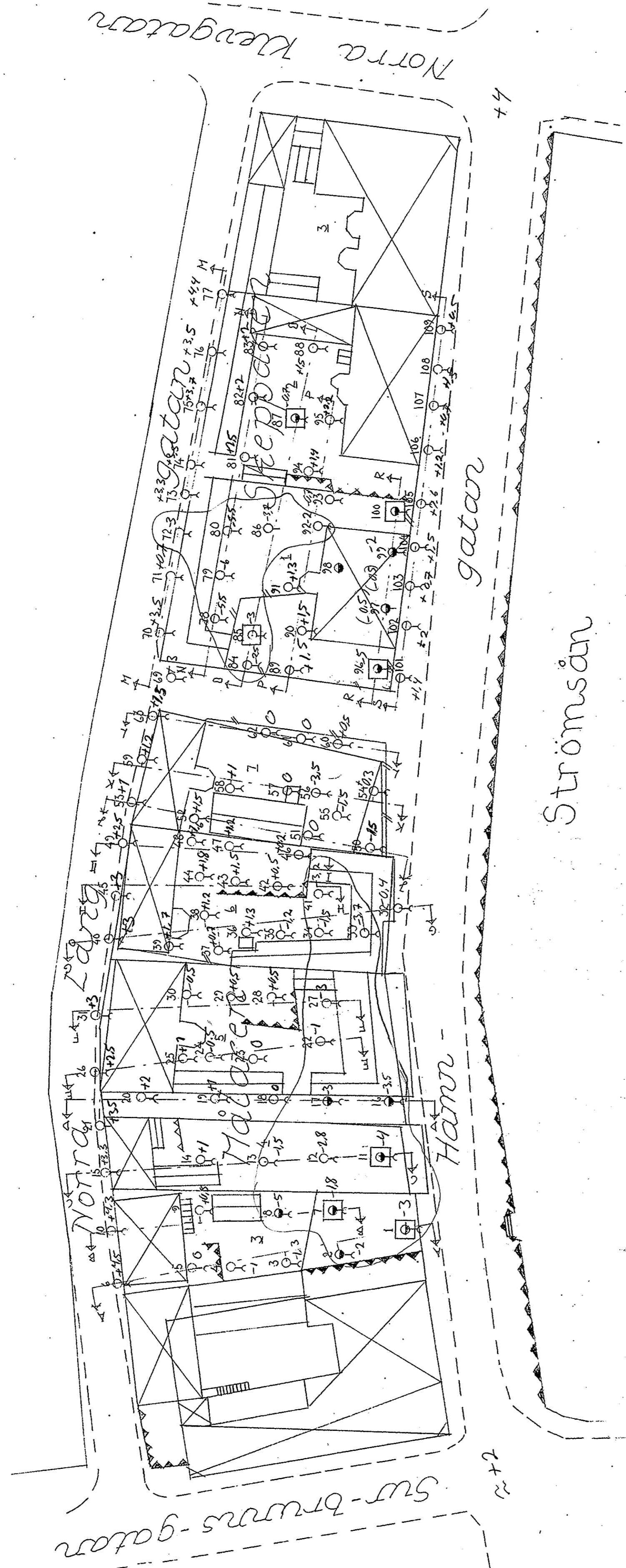


BORRPLAN
SKALA 1:400

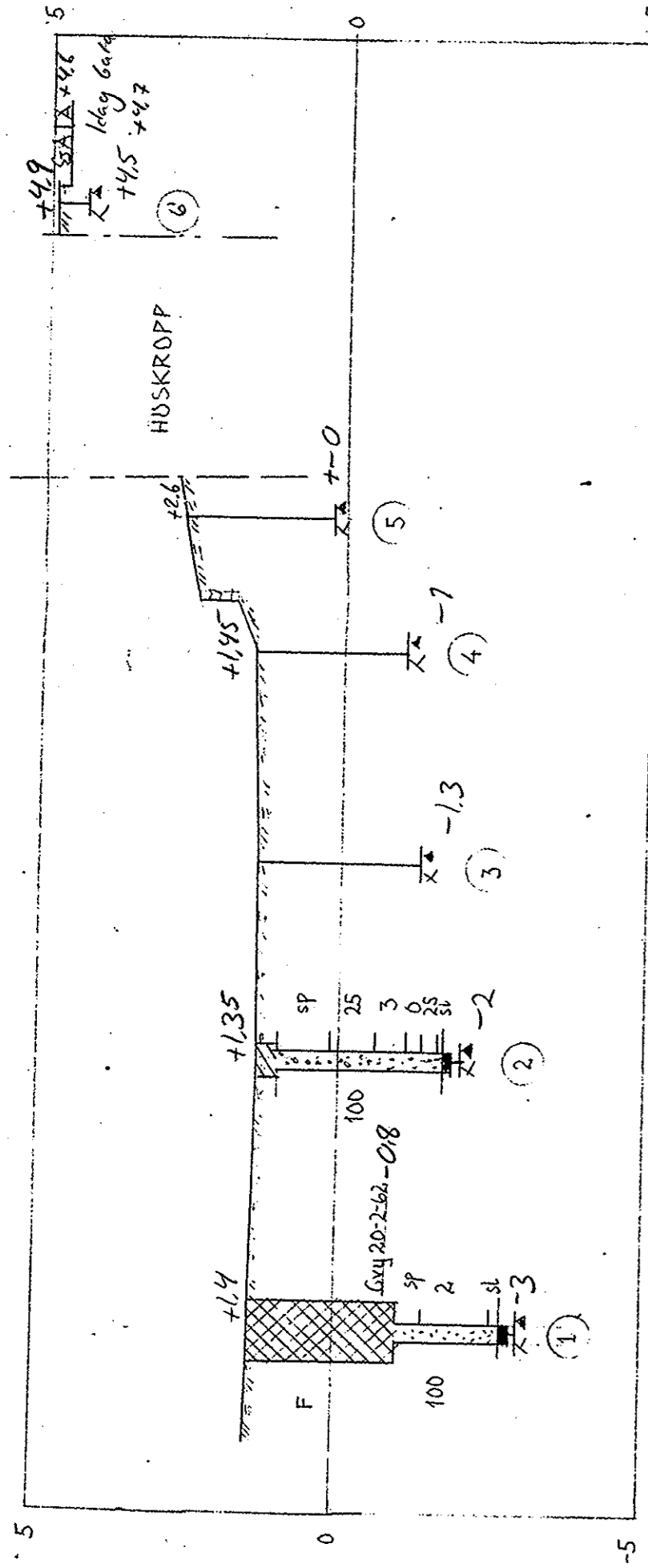
KV. ALEN (KV. MÄLAREN OCH SKEPPAREN)



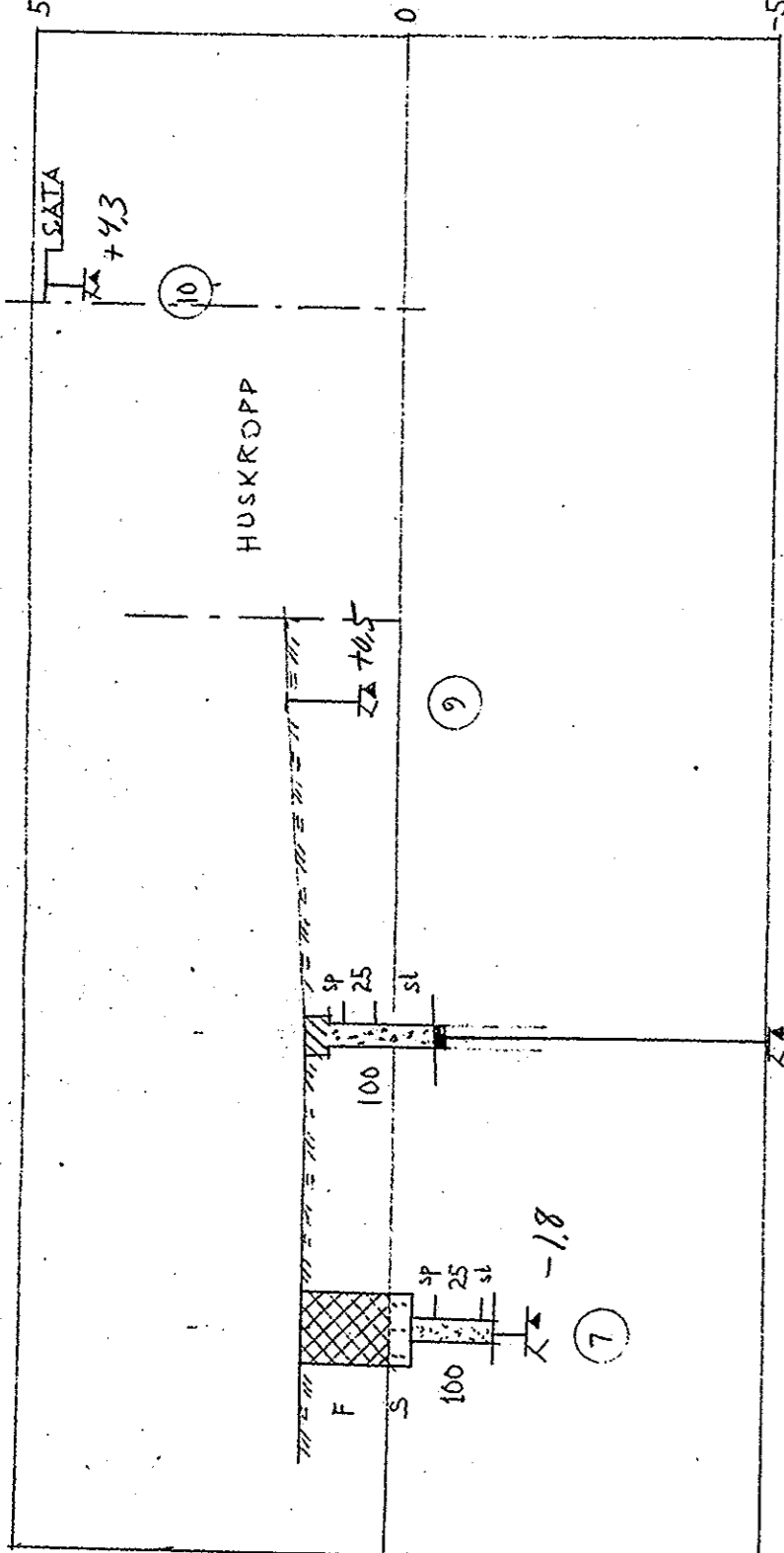
PLANEN UPPFÖRSTÄDKAD
FRÅN SKALA 1:1000

HSB:s RIKSFÖRBUND KONSTRUKTIONSAVBDELNINGEN STOCKHOLM 10 BOX 10247	
GEOTEKNISKA UTREDNINGAR	
STRÖMSTAD	38/6
KV. ALEN	6-1
BORRPLAN	
Skala:	1:400

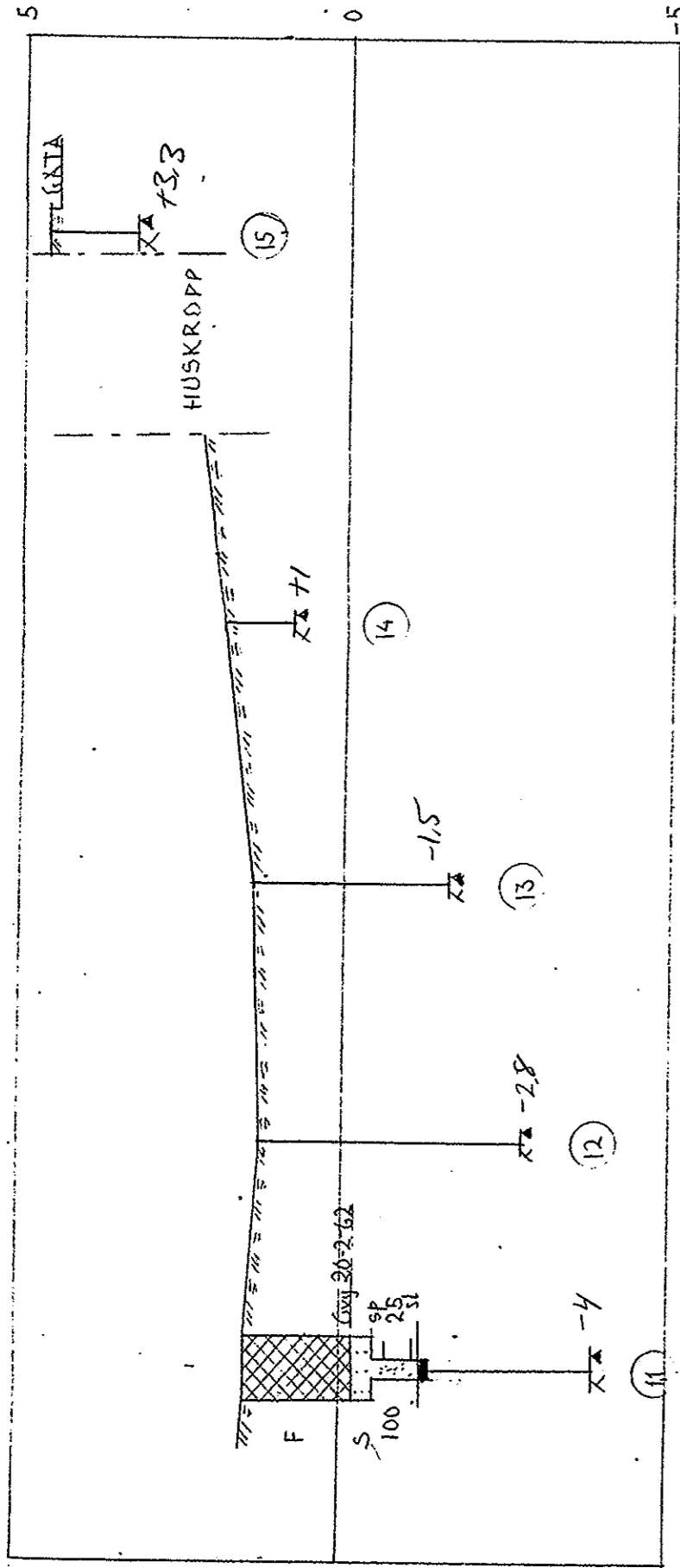
SEKTION A-A



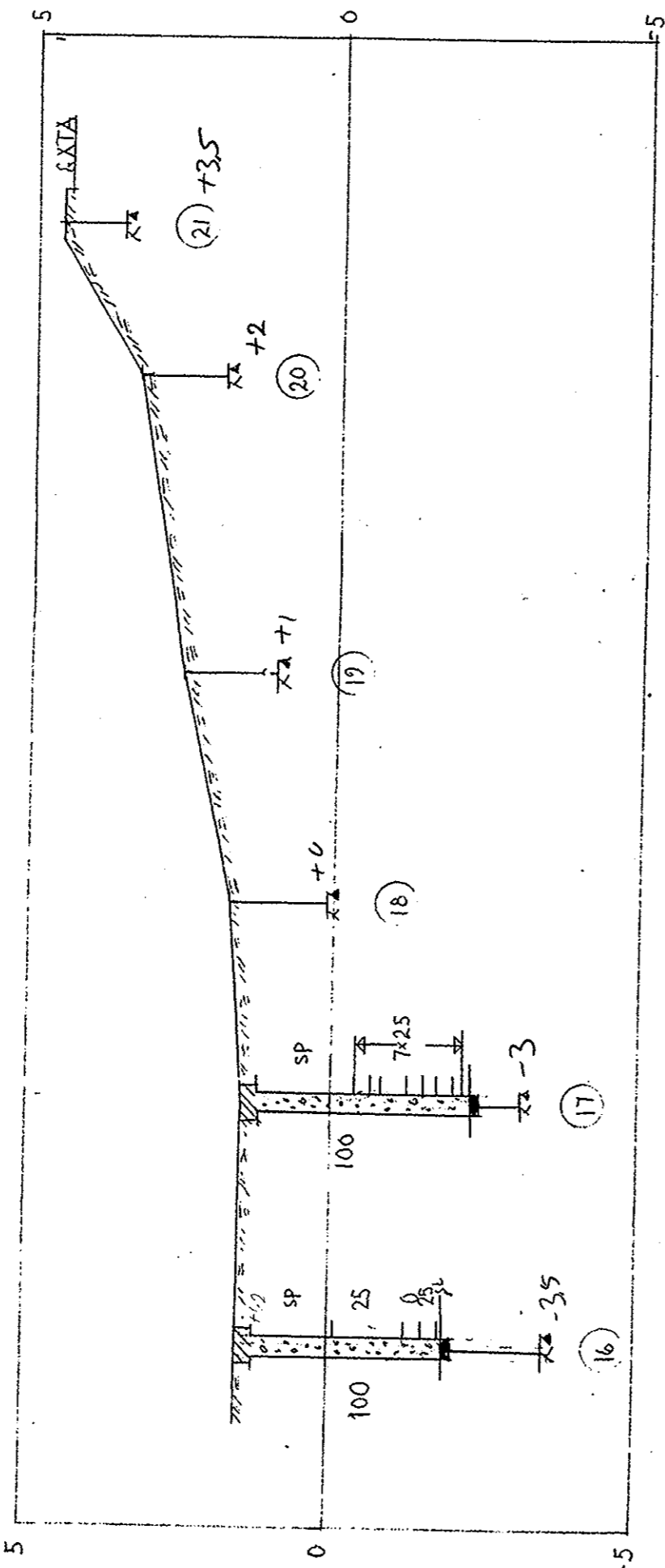
SEKTION B-B



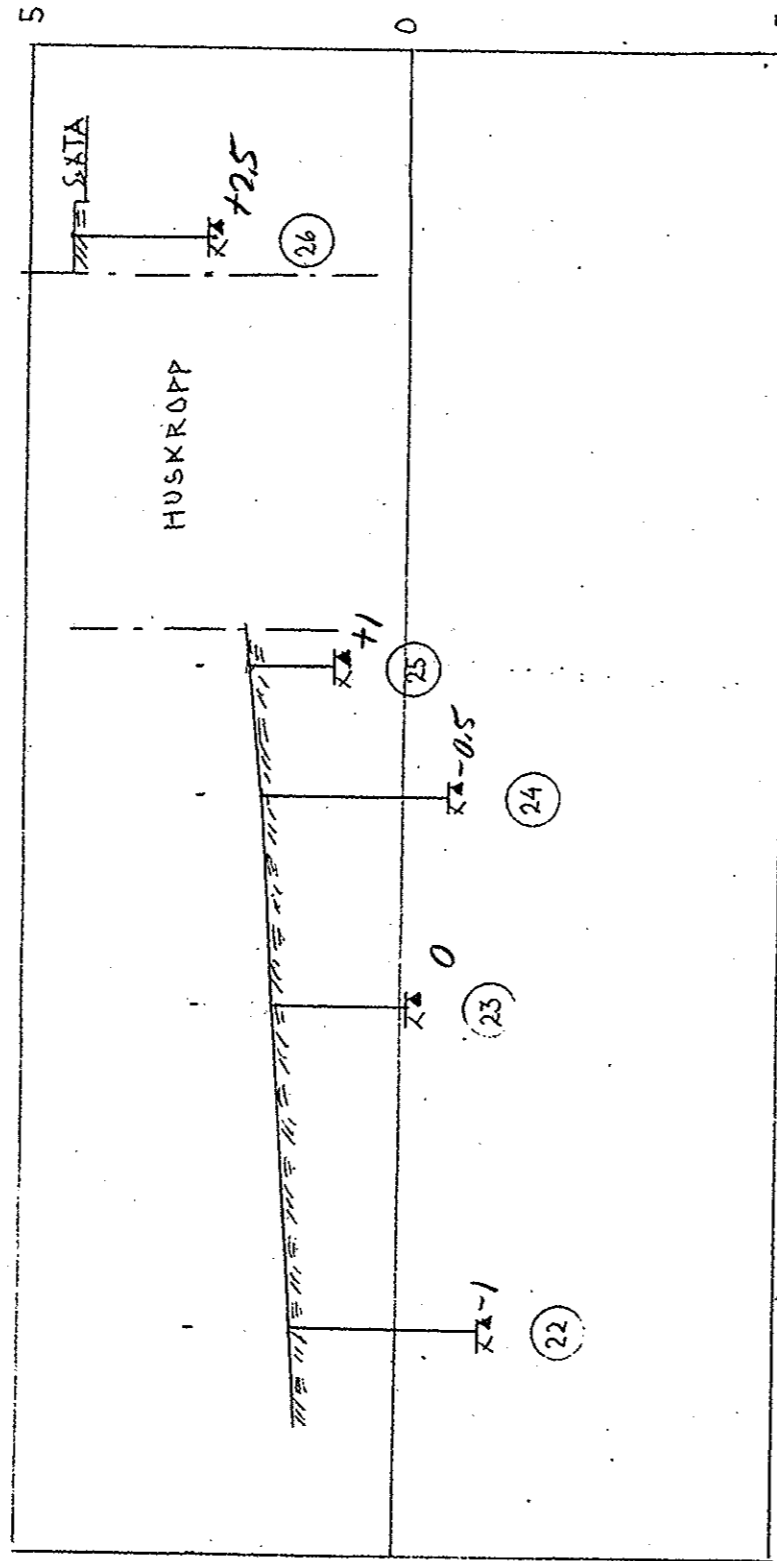
SEKTION G-G



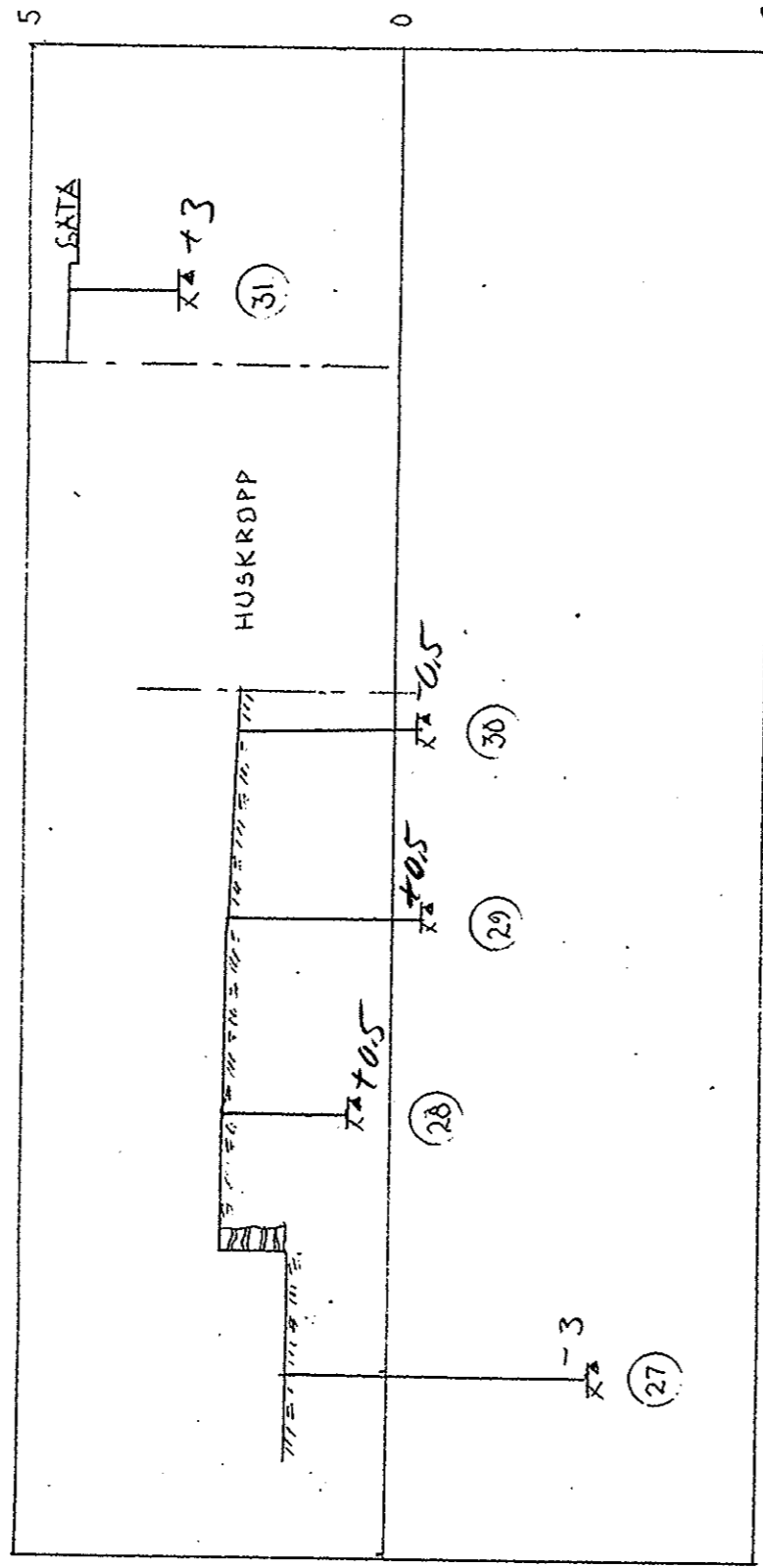
SEKTION D-D



SEKTION E-E



SEKTION F-F



HS B:s RIKSFÖRBUND
KONSTRUKTIONSAVDDELNINGEN
STOCKHOLM 18
BOX 18029

GEOTEKNISKA UTREDNINGAR

STRÖMSTAD

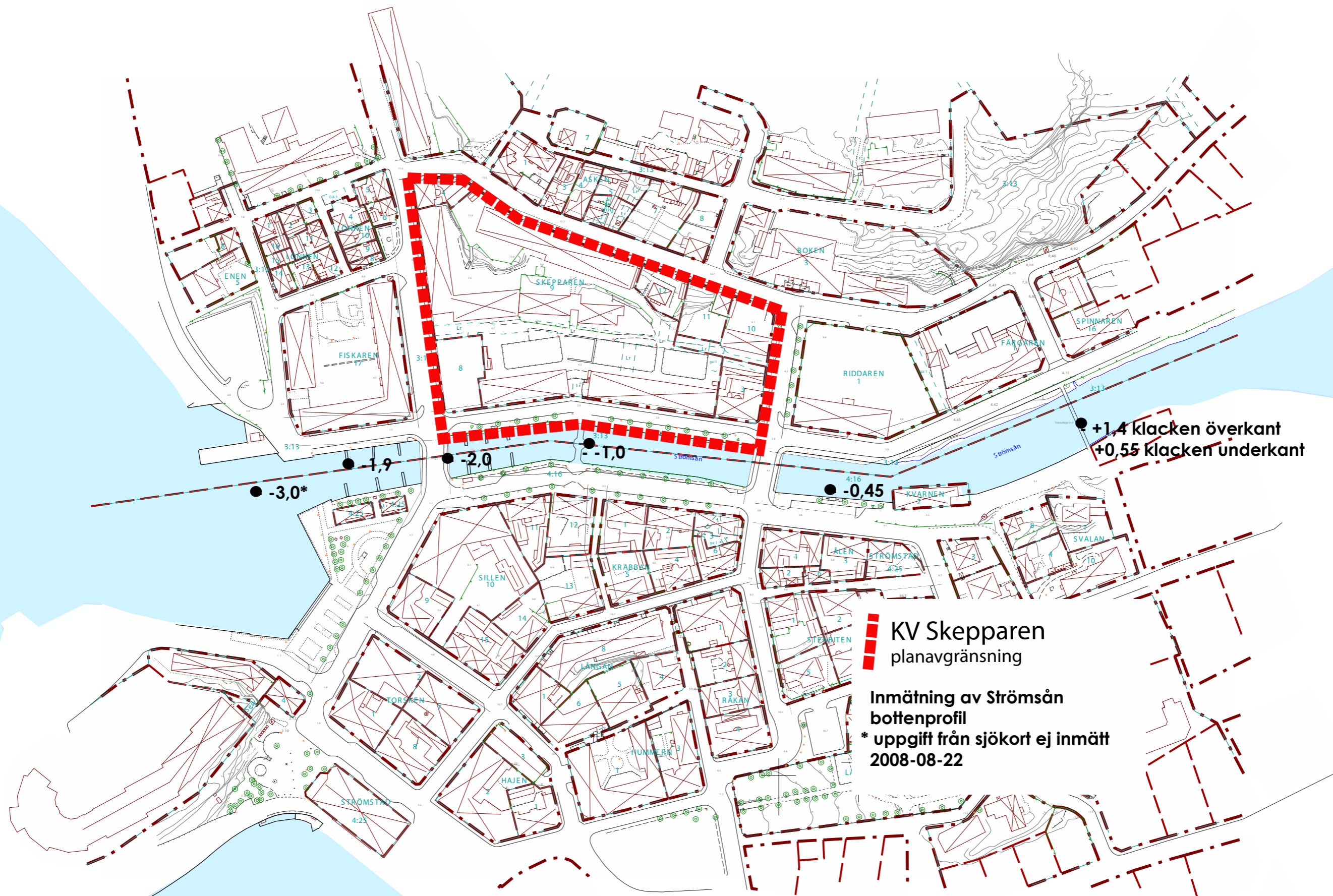
KVÄLEN

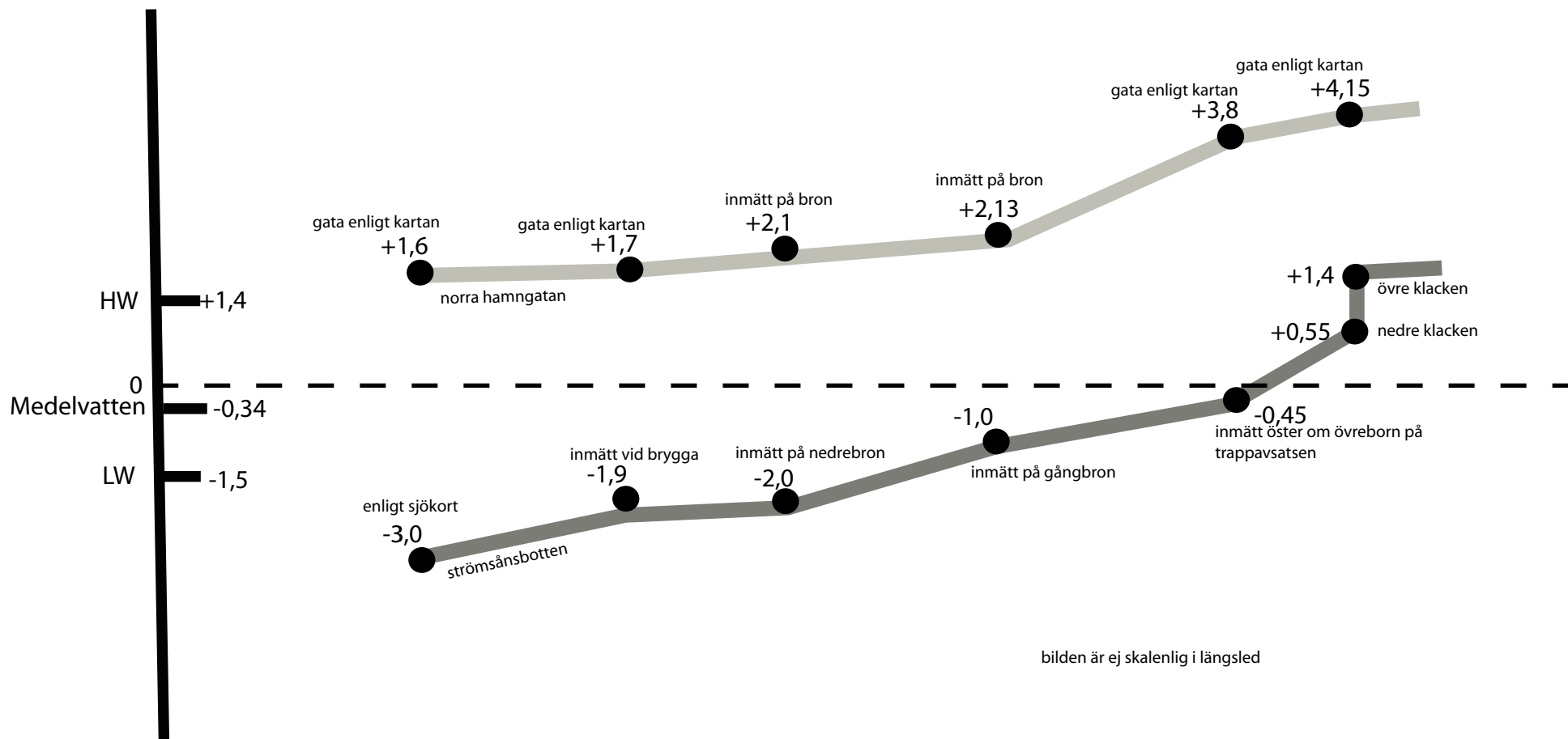
SEKTIONER A-HI F

Skaler: F100 och F1200

Stockholm den 6-3-62

M. Ögren





BILAGA 3

STABILITETSUTREDNING

1 ALLMÄNT

I denna bilaga redovisas underlag till stabilitetsberäkningarna och vald erforderlig säkerhetsfaktor för att bedöma stabiliteten utmed Strömsån. Beräkning av stabilitet har utförts för befintliga förhållanden och för detaljplan planerade byggnader. I övriga delar av planområdet bedöms stabiliteten tillfredsställande då det förekommer berg och flacka jordslänter, lasterna från befintliga byggnader har förts ner till berg och att lera inte förekommer i planområdet.

Läget för de analyserade sektionerna redovisas på plan i bilaga 1. Stabilitetsberäkningar har utförts i dränerade analys. Beräkningarna har utförts i datorprogrammet Slope/W, som är ett program som använder jämviktsteorier för att beräkna säkerhetsfaktorer mot skred i jordslänter. I analyserna har cirkulär-cylindriska glidytor beräknats med Morgenstern-Price's lamellmetod.

2 VAL AV MATERIALEGENSKAPER, GEOMETRI OCH LASTER

2.1 Materialegenskaper

Materialegenskaper har utvärderats utifrån i området tidigare utförda geotekniska fältundersökningar. För friktionsjord har materialegenskaperna (hållfasthet och densitet) valts enligt praxis (ATB Väg, Jords hållfasthet och deformationsegenskaper), utifrån viktsonderings- och slagborrsresultat samt jordprover klassificerade i fält (provgropar).

Antagna jordegenskaper redovisas i beräkningarna, se bilaga 3:2 – 3:4.

2.2 Geohydrologiska förhållanden

Då jorden består av friktionsjord antas att grundvattenytan med en liten gradient följer vattennivån i Strömsån. Nuvarande högsta högvattennivå (HHW), enligt uppgifter från Strömstads kommun är +1,38 och lägsta lågvatten (LLW) är -1,51. Dimensionerande grundvattentryck har i detta fall beräknats med en svag gradient ned mot lägsta lågvattennivån i ån.

2.3 Geometri och materialgränser

Geometri och materialgränser har bestämts utifrån de av kommunen avvägda bottennivåerna i Strömsån, samt utvärderade jordarter, lagertjocklekar och egenskaper från arkivmaterialets geotekniska undersökningar och broritning. Kajens konstruktion och geometri visas på foton i bilaga 3:1 och broritning. Den mest kritiska sektionen (A) där jorddjupet och Strömsåns bottendjup är som störst har analyserats. Vidare har även sektion (B) vid planerad nybyggnad analyserats. Båda sektionerna redovisas i bilaga 1. För att ta hänsyn till att det strömmande vattnet i Strömsån delvis har eroderat bort finmaterial längsmed kajen har beräkningar med lokala håligheter och påverkan av erosionen genomförts.

2.4 Laster

För hela kvarteret har lasterna från befintliga byggnader förts ner till berg. Laster från nya byggnader har antagits till 10 kPa per våningsplan. För vägar har utbredd last över vägbanan antagits till 20 kPa, enligt ATB Väg.

3 VAL AV ERFORDERLIGA SÄKERHETSFAKTORER

Analyserna och utförda undersökningar i utredningen har utförts enligt Skredkommissionens riktlinjer för en *detaljerad utredning*. I fall kontroll av stabiliteten sker för befintliga förhållanden så sker klassning för befintlig bebyggelse och vid kontroll för detaljplan så sker klassning för nyexploatering.

Tabell 3.1 Bedömning av gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar för sektion A.

<i>Förutsättning</i>	<i>Gynnsam</i>	<i>Ogynnsam</i>
1. Fältundersökningens innehåll och omfattning	Tätt sonderat och utförda provgropar under befintliga hus.	Glest sonderat intill kaj
2. Laboratorieundersökningens innehåll och omfattning		Litet antal undersökta prover
3. Släntens beständighet	Begränsande rörelser i kajen. Hänsyn har tagits till erosion i beräkningssektion.	Pågående erosion har medfört att finmaterial spolats bort och håligheter i murkaj uppstått.
4. Släntens geometri	Lägsta bottennivån avvägd och kontroll att vattendragets bottenprofilen är flack.	
5. Grundvatten- och portrycksförhållanden	Begränsade tryckvariationer	
6. Ytvattenförhållanden	Karakteristiska vattenstånd är kända. Väldränerat område	
7. Jordens egenskaper	Friktionsjordar	
8. Tidigare förändringar i slänten/kajen	Begränsade förändringar i kajen. Inga stjälpningstendenser i kajen.	
9. Nuvarande och förväntade verksamheter i området	Begränsad nyexploatering	
10. Konsekvens av ett ras	Begränsad utbredning av ras	Risk för stor ekonomisk skada
11. Analys- och beräkningsarbetets innehåll och omfattning	Tvådimensionell analys (resultat på säkra sidan)	

Området utgörs av friktionsjord och klassas som *nyexploatering och befintlig bebyggelse*. Tillfredställande stabilitet kan bedömas om säkerhetsfaktorn mot ras i dränerad analys är större än 1.3, ($F_{\phi} > 1.3$).

4 RESULTAT STABILITETS BERÄKNINGAR

Resultat från beräkningarna visar att stabiliteten utmed Strömsån och kajens lokalstabilitet är tillfredsställande både för befintliga förhållanden och i detaljplan planerad nybyggnation. Vidare visar resultaten (utan hänsyn tagen till partiell erosion) att stabiliteten även är tillfredsställande vid överslagsberäkningar.

Vid stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden, med och utan hänsyn till den partiellt pågående erosionen, erhöles säkerhetsfaktorerna, $F_{\phi}=1.3$ respektive $F_{\phi}=1.5$. Då erosionen troligen är mycket lokal är säkerheten högre med hänsyn till 3-dimensionella effekter. Vid kontroll av stabiliteten för det i detaljplanen planerade nybyggnationen av hörnhuset, ”Skepparen 8” erhöles en säkerhetsfaktor på $F_{\phi}=3.4$. Resultat från beräkningarna redovisas i bilaga 3:2-3:4 och sammanfattas i tabell 4.1.

Tabell 4.1 Beräknade säkerhetsfaktorer mot skred vid befintliga förhållanden, i detaljplan planerad nyexploatering och framtida lastrestriktioner.

<i>Sektion</i>	<i>Förhållanden</i>	<i>Beräknade lägsta säkerhetsfaktorer</i>	<i>Bilaga</i>
		F_{ϕ}	
Sektion A	Befintliga förhållanden u erosion	1,5	3:2
	Befintliga förhållanden m erosion	1,3	3:3
Sektion B	Planerad nybyggnation	3,4	3:4



Bild 1. Strömsån med murkaj österut



Bild 2. Strömsån med murkaj västerut



Detaljplan Kv Skepparen Strömstad
Sektion: A
Skede: Befintliga förhållanden utan ev erosion
Skala 1:200

File Name: Stabilitet Strömsån 1.gsz
Date: 2008-09-23
Method: Morgenstern-Price

Bilaga 3:2

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above Water Table: 20

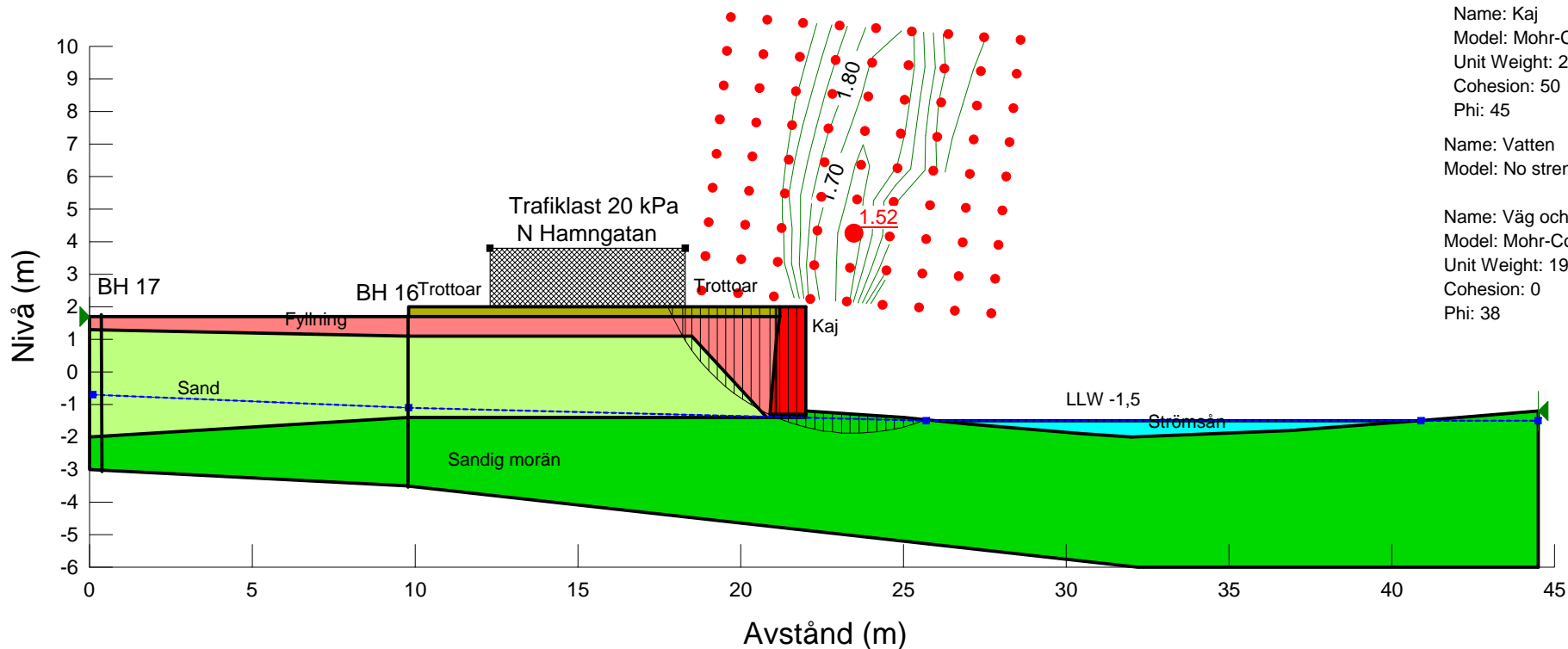
Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20
Cohesion: 0
Phi: 33
Unit Wt. Above Water Table: 18

Name: Sandig morän
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22
Cohesion: 0
Phi: 40
Unit Wt. Above Water Table: 19

Name: Kaj
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22
Cohesion: 50
Phi: 45

Name: Vatten
Model: No strength (e.g. Water)

Name: Väg och Gångbanor
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19
Cohesion: 0
Phi: 38





Bilaga 3:3

Detaljplan Kv Skepparen Strömstad
Sektion: A
Skede: Befintliga förhållanden
hänsyn tagen till erosion/hållighet
Skala 1:200

File Name: Stabilitet Strömsån 5.gsz
Date: 2008-09-23
Method: Morgenstern-Price

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above Water Table: 20

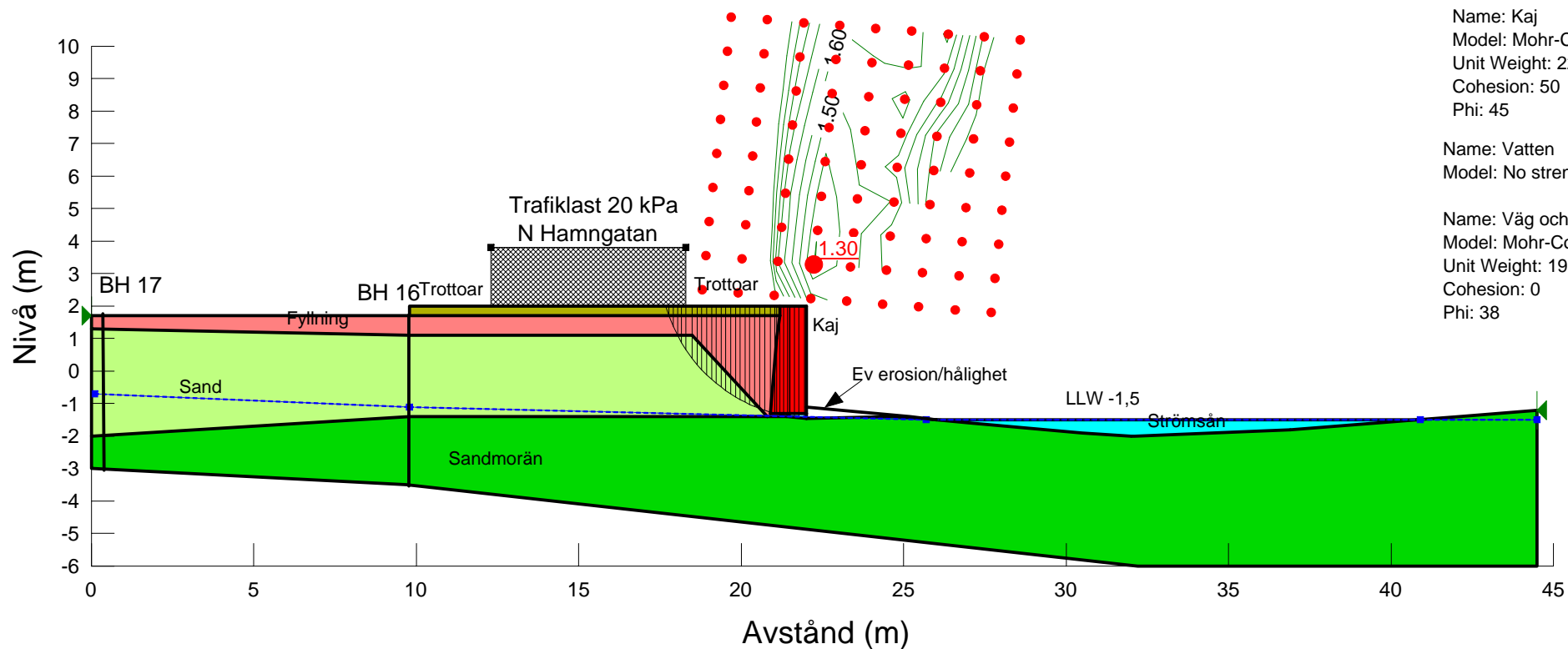
Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20
Cohesion: 0
Phi: 33
Unit Wt. Above Water Table: 18

Name: Sandmorän
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22
Cohesion: 0
Phi: 40
Unit Wt. Above Water Table: 19

Name: Kaj
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22
Cohesion: 50
Phi: 45

Name: Vatten
Model: No strength (e.g. Water)

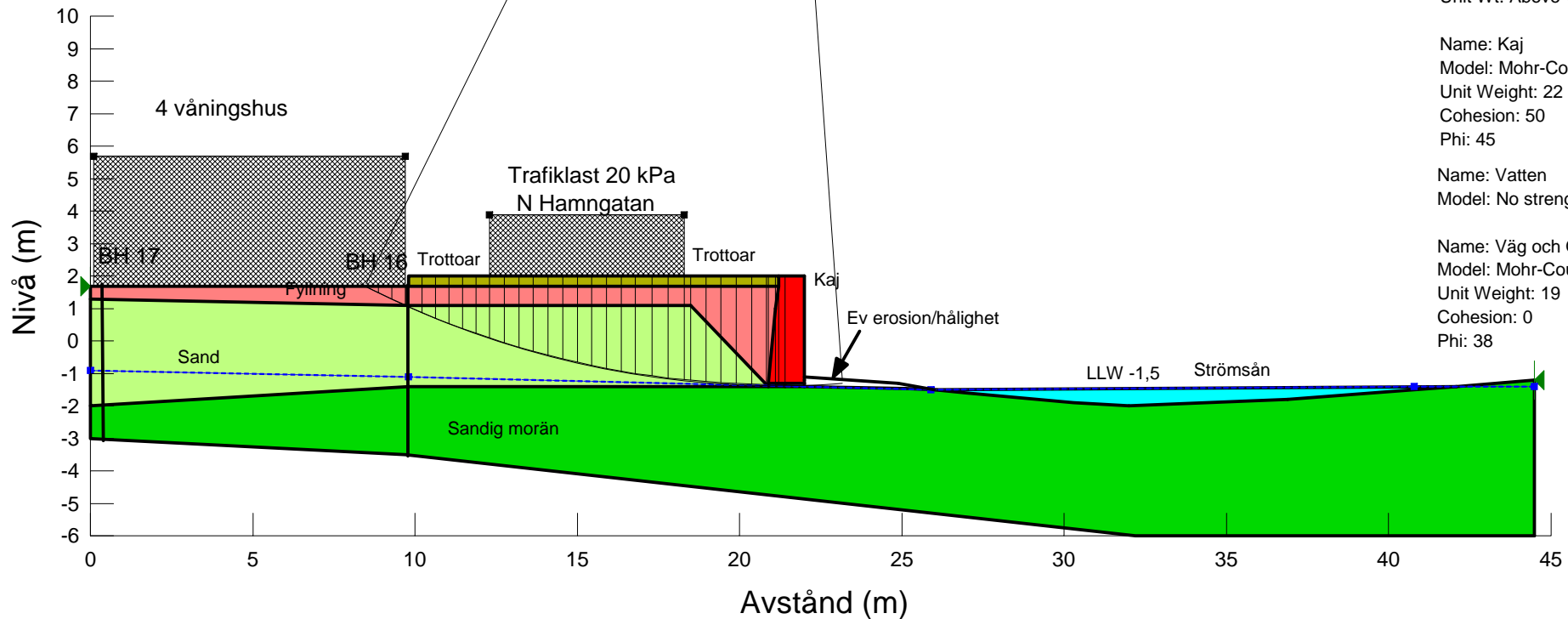
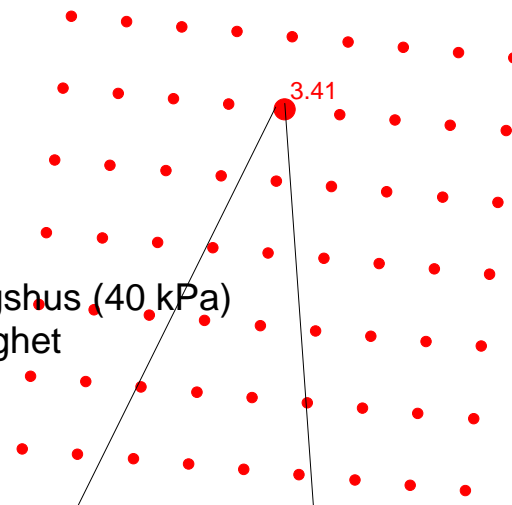
Name: Väg och Gångbanor
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19
Cohesion: 0
Phi: 38





Detaljplan Kv Skepparen Strömstad
Sektion: B
Skede: Framtida byggnation 4 våningshus (40 kPa)
med hänsyn till erosion/hålighet
Skala 1:200

File Name: Stabilitet Strömsån 2.gsz
Date: 2008-09-23
Method: Morgenstern-Price



Bilaga 3:4

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above Water Table: 20

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20
Cohesion: 0
Phi: 33
Unit Wt. Above Water Table: 18

Name: Sandig morän
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22
Cohesion: 0
Phi: 40
Unit Wt. Above Water Table: 19

Name: Kaj
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22
Cohesion: 50
Phi: 45

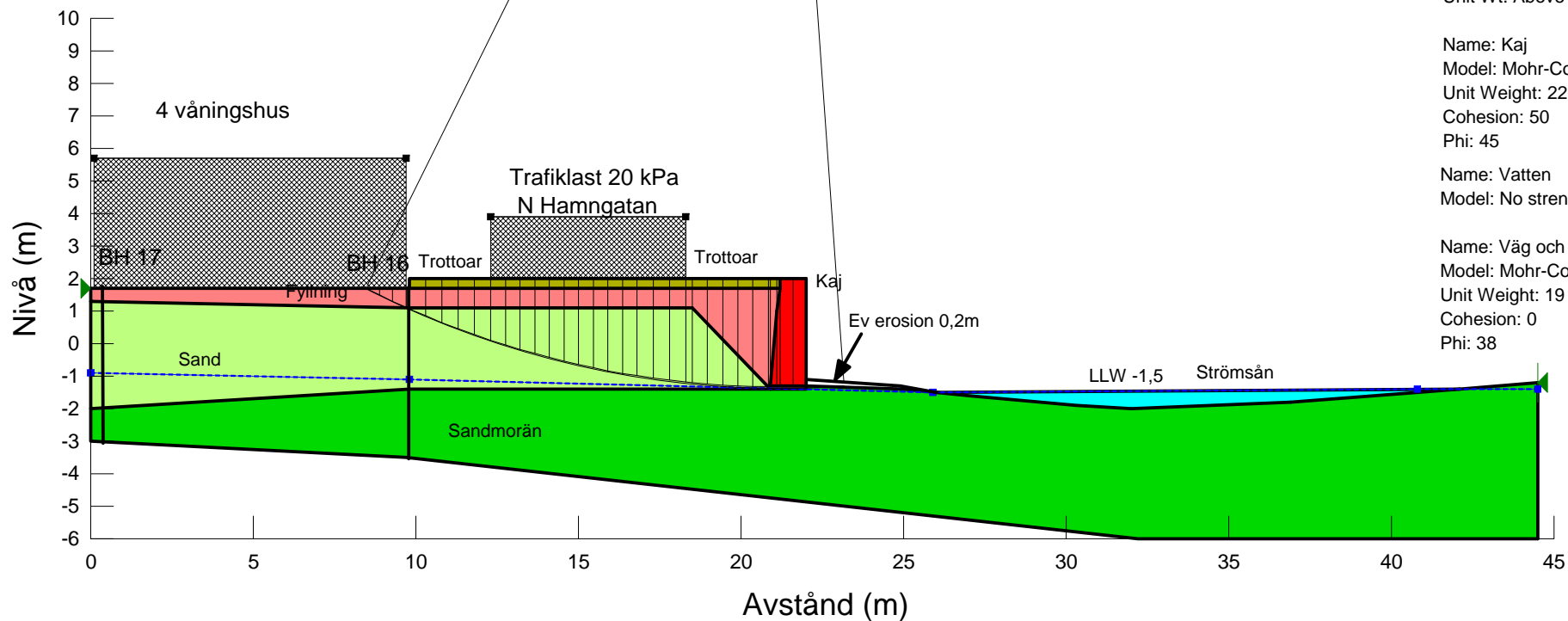
Name: Vatten
Model: No strength (e.g. Water)

Name: Väg och Gångbanor
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19
Cohesion: 0
Phi: 38



Detaljplan Kv Skepparen Strömstad
Sektion: B
Skede: Framtida byggnation 4 våningshus (40 kPa)
med hänsyn till erosion
Skala 1:200

File Name: Stabilitet Strömsån 2.gsz
Date: 2008-09-16
Method: Morgenstern-Price



Bilaga 3:5

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above Water Table: 20

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20
Cohesion: 0
Phi: 33
Unit Wt. Above Water Table: 18

Name: Sandmorän
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22
Cohesion: 0
Phi: 40
Unit Wt. Above Water Table: 19

Name: Kaj
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22
Cohesion: 50
Phi: 45
Name: Vatten
Model: No strength (e.g. Water)

Name: Väg och Gångbanor
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19
Cohesion: 0
Phi: 38

**Kv Skepparen
Strömstad****UTREDNING AV SKICKET HOS MURKAJ MOT STRÖMSÅN****1. ALLMÄNT**

I denna bilaga redovisas resultaten från en okulärbesiktning, inklusive vissa sonderingar under vattenytan, utförd av undertecknad 2008-09-12. Vattenståndet i havet avvek under besiktningen mindre än 100mm från MW. Vattenföringen i Strömsån betecknades av kommunens personal som måttlig, men inte utpräglad låg. Strömhastigheten var högst vid Norra Klevgatan, halverades ungefärligen vid gångbron och reducerades ytterligare avsevärt, under påverkan av havsytan, ner mot Surbrunnsgatan.

2. BESIKTNINGENS GENOMFÖRANDE

Murkajen längs hela kvarteret okulärbesiktigades och fotograferades, vid behov med kraftigt zoomobjektiv, från broar, träbryggor och från andra sidan av Strömsån. Vattendjupets variation längs kajen bestämdes, se bild 1, med en avvängningsstång. Bild 1 visar även var fotona i denna rapport tagits.

Vidare okulärbesiktigades murens undre delar i största åtkomliga omfattning på nära håll med hjälp av en grundgående, pråmliknande farkost som manövrerades med rep från åns båda sidor. Från farkosten söktes också under vattenytan efter eventuella hålrum mellan stenarna i muren. Därvid användes dels en böjlig stång av plast med ca 12mm diameter, dels en ca 300mm lång vinkelkonsol av trä fäst vid avvängningsstången.

3. MURKAJENS TILLKOMST OCH UTFÖRANDE

Murkajen har enligt Strömstads Museum tillkommit någon gång under tiden 1880-1905. Några ursprungliga ritningar eller andra dokument som tillförlitligt beskriver dess tvärsnittsmått och tekniska utformning har inte kunnat återfinnas och har sannolikt inte heller funnits.

Murkajen har sannolikt grundlagts på friktionsmaterial längs Strömsåns naturliga norra strand. Grundläggningsnivån förefaller i allmänhet överensstämma relativt väl med i denna rapport redovisad bottennivå, det vill säga ligga som djupast ca 1.0 m under dagens vattennivå och som grundast, i de partier där bankar av grus och sten förekommer framför muren, omkring vattennivån. Åns botten består i huvudsak av sten och grus, fraktioner som sannolikt dominerar även under murkajen. Eventuellt finkornigare ytligt friktionsmaterial har rimligtvis förts bort vid de årligen förekommande maximala flödena.

Murkajen har byggts av huggna block med relativt tunna, bruksfyllda fogar. Under och närmast över dagens vattenyta är dock dels blocken mindre väl huggna, dels fogarna icke bruksfyllda. De har sannolikt aldrig varit fyllda eftersom ofyllda fogar under vatten är vanligt förekommande i murverk av den aktuella åldern, av brist på beständigt bruksmaterial.

4. MURKAJENS ALLMÄNNA SKICK

Murverkets övre delar är fortfarande normalt i mycket gott skick, med en plan front som tecken på att några nämnvärda rörelser på grund av jordtryck inte inträffat. Mellan Norra Klevgatan och trappan finns ett något konvext parti, men där syns inga andra tecken på rörelser, vilket tyder på att formen är ursprunglig.

Fogarna i murens övre del är i allmänhet välfyllda och fria från sprickor som kan tyda på inbördes rörelser mellan blocken. Vissa färgskiftningar hos fogbruket förekommer, men de behöver inte betyda att omfogning skett. Några uppgifter om större underhållsarbeten under de senaste 40 åren har inte framkommit.

Närmast Surbrunnsgatan förekommer dock bruksbortfall i större omfattning i murverkets övre delar samt vissa fogsprickor som tyder på ojämna sättningar, se bild 2 och 3. Två möjliga orsaker till de rörelser som förefaller ha vållat skadorna är påverkan från den närliggande brons grundläggning och erosion under murkajen.

5. HÅLIGHETER I OCH UNDER MURENS NEDRE DELAR

Att håligheter förekommer vid foten av muren behöver inte med nödvändighet betyda att erosion inträffat. I öppna horisontella fogar mellan två skift av huggna stenar finns normalt tillräckligt stora kontaktytor. Öppna vertikala fogar med större eller mindre bredd, se bild 4, är som sådana av begränsad betydelse för murens bärlighet.

Allvarligt är däremot när djupa och långa horisontella spalter, se bild 5, påträffas under det nedre huggna stenskitet, som ursprungligen lagts ut på ett naturligt underlag som bedömts ha betryggande bärlighet. Om detta underlag för ett stenblock nu endast består av någon eller ett fåtal kvarvarande rundade stenar, så har bärligheten reducerats och risken för sättningar ökat. Erosion under enstaka stenblock leder dock endast till lokala skador så länge omkringliggande murpartier har stabilitetsreserver, men när erosionen nått en kritisk omfattning i längd och djup kan mer omfattande deformationer och ras inträffa.

Omfattningen av upptäckta håligheter redovisas i bild 1. Den allvarligaste undermineringen, vid trappan ca 50 m nedanför Norra Klevgatan, har redan orsakat avsevärda lokala sättningar och sprickor, se bild 6 och 7, Sprickorna runt det sjunkna blocket på bild 6 har lagats för länge sedan. Omfattningen av håligheter minskar uppströms och nedströms, se bild 8 och 9, med ökande avstånd till trappan. Vid bankarna har inte några nämnvärda håligheter kunnat iakttas.

Nedströms gångbron har håligheter som bedöms som allvarliga upptäckts från åkröken och ner till andra träbryggan. De sista ca 20m före Surbrunnsgatan var ej tillgängliga för undersökning från vattnet, men bild 2 och 10 gör sannolikt att liknande håligheter förekommer även där.

Det bör observeras att underminering konstaterats vid besiktning samma dag av liknande murar utanför det aktuella kvarteret, nämligen nedanför Surbrunnsgatan, nära övergången till spontkajen. Vidare har sättningar, sprickor och andra tecken på underminering noterats i muren söder om Strömsån, mellan gångbron och Surbrunnsgatan. Dessa skador redovisas i en särskild rapport, med ett antal foton..

6. FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER

Ovan har beskrivits hur håligheter av olika slag vid foten av murkajen påverkar dess funktion och säkerhet. Även håligheter som i sig själva är ofarliga kan öppna för vattenströmmar som med tiden skapar hålrum av allvarligt slag.

Det föreslås därför att alla håligheter i murens nedre del fylls med betong eller cementbruk. Arbetena utförs med fördel ovan vatten och bör därför ske vid minsta vattenföring i Strömsån och lågt havsvattenstånd, det vill säga under senvåren eller försommaren. Det kan inte med säkerhet bedömas om torrdräkt är tillräckligt på hela sträckan eller om dykutrustning krävs närmast Surbrunnsgatan. Vaksamt tillvaratagande av gynnsamma förhållanden är dock av stor betydelse för såväl tekniskt resultat som kostnad.

Inledningsvis tätas hålrummens öppningar mot Strömsån med betong av lämplig sammansättning och konsistens. Vid stora öppningar och vid öppningar under vattenytan är geotextilkuddar av olika längd, som fylls med betongpump, att föredra. Därefter injekteras cementbruk med lågt tryck bakom tätningarna, så att små och stora hålrum utfylls effektivt.

På grund av att botten i Strömsån, efter mer än 100 år med tämligen konstant utformning, är stabil mot erosion kommer en väl utförd tätning av hålrummen sannolikt att lösa erosionsproblemen för överskådlig framtid.

Efter att hålrummen tätats har ursprungliga eller bättre stabilitetsförhållanden för muren skapats. Underlag för beräkningsmässig kontroll av murkajens stjälpssäkerhet saknas dock, och kan inte tas fram till rimlig kostnad, eftersom murens tvärsnitt och underlag kan variera. Efter att de ursprungliga förhållandena återställts genom tätning av hålrum bedöms det dock tillräckligt att konstatera att muren stått utan stjälpningstendenser i mer än 100 år, att belastningarna inte ökat med tiden och att de inte heller kommer att tillåtas öka under detaljplanens livslängd.

Göteborg 2008-09-19
PROJEKTTEAMET AB

Urban Svensson

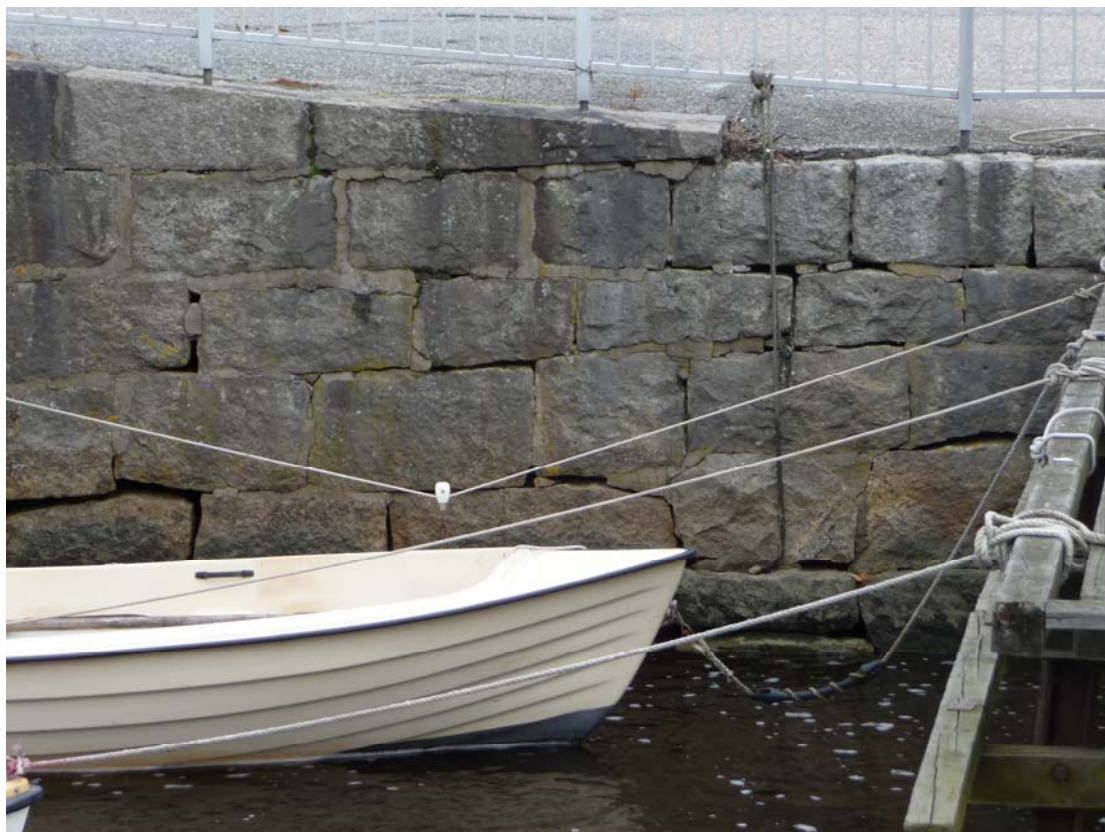


BILD 2. Skador närmast Surbrunnsgatan



BILD 3. Sättningsprickor



BILD 4. Vertikala spalter mellan block



BILD 5. Horisontella spalter under hugna block



BILD 6. Sjunkt block med lagade fogar vid trappa



BILD 7. Sättningsprickor vid trappa



BILD 8. Skador närmast nedströms trappa



BILD 9. Övre ändan av stenbank vid gångbron



BILD 10. Tecken på underminering vid småbåtsbryggor