjörsgelogiska kartan kan utnyttjas för tre mer eller mindre åtskilda ändamål:

- 1) Som underlag och informationskälla till andra geundersökningar (vegetation, geoteknik, m fl). Huvudsakligen basdatakartorna utnyttjas. Informationen föråldras ej.
- 2) Som planeringsunderlag. Huvudsakligen de utvärderade kartorna utnyttjas. Informationen bygger på känd teknik och kan föråldras.
- 3) Som översiktligt underlag vid utformningen av tekniska system. Både basdatakartorna och de utvärderande kartorna utnyttjas. Det måste poängteras, att kartorna inte avser att utgöra något definitivt underlag för teknisk projektering. Kartorna skall ses som ett underlag för kontakterna inom en projektgrupp, där bl a kartörer och projektörer ingår.

Vår erfarenhet är att en ingenjörsgelogisk kartering, utförd ungefär enligt ovan redovisade program för Herrljunga tar mellan 40 och 50 mandagar i anspråk. Härtill kan komma en varierande kostnad beroende på omfattningen och utförandet av rapporteringen.

Institutionerna för
Geologi
Geoteknik med grundläggning
Vattenbyggnad
Vattenförsörjnings- och avloppsteknik

Meddelande:

- nr 1 Urbaniseringsprocessens inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning. Lägesrapporter (1972-07-01 - 1973-03-01). 1973. 100 sidor. (Utgången)
- nr 2 Leif Carlsson: Grundvattenavsänkning Del 1. Evaluering av akviferers geohydrologiska data med hjälp av provpumpningsdata. 1973. 67 sidor.
- nr 3 Leif Carlsson: Grundvattenavsänkning Del 2. Evaluering av lågpermeabla lagars hydrauliska diffusivitet med hjälp av provpumpningsdata. 1973. 17 sidor.
- nr 4 Viktor Arnell: Nederbördsräknare. En sammanställning av några olika mätyper. 1973. 39 sidor. (Utgången)
- nr 5 Viktor Arnell: Intensitets-varaktighetskurvor för häftiga regn i Göteborg under 45-årsperioden 1926-1971. 1974. 68 sidor.
- nr 6 Urbaniseringsprocessens inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning. Lägesrapporter (1973-03-01 - 1974-02-01). 1974. 167 sidor.
- nr 7 Olov Holmstrand, Per O Wedel: Ingenjörsgelogiska kartor - litteraturstudier. 1974. 55 sidor. (Utgången)
- nr 8 Anders Sjöberg: Interim Report. Mathematical Models for Gradually Varied Unsteady Free Flow. Development and Discussion of Basic Equations. Preliminary Studies of Methods for Flood Routing in Storm Drains. 1974. 74 sidor. (Utgången).
- nr 9 Olov Holmstrand (red.): Seminarium om ingenjörsgelogiska kartor. 1974. 38 sidor. (Utgången).
- nr 10 Viktor Arnell, Börje Sjölander: Mätning av nederbördsintensiteter i Göteborgsregionen. Stationsbeskrivning. 1974. 53 sidor. (Utgången).
- nr 11 Per-Arne Malmquist, Gilbert Svensson: Dagvattnets beskaffenhet och egenskaper. Sammanställning av utförda dagvattenundersökningar i Stockholm och Göteborg 1969-1972. Engelsk sammanfattning. 1974. 46 sidor. (Utgången).
- nr 12 Viktor Arnell, Sven Lyngfelt: Interimrapport. Beräkningsmodell för simulering av dagvattenflöde inom bebyggda områden. Geohydrologiska forskningsgruppen i samarbete med VA-verket i Göteborg, meddelande nr 12, 1975. 50 sidor.
- nr 13 Viktor Arnell, Sven Lyngfelt: Nederbörds-avrinningsmätningar i Bergsjön, Göteborg 1973-1974. 1975. 92 sidor.
- nr 14 Per-Arne Malmquist, Gilbert Svensson: Delrapport. Dagvattnets sammansättning i Göteborg. Engelsk sammanfattning. 1975. 73 sidor.
- nr 15 Dagvatten. Uppsatser presenterade vid konferens om urban hydrologi i Sarpsborg 1975. 1976. 33 sidor. 15:-. Följande uppsatser ingår:
Arnell V. Beräkningsmetod för analys av dagvattenflödet inom ett urbant område.
Lyngfelt S. Nederbörds-avrinningsstudier i Bergsjön, Göteborg.
Sjöberg A. CTH-ledningsnätmodell DAGVL-A.
Svensson G. Dagvattnets sammansättning, inverkan av urbanisering. (Utgången).
- nr 16 Grundvatten. Uppsatser presenterade vid konferens om urban hydrologi i Sarpsborg 1975. 1976. 43 sidor. 15:-. Följande uppsatser ingår:
Andréasson L, Cederwall K. Rubbningar av grundvattenbalansen i urbana områden.
Carlsson L. Djupinfiltration i slutna akviferer.
Torstensson B-A. Följder av grundvattensänkning inom lerområden.
Wedel P. Exempel på dränering av jordlager på grund av tunnelbyggande. (Utgången).
- nr 17 Olov Holmstrand, Per Wedel: Markvattenundersökningar i ett urbant område. 1976. 127 sidor.
- nr 18 Göran Ejdeling: Beräkningsmodeller för prognos av grundvattenförhållanden. 1978. 130 sidor.
- nr 19 Viktor Arnell, Jan Falk, Per-Arne Malmquist: Urban Storm Water Research in Sweden. 1977. 30 sidor.
- nr 20 Viktor Arnell: Studier av amerikansk dagvattenteknik. Resa i december 1976. 1977. 64 sidor.
- nr 21 Leif Carlsson: Reserapport från studieresa i USA samt deltagande i 2nd International Symposium on Land Subsidence in Anaheim, USA. 29 nov-17 dec 1976. 1977. 61 sidor.
- nr 22 Per O Wedel: Grundvattenbildning, samspelet jordlager och berggrund. Exemplifierat från ett försöksområde i Angered. 1978. 130 sidor.
- nr 23 Viktor Arnell: Nederbördsdata vid dimensionering av dagvattensystem med hjälp av detaljerade beräkningsmodeller. En inledande studie. 1977. 29 sidor.
- nr 24 Leif Carlsson, Klas Cederwall: Urbaniseringsprocessens inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning. Geohydrologisk forskning vid CTH, Sektion V, under perioden 1972-75. 1977. 17 sidor
- nr 25 Lars O Ericsson (red.): Lokalt omhändertagande av dagvatten. Delrapport från första verksamhetsåret 1976-02-01 - 1977-01-31. 1977. 120 sidor.
- nr 26 Ann-Carin Andersson, Jan Berntsson: Kontrollerad grundvattenbalans genom djupinfiltration. En inventering av djupinfiltrationsprojekt. 1978. 273 sidor.
- nr 27 Anders Eriksson, Per Lindvall: Lokalt omhändertagande av dagvatten. Resultatredovisning av enkät rörande drift och konstruktion av perkolationsanläggningar. 1978. 126 sidor.

- nr 28 Olov Holmstrand (red.): Lokalt omhändertagande av dagvatten. Delrapport nr 2 från perioden 1977-02-01 - 1977-11-30. 1978. 69 sidor.
- nr 29 Leif Carlsson: Djupinfiltrationsstudier i Angered. 1978. 70 sidor.
- nr 30 Lars O Ericsson: Infiltrationsprocessen i en dagvattenmodell. Teori, Undersökning, Mätning och Utvärdering. 1978. 45 sidor.
- nr 31 Lars O Ericsson: Permeabilitetsbestämning i fält vid perkolationsmagasin. Dimensionering. 1978. 15 sidor.
- nr 32 Lars O Ericsson, Stig Hård: Infiltrationsundersökningar i stadsdelen Ryd, Linköping. 1978. 145 sidor.
- nr 33 Jan Hällgren, Per-Arne Malmquist: Urban Hydrology Research in Sweden 1978. Swedish Coordinating Committee for Urban Hydrology Research. 1978. 14 sidor.
- nr 34 Bo Lind, Göte Nordin: Geohydrologi och vegetation i Dalen 5, Karlskoga. 1978. 63 sidor.
- nr 35 Eivor Bucht, Bo Lind: Metodfrågor vid naturanpassad stadsplanering - erfarenheter från studie i Karlskoga. 1978. 65 sidor.
- nr 36 Anders Sjöberg, Jan Lundgren, Thomas Asp, Henriette Melin: Manual för ILLUDAS (version S2). Ett datorprogram för dimensionering och analys av dagvattensystem. 1979. 67 sidor.
- nr 37 Per-Arne Malmquist m fl: Papers on Urban Hydrology 1977-78. 99 sidor.
- nr 38 Viktor Arnell, Per-Arne Malmquist, Bo-Göran Lindquist, Gilbert Svensson: Uppsatser om Dagvattenteknik 1978. 30 sidor.
- nr 39 Bo Lind: Dagvatteninfiltration - förutsättningar inom ett bergsområde, Östra Gårdsten i Göteborg. 1979. 32 sidor.
- nr 40 Per-Arne Malmquist (red.): Geohydrologiska forskningsgruppen 1972-78. Sammanställning av uppnådda resultat. 1979. 96 sidor. Kostnadsfri.
- nr 41 Gilbert Svensson, Kjell Øren: Planeringsmodeller för avloppssystem. NIVA-modellen tillämpad på Torslanda avrinningsområde. 1979. 71 sidor.
- nr 42 Per-Arne Malmquist (red.): Infiltrera dagvatten. Diskussioner och figurer från CTH-seminarium 1979-04-20. 1979. 86 sidor.
- nr 43 Bo Lind: Dagvatteninfiltration - perkolationsanläggning i Halmstad. 1979. 58 sidor.
- nr 44 Viktor Arnell, Thomas Asp: Beräkning av bräddvattenmängder. Nederbördens varaktighet och mängd vid Lundby i Göteborg 1921-1939. 1979. 80 sidor.
- nr 45 Stig Hård, Thomas Holm, Sven Jonasson: Dagvatteninfiltration på grönytor - Litteraturstudie, kunskapssammanställning och hypotes. 1979. 278 sidor.
- nr 46 Per-Arne Malmquist, Per Lindvall: Dräneringsrörs igensättning - en jämförande laboratoriestudie. 1979. 44 sidor.
- nr 47 Per-Arne Malmquist, Gunnar Lannér, Erland Högberg, Per Lindvall: SÖDRA NÄSET - ett exempel på för-enklad utformning av gator och dagvattensystem i ett upprustningsområde. 1980.
- nr 48 Viktor Arnell, Håkan Strandner, Gilbert Svensson: Dagvattnets mängd och beskaffenhet i stadsdelen Ryd i Linköping, 1976-77. 1980.
- nr 49 Lars O. Ericsson, Stig Hård: Termisk registrering, en metod att kartera markvattenhalt - Termovisionsförsök i klimatkammare. 1980. 65 sidor.
- nr 50 Viktor Arnell: Dimensionering och analys av dagvattensystem. Val av beräkningsmetod. 1980. 56 sidor, 22 figurer.
- nr 51 Lars O Ericsson: Markvattenförhållanden i urbana områden. Slutrapport. Göteborg 1980. 115 sidor. 25:- kr.
- nr 52 Olov Holmstrand (red): Ingenjörsgelogisk kartering. Seminarium 1980-04-17. 110 sid, 25:- kr.
- nr 53 Olov Holmstrand: Lokalt omhändertagande av dagvatten. Sammanfattning av forskning om dagvatteninfiltration vid CTH 1976-79. 90 sid. 25:- kr.
- nr 54 Olov Holmstrand, Bo Lind, Per Lindvall, Lars-Ove Sörman: Perkolationsmagasin i ett lerområde. Lokalt omhändertagande av dagvatten i Bratthammar, Göteborg. 172 sidor. 25:- kr.
- nr 55 Erland Högberg, Gunnar Lannér: Gatuplanering i bostadsområden i utlandet. Nya principer och lösningar i Danmark, Holland och England. 1981. 25:- kr. 110 sidor.
- nr 56 Sven Lyngfelt: Dimensionering av dagvattensystem. Rationella metoden. 1981. 25:- kr. 82 sidor.
- nr 57 Erland Högberg: Samband mellan gatustandard och trafiksäkerhet i bostadsområden. En förstudie. 1981. 25:- kr.
- nr 58 Jan A Berntson: Portryckförändringar och markrörelser orsakade av trädvegetation. 1980. 25:- kr. 121 sidor.
- nr 59 Per-Arne Malmquist, Stig Hård: Grundvattenpåverkan av dagvatteninfiltration. 1981. 25:- kr
- nr 60 Annika Lindblad: Infiltrationsmätningar utförda vid Geologiska institutionen, CTH/GU, 1972-1980. Sammanställning och statistisk bearbetning. 1981. 78 sidor. 25:- kr.
- nr 61 Lars O Ericsson och Stig Hård: Termisk registrering - en metod att kartera markvattenhalt Slutrapport. 1981. 18 sidor. 25:- kr.
- nr 62 Jan Pettersson, Elisabeth Sjöberg: SÖDRA NÄSET - En intervjuundersökning rörande två alternativa upprustningsförslag av gator och dagvattentransport. 1981. 36 sidor. 25:- kr.

