



Arendo	Datum	Sida
MARKS KOMMUN	1982-09-09	1
Utfärdare	Ref. nr.	
Åke Johansson/ing	34306 049 230	

NÄSOMRÅDET, STABILITET

UTLÅTANDE ÖVER GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

BIFOGAS

Jordartsförteckning	Bilaga 1B
Laboratorieundersökning, rutinanalys, sekt G, bh 6	Bilaga 2B
Laboratorieundersökning, skjuvförsök, " G, bh 6	Bilaga 3B
Observationsresultat, grundvattenrör, bh 4	Bilaga 4B
" , " , bh 5	Bilaga 5B
Beteckningsblad, SGF	Blad 1-4
Situations- och borrhplan, skala 1:1000	Ritn G 102
Sektion F, skala 1:200, stab.ber. odränerad analys	Ritn G 313
" " 1:200 " dränerad analys	Ritn G 505
" G, " 1:200, stab.ber. odränerad analys	Ritn G 314
" " 1:200, " dränerad analys	Ritn G 506
" K, " 1:200, stab.ber. odränerad analys	Ritn G 316
" " 1:200, " dränerad analys	Ritn G 507
" H, " 1:200, stab.ber. odränerad analys	Ritn G 315
" " 1:200, " dränerad analys	Ritn G 508
" J, " 1:200	Ritn G 311
Sonderingsresultat, skala 1:200	Ritn G 317

Ritningar G 308-310, tidigare redovisade i utlåtande daterat 1981-01-20, har utgått och ersätts av ritningar G 313-315.

ORIENTERING

På uppdrag av kommunstyrelsen i Marks kommun har Göteborgs Förorter utfört geotekniska undersökningar inom Näsområdet i Kinna för bedömning av stabilitetsförhållandena. Gränsen för det bedömda området redovisas på ritning G 102.

Undersökningarna har bedrivits i etapper från hösten 1980 fram till våren 1982. Föreliggande utlåtande kompletterar och ersätter tidigare utlåtande daterat 1981-01-20, vilket är baserat på resultatet av den första undersökningsetappen.

SAMMANFATTNING

Undersökningsområdet, som är bebyggt med friliggande villor, består i norra delen av en brant slänt ned mot Viskan, som ligger 10-20 m under nivån vid släntkrönet. Slänten är brantast och nivåskillnaden störst inom områdets östra del.

Ovanför och i slänten består jordlagren överst av sand och där-
under av lera till stora djup (ca 35-40 m). I områdets östra del
(Nynäsgatan 10-18) är huvuddelen av slänten uppbyggd av sand.
Nedanför slänten, i anslutning till Viskan, finns huvudsakligen
lera till ca 20 m djup.

*När
riven*

Ett av bostadshusen (Nynäsgatan 14) ligger endast ett par meter från släntkrönet. För övriga bostadshus är avståndet större, ca 10-25 m. Flera uthus ligger dock nära slänten.

Utförda mätningar visar att vattentrycket är förhållandevis lågt både i leran och i över- och underlagrande sand- och gruslager.

Nedanför slänten motsvarar vattentrycket en grundvattenyta i nivå med eller något över Viskan. Ovanför slänten är trycket något högre.

Släntskred har tidigare skett vid ett flertal tillfällen, tro-
ligen i samband med eller efter perioder med mycket regn.

Släntstabiliteten är helt beroende av vattentrycket i jordlag-
ren. Med uppmätta värden är slänten och partiet närmast slänt-
krönet nätt och jämnt stabil. En ökning av vattentrycket medför
därför akut risk för utglidning. Det bedöms dock som högst
osannolikt att ett eventuellt skred kommer att utvecklas bakåt
och omfatta mer än det närmaste partiet intill slänten.

Det som sagts ovan gäller delen Nynäsgatan 10-24. I områdets västligaste del, vid Nynäsgatan 26-34, är släntlutningen måttlig. Stabilitetsförhållandena bedöms här vara bättre.

Eftersom bostadshuset på Nynäsgatan 14 ligger nära släntkrönet finns risk för att ett eventuellt skred där kan nå ända fram till byggnaden.

Grundvattenytan i sandlagret över leran har observerats sedan november 1981 utan att någon oroväckande höjning konstaterats. På sikt bedöms dock stabilitetsförhållandena för Nynäsgatan 14 vara oacceptabla, eftersom observationerna endast kan förutsäga och inte förhindra ett eventuellt skred.

Rasrisken kan minskas genom följande åtgärder:

- a) Möjlighet till avsänkning av grundvattenytan genom pumpning i filterbrunnar,
- b) Stödfyllning i kombination med erosionsskydd inom släntens nedre del i anslutning till Viskan. Denna fyllning, som kan utgöras av sprängstensfyllning på syntetfibermatta, förhindrar underminering och materialtransport samt ger en marginell stabilitetsförbättring.

Den lilla stabilitetsförbättring, som åtgärderna enligt ovan ger, skulle sannolikt förhindra nya utglidningar.

För att åstadkomma mer än en marginell stabilitetsförbättring blir dock erforderliga åtgärder omfattande: Kontinuerlig grundvattensänkning även i friktionslagret under leran samt stödfyllning inom släntens nedre del och en bit ut i Viskan.

Stabiliteten skulle därvid bli beroende av tillförlitligheten i pumpsystemet. Alternativa förstärkningsåtgärder, såsom avschaktning eller utfläckning av slänten kan inte utföras på grund av utrymmesbrist, såvida ej Viskan grävs om.

För Nynäsgatan 14 bör man därför överväga att i stället för ytterligare stabilitetsförbättrande åtgärder på sikt flytta eller utrymma byggnaden.

Uthus, som ligger inom riskområdet, bör på sikt flyttas. (Gäller Nynäsgatan 14, 16, 18, 20, 24 samt helst även 22).

Tomterna får ej belastas ytterligare, t ex genom uppfyllnader.

Slänten och Viskans strandlinje bör inspekteras minst en gång per år med avseende på erosion.

Stora träd i slänten bör fällas, observera dock att rotsystemet måste vara kvar.

Regnvatten- eller avloppsledningar bör ej mynna ut i slänten utan att ett erosionsskydd anlägges, som förhindrar underminering.

UNDERLAG FÖR GEOTEKNISK BEDÖMNING

UNDERSÖKNINGAR

Tidigare utförda

Med anledning av en utglidning av slänten vid Nynäsgatan 14 i slutet av april 1955 utförde Statens Geotekniska Institut (SGI) en geoteknisk undersökning i maj 1955. Undersökningsresultatet redovisas i en utredning, uppdrag K 4644, daterad 1955-06-29.

Den 24 november 1963 inträffade vid Nynäsgatan 16 en utglidning som omfattade hela slänten och området intill 3-4 m från det tidigare släntkrönet. Utbredningen utmed ån var ca 40 m. Med anledning av denna utglidning utförde SGI en geoteknisk undersökning som redovisas i ett utlåtande, uppdrag K 8489, daterat 1964-12-14.

Undersökningarna redovisas i plan på bifogad ritning G 102. Resultatet har i tillämpliga delar utnyttjats för nu utförda bedömningar.

Utförda för föreliggande utredning

Undersökningarna har utförts i tre etapper från hösten 1980 fram till våren 1982. Omfattningen och använda undersökningsmetoder i de båda senare etapperna har bestämts med ledning av resultatet från redan utförda undersökningar.

Fältarbetet för etapp I, utförd under hösten-vintern 1980, har omfattat:

Inmätning av undersökningspunkter samt avvägning av 4 släntsektioner (arbetet har utförts av Marks kommun).

Sondering i 8 punkter för bestämning av jordlagrens mäktighet och relativa fasthet samt för översiktlig bedömning av jordlagerföljder.

Med hänsyn till framkomligheten har två punkter i anslutning till Viskan utförts med maskinell viktsonderingsutrustning, typ Borros. I övriga punkter har spetstrycksond använts, dvs med direkt registrering av spetsmotståndet. Denna sonderingsmetod ger en säker indikering av lösa jordlager, även om dessa överlagras av fast jord. Eftersom spetstrycksonden ej kan roteras är nedträngningsförmågan i fast lagrat friktionsmaterial ej speciellt god. (Använd sonderingsutrustning har en maximal tryckkraftskapacitet av 20 kN.)

Störd provtagning med skruvprovtagare för jordartsbestämning i tre punkter.

Vingsondering med konventionell sonderingsutrustning (typ Nilcon) i två punkter för bestämning av kohesionsjordens odränerade skjuvhållfasthet.

Fältarbetet för etapp II utfördes under hösten 1981 och omfattade:

Inmätning och avvägning av undersökningspunkter samt avvägning av ytterligare en släntsektion (arbetet har utförts av Marks kommun).

Spetstrycksondering i 10 punkter för bestämning av jordlagrens mäktighet och relativa fasthet. För att kunna att tränga igenom det fasta ytlagret av friktionsjord har sonderingsutrustning som har möjlighet att utveckla en total tryckkraft av ca 100 kN använts.

Eftersom friktionslagret är mäktigast inom östra delen av området har tidigare utförda sonderingspunkter här stoppat i detta lager. Sonderingen i etapp II har koncentrerats till detta område. Vissa av de tidigare utförda punkterna har ersatts med nya sonderingar.

Vingsondering för bestämning av kohesionsjordens odränerade skjuvhållfasthet har utförts i tre punkter.

Tidigare utförd vingsondering vid undersökningsetapp I misstänktes ge för låga värden på den bestämda skjuvhållfastheten. Använd konventionell utrustning (typ Nilcon) ger sannolikt oönskade störningseffekter vid undersökningar i fast lera. Av denna anledning utfördes de nya undersökningarna med en annan metod (typ SGI), som är komplicerad och därmed dyrbar att utföra men som eliminerar oönskade störningseffekter så långt som möjligt, och därmed förväntades ge mer rättvisande värden på den bestämda odränerade skjuvhållfastheten. Vingen är under neddrivningen indragen i en skyddskåpa och förbindelsestängerna mellan vinge och mätutrustning på markytan är inneslutna i foderrör.

Stabilitetsberäkningar med de nya värdena på bestämd skjuvhållfasthet gav ca 30 % högre beräknade säkerhetsfaktorer för djupa glidytor i leran än tidigare. Inom områdets östra delar erhöles nu för djupa glidytor i leran beräknade säkerhetsfaktorer på ca 1,3 (lägst 1,27) mot tidigare beräknade värden på ca 1,0.

Risken för stora omfattande skred i leran bedömdes därmed ej vara överhängande. De beräknade marginalerna var dock så små att ytterligare kompletteringar bedömdes nödvändiga (undersöknings-etapp III).

Stor risk för utglidningar av slänten föreligger vid en höjning av grundvattenytan i det ytliga sand- och siltlagret. För kontroll av grundvattenytan under de kritiska perioderna (hösten-våren) sattes i november 1981 två observationsrör på tomten vid Nynäsgatan 14. Observationer av grundvattenytan har därefter pågått med en-två veckor mellan observationstillfällena. (Avläsningarna har utförts av Marks kommun.)

Undersökningsetapp III utfördes under vintern-våren 1982 och omfattade:

Upptagning av prover med kolvprovtagare St I i en punkt. Prover av det ytliga lagret av sand och silt togs dock med skruvprovtagare.

Proverna har rutinanalyserats på laboratorium (dvs bestämning av jordart, densitet, vattenkvot, konflytgräns samt skjuvhållfasthet och sensitivitet enligt konmetoden).

På representativa prover utfördes konsoliderade dränerade skjuvförsök för bestämning av lerans dränerade hållfasthetsparametrar.

Porvattentrycket i kohesionsjorden och i underlagrande friktionsjord uppmättes på olika nivåer ovanför släntkrönet samt i anslutning till Viskan med portrycksmätare typ Geotech.

UNDERSÖKNINGSRESULTAT

Redovisning

Resultatet av utförda undersökningar redovisas på bifogade ritningar och bilagor.

Topografi

Undersökningsområdet utgöres av tomtmark som gränsar till Nynäsgatan i söder och till Viskans strandlinje i norr. Den norra delen utgöres av en slänt ned mot Viskan.

I öster är släntlutningen brant, ca 35-40°, (lokalt inom begränsade partier ca 45°) med släntkrönet drygt 20 m över Viskans botten. Inom de 5 västligaste tomterna (Nynäsgatan 26-34) är släntlutningen flackare, ca 1:5, och nivåskillnaden mellan krön och åbotten ca 12-13 m.

I slänten växer buskar och träd av varierande storlek. På Nynäsgatan 14 ligger bostadshuset endast ett par meter från släntkrönet - för övriga bostadshus är avståndet större, ca 10-25 m. Ett flertal uthus ligger dock i omedelbar anslutning till slänten.

Från tomterna leds regn- och spillvattnet ut mot Viskan. I ett flertal fall mynnar ledningarna ut en bit upp i slänten (från Viskans strandlinje räknat).

Jordlagerföljd

Inom området ovanför släntkrönet består jordlagren överst av sand, som delvis är siltig och lokalt på större djup övergår i silt. Mäktigheten av detta sand- och siltlager är i undersökningsområdets östra del (Nynäsgatan 10-14) ca 12-15 m för att minska åt väster till ca 7-10 m inom tomten Nynäsgatan 16 och ca 5-6 m inom områdets centrala del (Nynäsgatan 18-22).

Längre åt väster, är sannolikt det ytliga sand- och siltlagrets mäktighet mindre än 5 m.

Inom områdets östra och centrala delar är huvuddelen av slänten ned mot Viskan uppbyggd av sand och silt. Nedanför slänten, i omedelbar anslutning till Viskan, är dock mäktigheten i regel max ca 1 m.

Av sonderingsresultatet att döma är sanden till övervägande delen fast lagrad. De delar av underlagrande siltmaterial, som ligger under grundvattennivån, har förhållandevis lågt sonderingsmotstånd (således lösare lagrat material).

Sanden och silten underlagras av ett mäktigt lager av fast silting lera som delvis är sandskiktad. Djupet till lerlagrets underkant är inom partiet ovanför släntkrönet ca 35 - drygt 40 m och nedanför slänten, i anslutning till Viskan, drygt 20 m. I lerlagrets djupare delar förekommer rikligt med skikt och lager av silt eller friktionsjord.

I en undersökningspunkt, sektion F, bh 1, har sondspetsen stoppat i den fasta friktionsjorden över leran. Vid stabilitetsberäkningarna förutsättes dock även här att lera underlagrar till stora djup.

Enligt sonderingsresultet underlagras leran av ett tunt lager med friktionsjord - mäktigheten är i regel mindre än en meter. Det kan dock inte uteslutas att sonderingen stoppat i fast lagrad friktionsjord, varför den totala jordlagermäktigheten kan vara större än vad sonderingarna visar. Jordlagerföljden på större djup än 35-40 m saknar dock betydelse för stabiliteten.

Leran har hög densitet ($\gamma = 19-21 \text{ kN/m}^3$) och förhållandevis låg vattenkvot (30-40 %). Konflytgränsen är i bh 6 något högre än vattenkvoten ned till 18 m djup och på större djup i regel något lägre.

Leran är fast och har normalt hög skjuvhållfasthet. Värdena på den bestämda odränerade skjuvhållfastheten varierar dock starkt, bland annat beroende på vilken undersökningsmetod skjuvhållfastheten relateras till. På grund av den stora nivåskillnaden erfordras dock en hög skjuvhållfasthet för att slänten skall vara i jämnvikt.

Lerans hållfasthetsvärden och övrigt underlag för stabilitetsberäkningar redovisas nedan under rubriken "Hållfasthetsvärden".

Hydrologi

Vattennivån i Viskan låg vid avvägningstillfällena något över nivån +36 m. Normalt varierar dock vattennivån i Viskan starkt - vid stabilitetsberäkningar har en lågvattennivå på +35,0 m förutsatts.

Grundvattenytan i sand- och siltagret över leran, som sedan november 1981 har kontrollerats i två observationsrör inom fastigheten på Nynäsgatan 14, ligger lågt och varierar endast obetydligt med årstid och nederbördsförhållanden.

Vid rör 4 i anslutning till släntkrönet har grundvattenytan under mätperioden legat på närmare 10 m djup eller på nivån +43,4 m. I rör 5, placerat i anslutning till Nynäsgatan, låg grundvattenytan under samma mätperiod på ca 6 m djup eller på nivån ca +47,0 m, dvs 3,6 m högre än vid släntkrönet. Mätresultatet tyder på en grundvattenströmning ut mot slänten.

Vid utförda besiktningar inom släntens nedre delar (bland annat i december 1980 efter en ihållande regnperiod) noterades att vatten sipprade ut på ett flertal ställen inom släntens nedre del. På de ställen där vatten sipprade fram var de ytliga jordlagrens flytbenägna och en begränsad erosion kunde konstateras.

Mätningar av porvattentrycket i leran och i anslutning till lerlagrets underkant visar att portrycksfördelningen vid bh 6, i anslutning till släntkrönet på Nynäsgatan 14, ökar mindre med djupet än motsvarande hydrostatiska trycklinje, (dvs, den ekvivalenta grundvattenytan sjunker med ökande djup). I lerlagrets övre del (på 15 m djup) överensstämmer portrycket med grundvattennivån i överlagrande sand- och siltlager. I anslutning till lerlagrets undre del, på 37,2 m djup, låg portrycket vid mättillfället (1982-03-01) ca 1 m högre än vattennivån i Viskan och något högre än portrycket i lerlagret nedanför släntkrönet (i anslutning till Viskan). Den ekvivalenta grundvattenytan var +37,4 m ovanför släntkrönet och ca +37,0 - +37,3 m inom hela lerprofilen nedanför slänten (vid bh 14).

Hållfasthetsvärden

Problemet med varierande värden på lerans odränerade skjuvhållfasthet har behandlats ovan under rubriken "Undersökningar". I den första undersökningsetappen bestämdes lerans odränerade skjuvhållfasthet med konventionell vingsond, typ Nilcon. I sektion G, bh 14, belägen nedanför slänten i anslutning till Viskan (vid fastigheten Nynäsgatan 14) har lerans odränerade skjuvhållfasthet, enligt denna metod bestämts till i huvudsak 60-70 kPa.

I sektion H, bh 16, ligger den odränerade skjuvhållfastheten enligt vingsondering typ Nilcon mellan 90 och 110 kPa ned till 11 m djup och därunder i huvudsak mellan 50 och 70 kPa (minimivärde 47 kPa på 22 m djup).

Vingsondering, typ Nilcon, går till så att två korslagda "vingar" av stål pressas ned i jorden och på mätnivån vrides till brott, varvid vridmotståndet registreras vid marknivån. Eftersom brottytan vid "vingen" är känd kan den odränerade skjuvhållfastheten beräknas. Vid vridningen uppkommer också ett vridmotstånd längs den stång, som används för nedpressning och vridning. Då vridmotståndet längs stången ej skall ingå vid

beräkning av lerans skjuvhållfasthet måste denna kunna särskiljas från vingens motstånd. För att lösa detta finns en glappkoppling mellan vinge och stång, vilket innebär att endast motståndet längs stången registreras under vridningens första del.

Vid undersökningar på stora djup i fast lera är summan av motståndet längs stången stor i förhållande till det totala vridmotståndet. I utförda undersökningspunkter uppgår det till ungefär hälften av det totala motståndet. Under fortsatt vridning, när glappkopplingen utlösts, kan man ej utesluta möjligheten att lokala brott uppkommer längs stången, vilket i så fall minskar stångens andel av det totala vridmotståndet. Eftersom det samtidigt sker en ökning av "vingens" vridmotstånd kan den eventuella minskningen längs stången ej urskiljas. Eftersom uttolkningen av vingsonderingen normalt sker med viss försiktighet kommer den bestämda skjuvhållfastheten att bli för låg i förhållande till den verkliga.

Vid neddrivning av vingen kan omgivande lera störas något, vilket bland annat medför att den bestämda odränerade skjuvhållfastheten blir mindre än i omgivande ostörda lera. Risken för störning av denna typ är speciellt stor i de fall, där lösare lera överlagras av fastare material.

Vid stabilitetsberäkningar med de värden på den odränerade skjuvhållfastheten, som bestämts vid konventionell vingsondering enligt ovan, konstaterades att stora delar av undersökningsområdets östra delar nätt och jämt skulle ligga i jämvikt. Beräknade säkerhetsfaktorer låg i sektion G något under 1,0 även för djupa glidytor upp mot Nynäsgatan.

Förhållandet bedömdes som allvarligt och skulle medföra omfattande och mycket dyrbara förstärkningsåtgärder eller utrymning av ett stort antal fastigheter..

Redan vid den första undersökningsetappen fanns ett flertal indikationer på att den bestämda skjuvhållfastheten var lägre än den verkliga, bland annat resultatet av spetstrycksonderingen.

Vid spetstrycksondering mäts sonderingsmotståndet vid sondspetsen. Det bör då vara rimligt att anta att spetsmotståndets storlek bland annat är beroende av lerans skjuvhållfasthet. Mät noggrannheten vid konventionell spetstrycksondering är dock för låg för att ett entydigt samband skall kunna spåras med tillgängligt underlag.

Trots detta kan man dock våga dra den slutsatsen att en ökning av spetsmotståndet normalt inte bör kunna motsvaras av en minskning av skjuvhållfastheten, vilket delvis är fallet vid sektion H, bh 16.

Vid de fortsatta undersökningsetapperna användes vingsond typ SGI, för att om möjligt eliminera befarade störningseffekter. Principen för bestämning av den odränerade skjuvhållfastheten är densamma, som vid den konventionella vingsonderingen, "vingen" är dock under neddrivningen placerad i en skyddskåpa. När provtagningsnivån uppnåtts skjuts vingen ur skyddskåpan och vridningen sker via en stång, innesluten i ett foderrör. Glappkoppling saknas eftersom vridmotståndet mellan stång och foderrör bedöms vara försumbart. Osäkerhetsfaktorerna med storleken av vridmotståndet längs stången och störningseffekterna vid nedpressningen är därmed så långt som möjligt eliminerade. De bestämda värdena på lerans odränerade skjuvhållfasthet, speciellt för djupare nivåer, kan därmed förväntas överensstämma bättre med verkliga förhållanden.

I sektion H, bh 16, kan resultatet av de båda vingsonderingsmetoderna jämföras. Med undantag för bestämningsnivåerna på 10 och 11 m djup, där typ SGI ger lägre värden, är skjuvhållfastheten bestämd enligt den senare metoden högre än den tidigare konventionella bestämningen. Ökningen varierar från 10 upp till drygt 40 kPa och i lerlagrets undre delar upp till 60 kPa. De

lägre värdena på 10 och 11 m djup kan möjligen bero på att hållfastheten på dessa nivåer varierar oregelbundet, vilket även antyds av sonderingsresultatet.

I sektion H, bh 16, ligger den odränerade skjuvhållfastheten enligt vingsond typ SGI mellan 75 och 95 kPa mellan 13 och 28 m djup, dvs inom huvuddelen av lerlagret. På djupare nivåer ligger den bestämda skjuvhållfastheten mellan 110 och 130 kPa och i lerlagrets översta del på ca 120 kPa.

Vingsondering typ SGI i övriga punkter ger i princip motsvarande värden. I sektion K, bh 8, ligger skjuvhållfastheten mellan 70 och 100 kPa, svagt ökande med djupet (vilket också överensstämmer med sonderingsresultatet).

I sektion G, bh 6, ligger skjuvhållfastheten inom huvuddelen av lerlagret mellan 80 och 95 kPa (från 19 till 33 m djup). Högre värden (120-200 kPa) förekommer över och under dessa nivåer.

Utvärdering av lerans odränerade skjuvhållfasthet enligt konmetoden på upptagna "ostörda" prover gav jämförelsevis mycket låga hållfasthetsvärden för djup under 20 m. Detta beror sannolikt på att proverna störts vid upptagningen. Den bestämda hållfastheten på prover från 22 m och djupare varierar mellan 22 och 35 kPa, vilket är ca 1/3 av vingsonderingsresultatet. Det bedöms därför vara rimligt att förutsätta att dessa prover störts så mycket att den verkliga odränerade skjuvhållfastheten är ca 3 gånger större än den, som bestämts enligt konmetoden.

Detta innebär dock att sensitiviteten, dvs förhållandet mellan ostörd och omrörd skjuvhållfasthet, blir ca 3 gånger högre än den som bestämts på laboratorium. Sensitiviteten skulle således här vara ungefär 110-150, vilket innebär kvicklera. Leran är dock fortfarande plastisk efter omrörning - restskjuvhållfastheten är ca 0,5-1 kPa.

Försök att mäta det arbete som åtgår för att störa lera genom att undersöka den s k rapiditeten har utförts. Försöket tillgår på så sätt att ett odeformerat prov placeras i Casagrandes skakapparat och utsätts för 250 stötar, varefter man noterar provets deformation. För aktuella prover blev deformationen obetydlig, dvs det erfordras ett stort arbete för att störa lera.

Den dränerade skjuvhållfastheten för lera har utvärderats ur konsoliderade, dränerade skjuvförsök. Vid försöken utsättes proverna för ett vertikalt tryck, konsolideras och skjuvas till brott under mätning av deformationen. Vid uttolkningen av försöken har brott förutsatts vid en sidoförskjutning som uppgår till 15 % av provhöjden, om brott ej inträffat dessförinnan. Vid försöken har också den s k yield-kurvan utvärderats, vilket motsvarar den skjuvspänning över vilken deformationskurvan bryter, dvs under yield-spänningen blir deformationerna förhållandevis små, över denna blir de relativt stora.

Skjuvförsök, utförda vid olika vertikalspänningar, ger en kurva över förhållandet mellan skjuv och horisontalspänning vid brott (eller 15 % horisontaldeformation).

Enligt försök, utförda av Rolf Larsson, SGI, har dessa kurvor ett utseende, som bland annat är beroende av jordens spänningshistoria. För lera är kurvorna normalt sammansatta av tre räta linjer med brytpunkter vid förkonsolideringsspänningen respektive halva förkonsolideringsspänningen. Förkonsolideringsspänningen är den gräns, upp till vilken lera tidigare varit belastad. Belastningsökning upp till förkonsolideringsspänningen kan ske utan att några nämnvärda vertikaldeformationer uppträder - för ytterligare belastningsökning uppträder konsolideringssättningar med vattenutpressning ur lerskelettet, varvid deformationerna blir förhållandevis stora.

Från markytan och en bit ner i lera är förkonsolideringsspänningen normalt högre än tidigare överlagrinstryck, beroende på

torrskorpebildning och därmed sammanhängande uttorkningseffekter samt möjligen även kemiska processer i leran.

I provtagningspunkt 6 ovanför släntkrönet bedöms leran vara kraftigt överkonsoliderad ned till ca 20-22 m djup, dvs inom lerlagrets översta 10 meter.

En störning av upptagna prover, vilket konstaterats enligt ovan, innebär bland annat att den vid laboratorieförsök bestämda förkonsolideringsspanningen blir lägre än den verkliga. Detta kommer också att inverka på utvärderingen av skjuvspänningskurvan. Enligt utförda laboratorieundersökningar från bh 6 är leran från ca 22 m djup normalkonsoliderad vid rådande, förhållandevis låga, porvattentryck och därmed höga effektivspänningar.

Enligt utförda skjuvförsök kan den dränerade skjuvhållfastheten för lera vid vertikalspänningar över förkonsolideringslasten beskrivas av en rät linje, som går genom origo i diagrammet och har en vinkel av $18,6^\circ$. Alltså: den effektiva friktionsvinkeln φ' för lera är $18,6^\circ$ vid spänningsökning över förkonsolideringslasten.

För spänningar upp till halva förkonsolideringslasten blir motsvarande effektiva friktionsvinkel $29,8^\circ$. För vertikalspänningar mellan halva och hela förkonsolideringslasten beskrivs den dränerade skjuvhållfastheten av en linje som sammanbinder de båda ovannämnda.

Eftersom de prover, som laboratorieförsöken utförts på, störs redan vid upptagningen kommer vid utvärderingen brytpunkterna för skjuvspänningskurvan att ligga lägre än om försöken hade utförts på ostörda prover. Detta medför att den dränerade skjuvhållfastheten för de djupare partierna i leran blir för låg, när den utvärderas enligt laboratorieförsöken.

Inom aktuellt undersökningsområde förutsättes att leran på djupare nivåer är normalkonsoliderad (inom området ovanför och under slänten) och därmed har en friktionsvinkel på $18,6^\circ$. Bortsett från en några meter tjock övergångszon är leran på grundare nivåer ovanför samt inom hela lerprofilen nedanför slänten starkt överkonsoliderad, vilket innebär en friktionsvinkel på $29,5^\circ$. Denna uttolkning ger sannolikt något för låga säkerhetsfaktorer för stora djupa glidytor.

Den odränerade skjuvhållfastheten för lera beskrivs bäst av vingsondering, typ SGI.

Friktionsvinkeln i (fast lagrad) sand har förutsatts vara 35° och i underlagrande siltmaterial 32° .

Stabilitet

Stabilitetsberäkningar har utförts genom analys av cirkulär-cylindriska glidytor med hjälp av ett datorprogram som bygger på Bishop's formel. (Beräkningsprogram S 1.11-1, Wang. System 2200.) Beräkningarna har dels utförts med de dränerade hållfasthetsparametrarna enligt ovan (dränerad analys), dels med lerans odränerade skjuvhållfasthet, bestämd enligt vingsond SGI (odränerad analys). För sand och silt har i båda analysmetoderna förutsatts en dränerad friktionsvinkel av 35° respektive 32° .

Resultatet av stabilitetsberäkningarna redovisas som en säkerhetsfaktor för den eller de tänkta glidytor, för vilka säkerhetsfaktorn får minimivärden.

Säkerhetsfaktorn definieras som förhållandet mellan stabiliserande och pådrivande krafter för aktuell glidyta. De pådrivande krafterna förorsakas av jordens vikt och eventuella yttre laster, de mothållande krafterna bestäms av de skjuvhållfasthetsvärden som använts vid beräkningarna.

En säkerhetsfaktor av 1,0 innebär att jämvikt råder. Belastningsökning eller en sänkning av skjuvhållfastheten (t ex genom en höjning av grundvattenytan) medför instabilitet (skred eller ras).

För planläggning av nya områden krävs normalt en säkerhetsfaktor av lägst 1,5, dvs högst 2/3 av den bestämda skjuvhållfastheten får utnyttjas för att upprätthålla jämvikt.

För redan bebyggda områden kan lägre säkerhetsfaktorer accepteras, varvid man bland annat måste ta i beaktande konsekvenserna av ett eventuellt skred eller ras, hur stora åtgärder som erfordras för förstärkningar samt om man med rimliga medel kan genomföra marginella förbättringar och förhindra att stabiliteten inom området försämras.

Vid stabilitetsberäkningarna har vattennivån i Viskan förutsatts ligga på nivån +35 m i samtliga sektioner. Resultatet redovisas direkt på aktuella sektionsritningar. Nedan följer kortfattade kommentarer:

Sektion F (Ritning G 313 och G 501)

Den odränerade analysen ger en med avståndet från slänten minskande skjuvhållfasthet. (F_c är lägst $\sim 1,3$ för stora djupa glidytor fram mot Nynäsgatan.)

Om leran förutsättes vara normalkonsoliderad på större djup blir beräknade säkerhetsfaktorer vid dränerad analys 1,20-1,26, svagt ökande med avståndet från slänten. Om leran inom hela lerprofilen förutsättes vara starkt överkonsoliderad blir de dränerade säkerhetsfaktorerna $F = 1,45 - 1,65$. I verkligheten ligger säkerhetsfaktorerna enligt dränerad analys sannolikt mellan dessa beräknade värden.

Någon akut rasrisk bedöms ej föreligga för denna sektion, möjligen dock lokala ras i omedelbar anslutning till slänten vid höjning av grundvattenytan.

Sektion G (Ritning G 313 och G 502)

Beräkningar med odränerad analys ger säkerhetsfaktorer på ca 1,3 för djupa glidytor, omfattande området fram till Nynäsgatan. Säkerhetsfaktorn avtar svagt med avståndet från slänten.

Den dränerade analysen ger alarmerande värden och beräknade säkerhetsfaktorer är mindre än 1,0 för området intill ca 10 m från släntkrönet. Säkerhetsfaktorn stiger därefter svagt till ca 1,1 på 18 m avstånd från släntkrönet. Om leran på djupare nivåer förutsättes vara normalkonsoliderad ökar därefter den beräknade säkerhetsfaktorn obetydligt med avståndet från släntkrönet. ($F\varphi = 1,15$ i anslutning till Nynäsgatan.) Vid starkt överkonsoliderad lera (dvs spänningarna inom hela lerprofilen uppgår till högst halva förkonsolideringsspänningen) ökar den dränerade säkerhetsfaktorn till 1,4 på 30 m avstånd från slänten och till ca 1,5-faldig på 34 m avstånd.

Slänten är i jämvikt, trots att beräkningarna visar att så inte är fallet. Detta beror på att negativa portryck i sand- och siltlagret över grundvattenytan, sammankittning mellan enskilda jordpartiklar samt armering med rötter och vegetation medför en extra stabiliserande effekt, som man ej tar hänsyn till i beräkningsmodellen. Slänten kan dock bara vara nätt och jämt stabil - vid en måttlig höjning av grundvattennivån blir rasrisken akut för området närmast släntkrönet.

Sektion K (Ritning G 316 och G 503)

Den odränerade analysen ger beräknade säkerhetsfaktorer på ca 1,5-1,6, vilket normalt bedöms vara tillfredsställande.

Den dränerade analysen ger säkerhetsfaktorer $\leq 1,0$ för området närmast intill släntkrönet (intill ett avstånd av ca 3 m) och därefter linjärt ökande till ca 1,5 vid Nynäsgatan. Risk för utglidning av området omedelbart intill slänten föreligger vid en höjning av grundvattenytan - i övrigt bedöms ingen akut rasrisk föreligga.

Sektion H (Ritning G 315 och G 504)

Den odränerade analysen ger ca 1,5-faldig säkerhet. Den dränerade ger låga säkerhetsfaktorer ($F \not\leq 1,0$) intill ca 7 m från släntkrönet, ökande i det närmaste linjärt till 1,5 på 36 m avstånd. Risk för utglidning av området närmast släntkrönet föreligger vid en höjning av grundvattenytan, i övrigt bedöms ingen akut skredrisk föreligga.

Sektion J (Ritning G 311)

Sektionen har flack släntlutning. Med värden på lerans skjuvhållfasthet enligt den konventionella vingsonderingen, utförd i undersökningsetapp I, blir med odränerad analys beräknad säkerhetsfaktor lägst 1,56, vilket bedöms vara tillfredsställande.

Sammanfattningsvis kan konstateras att rasrisken blir akut för området närmast slänten vid en höjning av grundvattenytan över rådande nivåer.

För områdets östra delar är beräknade säkerhetsfaktorer både med dränerad och odränerad analys lägre än 1,5-faldig - sannolikheten för mer omfattande utglidningar bedöms dock vara liten.

REKOMMENDATIONER

Risken för utglidning av området närmast släntkrönet blir akut för området närmast intill släntkrönet. För att ett ras skall utlösas krävs dock en höjning av grundvattennivån och/eller av porttrycken i leran, eller underminering av slänten genom erosion.

Med rimliga insatser kan risken för ras minskas marginellt. Insatserna kan dock vara tillräckliga för att förhindra nya ras.

Följande åtgärder är tänkbara:

- a) Möjlighet till avsänkning av grundvattenytan genom pumpning i filterbrunnar.
- b) Stödfyllning i kombination med erosionsskydd inom släntens nedre del i anslutning till Viskan. Denna fyllning, som kan utgöras av sprängstensfyllning på syntetfibermatta, förhindrar underminering och materialtransport samt ger en marginell stabilitetsförbättring.

För bostadshuset på Nynäsgatan 14 bedöms dock dessa åtgärder ej vara tillräckliga, eftersom den beräkningsmässiga effekten endast blir marginell. För mer än en marginell ökning erfordras dock omfattande åtgärder, bland annat kontinuerlig grundvattensänkning genom pumpning i filterbrunnar (även i friktionslagret under leran) samt stödfyllning inom släntens nedre del och en bit ut i Viskan. Alternativt kan givetvis stabiliteten förbättras genom en utflackning av slänten, vilket dock innebär omgrävning av Viskan.

Eftersom de ovan antydda åtgärderna blir mycket dyrbara föreslås för Nynäsgatan 14 att i stället för ytterligare stabilitetsförbättrande åtgärder på sikt flytta eller utrymma byggnaden.

Uthus som ligger nära släntkrönet riskeras att dras med vid en eventuell utglidning. Uthus, som ligger inom eller nära riskområdet bör på sikt flyttas (gäller Nynäsgatan 14, 16, 18, 20 och 24 samt helst även 22).

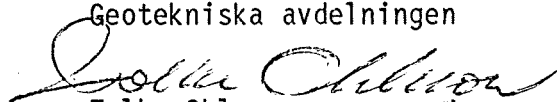
För att stabiliteten inte skall försämrats får tomterna ej belastas ytterligare, t ex genom uppfyllnader.

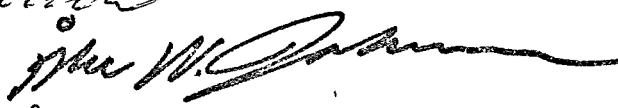
Slänten och Viskans strandlinje bör inspekteras minst en gång årligen med avseende på erosion och lokala utglidningar.

För ledningar, som mynnar ut i slänten, erfordras erosionsskydd. Eventuellt måste ledningarna förlängas och dras ända ut i Viskan. Ledningarnas täthet bör kontrolleras - speciellt kan läckande avloppsvatten allvarligt försämra stabiliteten.

Stora träd i slänten kan vid en eventuell storm fällas och därmed underminera slänten. För att undvika denna risk bör de större träden i slänten fällas - observera dock att rotsystemet bör vara kvar.

GÖTEBORGS FÖRORTER
Ingenjörskontoret
Geotekniska avdelningen


Folke Ohlsson


Åke W Johansson

NÄSOMRADET, STABILITET, 34306 049 230

JORDARTSFÖRTECKNING

Tjälfarlighetsgrupperingen följer BYA 1976

w = vattenkvot i vikt-% av torrsustans

Sektion Borrhål	Markyta	Stabiliserad vattenyta i borrhål	Djup under markytan (m)	Jordart	Tjälfar- lighets- grupp	w	Anmärkning
Sekt G Bh 14	+37,4	+36,5 1980-10-29	0,0 - 0,2	Dyig sandig SILT, växtrester	III	49	
			0,2 - 0,7	Något gyttjig sandig SILT	III	27	
			0,7 - 2,6	Siltig LERA	III	43	
			2,6 - 3,0	" "	III	36	
			3,0 - 4,0	" "	III	32	
							Provtagningen avbruten
Sekt H Bh 2	+49,7	x) 1980-10-27	0,0 - 0,2	SAND	I		Sannolikt fyllnadsmassor
			0,2 - 0,6	Något siltig SAND	I		" "
		x) Borrhålet rasat från 2,2 m	0,6 - 1,1	" " sandig MYLLA	I-II		
			1,1 - 2,0	" " SAND	I		
			2,0 - 3,3	" " "	I		
			3,3 - 4,1	SAND	I		Naturfuktig
			4,1 - 4,7	Något siltig SAND, siltskikt	I-II	21	
			4,7 - 5,0	SILT, sandskikt	III	24	Delvis något lerig
			5,0 - 5,8	Mycket siltig LERA, tunna skikt av sand och silt	III	22	Fast, spröda brott
							Provtagningen avbruten

Kristiansson Sören

Från: Björsell Margareta
Skickat: den 18 mars 2010 15:05
Till: Nähring Denis; Kristiansson Sören
Ämne: VB: 5.2-1003-0211 Mark. Ändring av stadsplan vid Nynäsgatan

Komplettering till tidigare svar
 /Margareta

Från: Åke Johansson [mailto:ake.johansson@swedgeo.se]
Skickat: den 18 mars 2010 15:00
Till: Björsell Margareta
Kopia: Eva Albin
Ämne: 5.2-1003-0211 Mark. Ändring av stadsplan vid Nynäsgatan

Geo
nr
97

5.2-1003-0211 Mark. Ändring av stadsplan vid Nynäsgatan

Statens geotekniska institut har av Marks kommun fått en förfrågan om möjligheten att utnyttja det obebyggda området vid Nynäsgatan i Kinna, beläget väster om Nynäsgatan 34.

Vid de stabilitetsförbättrande åtgärder som genomfördes 1994 för fastigheterna längre österut vid Nynäsgatan bedömdes att åtgärder inte var nödvändiga för de västliga tomterna.

Det geotekniska underlaget uppfyller dock inte kravet för lägst detaljerad utredning enligt Skredkommissionens Rapport 3:95. Under förutsättning att kompletterande geotekniska utredningar utförs som visar tillfredsställande stabilitet bör aktuellt område kunna bebyggas med småhus.

Med ledning av resultatet från tidigare utredningar bedömer SGI att det bör vara möjligt att utnyttja området.

Statens geotekniska institut

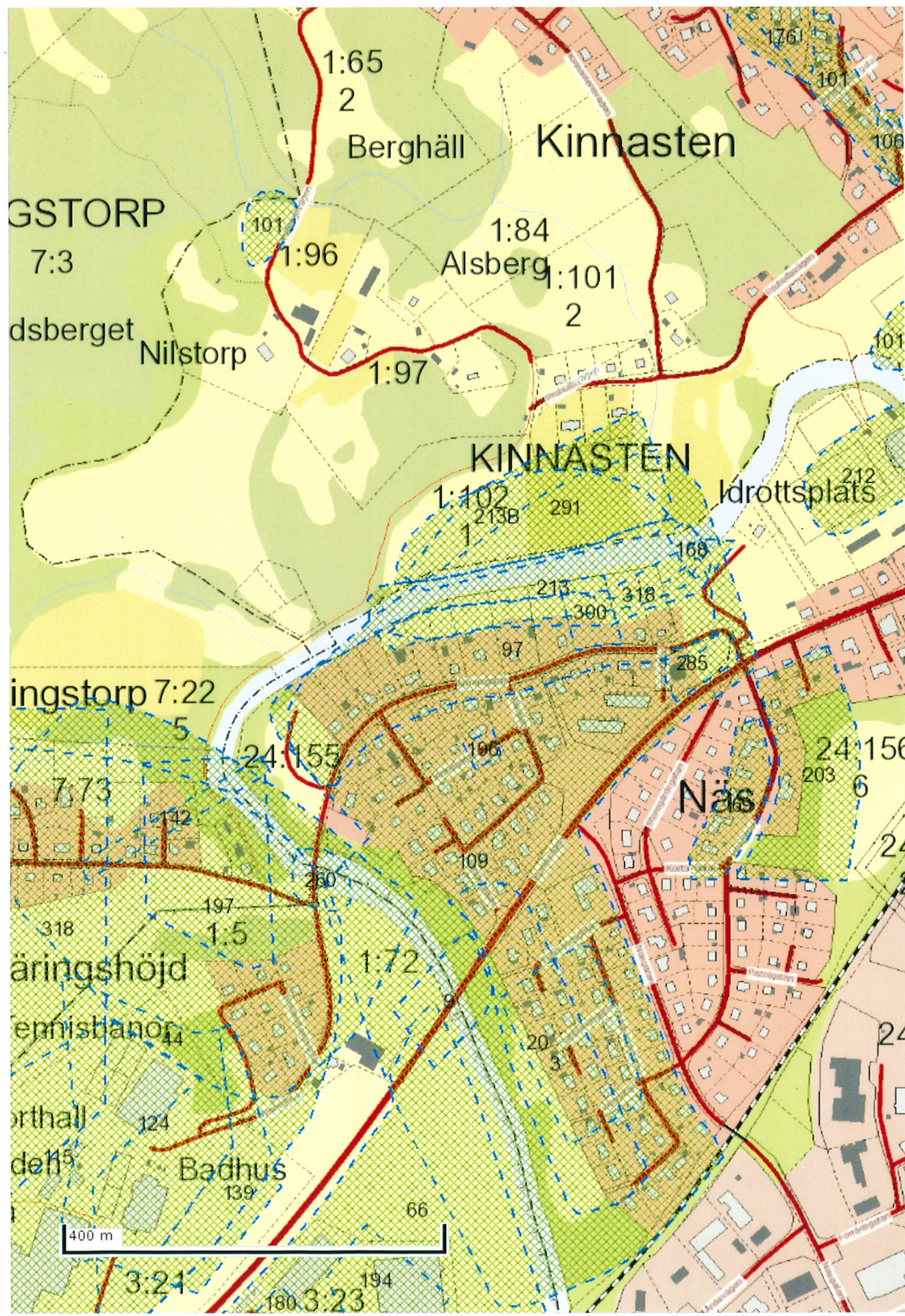
Myndighetsfunktionen

Enligt uppdrag

Åke W Johansson

Åke W Johansson
Statens geotekniska institut
 Myndighetsfunktionen
 Besöksadress: Hugo Grauers gata 5 B, Postadress: 412 96 Göteborg
Telefon +46 31 7786561 | **Mobil** +46 706043801 | **Fax** +46 31 7785940
E-post ake.johansson@swedgeo.se | **Hemsida** www.swedgeo.se

...

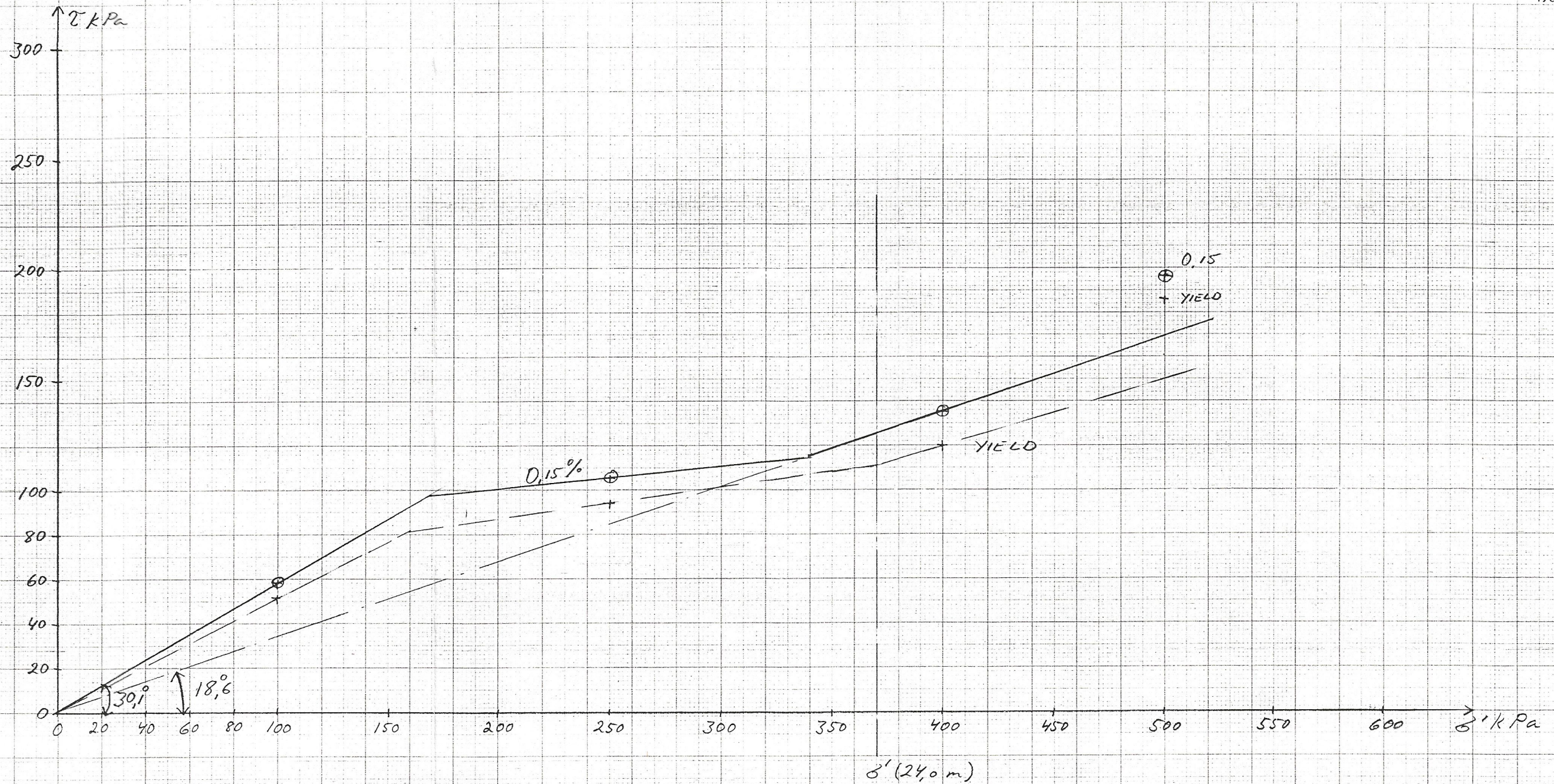


MARKS KOMMUN

NÄSOMRÅDET
BH 6 DJUP 24.0 M
KONSOLIDERAT DRÄNERAT SKJUVFÖRSÖK

BILAGA 3 B
34306 049 230

1982-09-09



BH 6 DJUP 24,0 m.

MARKS KOMMUN

NÄSOMRÅDET
OBSERVATIONRESULTAT GRUNDVATTENRÖR BH 4
NYNÄSGATAN 14

BILAGA 4 B

34306 049 230

1982-09-09

MARKNIVÅ +53.16

1981

1982

NOV

DEC

JAN

FEB

MAR

APR

MAJ

JUN

JUL

AUG

SEP

OKT

± 45.00

± 44.00

± 43.00

± 42.00

MARKS KOMMUN

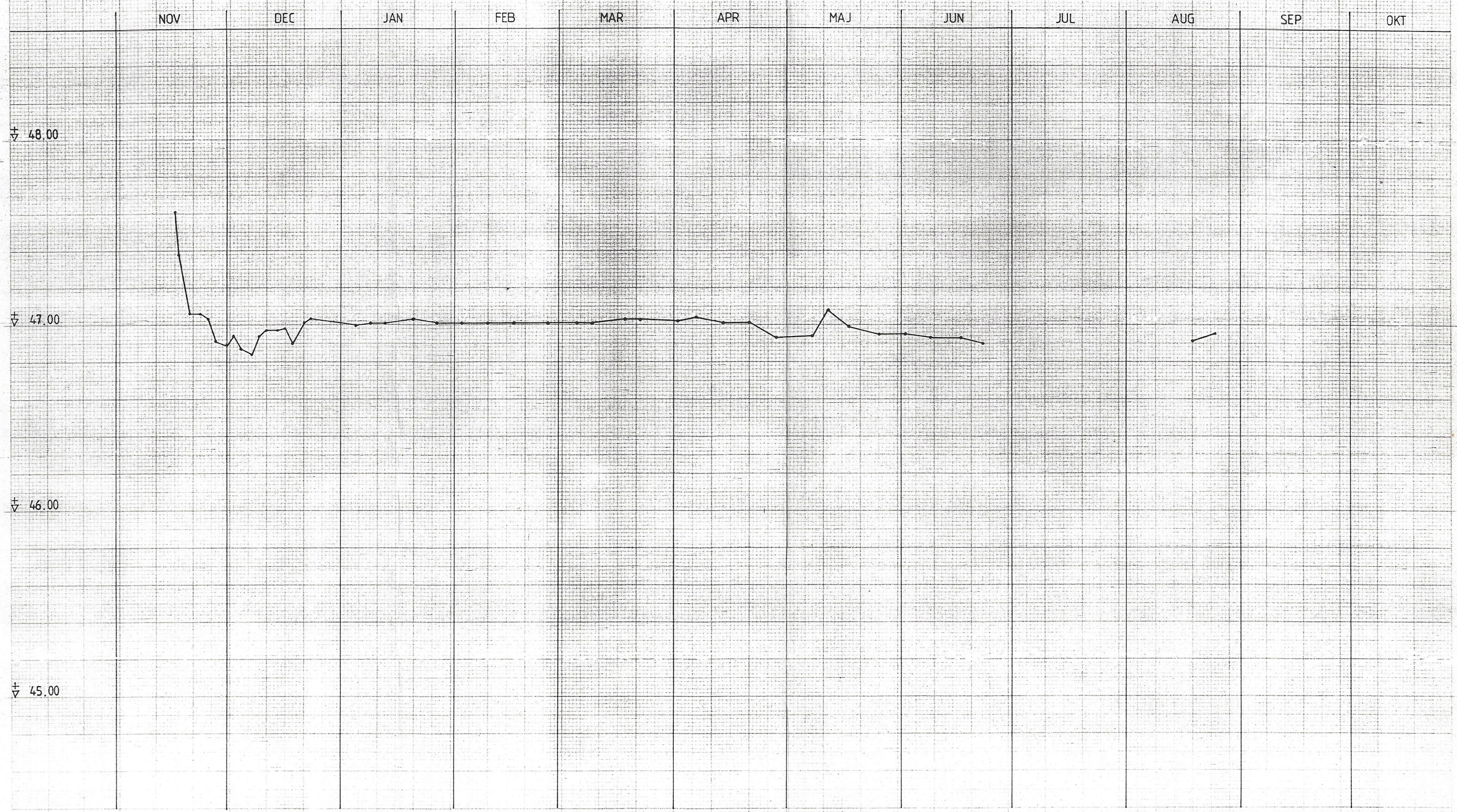
NÄSOMRÅDET
OBSERVATIONRESULTAT GRUNDVATTENRÖR BH 5
NYNÄSGATAN 14

BILAGA 5B

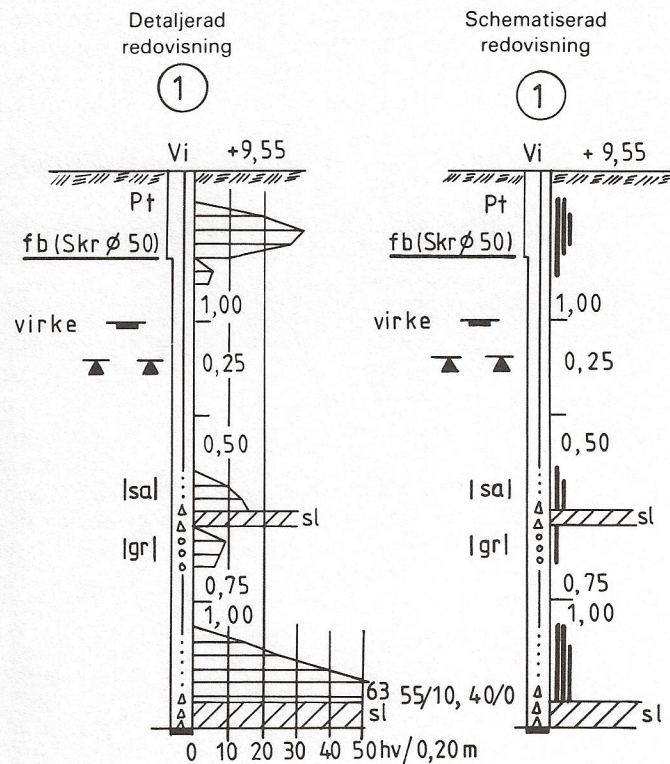
34306 049 230

1982-09-09

MARKNIVÅ +53.11



Viktsondering



Detaljerad redovisning

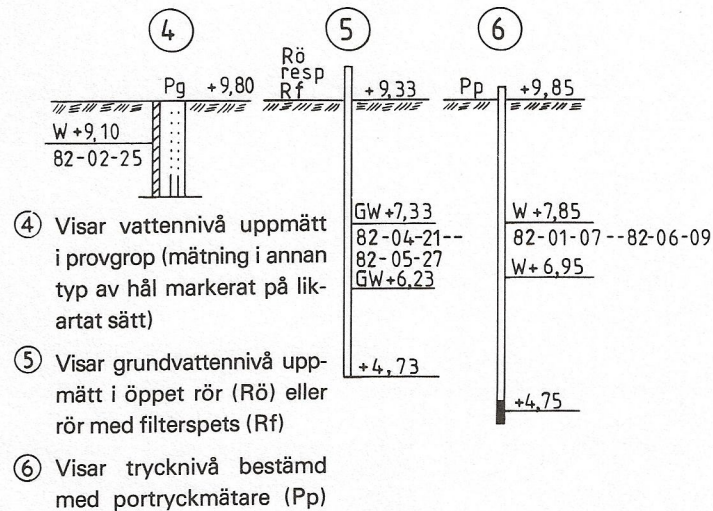
Diagrammet anger antal halvvarv för att sonden skall sjunka 0,20 m (hv/0,20 m). Antalet är avsatt vid undre gränsen för varje 0,20 m sjunkning. Belastningen på sonden är då 1,00 kN. Där diagram saknas, sjunker sonden utan vridning för angiven belastning. De horisontala strecken i diagrammet kan vara utelämnade. Beteckningen 63 är exempel på de fall då antalet vridna halvvarv för 0,20 m sjunkning ej ryms inom den angivna skalan. 55/10 och 40/0 är exempel på antal halvvarv för mindre sjunkning än 0,20 m resp 0-sjunkning för 40 halvvarvs vridning.

Schematiserad redovisning

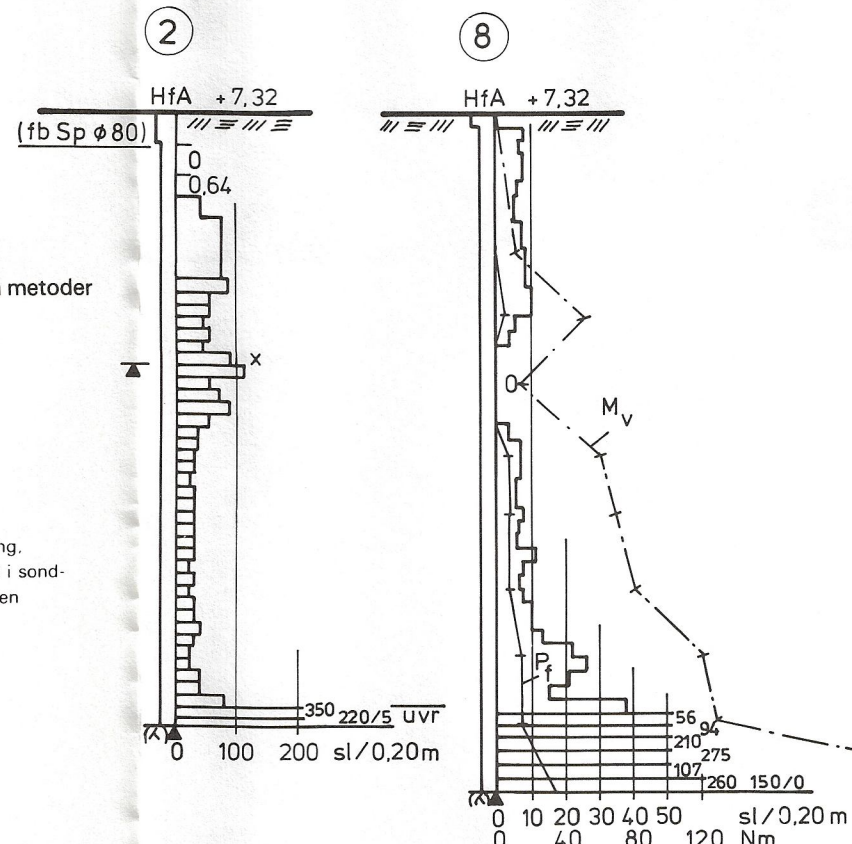
Vid schematiserad redovisning ersätts diagrammet av vertikala grova streck, varvid

- ett streck anger 1—10 hv/0,20 m sjunkning
- två streck anger 11—20 hv/0,20 m sjunkning
- tre streck anger >20 hv/0,20 m sjunkning

Observation av (grund)vattennivå och portryckmätning



Hejjarsondering



Beteckningar över sonderingshål

- 1 hålets nummer (samma som på plan); i stället för cirkel kan rektangel användas
- Vi använd metod (se Förkortningar på blad 3; flera metoder kan förekomma i samma undersökningspunkt)
- + 9,55 utgångsnivå för sondering

Beteckningar i sonderingshål

- kohesionsjord
 - sandig jord
 - grusig jord
 - förekomst av sten (sonden "hugger")
- Bedömt vid fältundersökning, främst med ledning av ljud i sondstängens under neddrivningen

Avslutning av sonderingshål, se blad 2

Beteckningar vid sidan av hålet

Siffror anger belastning på sonden i kN

Pt Torrskorpa av kohesionsjord

fb (Skr ϕ 50) Horisontalt grovt streck anger hur långt förborrning (fb) gjorts. Skr ϕ 50 anger använt redskap och dess diameter i mm. Förborrning är även markerad genom vidgning av sonderingshålet

- Flera sonderingsförsök har utförts ned till avgivna nivåer.
- Tecken anger stopp mot lokala hinder, nederst sten eller block, överst annat hinder (här: virke). Obs ett tecken för varje stopp

lsa| Förkortning inom rak parentes är en extra förklaring av jordkaraktär (bedömd vid sonderingen) (Jordartsförkortningar i övrigt, se blad 3)

sl Sonden har drivits ned med slag

hv halvvarv

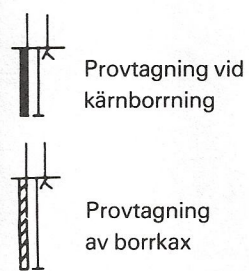
Provtagning i jord

kombinerad med viktsondering och vingsondering samt redovisning av provningsresultat

Stapeln t v om hålet anger provtagning, fylld stapeldel ostört prov, streckad stapeldel stört prov. Stapeldels längd motsvarar den totala upptagna provlängden. Horisontalt streck (vid stapeldel) markerar centrum av prov undersökt på laboratorium.

Beteckningar i hålet av jordarter anges dels som jordart *bestämd* på upptagna prover och markerade enligt blad 2, dels som jordart *bedömd* med ledning av viktsondering (hål 1 på detta blad).

Provtagning i berg



Gemensamt galler

Exemplen följer SGFs standard för hejjarsondering enligt metod A. Beroende på jordens fasthet och syftet med undersökningen kan olika skalor behöva användas vid redovisningen. I sonderingshål 2 visas exempel på redovisning i fast jord och i hål 8 i lösare jord.

Blockdiagrammen anger erforderligt antal slag, totalmotstånd, för att sonden skall sjunka 0,20 m (sl/0,20 m). De horisontala linjerna kan i vissa fall vara utelämnade såsom i den schematiserade delen av hål 2 eller som i hål 8. Där diagram saknas, sjunker sonden utan belastning av hejaren (0) resp med belastning (0,64 kN) av hejaren.

M_v anger det vridmoment (Nm) som erfordrats för att vrida sondstängens. P_f är beräknad eller uppmätt mantelfriktion på stängens (sl/0,20 m). (Dessa mätningar utförs alltid.)

Beteckningarna 350, 56, 94 etc är exempel då antal slag för 0,20 m sjunkning ej ryms inom den angivna skalan. Beteckningarna 220/5 resp 150/0 anger att sonderingen avbrutits innan 0,20 m sjunkning erhållits ("fast botten" bedömts uppnådd), dvs sonden har sjunkit endast 0,05 m resp ej sjunkit alls för de angivna slagen.

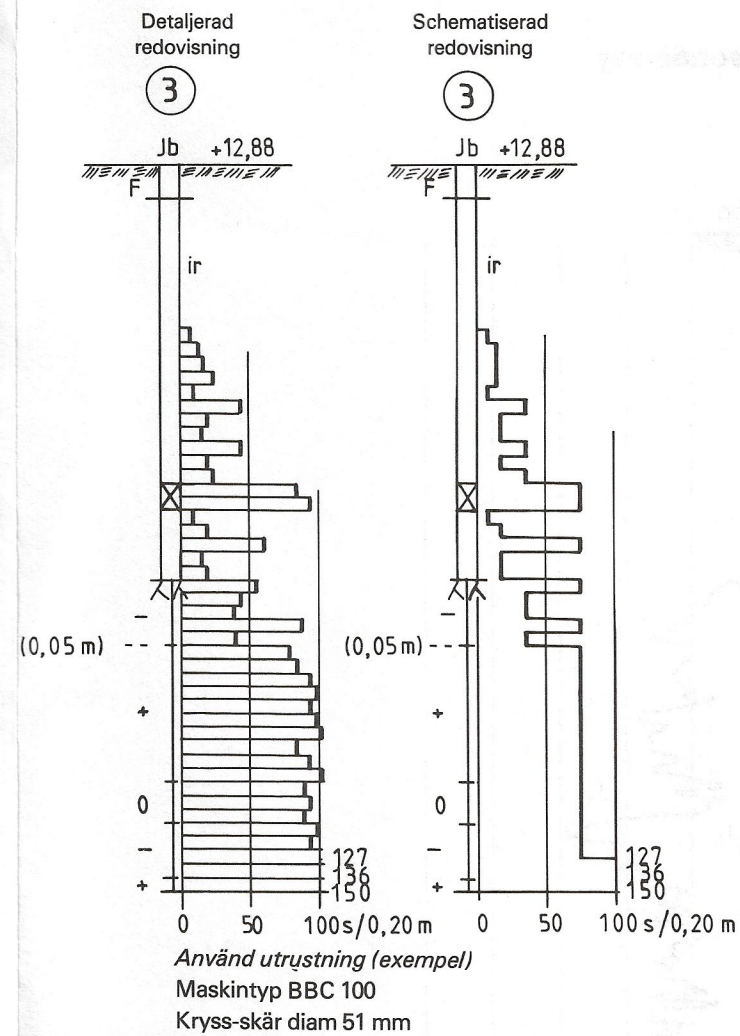
Övriga beteckningar förklaras under viktsondering. Jfr även blad 2 och 3.

Schematiserad redovisning

Diagrammen eller delar därav kan vara schematiserade såsom visas på exemplet hål 2 övre delen enligt tabellen nedan

Uppmätt sonderingsmotstånd sl/0,20 m	Redovisat med sl/0,20 m
1—10	5
11—20	15
21—50	35
51—100	75
>100	100

Jord-bergsondering



Beteckningar i diagram för

- Skjuvhållfasthet (τ_f) och sensitivitet (S_t) enligt:**
 - Konförsök*
 - Vingsondering
 - Enaxligt tryckförsök
 - Sensitivitet (S_t) konförsök
 - Sensitivitet (S_t) vingsondering
- Vattenkvot och densitet**
 - Naturlig vattenkvot (w) (vikt-% av torrsustans)
 - Konflytgräns (w_{Lkon})
 - Stötflytgräns ($w_{Lstöt}$)
 - Plasticitetsgräns (w_p) (utrullningsgräns)
 - Skrymdensitet (ρ)

() Anger att värdet ej är helt representativt, t ex på grund av viss störning av provet.

Anm I vissa fall kan diagram ersättas med siffror i t ex tabellform.

* Utvärderad efter SGFs provisoriska rekommendationer till tolkning av fallkonprov (jan 1962). Ersätts 1982 av utvärderingsmetod enl SGFs Laboratorieanvisningar, del 9, Skjuvhållfasthet, som beräknas utkomma hösten 1982 (avser Hansbos metod, 1957).

BETECKNINGAR VID GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR

REDOVISNING I SEKTION AV SONDERING, PROVTAGNING, GRUNDVATTEN-OBSERVATION, VINGSONDERING I FÄLT OCH VISSA LABORATORIERESULTAT

Jfr SGF Blad 1—3
Copyright SGF
SGF nr 4i. 100.000.82.04

Gemensamt galler

Övre delen av hålen (dubbla linjer) anger sondering i jord, undre delen (en linje) sondering i berg (bergnivån bedömd). Diagrammen anger sonderingsmotstånd uttryckt i sekunder för varje 0,20 m sjunkning (s/0,20 m) och är i exemplen begränsade till 100 s/0,20 m. Observera de grova vertikala strecken i diagrammen, varigenom jord-bergsondering kan skiljas från hejjarsondering. De horisontala linjerna i den detaljerade redovisningen t v kan i vissa fall vara utelämnade.

Använd utrustning och speciella förhållanden vid sonderingen är angivna.

ir sonderingsmotståndet icke registrerat.

Schematiserad redovisning

Diagrammet kan vara schematiserat såsom visas i exemplet t h enl tabellen nedan

Uppmätt sonderingsmotstånd s/0,20 m	Redovisat med s/0,20 m
1—10	5
11—20	15
21—50	35
51—100	75
>100	100

Notering av sprickor och slag

(t v om hålens nedre del mellan nivåmarkeringar på hållinjen)

- + ej märkbara sprickor; jämn sjunkning av sonden
- 0 sprickigt berg; märkbara sprickor (sonden "hugger")
- mycket sprickigt berg; sonden "hugger" hela tiden, svårigheter att vrida sonden
- slag i berget (öppet eller lerfyllt); i stort sett fri sjunkning av sonden; mått och nivå för slaget har noterats
- ib förekomst av sprickor eller slag har icke bedömts

Det bör observeras att någon säker bedömning av sprickigheten med ledning av enbart jord-bergsondering ej är möjlig.

Slagsondering (motordriven) Slb

Diagrammen anger sonderingsmotståndet uttryckt i sekunder för varje 0,20 m sjunkning (s/0,20 m) och är uppritade som vid jord-bergsondering, men med tunna vertikala linjer. Normalt förekommer vidstående skala

Använd maskintyp angiven: t ex Cobra, Pionjär eller Wacker.

Diagrammet kan vara schematiserat enl tabellen nedan

Uppmätt sonderingsmotstånd s/0,20 m	Redovisat med s/0,20 m
1—5	3
6—15	10
16—25	20
26—50	35
>50	50

Utrustningar och förfaranden i överensstämmelse med SGFs standard har använts resp tillämpats och har angetts på ritning och i beskrivande text.

REDOVISNING I PLAN

Sondering

- Enkel sondering (sticksondering utan angivande av jordens fasthet)
- Statisk sondering (t ex vikt- och trycksondering; jordens fasthet bestämd genom belastning, vid viktsondering med eller utan vridning)
- Dynamisk sondering (t ex hejarsondering, jord-bergsondering och slagsondering)

Tillägg för djup- och bergbestämning*

- Sondering till förmodad fast botten
- Sondering till förmodat berg (s k bergsvar erhållet)
- Bergsondering minst 3 m under förmodad bergyta
- D:o samt undersökning av borrhax
- Kärnborrning minst 3 m under förmodad bergyta
- * Lutande håll redovisas i projektion

Provtagning

- Störda prover (vanligen tagna med spad-, kann- eller skruvprovtagare)
- Östörda prover (vanligen tagna med kolvprovtagare av standardtyp)
Uppgift om använd provtagare finns i regel såväl på ritning som i beskrivande text

Hydrologiska bestämningar

- Vattennivå bestämd, i t ex provtagningshåll
- Grundvattennivå(-yta) bestämd vid kort- resp långtidsobservation (öppet system)
Jfr blad 4, håll 5
- Provpumpning eller infiltrationsförsök
- Portryckmätning

Övriga bestämningar

- ✕ Vingsondering (hållfasthetsbestämning in situ)
- Deformationsmätning i fält medelst t ex jordpegel eller inklinometer
- Seismisk undersökning
Tecknet anger ändpunkt i undersökningslinje
- Provgrop (större) eller geoteknisk undersökningspunkt i övrigt (t ex provbelastning)

Exempel

Kombination av tecken samt övrig redovisning i plan

Detaljerad redovisning

16
+ 8,30 82-03-15
A
+ 9,20

Le 5,3
Sa 6,3
Gr 6,8
B (4,0)

Le 5,3
Fr 6,8
Fr (1,2)

Ex 1

Ex 2

Ex 3

Enkel redovisning

16
+ 8,30 82-03-15
A
+ 9,20

Le 5,3
Sa 6,3
Gr 6,8
B (4,0)

Le 5,3
Fr 6,8
Fr (1,2)

Vid enkel redovisning är endast undersökningspunktens nummer angivet

Enligt det kombinerade tecknet har följande undersökningar utförts:

- statisk sondering
- sondering ned i berg (minst 3 m under förmodad bergyta)
- tagning av ostörda prover
- bestämning av grundvattennivån vid korttidsobservation
- vingsondering

I övrigt betyder:

(Förkortningar förklaras på blad 3)

16 undersökningspunktens nummer
+ 8,30 grundvattennivå
82-03-15 observationsdatum vid bestämning av grundvattennivå
A analys utförd för bestämning av t ex korrosionsrisk
+ 9,20 markytans nivå (eller annan utgångsnivå för djupangivelse)

Redovisning av lagerföljder enligt exempel till höger om tecknet

Ex 1

Le 5,3 lerans underyta ligger på 5,3 m djup
Sa 6,3 under leran följer sand ned till 6,3 m djup
Gr 6,8 därunder följer grus ned till 6,8 m djup
B (4,0) berg följer direkt under gruslagret, dvs. på 6,8 m djup; sondering har utförts 4,0 m ned i berget (för bergkontroll), dvs. till 10,8 m djup

Ex 2

Le 5,3 lerans underyta ligger på 5,3 m djup
Fr 6,8 under leran följer friktionsjord ned till 6,8 m djup
B (B) berg bedöms följa på 6,8 m djup

Ex 3

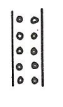
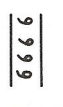
Le 5,3 lerans underyta ligger på 5,3 m djup
Fr (1,2) parentes anger att sondering utförts 1,2 m ned i friktionsjord

I vissa fall anges nivåer (plushöjder) i stället för djup under referensnivå

REDOVISNING I SEKTION

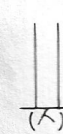
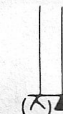
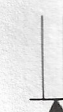
Beteckningar för jordarter vid provtagning

Bedömda jordar vid sondering, se blad 4

 Mulljord
(mylla, matjord) Lera Morän (i allmänhet) Torv (i allmänhet) Silt
(tidigare benämnd mjäla och finmo) Lermorän
(tidigare benämnd moränlera) Lågförmultnad torv
(tidigare benämnd filttorv) Sand Växtdelar och trärester Mellantorv Grus Skaljord Högförmultnad torv
(tidigare benämnd dytorv) Sten Sannolikt block eller sten
(genomborrning) Dy eller gyttja Block Fyllning
(fyllningens art angiven enligt förkortningar på blad 3 eller med text)

Kombinerade tecken anger två eller flera jordarter i naturlig blandning
Andra påträffade material är angivna med text, t ex virke
Jfr SGFs Laboratorieanvisningar del 2, Jordarternas indelning och benämning

Sonderingshåls avslutning

 Sannolikt berg
(Motsvarar för markering i plan) Block eller berg
(Motsvarar för markering i plan) Sannolikt sten eller block
(Motsvarar eller för markering i plan)

* Se "Upphandling av geotekniska utredningar. Anvisningar och kommentarer", utgiven av SGF/SKIF 1971.

FÖRKORTNINGAR

(För berg, jord, utrustning och metod)

Berg och jord

Huvudord
B berg
Bl blockjord
Br rösbjerg
Dy dy
Gy gyttja
Gr grus
J jord
Le lera
Mn morän
BIMn block- och stenmorän
StMn stenmorän
GrMn grusmorän
SaMn sandmorän
SiMn siltmorän
LeMn lermorän (moränlera)
Mu mulljord (mylla, matjord)
Sa sand
Si silt
Sk skaljord
Skgr skalgrus
Sksa skalsand
St stenjord
Su sulfidjord (svartmocka)
SuLe sulfidlera
SuSi sulfidsilt
T torv
Ti lågförmultnad torv (tidigare benämnd filttorv)
Tm mellantorv
Th högförmultnad torv (tidigare benämnd dytorv)

Tilläggsord

bl blockig
dy dyig
gy gyttig
gr grusig
le lerig

Skikt/lager

dy dyskikt
gy gyttjeskikt
gr grusskikt
le lerskikt

Jfr SGFs Laboratorieanvisningar, del 2

mu mullhaltig
sa sandig
si siltig
mu mullskikt
sa sandskikt
si siltskikt
sk skalskikt

st stenig
su sulfidjordshaltig
st stenskikt
su sulfidjordsskikt

t torvskikt

F fyllning (jfr blad 2)
Vx växtdelar (trärester)

Gy/Le kontakt, gyttja överst, lera underst	() något, t ex (sa) = något sandig	() tunnare skikt
t (efter huvudord) torrskorpa, t ex Let och Sit = torrskorpa av lera resp silt	v varvig, t ex vLe = varvig lera (beteckningen varvig bör förbehållas glaciala avlagringar)	

Tilläggsord är placerade före huvudord och så, att den kvantitativt större fraktionen står efter den mindre.
Skiktangivelsen står efter huvudordet. Exempel: ssaLe si = siltig, sandig lera med siltskikt.
Mineraljordarterna kan indelas i grupperna fin-, mellan- och grov-, resp f, m, och g, t ex Saf = finsand.

Sammanfattande förkortningar

Fr friktionsjord Ko oorganisk kohesionsjord O organisk jord	P oorganisk eller organisk kohesionsjord Beteckningen används när man ej kan skilja på dessa jordar. X används när jordart ej bestämts eller jord ej bedömts
---	--

Anm
Jord = jordskorpanns lösa avlagringar (ej närmare definierade)
Jordart = klassificerad jord (enligt olika indelningssätt)

BETECKNINGAR VID GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR
REDOVISNING I PLAN OCH SEKTION SAMT FÖRKORTNINGAR

Sondering

Hf hejarsondering (t ex HfA)
Jb jord-bergsondering
Slb slagssondering
Sti sticksondering
Tr trycksondering
TrP portrycksondering
TrS spetsstrycksondering
Vi viktsondering
Vim viktsondering, maskinell vridning

Provning in situ

Pm pressometermätning
Pp portryckmätning
Vb vingsondering

Provtagare

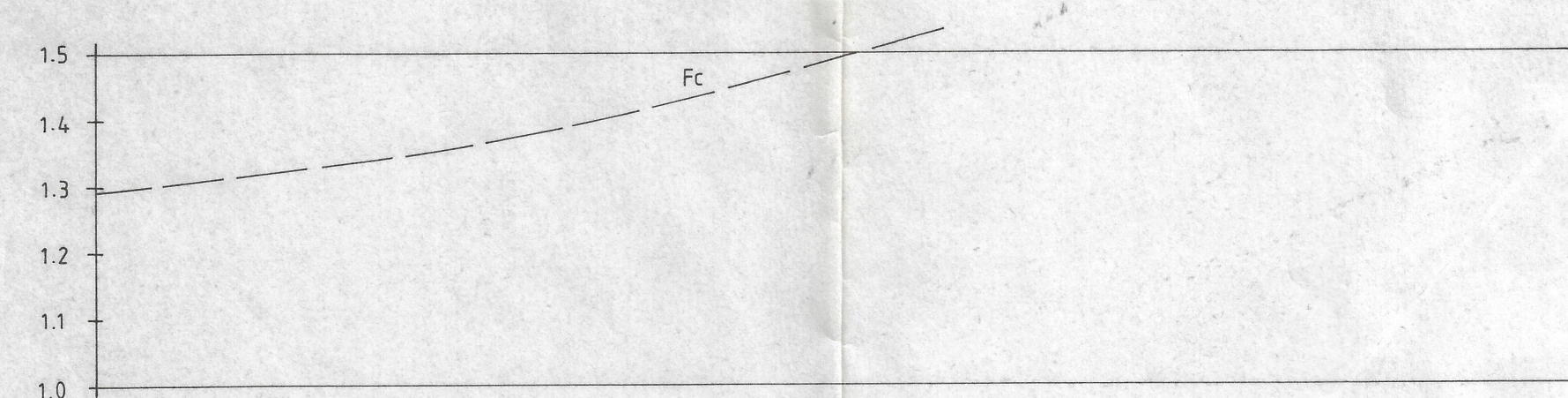
Fo folieprovtagare
Js jalusiprovtagare
K kannprovtagare
Kr kärnprovtagare
Kv kolvprovtagare
Ps provtagningspets
Skr skruvprovtagare
Sp spadprovtagare

Speciella metoder

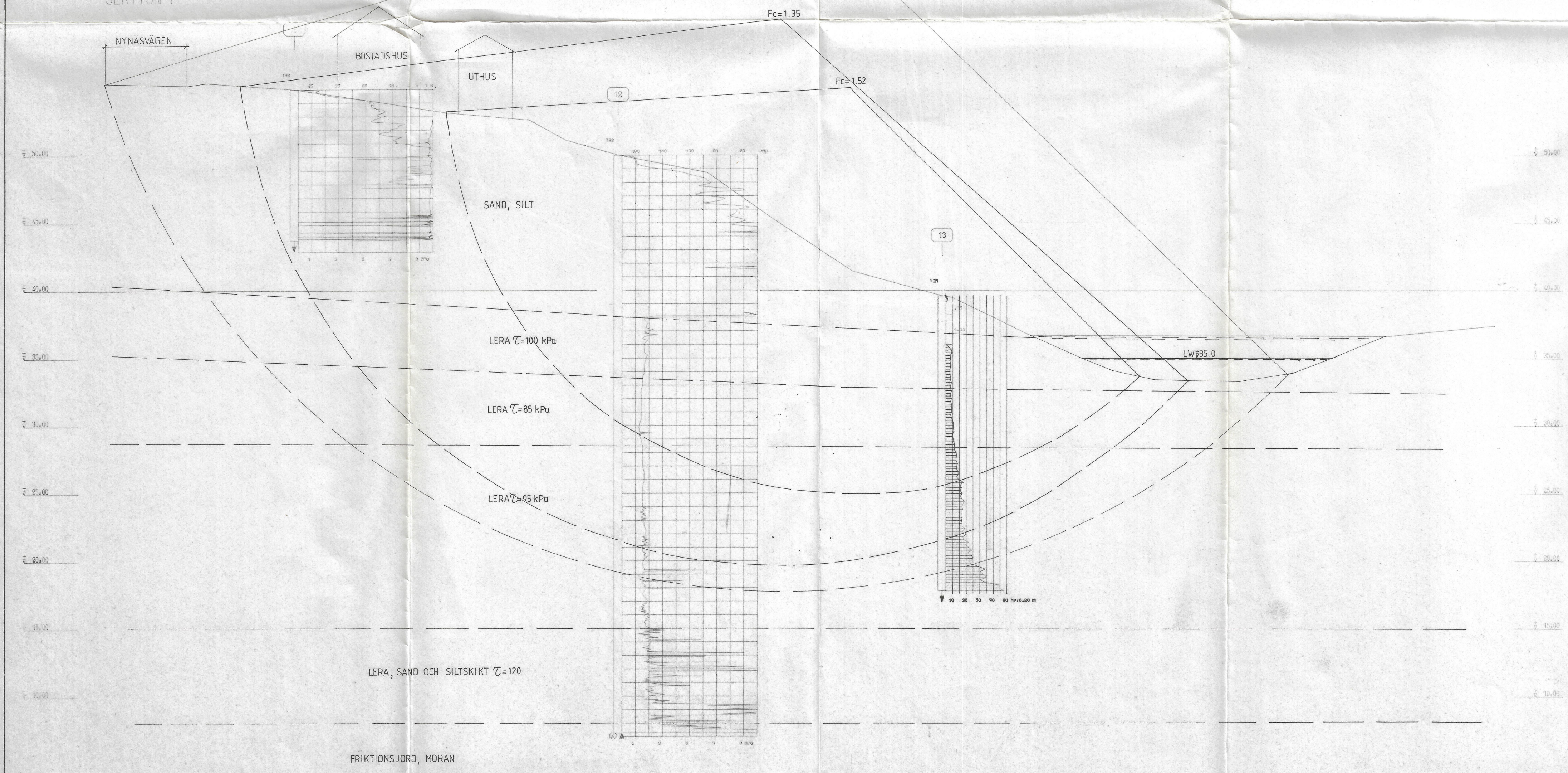
Ikl inklinometermätning
Pg provgrop
Pu provpumpning
Rf rör med filter
Rt rotationsborrning
Rö öppet rör, foderrör
Se seismik
Vfm vattenförlustmätning

Andra förkortningar

A analys (speciell)
fb förborrning, med t ex spad- eller skruvprovtagare
GW grundvattennivå (-yta)
My markyta
(My tidigare = mylla)
W vattenyta
w vattenkvot (tidigare -halt)
wL flytgräns
wp plasticitetegräns
Övriga förkortningar, se resp metod, blad 4



SEKTION F



BETECKNINGAR
TAS SPETSTRYCKSONDERING (GEOTECH)
VIM VIKTSÖNDERING (BORRIS VIKTMÅSKIN)

MARKS KOMMUN



INGENJÖRSKONTORET Box 5058 402 22 Göteborg S
Telefon 031/81 02 50

Mått. Rik. Ref. ÅKE JOHANSSON

Göteborg 1982-09-09

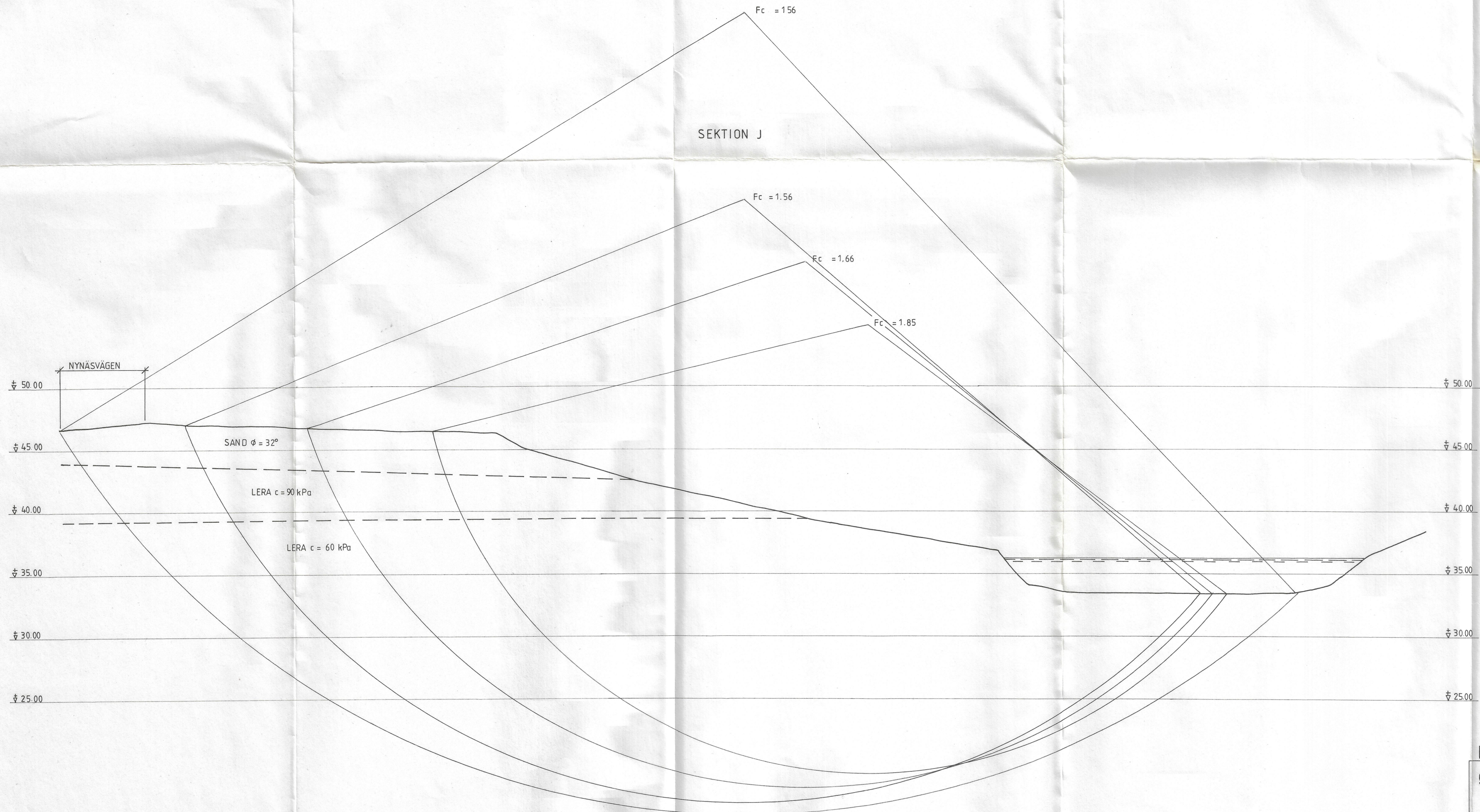
Åke Johansson

Rev.	Ant.	Revideringen avser	Ref.	Datum
------	------	--------------------	------	-------

DELAR AV VISKANS OCH HÄGGÅNS
DALGÅNGAR, ETAPP I
NÄSOMRÅDET
SEKTION F

Uppdrag nr 34306 049 230	Skala 1:200	Rev.
-----------------------------	----------------	------

SEKTION J



BETECKNINGAR SE RITN G 308

MARKS KOMMUN



INGENJÖRSKONTORET Box 5056 402 22 Göteborg 5
Telefon 031/81 02 60

Mått. Rit. Ref.
E K ÅKE JOHANSSON

Göteborg 1981-01-20

Colin Olsson

Rev.	Ant.	Revideringen avser	Ref.	Datum
------	------	--------------------	------	-------

DELAR AV VISKANS OCH HÄGGÅNS
DALGÅNGAR, ETAPP I
NÄSOMRÅDET
SEKTION J

SKALA 1:200

Uppdrag nr	Ritning nr	Rev.
34306 049 230	G 311	

Fc=1.67

Fc=1.46

SEKTION H

NYNASVÄGEN

BÖSTADSHUS

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

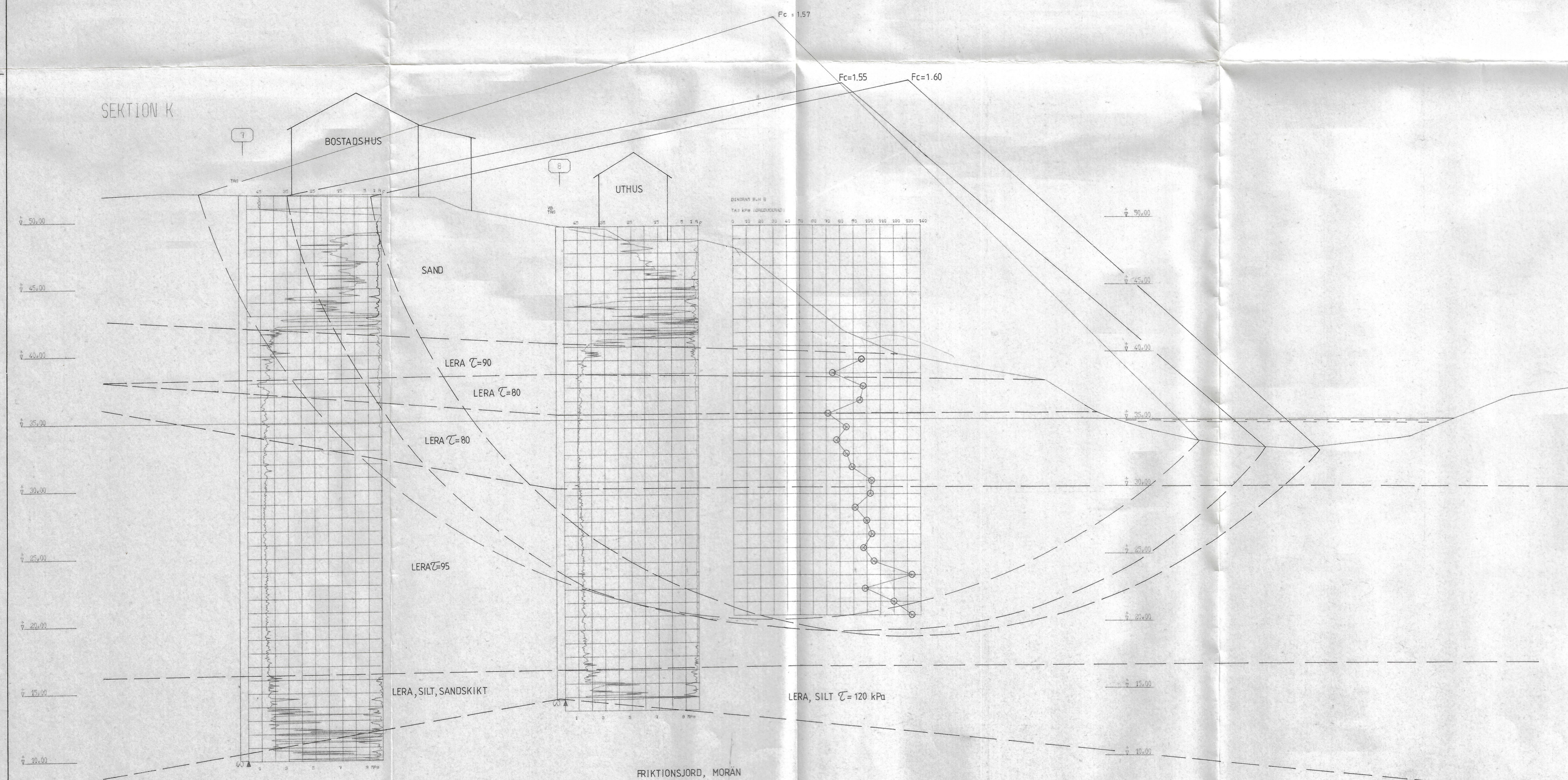
352

353

354

355

356



BETECKNINGAR

TRIS SPETSTÄCKSONDERING (GEOTECH)
VB VINSBORNING, TYP SGI

MARKS KOMMUN

göteborgs
förorter

INGENJÖRSKONTORET Box 5056 402 22 Göteborg S
Telefon 031/81 02 60

Måtn. Rit. Ref. ÅKE JOHANSSON

Göteborg 1982-09-09

Åke Johansson

Rev. Ant. Revideringen avser Ref. Datum

DELAR AV VISKANS OCH HÄGGÅNS
DALGÅNGAR, ETAPP I
NÄSOMRÅDET
SEKTION K

Uppdrag nr

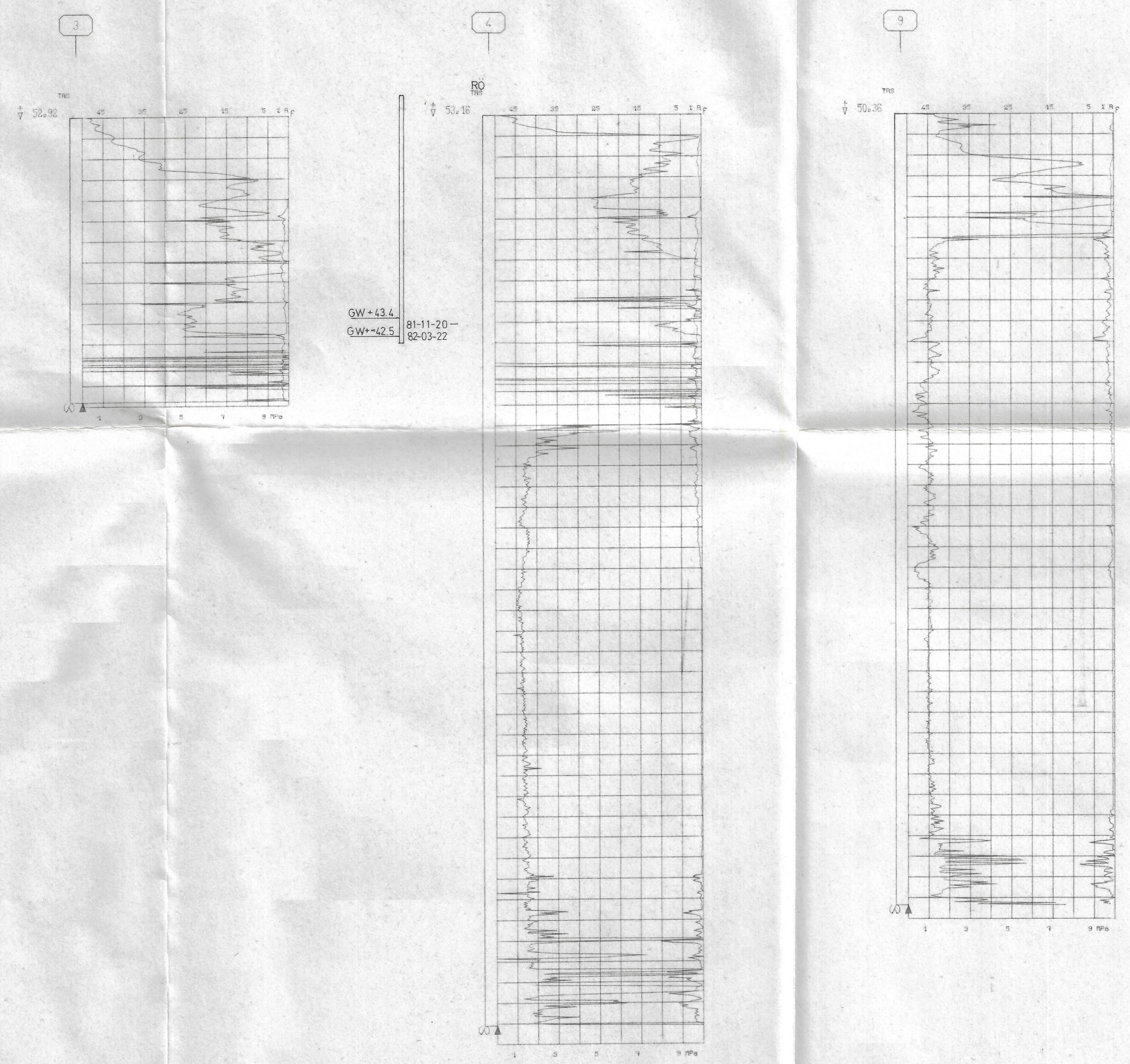
34306 049 230

Ritning nr

G 316

SKALA 1:200

Rev.



BETECKNINGAR

TRIS SPETSTRYCKSONDERING (GEOTECH)
RO RÖRDRIVNING MED ÖPPNA RÖR

MARKS KOMMUN

göteborgs
förorter

INGENJÖRSKONTORET Box 5056 402 22 Göteborg S
Telefon 031/81 02 50

Mått. Rtt. Ref. ÅKE JOHANSSON

Göteborg 1982-09-09

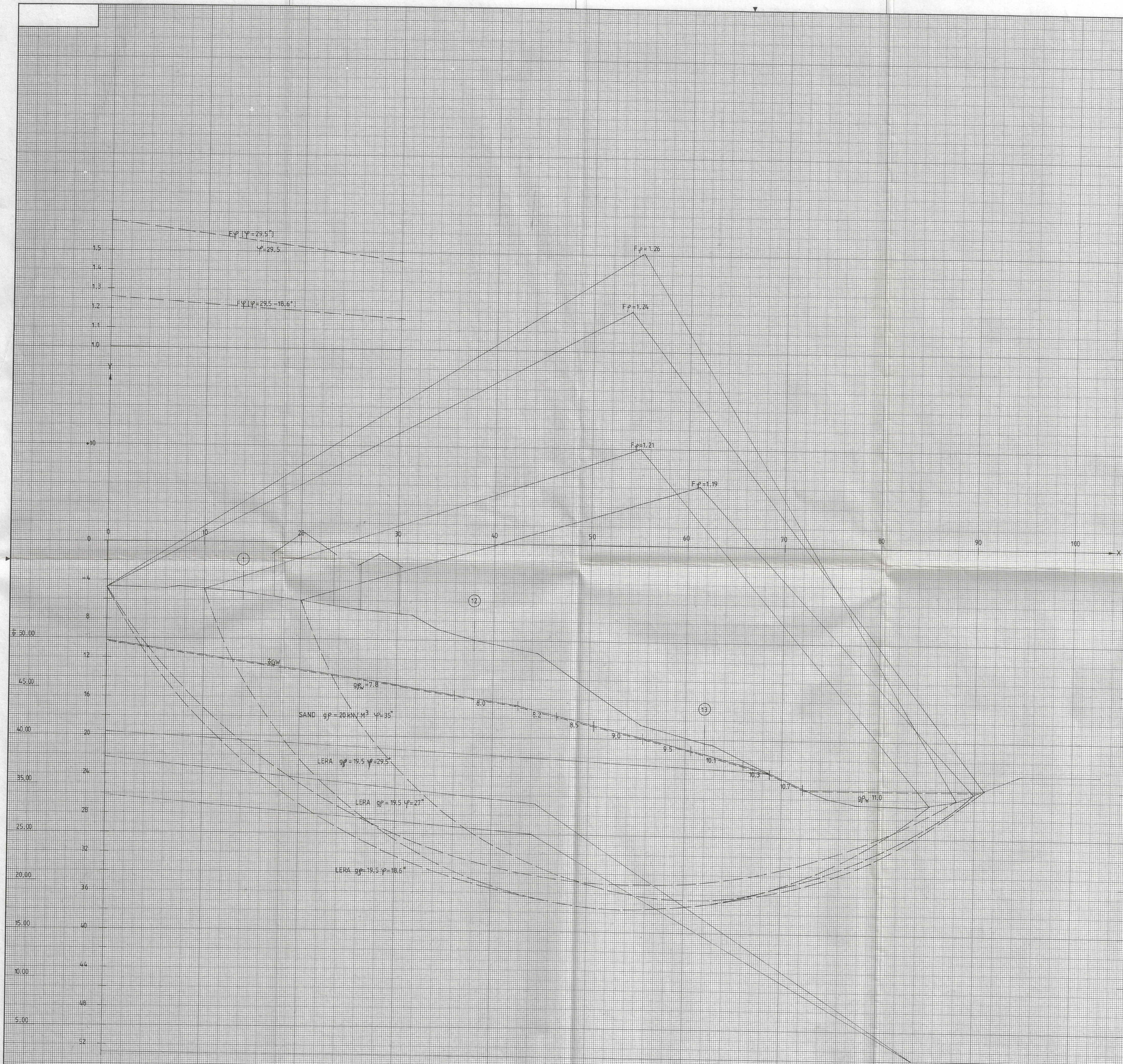
Åke Johansson

Rev.	Ant.	Revideringen avser	Ref.	Datum
------	------	--------------------	------	-------

DELAR AV VISKANS OCH HÄGGÅNS
DALGÅNGAR ETAPP I
NÄSOMRÅDET
BORRHÅL 3, 4 OCH 9

Uppdrag nr 34306 049 230 Ritning nr G 317

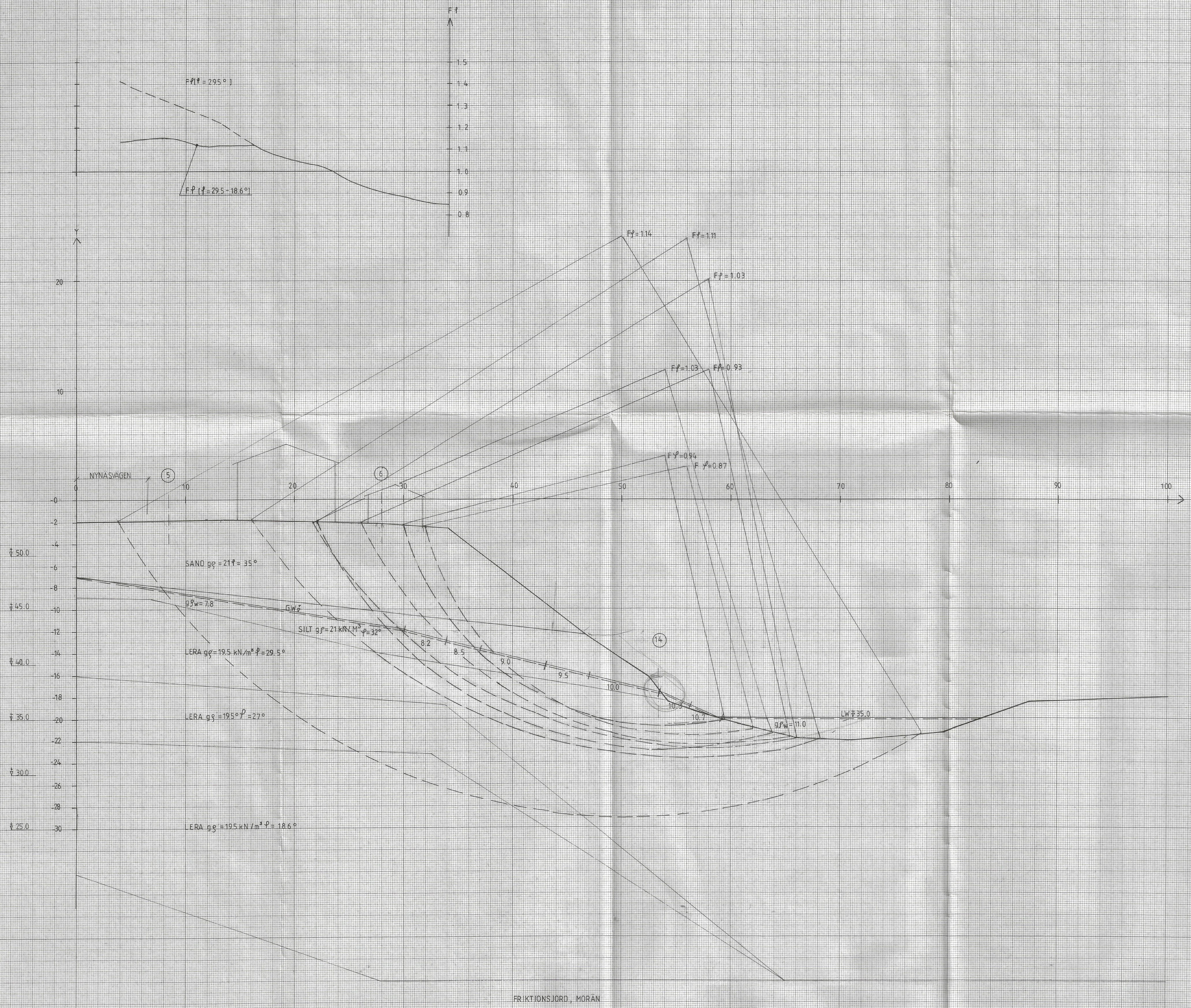
SKALA 1:200
Rev.



MARKS KOMMUN
göteborgs
förorter

INGENJÖRSKONTORET
Box 5056, 402 22 Göteborg 5
Telefon 031-81 02 60
Måtn. Rit. Handläggare
GL ÅKE JOHANSSON
Göteborg 1982-09-09
Åke Johansson

Rev.	Ant.	Revideringen avser	Ref.	Datum
NÄSOMRÅDET				
SEKTION F				
STABILITETSBERÄKNING				
DRÄNERAD ANALYS (φ-ANALYS)				
Uppdrag nr		Ritning nr		Rev.
34306 049 230		G 505		



MARKS KOMMUN

göteborgs
förorter

INGENJÖRSKONTORET Box 5066, 402 22 Göteborg S
Telefon 031-81 02 60

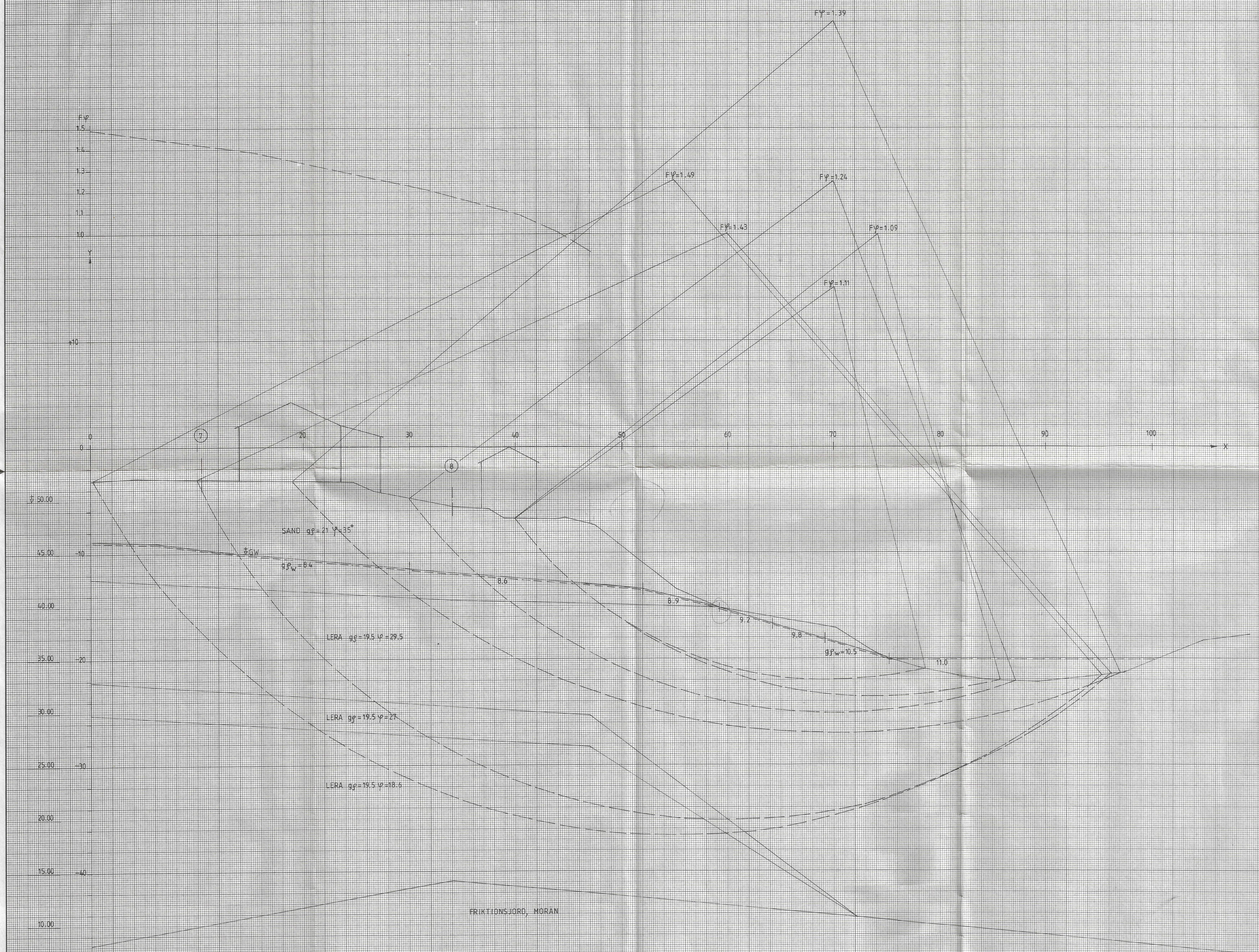
Matn. Rit. Handläggare
E. A. ÅKE JOHANSSON
Göteborg 1982-09-09

Åke Johansson

Rev.	Ant.	Revideringen avser	Ref.	Datum
------	------	--------------------	------	-------

NÄSOMRÅDET
SEKTION G
STABILITETSBERÄKNING
DRÄNERAD ANALYS

Uppdrag nr 34306 049230	Ritning nr G 506	Rev.
-----------------------------------	----------------------------	------



MARKS KOMMUN		Rev.	Ant.	Revideringen avser	Ref.	Datum
göteborgs förorter						
INGENJÖRSKONTORET Box 5056, 402 22 Göteborg S Telefon 031-81 02 60						
Måtn.	Rit.	Handläggare				
GL		ÅKE JOHANSSON				
Göteborg	1982-09-09	Uppdrag nr	Ritning nr	Rev.		
<i>Boo Ollson</i>		34306 049 230	G 507			

Sektion/Borrhål	Djup/Nivå m	Prov nr	Benämning	Densitet ρ t/m ³	Vattenkvot w %	Konflytgr. w _F %	Skjuvhållfasthet τ_f		Sensiti- vitets St (Konprov)	Omrörd skjuvhållf. kPa			Kompres- sions- försök utfört	Anmärkning
							Tryckprov kPa	Konprov kPa						
6	1,0	skr	SAND		5									
	4,0	skr	SAND		5									
	6,0	skr	SAND		10									
	8,5	skr	SAND		11									
	10,0	skr	SILT		19									
	11,5	skr	SILT		19									
	12,0	skr	Siltig LERA		22									
	13,0		Siltig LERA sandskiktad	2,10 2,10 2,06	21			245						
	14,0		Sandskiktad siltig LERA	--- --- 2,05	26			130						
	15,0		Siltig LERA	1,98 1,96 1,92	26			102						
	16,0		Siltig LERA	1,92 1,91 1,90	34			157						
	18,0		Siltig LERA	1,91 1,91 1,90	35	43		130	25	5,12				
	20,0		Siltig LERA	1,94 1,91 1,92	36	36		61	36	1,70				
	22,0		Siltig LERA sandskikt	1,90 1,90 1,90	40	37		35,5	37	0,970				
	23,0		Siltig LERA sandskikt	1,95 1,93 1,94	35	30		21,9	37	0,600				
	24,0		Siltig LERA sandskikt	1,93 1,92 1,92	41	35		24,9	45	0,550				
	26,0		Siltig LERA	--- --- 1,94	36	31		31,4	51	0,620				
	28,0		Siltig LERA	1,93 1,92 1,95	39	36		31,4	36	0,880				