



CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

GEOHYDROLOGISKA FORSKNINGSGRUPPEN

Geologi

Geoteknik med grundläggning

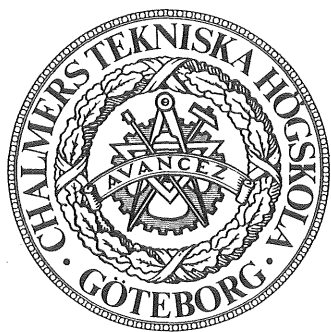
Vattenbyggnad

Vattenförsörjnings - och avloppsteknik

ISSN 0347-8165

**DAGVATTENINFILTRATION -
förutsättningar inom ett bergsområde ,
Östra Gårdsten i Göteborg**

Bo Lind



CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

GEOHYDROLOGISKA FORSKNINGSGRUPPEN

Geologi

Geoteknik med grundläggning

Vattenbyggnad

Vattenförsörjnings - och avloppsteknik

ISSN 0347-8165

DAGVATTENINFILTRATION -

förutsättningar inom ett bergsområde,

Östra Gårdsten i Göteborg

Adress:

Chalmers Tekniska Högskola
Geologiska institutionen
412 96 Göteborg

Bo Lind

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

FÖRORD

Föreliggande meddelande utgör slutrapport för Geohydrologiska forskningsgruppens undersökningar av förutsättningarna för dagvatteninfiltration i Östra Gårdstensbergen, Göteborg. Arbetet har genomförts på uppdrag av Göteborgs Stads Bostads AB.

Förutom den direkta tillämpningen för projekteringen av bebyggelsen i området har arbetet utgjort ett led i Geohydrologiska forskningsgruppens båda projekt "Lokalt omhändertagande av dagvatten" och "Ingenjörsgelogisk kartering". Det senare har inneburit att redovisningen gjorts i form av en ingenjörsgelogisk karta i fem blad.

Textredovisningen, som gjorts relativt kortfattad, har inriktats på att både belysa de lokala förhållandena och dra ut allmängiltiga konsekvenser vad gäller arbetsmetoder och redovisningssätt. För att inte tynga huvudtexten har den geologiska beskrivningen av området lagts i en bilaga.

Berggrundskarteringen har utförts av Rodney Stevens, jordartskarteringen av Mats Westerdahl. Hydrogeologisk kartering har utförts av Bo Lind, som också ansvarat för projektets genomförande i stort samt redovisningen.

Göteborg i april 1979

Olov Holmstrand
projektledare

1. BAKGRUND, SYFTE OCH FORSKNINGSOMRÅDETS BELÄGENHET

1.1 Bakgrund och syfte

Urbanisering av ett naturområde förändrar drastiskt vattenbalansen. I ett naturligt område infiltrerar stora delar av nederbörden åtminstone temporärt i marken. I ett urbant område däremot är stora ytor hårdgjorda, till exempel i form av hustak, trafikleder och parkeringsplatser. Från sådana ytor rinner regnvattnet av snabbt och nästan totalt. Det har hittills varit vanligast att leda bort regnvattnet (dagvattnet) från de urbana områdena i slutna ledningar, något som ger en rad negativa konsekvenser, främst:

- Sättningar och vegetationsskador genom minskad bildning av mark- och grundvatten.
- Stora, kostsamma ledningssystem med låg utnyttjandegrad till följd av att dimensioneringen måste göras med hänsyn till kortvarig, intensiv nederbörd.
- Risk för överbelastning och/eller skador på reningsverk och recipienter genom att dagvattnet kommer ojämnt och är förorenat.

Insikten om de problem som är förknippade med konventionell dagvattenbehandling ledde i början av 1970-talet till försök att i stället infiltrera dagvattnet. Det bör emellertid framhållas, att metodiken som sådan tillämpats mer eller mindre medvetet framför allt i gles bebyggelse sedan lång tid tillbaka.

Geohydrologiska forskningsgruppen vid CTH startade våren 1976 projektet "Lokalt omhändertagande av dagvatten". Projektet avsåg främst att utröna de teoretiska och praktiska förutsättningarna för lokalisering och dimensionering av infiltrationsanordningar. Under tiden projektet genomförts har dagvatteninfiltration alltmera kommit att framstå som ett led i naturanpassad planering av bebyggelse.

Inom eller i anslutning till projektet "Lokalt omhänderta-

gande av dagvatten" har Geohydrologiska forskningsgruppen studerat flera exempel på praktisk tillämpning av dagvatteninfiltration. Detaljstudierna har främst gällt ett område i Halmstad (sandområde), Bratthammar i Göteborg (lerområde) samt ett område i Karlskoga (moränområde). Avsikten har varit att systematiskt studera förutsättningarna för dagvatteninfiltration i olika geologiska miljöer.

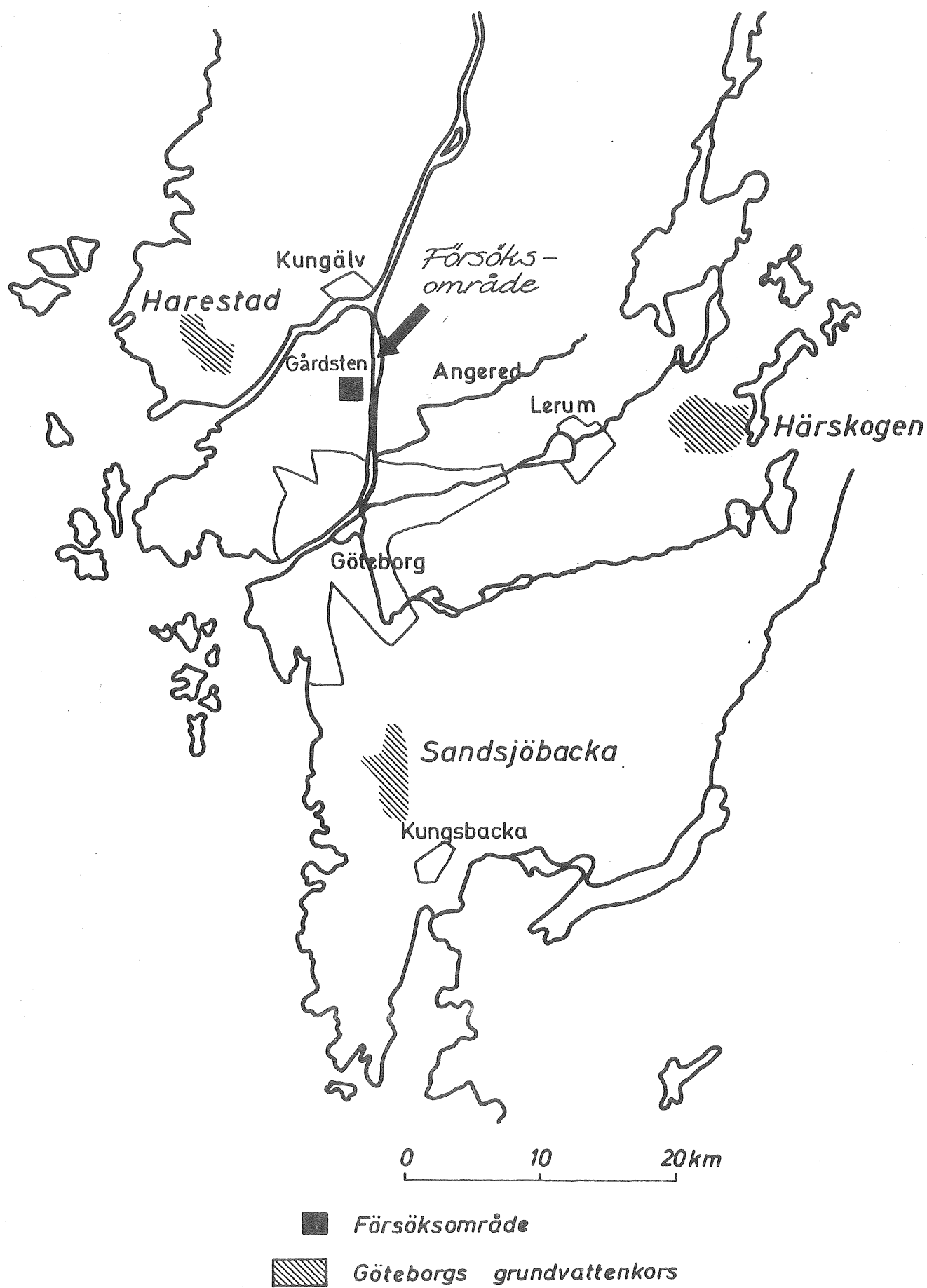
Östra Gårdstensbergen utgör ett utpräglat bergsområde med i allmänhet endast mycket tunna jordlager. Dagvattenavledning på konventionellt sätt från planerad bebyggelse förväntas i området dels medföra risk för vegetationsskador dels bli dyrbar på grund av de svåra terrängförhållandena. För Geohydrologiska forskningsgruppen har Östra Gårdstensbergen varit ett lämpligt och angeläget tillfälle att studera förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten i ett bergsområde.

Projektets målsättning har varit att mot bakgrund av tidigare genomförd forskning inom ramen för "Lokalt omhändertagande av dagvatten" studera förutsättningarna för dagvatteninfiltration på Östra Gårdstensbergen.

1.2 Områdesbeskrivning

Det undersökta området är beläget i Gårdsten ca 15 km nordost om Göteborg (fig 1). Området utgörs av en flack bergsrygg med en brant sluttning åt öster, ner mot Angereds lerfyllda dalgång. Området, som har en nord-sydlig utsträckning, är ca 900 m långt och 300 m brett. Terrängen är kuperad hållmark med ringa jordtäcke. Jord finns huvudsakligen i sänkor och sprickor i terrängen. Markytan upptas på höjdområdet av hållmarksbarrskog med inslag av lövsly i de fuktiga sänkor. På den östra sluttningen och i en dalgång, som skär in i riktning NV-SO i den norra delen av området, växer en kraftigare lövskog, främst ek och björk. På partier som upptas av fyllnadsmassor växer gräs eller lövsly.

Berggrunden genomkorsas av talrika sprickor som ger upphov till det sprickdalslandskap som karakteriserar stora delar av Bohuslän.



Figur 1. Översiktskarta

I södra delen av området löper en bergtunnel, i SV-NO-lig riktning. Något väster om området går ytterligare en bergtunnel i N-S-lig riktning.

Den nuvarande planläggningen av området innebär att den flacka krönytan bebyggs med omkring 240 radhus uppdelade på tre delområden. Uppförandet sker i etapper med första byggstart planerad till april månad 1979.

2. INGENJÖRSGEOLOGISK KARTA

2.1 Berggrundskartering

Den geologiska karteringen av berggrunden inleddes med flygbildstolkning av områdets strukturmönster. Berggrundskarteringen gjordes med särskild hänsyn till de strukturella och mineralogiska egenskaper som anses påverka grundvattnets infiltration och strömning. Det betyder att framför allt sprickor och krosszoner beaktats. Alla sprickor med mer än 5 meters uthållighet i ytan har karterats. Sprickorna har angivits oberoende av om de är jordtäckta i ytan eller ej. Bergets strykning och stupning har mätts in liksom fältanteckningar gjorts om bergets bankningsplan och andra horisontella sprickor. Bergartstypen har angivits över hela området.

Berggrunden är i allmänhet väl blottad eller täckt av tunna jordlager. Man väntar sig större jordmäktighet i de två mindre dalar som korsar området i NV-SO-lig riktning, samt i de stora N-S orienterade dalgångarna såväl öster som väster om området. I stora drag följer topografin en allmän NV-SO-lig riktning. Höjden varierar från 80 till 140 m över havet.

För en mer detaljerad beskrivning av berggrunden hänvisas till bilaga 1.

2.2 Jordartskartering

Normalt anger en jordartskarta jordartsförhållandena ca 0,3 m under markytan. Vid karteringen tas ingen hänsyn till jordmånen, dvs den del av jordlagren som förändrats genom atmosfärens och växtlighetens inverkan. Tunna lager av organiskt material (torv) inom försumpade områden markeras normalt ej heller.

De ovan angivna normerna har i möjligaste mån tillämpats även inom detta projekt. De speciella intensjoner som styrt projektet har emellertid föranlett vissa avsteg. Inom bergsområdet har jordmäktigheter över 0,3 m markerats. I vissa

fall, när det bedömts markera tektoniska drag, kan dock mindre jordtäcken ha angivits. På motsvarande sätt kan en viss underrepresentation av jordtäcknet förekomma uppe på bergskullar där tektoniska mönster saknas.

För beskrivning av jordlagren hänvisas till bilaga 1.

2.3 Marksektioner

Till den ingenjörsgéologiska kartan hör två marksektioner. Dessa är upprättade med stöd av ytkarteringarna samt de geotekniska undersökningar som gjorts inom området (Bo Alte AB, 1979). I sektionerna har sprickor och zoner i berget markerats schematiskt ner till ca 10 meters djup. De markerade zonerna når givetvis mycket djupare än så.

Försök har gjorts att skilja på olika svaghetszoner i berget. Beteckningarna har huvudsakligen valts från Knutsson et al., 1973.

I sektionerna har zonerna markerats vertikalt. Detta är en schematisering som inte alltid stämmer med de verkliga förhållandena.

2.4 Hydrogeologisk kartering

Yt- och grundvattenförhållanden har karterats genom flygbildstolkning och studier i terrängen. Berggrunds- och jordartskartorna har legat som grund för dessa studier. Framför allt beaktades grundvattnets in- och utströmning, dvs försök har gjorts att särskilja områden, där grundvatten bildas respektive strömmar ut mot markytan. Genom Gatukontoret i Göteborg har fyra grundvattenobservationsrör i jordlagren satts i området. Rören, som utgörs av 1" järnrör, har placerats med två st i vardera av de större NV-SO-liga dalgångarna. Rören har drivits ca 2 m ner i marken och har givit viss hydrogeologisk information. Rören kom tyvärr på plats först i den senare delen av undersökningsperioden. Den korta observationsperioden och fåtalet observationspunkter har medfört att grundvattenförhållandena endast kunnat bedömas översiktligt.

För hydrogeologisk beskrivning hänvisas till bilaga 1.

2.5 Förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten

I enlighet med erfarenheter från tidigare projekt (Bucht, Lind, 1978) har en utvärderande tolkning av undersökningarna presenterats i kartform. Utvärdering kan göras med avseende på olika mål. I föreliggande fall gäller den förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten. Det måste poängteras att kartan inte utgör något definitivt underlag för placering och utformning av infiltrationsanläggningar. Kartan skall ses som ett diskussionsunderlag vid kontakter mellan projektör och kartör.

3. ERFARENHETER AV PROJEKTET

3.1 Erfarenheter av arbetsmetoder

Det geologiska fältarbetet har givits en inriktning mot ingenjörsgelogisk kartering. Det betyder att sådan information har framtagits och redovisats som kan ha praktisk betydelse vid byggnadsplanering. Vad gäller karteringen av berg och jord har arbetet utförts på liknande sätt som är vanligt vid geologisk kartering. För det hydrogeologiska kartbladet har arbetssättet i större utsträckning anpassats till de lokala förhållandena.

I berggrundskarteringen ingick registrering av sprickor och sprickzoner. I anslutning till detta arbete är en avgränsning mellan berg och jord naturlig att göra. Denna avgränsning kan sedan ligga till grund för jordartskarteringen. Jord- och bergartskartorna utgör sedan underlag för den hydrogeologiska karteringen. De olika fältmomenten bör dessutom integreras så att man vid fältarbetet får ut optimalt med information inom varje sektor. Som framgår ovan är en viss tidsmässig förskjutning att föredra. Uppläggningsen av den geologiska basdatainsamlingen kan åskådliggöras som i fig 2.

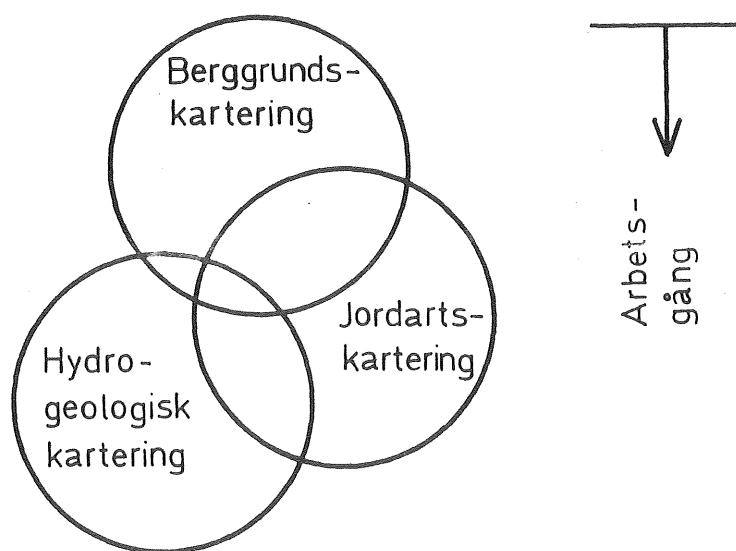


Fig 2. Schematisk framställning av integrering och tidsmässig förskjutning mellan olika geologiska undersökningar vid upprättande av ingenjörsgelogisk karta.

Geotekniska undersökningar har också utförts i området, delvis under samma tid som de geologiska. Resultaten av dessa undersökningar har i viss mån kunnat utnyttjas vid den geologiska jordartskarteringen. Det geotekniska arbetet utfördes dock helt fristående vilket lett till att dess informationsvärde för den ingenjörsgelogiska kartan blivit begränsat. Vår erfarenhet är att geoundersökningarna bör utföras i följande ordning:

- I) Geologisk analys av basfakta
- II) Teknisk utvärdering

Som geologiska basfakta bör i första hand redovisas jordarter, berggrund och hydrogeologi. Beroende på områdets karaktär och markanvändningsplanerna kan dessa delar ges olika prioritet. Utifrån detta grundmaterial kan sedan krav på geotekniska undersökningar, i avdelning II, preciseras. Med detta arbetssätt är det möjligt att bättre utnyttja de samlade resurserna.

Beträffande det hydrogeologiska materialet har grundvattenobservationsrör i stort sett saknats inom området. Detta är givetvis en brist. Särskilt påtaglig har bristen känts för berggrunden. Grundvattensituationen i de tunna jordlagren i området låter sig ganska väl utredas även utan observationsrör, vilket däremot inte är fallet med berggrunden. På samma sätt är infiltrationskapaciteten mycket lättare att fastställa för jord än för berg. För infiltrationsbestämning (egentligen premeabilitetsbestämning) i jordlagren har den så kallade "gropmetoden" använts (se L O Ericsson 1978). Vår erfarenhet är att detta är den för närvarande bästa metoden för osorterade jordar och svåra terrängförhållanden.

Vid en detaljerad hydrogeologisk inventering måste man delvis gå efter indikationer i vegetationstäcket. Om studier görs både av hydrogeologi och vegetation i ett område bör således vegetationsstudien utföras så att dess information kan utnyttjas även för hydrogeologin.

3.2 Erfarenheter av redovisningssätt

Resultat av undersökningarna redovisas i form av ingenjörsgelogisk karta. Kartsystemet bygger på samlad och mot planering målinriktad redovisning av ett områdes naturförutsättningar. En fullständig ingenjörsgelogisk karta skall redovisa alla parametrar som har betydelse för markanvändningen, dvs även vegetation, jordmånsförhållanden m m. Om denna målsättning skall uppfyllas är det nödvändigt att den ingenjörsgelogiska kartan över ett visst område kommer att bestå av flera kartblad. Sällan får man tillfälle att upprätta alla kartblad som bör ingå i en fullständig ingenjörsgelogisk karta. I stället kan man upprätta några, de för kartans ändamål viktigaste kartbladen. I föreliggande version av kartan har fem av kartbladen upprättats.

Erfarenheterna från detta projekt visar på att kartbladen i viss utsträckning bör utformas efter områdets lokala förutsättningar. Så har t ex här vissa speciella jordarter med hög organisk halt urskiljts. Kartan skall ses som ett led i utformningen av ett enhetligt ingenjörsgelogiskt kartsystem.

En viktig del i redovisningen av det geovetenskapliga basmaterialet är direkta kontakter mellan kartör och avnämare, dvs planerare och projektörer. Projektet har mycket klart visat värdet av sådana kontakter. Av värde i detta sammanhang är också att basmaterialet redovisas i planeringskartornas skala, oftast 1:1000.

Geovetenskapliga undersökningar med exakthet som motsvarar en redovisningsskala på 1:1000 är mycket tidsödande och i många fall onödiga. I stället blir det fråga om att redovisa mera översiktligt material i en detaljerad skala. I den mån grundmaterialets exakthet inte motsvarar kartans skala måste detta klart framgå i text direkt på redovisningskartan.

I den ingenjörsgelogiska kartan ingår kartblad där en utvärdering av det geologiska basmaterialet gjorts. Erfaren-

heten visar att detta är en mycket viktig del i redovisningen. Att till planerare och projektörer leverera färdigt grundmaterial utan kommentar hur dessa förutsättningar skall utnyttjas ger sannolikt ett mycket sämre resultat.

4. SAMMANFATTNING OCH UTVÄRDERING

Föreliggande rapport avser en redovisning av projektet "Förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten på Östra Gårdstensbergen, Göteborg". Projektet har utförts inom ramen för forskningsprojektet "Lokalt omhändertagande av dagvatten" som sedan våren 1976 bedrivs av Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH.

Resultaten av utförda undersökningar presenteras i form av ingenjörsgelogisk karta. Däri ingår ett kartblad som, på grundval av de övriga kartbladen redovisar den bedömning som gjorts med avseende på förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten. Av kartan framgår att det inom området i allmänhet finns vissa förutsättningar att vid planering av dagvattensystem utnyttja metoder som bygger på lokalt omhändertagande. Tillsammans med erfarenheter från andra områden visar detta att lokalt omhändertagande av dagvatten går att utnyttja i geologiskt mycket olika miljöer. Viktigt är emellertid att anläggningarna ges olika utformning och funktionssätt i skilda områden. Inom det undersökta området gäller generellt att man bör inrikta sig på att så mycket som möjligt dämpa flödena. Detta kan man göra genom att utforma uppehållsmagasin för dagvattnet. Uppehållsmagasinen kan i vissa delar placeras så i terrängen att delar av vattnet infiltrerar ner i marken (berggrunden eller jordlagren). Den huvudsakliga funktionen hos magasinen blir emellertid att under en längre tid utjämna flödena vid häftiga regn eller snösmältning. Denna långsammare avbördning kan ske antingen i bräddavloppsledning eller genom utsläpp direkt på markytan.

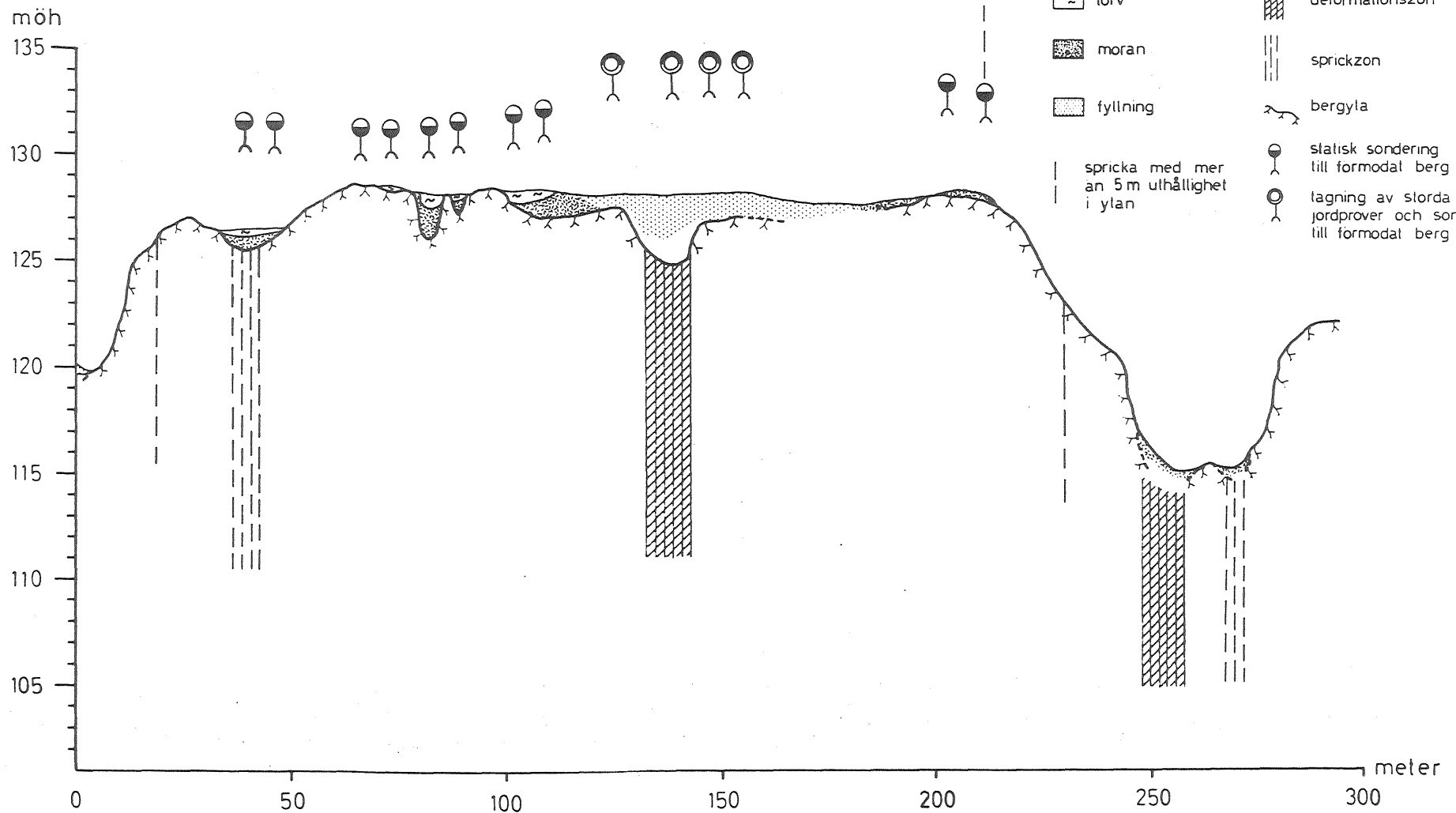
Den ingenjörsgelogiska kartan har inom detta projekt givits en inriktning mot lokalt omhändertagande av dagvatten. Kartan har framställts som ett led i strävandena att utveckla ett kartsystem som bygger på samlad och mot planering mera målinriktad redovisning av ett områdes naturförutsättningar. I kartsystemet kan förutom de här framtagna kartbladen även andra ingå, t ex över vegetation, jordmåner och geotekniska förhållanden.

A-A

ÖSTRA GÅRDSTEN
INGENJÖRSGEOLOGISK KARTA
SEKTION A - A , se kartbladet
JORDARTER

Tecken förklaring

- | | |
|---|---|
|  torv |  deformationszon |
|  morän |  sprickzon |
|  fyllning |  bergyla |
|  spricka med mer än 5 m uthållighet i ytan |  statisk sondering till formodat berg |
| |  lagning av slorda jordprover och sondering till formodat berg |



B-B

ÖSTRA GÅRDSTEN

INGENJÖRSGEOLOGISK KARTA

SEKTION B-B, se kartbladet

JORDARTER

Tecken förklaring

lorv

morän

fyllning

spricka med mer
än 5 m uthållighet
i ytan

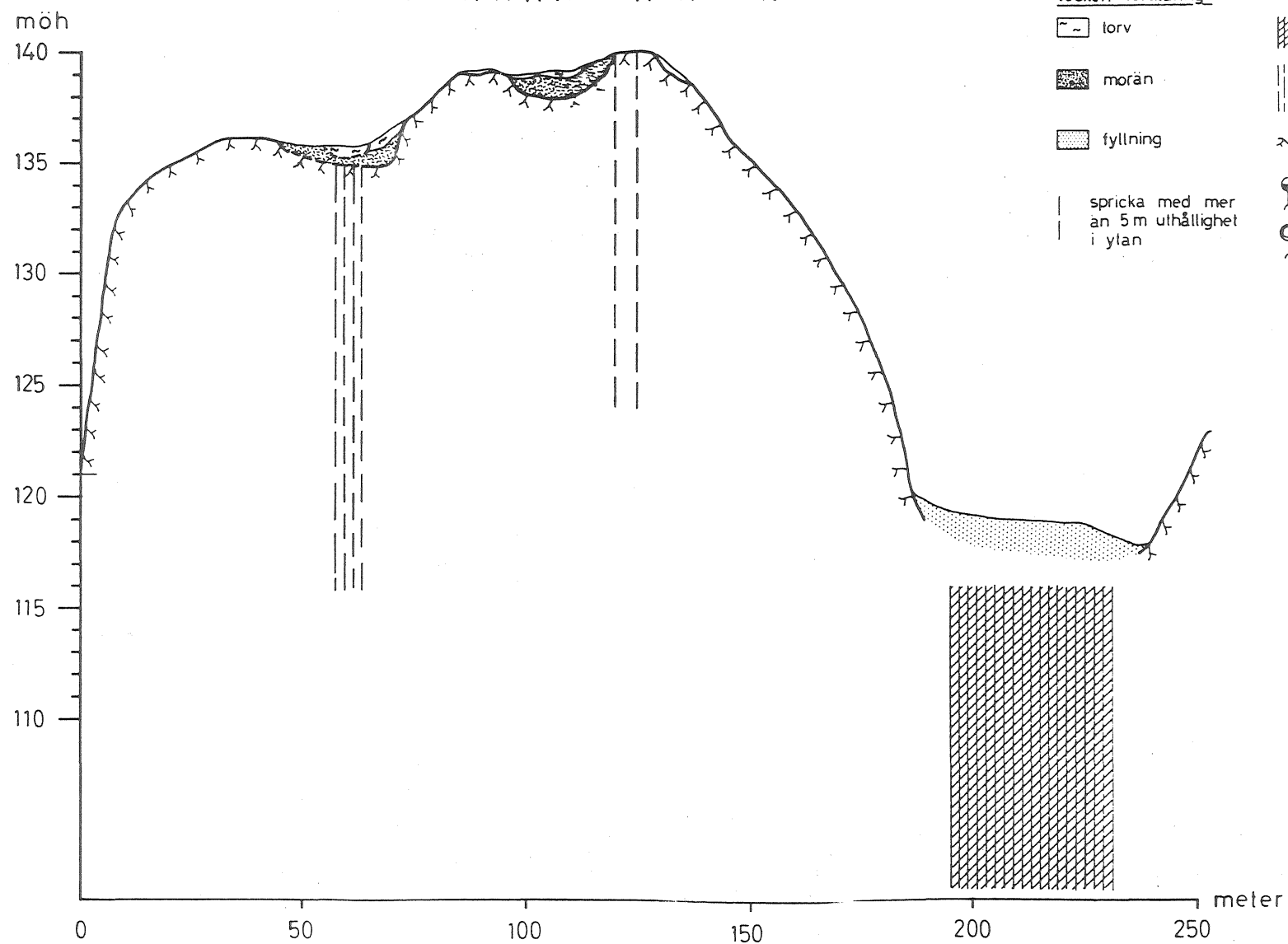
deformationszon

sprickzon

bergyla

statisk sondering
till formodat berg

tagning av storda
jordprover och sondering
till formodat berg



1. GEOLOGISKA OCH HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

I ÖSTRA GÅRDSTENSBERGEN

Tidigare fältundersökningar som innehåller information om Gårdstensområdet har publicerats av Sandegren och Johansson (1931), Lundegård (1957), Larsson (1967), Samuelsson (1978) samt Wedel (1978).

1.1 Berggrundens sammansättning

I det vanligaste fallet är bergarten en ljus grå, medelkornig kvarts-dioritisk gnejs. Huvudmineralen utgörs av kvarts, kalknatronfältspat, biotit, kalifältspat och hornblände. Berget är väl förskiffrat och har, på grund av segregation av mineral, delvis lager av olika färg och sammansättning.

Några pegmatitiska gångar finns parallella med förskiffringen men de har inte karterats eftersom de är små och relativt odeformerade. Basaltiska gångbergarter å andra sidan är ofta lätt-vittrade och är ofta uppspruckna. De mindre gångarna som karterats har sannolikt tidigare förekommit som sammanhängande gångar parallellt med förskiffringen.

Detaljerade mineralogiska tendenser anses ej väsentliga för syftet av denna undersökning. Berget har emellertid i västra delen mer biotit och i östra delen har det mer kalifältspat i vissa lager som alterneras med kvarts- eller kalk-natron-fältspat-rika lager. Det finns mindre delar som liknar granit till sin karaktär och kanske har haft plutoniskt ursprung. I nordöstra området märktes en viss del ögongnejs med stora kalifältspat-kristaller.

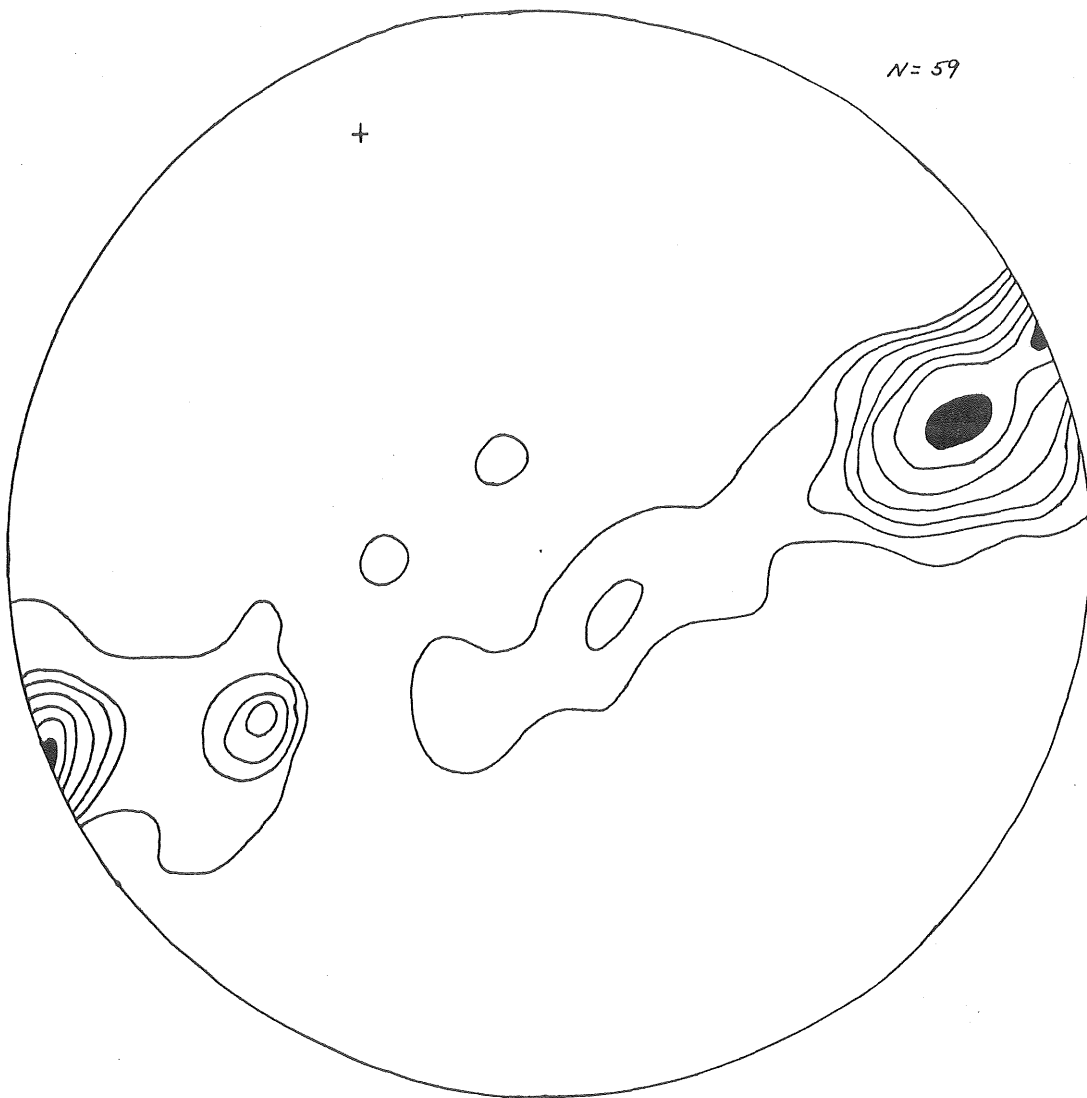
1.2 Strukturer

Förskiffringen stryker vanligast N10-25°W och stupar brant mot väst eller öst. Stupningen är flackare i nordöstra delen. Stereonätdiagrammen (Fig 1) framställer s-plan-poler och visar allmän deformation runt en axel som stupar 15° åt N23°W. Axlarna av små veck som påträffades i fält är också orienterade i denna riktning parallellt med förskiffringen.

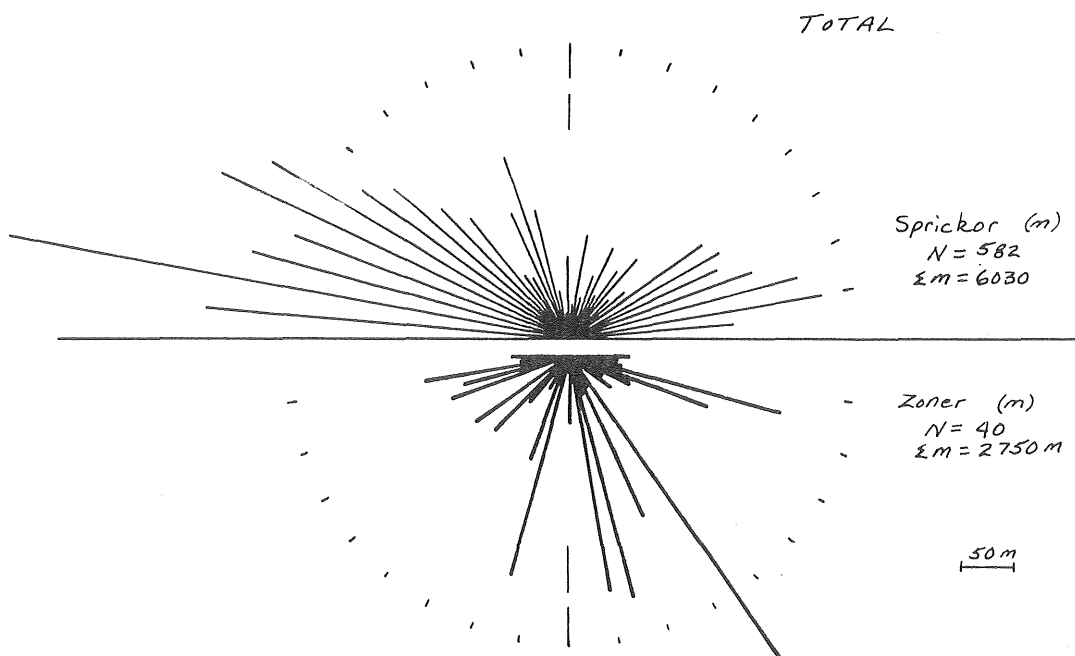
Alla märkbara sprickor med utsträckning längre än 5 m har karterats (totalt = 582) förutom de sprickor som var horisontella eller nästan horisontella som beaktas senare. Rosdiagrammet av alla sprickor (Fig 2) visar en allmän NW riktning men den är för spridd för att möjliggöra någon närmare tolkning. När sprickorna räknas inom mindre områden blir mönstren bättre definierade som i de följande diagrammen (Fig 3,4,5). Den norra delen tolkas att ha skjuvsprickor koncentrerade i riktningsarna $N80^{\circ}W$ och $N50^{\circ}E$ (Fig 3). Det är möjligt att den E-W grupp som finns också är skjuvsprickor som blev till under ett något förändrat trycksystem. Sprickorna i riktningsarna $N20^{\circ}W$ och $N30^{\circ}W$ följer förskiffringen. Den sydvästra delen är karakteriserad av en mycket stark WNW tendens (Fig 4) som kan vara antingen tensionsprickor eller skjuvsprickor. Sprickorna i riktningsen $N20^{\circ}W$ motsvarar som tidigare bergets förskiffringsplan. I sydöstra området grupperas sprickorna i två skjuvpar, den starkaste i riktningsarna $N55^{\circ}W$ och $N75^{\circ}E$ samt ett mindre definierat par i riktningsarna $N90^{\circ}W$ och $N45^{\circ}E$. Förskiffringsplanssprickor brukar vara nord-sydliga i det här området (Fig 5).

Zoner med flera sprickor vittras och eroderas lättare och således finns de ofta under jordtäckta dalar. Tolkningen av zonerna i området visar båda sprickzoner med mer eller mindre lokal utsträckning samt mer regionala deformationszoner som antagligen är djupare och mer krossade.

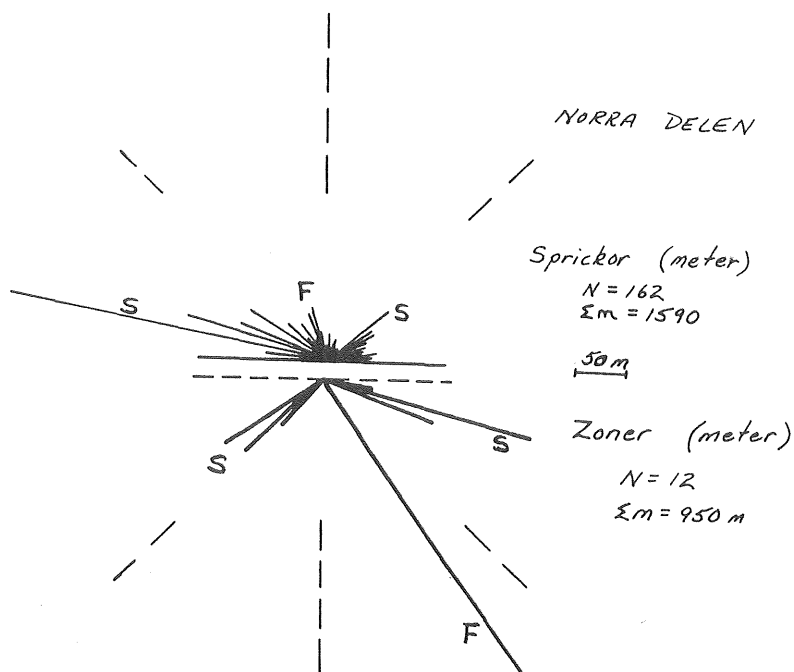
Riktningsen av sprickzonerna inom det undersökta området finns i lägre halvan av rosdiagrammen med motsvarande sprickor i övre halvan (Fig 3,4,5). Det verkar som om det finns bra korrelation mellan riktningsen av zoner respektive sprickor. Zonerna ritade i den norra delen motsvarar bäst tolkningen av sprickorna (Fig 3). Skjuvzoner finns i riktningsarna $N75^{\circ}W$ och $N55^{\circ}E$, medan zonerna i riktningsen $N10-35^{\circ}W$ är parallella med förskiffringsriktningsen. I södra och sydvästra delarna följer zonerna oftast förskiffringsriktningsen men det finns zoner som troligen orsakats av skjuvrörelser.



Figur 1. S-plan poler.



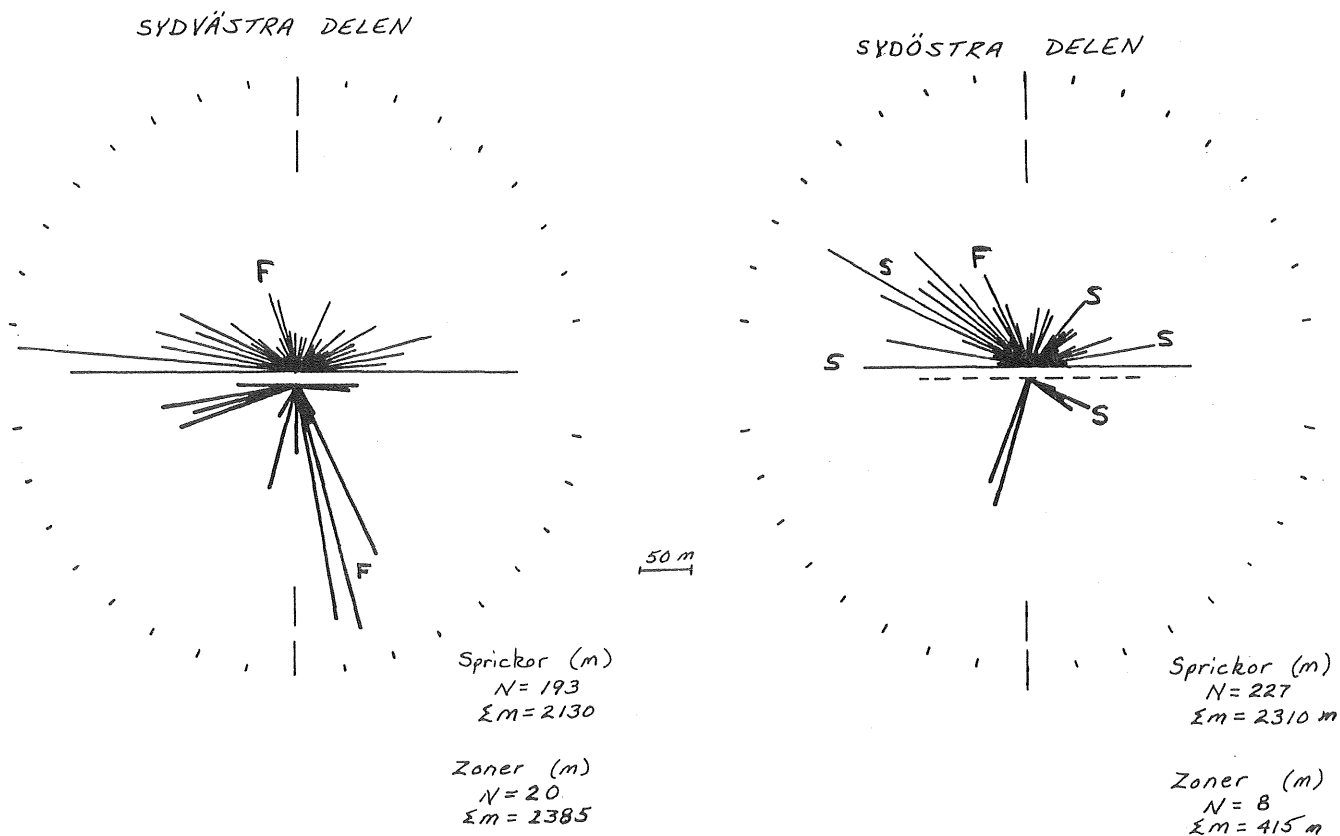
Figur 2. Rosdiagram över sprickor (övre halvan) och sprickzoner (undre halvan).



Figur 3. Sprickor och sprickzoner i norra delen av undersökningsområdet.

S: allmän riktning med skjuvsprickor eller skjuvzoner.

F: allmän riktning med sprickor eller zoner längs förskiffringen.



Figur 4 och 5. Sprickor och sprickzoner i sydvästra respektive sydöstra delen av undersökningsområdet.

S: allmän riktning med skjuvsprickor eller skjuvzoner.

F: allmän riktning med sprickor eller zoner längs förskiffringen.

1.3 Tektonisk utveckling

Omvandling under starkt tryck och temperatur har givit upphov till gnejsens förskiffring och lagring. Veckning har förekommit i lager av varierande kompetens. Berget i sydöstra delen är mer kvartsrikt. Det har också varit mer mobilt som i fält syns av små veck. Rörlighet och halvsmält tillstånd kan också ha varit orsak till granitisk intrusion eller anatexis i det här området. I västra delen finns det betydligt färre veck. Det är möjligt att den högre biotithalten här har varit ett hjälpmedel i de tektoniska rörelserna som då mest bestått av glidande rörelser parallellt med förskiffringsplanen. Större rörelser längs förskiffringsriktningen har orsakat deformationszoner som gränsar till och korsar Östra Gårdstensberget samt sträcker sig utanför området.

Den plastiska deformationsperioden efterträddes av en period av rupturrell deformation. Skjuvdeformationen var orienterad runt ett trycksystem som åtminstone delvis hade E-W-lig riktning liksom tidigare. Förskiffringsplans- och rörelsezoner utgjorde svagheter i berget och utsattes lättare för sprickbildning. Variation i tidigare deformation och berggrundens inhomogenitet blev anledning till viss spridning i sprickmönstret.

2. JORDARTSFÖRDELNING

Av jordartskartan framgår att huvuddelen av höjdområdet är hållmark. De naturliga jordarna som finns inom detta område är mer eller mindre påverkade av kemisk och mekanisk vittring. Den organiska halten är mestadels mycket hög. En speciell typ av jordart som urskiljts är en blandning mellan en minerogen fas och en hög organisk halt, uppgående till mellan 10% - 15% (torrviktsprocent). Detta innebär att mellan en tredjedel och hälften av provens volym (inklusive porer) utgjorts av organiskt material. Gångse mekanisk analys har inte gått att utföra på denna jordart. Jordarten, som alltid ligger över högsta kustlinjen, bedömdes i stort vara sedentär. Gränsen mot mera ordinär morän är mycket flytande. I vissa partier har även moränen mycket hög organisk halt, särskilt i ytan. Försök har gjorts att markera detta på jordartskartan liksom de partier där hög ytfuktighet orsakat tunn torvbildning på moränens yta. Sten- och blockhalten hos jordarna är låg.

Den höga organiska halten i allmänhet gör att även torvmarkerna i vissa delar kan vara svåra att avgränsa. Särskilt när mäktigheten är liten. Av de geotekniska undersökningarna framgår att maximalt torvdjup 4,5 m uppmätts i det sydligaste myrområdet. I övrigt är torvdjupet mestadels 1-2 m.

Den södra dalgången i området upptas till stor del av fyllnadsmassor. De ursprungliga intentionerna vid utfyllnaden var att vallar av sprängsten skulle läggas tvärs över dalgången. I bassängerna mellan vallarna tippas så massor av lera och torv. Huruvida utfyllnaden verkligen skett på detta sätt är oklart. Av ytjordkarteringen framgår att lera och torv överlagrar sprängsten. En sammanhängande sprängstensvall kan ses tvärs över dalgången vid övre änden av det branta partiet.

Leran som ansluter från öster grundar upp i dalgångarna. Bäckar har här skurit igenom leran och visar att den underlagras av stenig friktionsjord. Lerans mäktighet tilltar snabbt åt öster.

3. HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

3.1 Berggrunden

Infiltration i kristallint berg är beroende av närvaron av öppna och sammanhängande sprickor. De karterade sprickorna stupar vanligen nästan vertikalt eller, alternativt, brant när de är parallella med förskiffringen. De skulle alltså bara tillfälligtvis skära varandra i berggrunden. Det finns emellertid andra sprickor som är horisontella eller nästan horisontella och som är väsentliga i samband med grundvattnets strömning. De har troligen bildats genom tryck-lättnad på grund av erosion eller isrecession. De horisontella sprickorna är vanligare i de norra och östra delarna där berggrunden begränsas av stora deformationszoner och har större frihet till rörelser. Den västra delen har anmärkningsvärt färre horisontella sprickor och den delen är följaktligen dåligt dränerad. De horisontella sprickorna i sydöstra delen liknar bankningssprickor karakteristiska för granit. I allmänhet bör de horisontella sprickorna vara mindre utvecklade vid större djup.

Enstaka skjuvsprickor brukar vara täta delvis på grund av lermineral som bildas genom mineralomvandlingar i samband med sprickbildningen. Tensionssprickor är oftast något bättre vattenförande. Tyvärr är det dock oklart hur stor roll tensionsdeformation spelade för sprickornas utbildning i det karterade området. Jordtäckan över zonerna hjälper infiltrationskapaciteten genom att magasinera ytvatten och tillåta infiltration över en längre tid. De större och mer deformerade zonerna anses vara mer genomsläppliga. De norra och sydöstra delarna har sannolikt den bästa infiltrationen på grund av flera zoner, många sprickor som är horisontella och således bättre vattenförande, samt flackare förskiffringsprickor.

3.2 Jordlagren

Infiltrationen i jordlagren inom området sker på två sätt. Dels genom nederbörd direkt på ytan och dels genom yttill-

rinning från hållar. För en översiktlig bedömning av jordlagrens permeabilitet utfördes in situ försök enligt den s k "gropmetoden", utarbetad vid CTH av L O Ericsson, 1978. Den höga grundvattennivån inom många jordtäckta avsnitt begränsade starkt möjligheterna till infiltrationsförsök. Två provplatser valdes ut, se kartbladet "UNDERSÖKNINGAR", och permeabiliteterna uppmättes till:

punkt A: $1,7 \cdot 10^{-5}$ m/s

punkt B: $2,2 \cdot 10^{-5}$ m/s

Detta motsvarar infiltrationskapaciteter vid vattenmättnad av:

punkt A: 60 mm/h

punkt B: 80 mm/h

Infiltrationskapaciteten är i allmänhet så hög att någon uttalad ytavrinning inte förekommer inom jordområdena vid normala regn. Avrinningen från området sker i stället via berggrundens spricksystem, på bergytan under jordlagren samt som interflow i jordlagren.

Till följd av den höga organiska halten har jordarna i allmänhet mycket hög fältkapacitet. Vattenhalten i de jordprover som togs ca 30 cm under markytan varierade mellan 43% och 28% (viktsprocent).

Någon sammanhängande akvifer finns inte i de spridda jordområdena. Vissa av de jordtäckta partierna bildar i stället egna grundvattenbassänger. Detta gäller i huvudsak de största dalarna och sprickzonerna, med tillräcklig jordmäktighet.

Grundvattenytan följer i stort sett markytans topografi. Under inverkan av faktorer som infiltration, permeabilitet, marklutning m m kommer dock grundvattnet att röra sig från infiltrationsområden (inströmningsområden) till lägre liggande utströmningsområden. Utströmningsområdena markeras i undersökningsområdet av källor, diffust grundvattenläckage

eller allmänt förhöjd markfuktighet. Det vatten som läcker fram i utströmningsområdena rinner inte alltid av i koncentrerade bäckflöden utan kan också infiltrera på nytt i marken ett stycke längre ner i sluttningen.

Inga observationspunkter för grundvatten i berggrunden finns inom området. Samspelet mellan grundvatten i jordlagren och berggrunden är därför dåligt känt.

I botten på den norra dalgången strömmar grundvatten ut på flera punkter. En bit ner i dalgången, se kartbladet "UNDER-SÖKNINGAR", uppmättes flödet i den avrinnande bäcken till 0,23 l/s, den 11 nov 1978. Mätningen hade föregåtts av en 6 dygns-period med i stort sett uppehållsväder (tot 1,2 mm, stn 201 Bergsjön, Göteborgs VA-verk).

GEOHYDROLOGISKA FORSKNINGSGRUPPEN

CHALMERS TEKNISKA HOGSKOLA

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. 20:-. (Utgången).
- nr 2 Leif Carlsson: Grundvattenavsänkning Del 1. Evaluering av akviferers geohydrologiska data med hjälp av provpumpningsdata. 1973. 67 sidor. 20:-.
- nr 3 Leif Carlsson: Grundvattenavsänkning Del 2. Evaluering av lågpermeabla lagers hydrauliska diffusivitet med hjälp av provpumpningsdata. 1973. 17 sidor. 15:-.
- nr 4 Viktor Arnell: Nederbördsräknare. En sammanställning av några olika mätartyper. 1973. 39 sidor. 15:-. (Utgången).
- nr 5 Viktor Arnell: Intensitets-varaktighetskurvor för häftiga regn i Göteborg under 45-årsperioden 1926 - 1971. 1974. 68 sidor. 20:-.
- nr 6 Urbaniseringsprocessens inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning. Lägesrapporter (1973-03-01--1974-02-01). 1974. 167 sidor. 20:-.
- nr 7 Olov Holmstrand, Per O Wedel: Ingenjörsgelogiska kartor - litteraturstudier. 1974. 55 sidor. 15:-.
- 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. 20:-. (Utgången).
- nr 9 Olov Holmstrand (red.): Seminarium om ingenjörsgelogiska kartor. 1974. 38 sidor. 15:-. (Utgången).
- nr 10 Viktor Arnell, Börje Sjölander: Mätning av nederbördsintensiteter i Göteborgsregionen. Stationsbeskrivning. 1974. 53 sidor. 15:-. (Utgången).
- nr 11 Per-Arne Malmquist, Gilbert Svensson: Dagvattenets beskaffenhet och egenskaper. Sammanställning av utförda dagvattenundersökningar i Stockholm och Göteborg 1969 - 1972. Engelsk sammanfattning. 1974. 46 sidor. 20:-.
- 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. 15:-.

- nr 13 Viktor Arnell, Sven Lyngfelt: Nederbörds-avrinningsmätningar i Bergsjön, Göteborg 1973 - 1974. 1975. 92 sidor. 20:-.
- nr 14 Per-Arne Malmquist, Gilbert Svensson: Delrapport. Dagvattnets sammansättning i Göteborg. Engelsk sammanfattning. 1975. 73 sidor. 20:-. (Utgången).
- 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.
- nr 16 Grundvatten. Uppsatser presenterade vid konferens om urban hydrologi i Sarpsborg 1975. 1976. 43 s. 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.
- nr 17 Olov Holmstrand, Per Wedel: Markvattenundersökningar i ett urbant område. 1976. 127 sidor. 25:-.
- nr 18 Göran Ejdeling: Beräkningsmodeller för prognos av grundvattenförhållanden. 1978. 130 sidor. 25:-.
- nr 19 Viktor Arnell, Jan Falk, Per-Arne Malmquist: Urban Storm Water Research in Sweden. 1977. 30 sidor. 15:-.
- nr 20 Viktor Arnell: Studier av amerikansk dagvattenteknik. Resa i december 1976. 1977. 64 sidor. 15:-.
- 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. 15:-.
- nr 22 Per O Wedel: Grundvattenbildning, samspelet jordlager och berggrund. Exemplifierat från ett försöksområde i Angered. 1978. 130 sidor. 25:-.
- nr 23 Viktor Arnell: Nederbördsdata vid dimensionering av dagvattensystem med hjälp av detaljerade beräkningsmodeller. En inledande studie. 1977. 1977. 29 sidor. 20:-.
- 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. 15:-.

- nr 25 Lars O Ericsson (red.): Lokalt omhändertagande av dagvatten. Delrapport från första verksamhetsåret 1976-02-01--1977-01-31. 1977. 120 sidor. 25:-.
- nr 26 Ann-Carin Andersson, Jan Berntsson: Kontrollerad grundvattenbalans genom djupinfiltration. En invertering av djupinfiltrationsprojekt. 1978. (Under utskrift).
- nr 27 Anders Eriksson, Per Lindvall: Lokalt omhändertagande av dagvatten. Resultatredovisning av enkät rörande drift och konstruktion av perkolationsanläggningar. 1978. 126 sidor. 25:-.
- nr 28 Olov Holmstrand (red.): Lokalt omhändertagande av dagvatten. Delrapport nr 2 från perioden 1977-02-01--1977-11-30. 1978. 69 sidor. 20:-.
- nr 29 Leif Carlsson: Djupinfiltrationsstudier i Angered. 1978. 70 sidor. 25:-.
- nr 30 Lars O Ericsson: Infiltrationsprocessen i en dagvattenmodell. Teori, Undersökning, Mätning och Utvärdering. 1978. 45 sidor. 20:-.
- nr 31 Lars O Ericsson: Permeabilitetsbestämning i fält vid perkolationsmagasin. Dimensionering. 1978. 15 sidor. 15:-.
- nr 32 Lars O Ericsson, Stig Hård: Infiltrationsundersökningar i stadsdelen Ryd, Linköping. 1978. 145 sidor. 25:-.
- nr 33 Jan Hällgren, Per-Arne Malmquist: Urban Hydrology Research in Sweden 1978. Swedish Coordinating Committee for Urban Hydrology Research. 1978. 14 sidor. 10:-.
- nr 34 Bo Lind, Göte Nordin: Geohydrologi och vegetation i Dalen 5, Karlskoga. 1978. 63 sidor. 25:-.
- nr 35 Eivor Bucht, Bo Lind: Metodfrågor vid naturanpassad stadsplanering - erfarenheter från studie i Karlskoga. 1978. 65 sidor. 25:-.
- nr 36 Under utarbetande.
- nr 37 P-A Malmquist m fl. Papers on Urban Hydrology 1977-78. 99 sid. 20:-.
- nr 38 Viktor Arnell, P-A Malmquist, Bo-Göran Lindquist, Gilbert Svensson: Uppsatser om Dagvattenteknik 1978. 30 sid. 15:-.
- nr 39 Bo Lind: Dagvatteninfiltration - förutsättningar inom ett bergsområde, Östra Gårdsten i Göteborg. 1979. 29 sidor. 15:-.

Beställningar kan göras från Geohydrologiska forskningsgruppen, Chalmers tekniska högskola, 412 96 GÖTEBORG, tel. 031/810100 ankn. 1648, May-Britt Fryksmark