



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R106:1979

**Terassbjälklag vatten-
isolerat med tätskikt av
rostfritt stål**

**Studie med avseende på
korrosion**

**Jörgen Degerbeck
Bengt Lindstrand**

Byggforskningen

TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FÖR VÄG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

R106:1979

TERASSBJÄLKLAG VATTENISOLERAT MED
TÄTSKIKT AV ROSTFRITT STÅL

Studie med avseende på korrosion

Jörgen Degerbeck
Bengt Lindstrand

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
740066-8 från Statens råd för byggnadsforskning
till Rostfria Tak AB, Fagersta.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R106:1979

ISBN 91-540-3089-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

INNEHÅLL

Förord		5
1.	SAMMANFATTNING	7
2.	INLEDNING	9
2.1	Allmänt	9
2.2	Myndigheters krav	11
2.2.1	Svensk byggnorm 1975	11
2.2.2	AMA 72	12
2.3	Stålbeteckningar	13
3.	TEKNISK BAKGRUND	15
3.1	Sömsvetsat rostfritt tätskikt	15
3.1.1	Montage av tätskikt	15
3.1.2	Kontroll av tätskikt	17
3.2	Tillämpade stålqualiteter	20
3.2.1	Begreppet rostfritt stål	20
3.2.2	Tillämpade materialrekommendationer	22
3.2.3	Ytutförande	22
3.3	Tillämpade terrassöverbyggnader	23
3.4	Korrosionsteori	25
3.4.1	Ståls korrosionsbeständighet	25
3.4.2	Punkt- och spaltkorrosion	26
3.5	Jord och korrosion i jord	28
3.6	Terrassöverbyggnadens korrosivitet	30
4.	AVHANDLING	33
4.1	Planering av försök	33
4.2	Provmaterial	34

	Sid	
4.2.1	Stål	34
4.2.2	Jord	35
4.2.3	Tillsatsmaterial för halkbekämpning	36
4.2.4	Tillsatsmaterial för ogräsbekämpning	37
4.3	Fältförsök	37
4.3.1	Förutsättningar	37
4.3.2	Terrassbjälklagets uppbyggnad	38
4.3.3	Exponering	44
4.3.3.1	Atmosfärs- och miljöförhållanden	44
4.3.3.2	Klorid tillförsel genom saltning	51
4.3.4	Uppgrävning och inspektion av terrassbjälklag	54
4.4	Laboratorieförsök	60
4.4.1	Långtidsförsök - rumstemperatur	60
4.4.2	Långtidsförsök - utomhus	61
4.4.3	Korttidsförsök	62
5.	RESULTAT OCH DISKUSSION	63
5.1	Fältförsök	63
5.1.1	Tätskikt	70
5.1.2	Ståndskivor	71
5.2	Laboratorieförsök	73
5.2.1	Långtidsförsök - rumstemperatur	73
5.2.1.1	Skadornas läge	73
5.2.1.2	Jord	73
5.2.1.3	Kloridhalt	75
5.2.1.4	Stålkvalitet	75
5.2.2	Långtidsförsök - utomhus	76
5.2.3	Korttidsförsök	76
5.3	Laboratorieförsök - kontra fältförsök	78
6.	SLUTSATS	79
7.	LITTERATURFÖRTECKNING	81

Förord

Rapporten avser att redogöra för fält- och laboratorieförsök genomförda under arbetsnamnet, Tätskikt av rostfritt stål i gårds- och terrassbjälklag "Studie med avseende på korrosion", vilket finansierats av Statens Råd för Byggnadsforskning genom anslag 740066-8 P 35, Fagersta AB och Rostfria Tak AB.

Laboratorieförsöken har utförts vid Stålforskningen i Fagersta AB.

De praktiska simuleringsförsöken har utförts vid två speciellt för försöket uppförda bjälklag vid Rostfria Tak AB i Fagersta.

Vår förhoppning är att utförda studier och presenterade slutsatser ger sådan översikt över möjligheterna för rostfritt ståls användning som tätskikt i terrassbjälklag, att denna rapport direkt skall kunna användas vid projektering och konstruktionsarbete av praktiskt verk samma arkitekter och ingenjörer.

Till Lars Troselius, (numera anställd vid Statens Vattenfallsverk) som deltog vid projektets planerande och start samt till alla dem som på olika sätt medverkat till genomförandet av projektet, vill vi här framföra vårt tack.

Fagersta i maj 1979

Bengt Lindstrand

Jörgen Degerbeck

1. SAMMANFATTNING

Målet med denna undersökning har varit att undersöka rostfritt ståls möjligheter för tillämpning som tätskikt i terrassbjälklag, ange rekommendationer för val av rostfri materialkvalitet samt överbyggnadskonstruktion.

Med terrassbjälklag avses, trafikerade tak mot det fria t ex altaner och gårdsbjälklag.

Terrassbjälklag förses oftast med en överbyggnad exempelvis dräneringsgrus, asfaltbeläggning, plantering, gräsmatta eller liknande. Överbyggnaden läggs direkt på tätskiktet (vattenisoleringen), som här utgörs av sömsvetsad rostfri plåt.

Tätskikt av rostfri plåt sömsvetsas samman i ståndfalsar. Ett svetsat tätskikt ger absolut vattentäthet och det kan läggas helt horisontellt.

Det rostfria tätskiktets hårdighet mot punkt- och spaltkorrosion - de enda förväntade korrosionstyperna i terrassmiljö - har testats i såväl laboratorieförsök som fältförsök.

Stålet som provades härrörde från produktionschager och utgjordes av bandmaterial i släckglödgat och betat tillstånd.

Följande stålqualiteter provades:

R 350	(SS 142333)
R 440	(SS 142343)
R 249	(SS 142326)
R 840	(SS 142562)

Som överbyggnadsmaterial närmast ovanpå plåten användes fyra olika jordar; singel, grus, matjord och lera. I överbyggnaden användes dessutom torv, värmeisolering (mineralull - stenull) och finkornsspärr typ fiberduk.

Vid fältförsöken som utfördes i två åtskilda terrassbjälklag tillsattes i det ena bjälklaget klorider genom saltning (simulerad halkbekämpning).

Inte i något av försöken har allmänkorrosion erhållits. Endast punkt- och spaltkorrosionsskador har uppträtt, vilket också var förväntat.

I de icke saltade försöken har inga korrosions-skador erhållits. Värt att notera är att överbyggnad bestående av såväl lera som jord lagd direkt på tätskiktet icke givit upphov till korrosionsskador på någon av de testade materialkvaliteterna. Detta gäller såväl horisontella ytor som vertikala ytor (ståndskivor).

I de saltade försöken har punkt- och spaltkorrosion erhållits, speciellt på de lägre legerade stålen. Den vertikala ytan (ståndskivan) är mer utsatt än den horisontella ytan.

Av undersökningen och med erfarenhet av att saltning, i halkbekämpningssyfte, kan förekomma på gångytor dras slutsatsen att:

- till horisontella ytor krävs ett stål av lägst kvalitet R 440 (SS 142343)

Kvalitet R 249 (SS 142326) bedöms likvärdig med kvalitet R 440.
- till ståndskivor krävs ett högre legerat stål. Företrädesvis väljes R 840 (SS 142562) ev kan R 471 (17 Cr - 14.5 Ni - 4.5 Mo) väljas.

Närmast ovanpå det rostfria tätskiktet skall alltid ett grovt dräneringsgrus användas, kornstorlek 16-32 mm (naturrundat). Tjockleken, höjden på dräneringslagret skall utföras efter Hus AMA:s föreskrifter.

Användes ytterligare överbyggnadsmaterial ovanpå dräneringslagret skall alltid en fin-kornsspärr av typ fiberduk inläggas direkt ovanpå dräneringslagret i syfte att förhindra grus, jord, lera etc att tränga ned i dräneringslagret och sätta igen detta samt att förhindra nedträngning till plåten (tätskiktet).

2. INLEDNING

2.1 Allmänt

Föreliggande rapport redogör för fält- och laboratorieförsök som utförts avseende tät-skikt av rostfritt stål i terrassbjälklag "Studie med avseende på korrosion".

Tätskikt definieras såsom, skikt bestående av ett eller flera material, vars uppgift är att förhindra vatten (i form av vätska eller ånga) att tränga in i byggnadskonstruktion.

Med terrassbjälklag avses, trafikerade tak mot det fria t ex altaner och gårdsbjälklag.

Terrassbjälklag byggs i allt större omfattning. De uppförs ofta i anslutning till större bostadsområden. Stomsystem och konstruktion har varit mycket skiftande, bjälklaget byggs av platsgjuten betong eller förtillverkade betongelement. Bjälklagen utförs med eller utan vattenisolering (tätskikt).

Terrassbjälklag förses oftast med en överbyggnad exempelvis dräneringsgrus, asfaltbeläggning, gräsmatta, plantering o dyl. Överbyggnaden läggs direkt på bjälklaget eller dess vattenisolering då sådan finns.

Det har efterhand konstaterats en stor skadefrekvens vid terrassbjälklag. Sprickbildning i betongbjälklaget medför vattenläckage. Läckage sker också i gjutfogar och dilfogar.

Tillgång till utredningar och litteratur avseende terrassbjälklag är knapphändig. Vid Chalmers Tekniska Högskola har som examensarbete en skadeinventering utförts och dokumenterats "Skador på parkeringsdäck. Inventering, orsak till skador och förslag till åtgärder". [1]

Läckage genom bjälklaget i sprickor, gjutfogar och dilfogar kan avhjälpas genom s k vattenisolering, d v s ett tätskikt placeras närmast ovanpå bjälklaget.

Material som användes till vattenisolering i terrassbjälklag är rostfri plåt, gjutasfalt, asfaltpapp, gummimatta, folie av plast m m.

Rostfria Tak AB har i Sverige sedan mitten av 1960-talet utfört vattenisolering av terrassbjälklag med tätskikt av rostfri sömsvetsad plåt. Totalt har utförts ca 75 st terrassbjälklag med rostfritt tätskikt.

Tätskikt av rostfri sömsvetsad plåt läggs direkt ovanpå bjälklaget och uppdrages fritt intill väggar och hinder utan att infästas till underlaget. Vid de normalt förekommande rörelserna i bjälklaget kommer därmed det rostfria tätskiktet att röra sig fritt i förhållande till bjälklaget och risk för sprickbildning i tätskiktet på grund av bjälklagets rörelser föreligger ej och därmed ej heller läckageproblem till följd därav.

Tätskikt av rostfri plåt sömsvetsas samman i ståndfalsar. Ett svetsat tätskikt ger absolut vattentätthet och det kan läggas helt horisontellt.

Stor erfarenhet och omfattande litteratur finns beträffande rostfritt ståls korrosionsbeständighet i atmosfären, i vatten och mot olika kemikalier, dock är rostfria ståls egenskaper i jordar relativt lite studerat. Dokumentation avseende rostfria ståls egenskaper i jordar som här avses (överbyggnadsmaterial i terrassbjälklag) d v s ej naturligt skiktade, har ej upphittats.

Hittillsvarande materialrekommendation har grundats på erfarenheter från korrosionsförsök i naturligt skiktade jordar samt att miljöbetingelserna i terrassbjälklag bedömts grovt likvärdiga de atmosfäriska. Därför har vid bestämmande av materialkvalitet för rostfritt tätskikt i terrassbjälklag tillämpats de erfarenheter som finns och de rekommendationer som ståltillverkarna lämnar för rostfritt ståls användning i atmosfären. Vanligen har austenitiska rostfria stål av typ SS 142333 eller SS 142343 använts som tätskikt.

Vid två terrassbjälklag med rostfritt tätskikt utförda efter år 1970 har efter endast 1 års användning korrosionsskador i icke ringa omfattning uppstått. Skadorna har varit lokaliserade till såväl horisontella ytor (bjälklagsytor) som till vertikala ytor (ståndskivor). Omfattande utredning beträffande orsaken till skadornas uppkomst utfördes utan att orsaken helt klart kunnat fastställas.

Det kunde konstateras att dräneringsskiktet på ett flertal ställen hade uppblandats med jord och lera som låg direkt på plåten. Dessutom framkom vissa indicier på att tvättning av tegelfasader med saltsyra på intilliggande huskroppar förekommit. Detta kan vara direkt orsak till uppkomsten av skadorna vid ett av projekten.

Gemensamt för båda de skadade projekten är, att man har kunnat påvisa närvaro av klorider.

För att närmare studera rostfritt stål i jord beslöts att praktiskt och laboriemässigt genomföra ett projekt där den rostfria plåtens egenskaper och förutsättningar som tätskikt i terrassbjälklag kunde utvärderas.

Målsättningen för projektet blev att med avseende på korrosion studera det rostfria tätskiktet med olika överbyggnader och om möjligt utvärdera egenskaperna för stålet i jord, ange kvalitativa krav och överbyggnadskonstruktion.

2.2 Myndigheters krav

För myndigheters krav avseende byggnation redogörs i Svensk Byggnorm, som utges av Statens Planverk.

Svensk Byggnorm 1975 innehåller föreskrifter, råd och anvisningar för byggnadsväsendet utfärdade med stöd av 76 § byggnadsstadgan. Från dessa krav kan icke avvika utan medgivande av vederbörande myndighet.

För tillämpade utförandeformer redogörs i Hus AMA.

Hus AMA-72 "Allmän material- och arbetsbeskrivning för husbyggnadsarbeten" är icke någon lag utfärdad av myndighet, den är en mellan de olika intressenterna överkommen dokumentation av tillämpade utförandeformer, som har sådan förankring inom byggnadsväsendet att den måste omnämnas här.

2.2.1 Svensk Byggnorm 1975

Svensk Byggnorm kap. 32 behandlar fukt- och vattenisolering. Kraven baserar sig på 46 och 48 §§ byggnadsstadgan och avser att tillgodose att byggnaden bereder tillfredsställande skydd mot fukt.

Allmänt föreskrivs att

- "I byggnad ingående utrymmen skyddas i tillfredsställande grad mot fukt och vatten. Härvid tas hänsyn till förekommande påverkan av nederbörd, markfukt, ytvatten, förbrukningsvatten och luftens innehåll av vattenånga".
- "Byggnadens olika delar utformas så, att de i tillfredsställande grad motstår förekommande fuktangrepp. De anordnas därjämte så, att byggfukt inom rimlig tid kan torka ut så mycket att byggnadsdelarna får lämplig fukthalt med hänsyn till funktion och beständighet".

För taktäckning och vattenisolering föreskrivs bl a att

- "Taktäckning och vattenisolering anordnas så att den bereder varaktigt skydd mot regn, smältvatten och yrsnö. Den skall läggas i tillräcklig och efter beläggningsmaterial avpassad lutning. Yttertak med lägre lutning än 1:40 samt altaner och gårdsbjälklag förses med vattentät taktäckning eller vattentätt isoleringsskikt".
- "Yttertak, altaner och gårdsbjälklag förses med tillförlitliga anordningar för avledning av regn- och smältvatten. Om risk för skador föreligger till följd av is-tappsbildning eller igenfrysning av avloppen, förses taken med invändiga avlopp".

Enligt Svensk Byggnorm godtas, för horisontella tak (lutning $< 1:40$), altaner och gårdsbjälklag tätskikt som har påvisats ge varaktig täthet med hänsyn till mekanisk påverkan, rörelse i underlaget, bestrålning av ultraviolett ljus och förekommande kemiska angrepp.

2.2.2

AMA-72

Byggandets Samordning BSAB utger AMA-72, vilken är avsedd att tjäna som underlag vid upprättande av beskrivningar och syftar till att förenkla arbetet med att formulera beställarens krav på kvalitet hos den färdiga produkten och dess olika delar. AMA finns områdesuppdelad, Hus AMA, Mark AMA m fl.

Lagar och samhälleliga normer av olika slag, vilka uttrycker samhällets krav, gäller generellt och har endast undantagsvis nämnts i AMA.

Hus AMA innehåller allmänna material- och arbetsbeskrivningar för husbyggnadsarbeten. I kapitel M beskrivs tätskikt av plan plåt, rostfri plåt beskrivs i M3.

Mark AMA innehåller allmänna föreskrifter för markarbeten. I kapitel C7 behandlas dränering, och i kapitel D behandlas överbyggnader.

2.3

Stålbeteckningar

Många beteckningar för rostfria stål finns. Olika länder och företag har sina egna beteckningar.

I denna rapport har Fagersta AB:s stålbeteckningar använts och därför har i tabell 1 presenterats en jämförelse avseende stålbeteckningarna Fagersta, Svensk standard (SS, tidigare SIS) samt Amerikansk standard (AISI).

Ståltyp	Fagersta	SS	AISI
18Cr 9Ni	R 350	142333(2333)	304
17Cr-12Ni- 2.5Mo	R 440	142343(2343)	316
18Cr-2Mo-Ti	R 249	142326(2326)	-
18Cr-Ti	R 259	-	-
20Cr-25Ni- 4.5Mo-1.5Cu	R 840	142562(2562)	-

Tabell 1. Jämförelsetabell, rostfritt stål

3. TEKNISK BAKGRUND

3.1 Sömsvetsat rostfritt tätskikt

Rostfritt stål är starkt, segt och formbart. Detta är egenskaper som tillsammans med god korrosionshårdighet och svetsbarhet utgör intressanta egenskaper för ett konstruktionsmaterial avsett att användas som tätskikt.

Tätskikt utfört av sömsvetsad rostfri plåt är en relativt ny produkt. Det är inte mer än 15 år sedan man uppfann en lätt, enkel svetsmaskin som kunde svetsa samman rostfria plåtband med stående falser till ett tätt skikt. Svetsmaskinen förändrade plåtslagarnas arbete och gav dem en teknik i tiden.

Tätskiktet utförs som en konventionell bandtäckning som dessutom sömsvetsas i ståndfalsen. Svetsen ger absolut täthet och metallisk förbindning i ståndfalsen.

Tekniken sömsvetsad bandtäckning används därför med fördel vid fuktisolering av terrassbjälklag eftersom man med denna metod snabbt kan åstadkomma ett vattentätt skikt.

Vattenisolering i terrassbjälklag utförd med tätskikt av rostfri sömsvetsad plåt har förekommit sedan mitten av 1960-talet.

Totalt har utförts ca 75 terrassbjälklag med rostfritt tätskikt.

Fig. 1 visar rostfritt tätskikt monterat på bjälklag och Fig. 2 samma bjälklag efter att terrassöverbyggnaden påförts.

3.1.1 Montage av tätskikt

Bjälklaget skall vara brädrivet, ytan avdragen och därefter slätbehandlad med rivbräda. Innan tätskiktet monteras skall ytan vara finsopad.

Tätskiktet läggs direkt ovanpå underlaget - bjälklaget eller på bjälklaget liggande isolering - utan infästning (klamring) till bjälklaget samt uppdrages fritt intill väggar och hinder.

Härigenom kan tätskiktet röra sig fritt i förhållande till bjälklaget, risk för sprickbildning i tätskiktet på grund av bjälklagsrörelser föreligger ej och därmed ej heller läckageproblem till följd därav.

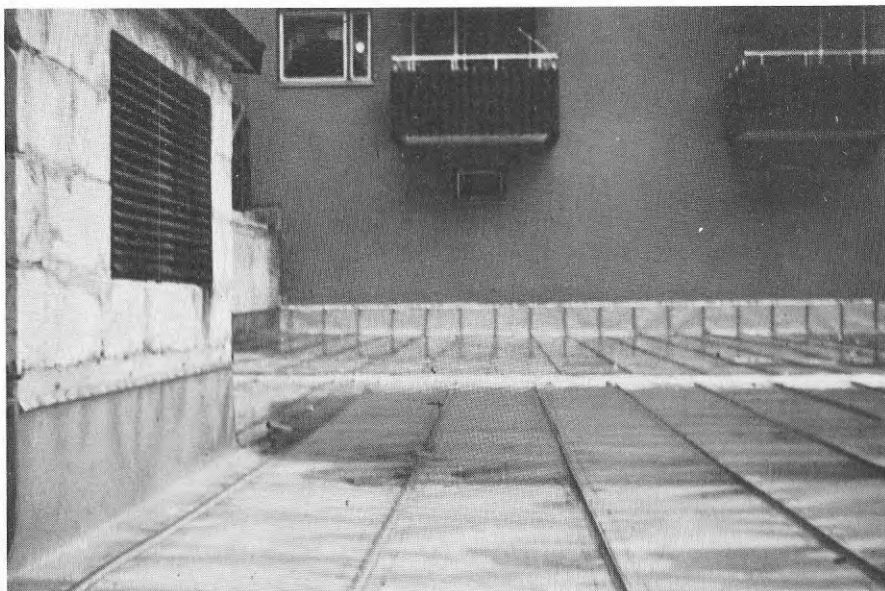


Fig. 1 Rostfritt tätskikt monterat på terrassbjälklag.
Projekt Stockholm, Kv. Bunge



Fig. 2 Färdigställt terrassbjälklag med överbyggnad.
Projekt Stockholm, Kv. Bunge

Tättskiktet hålles på plats av terrassöverbyggnaden.

Utgångsmaterialet, den rostfria plåten, levereras direkt till byggarbetsplatsen. Plåten levereras i bandringar som lyfts upp till montagenivå. Varje ring innehåller ca 170 lm och väger ca 200 kg.

Vanligtvis har använts 0,3 mm tjock plåt. Där risk för mekanisk åverkan bedömts stor, har rekommenderats 0,4 mm tjock plåt.

Bandbredden hos utgångsmaterialet är 650 mm, efter falsupptagning 600 mm.

I en falsupptagningsmaskin, Fig. 3, förses plåtbanden med 90° stående falsar. Banden avklippas till den längd som önskas och placeras därefter på underlaget utan att infästas till detta.

Nästa band inpassas och fixeras fals mot fals. Därefter svetsas banden samman i falsen med den automatiska sömsvetsmaskinen, Fig. 4.

När sömsvetsningen är utförd körs takfalsmaskinen längs falsen, Fig. 5. Därvid utförs en enkelfalsning för att eliminera skarpa kanter, samtidigt sträcks svetsfogen. Ståndfals, se Fig. 6.

För närmare studie av det plättekniska utförandet hänvisas till Rostfria Tak's handbok.

3.1.2 Kontroll av tättskikt

Det sömsvetsade rostfria tättskiktet kontrolleras alltid efter montage. Kontrollmetod bestämmas från fall till fall. Kontroll kan utföras genom okulärbesiktning och/eller vattentryckprovning.

Okulärbesiktning utförs tillsammans med kontrollant.

Prov med vattentryck utförs enligt HUS-AMA 72, Kap. L, Klass 31 som föreskriver ett tryck av 250 mm vattenpelare under en tid av tre dygn. Ingen vattengenomträngning får förekomma.

Provningsprotokoll skall upprättas och godkännas.

Vattentryckprovning av tättskikt, se Fig. 7.



Fig. 3 Falsupptagning

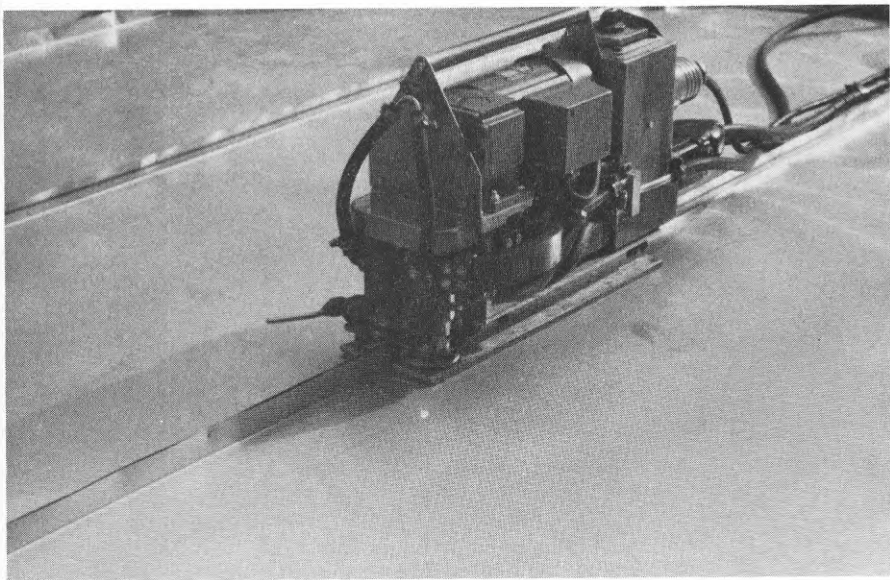


Fig. 4 Sömsvetsning av ståndfals

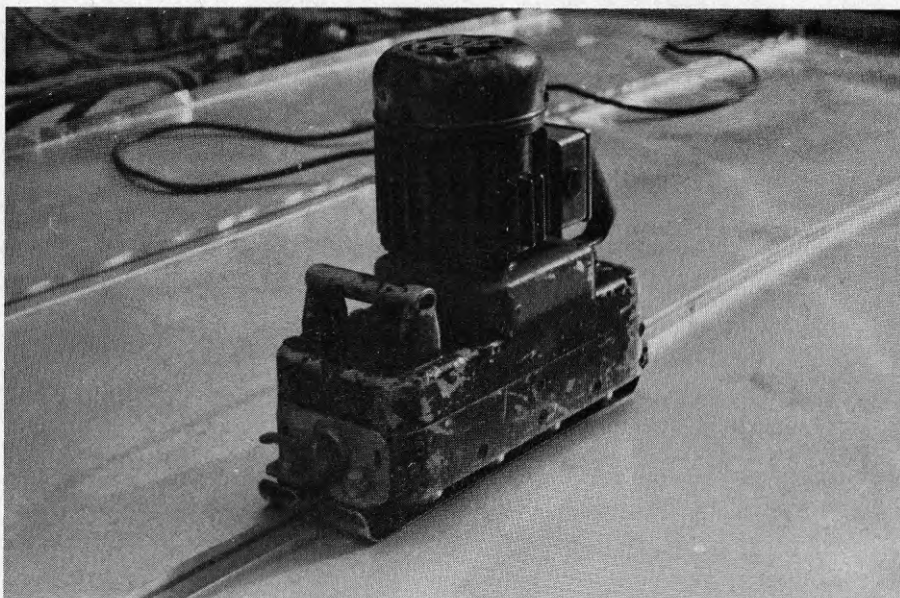


Fig. 5 Enkelfalsning med takfalsmaskin

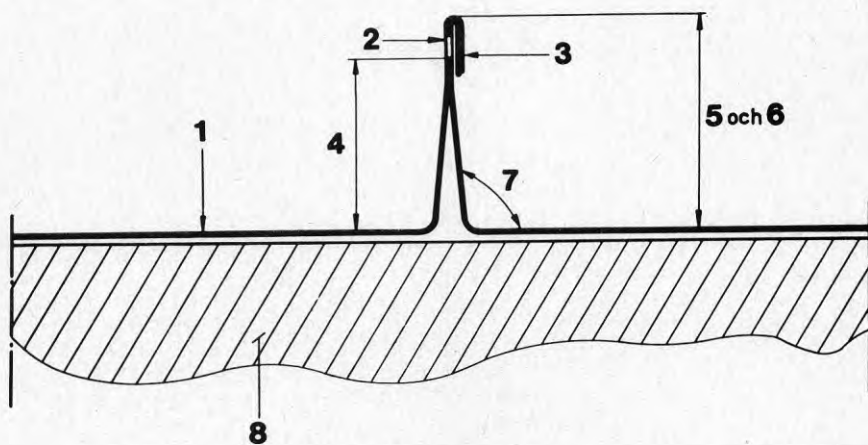


Fig. 6 Ståndfals

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| 1. Rostfri bandplåt | 5. Falshöjd före enkel- |
| 2. Kontinuerlig söm- | falsning ca 28 mm |
| svets | 6. Falshöjd efter enkel- |
| 3. Enkelfals | falsning ca 20 mm |
| 4. Höjd till under- | 7. Falsupptagning 90°, |
| kant svets | återfjädring ca 2 mm |
| | 8. Bärande del ex.vis |
| | betongbjälklag |



Fig. 7 Kontroll av rostfritt tätskikt genom vattentryckprovning
Projekt Huddinge, Wårby gård

3.2 Tillämpade stålqualiteter

3.2.1 Begreppet rostfritt stål

Rostfritt stål är inget entydigt begrepp, snarare en beteckning för ett flertal ståltyper med mycket varierande sammansättning och som genom lämpliga legeringstillsatser ger hög korrosionsresistens i förhållande till andra ståltyper.

Gemensamt för alla rostfria stål är emellertid att de är legerade med ca 12 % krom eller mer. Korrosionhärdigheten beror främst av den höga kromhalten som gör att stålen passiveras i oxiderande miljö, t ex när de exponeras i luft.

Passiviteten beror på att en tunn, tät och för blotta ögat osynlig oxid bildas på stålytan. Den skyddande oxiden besitter den för korrosionsbeständigheten väsentliga egenskapen att självläka under oxiderande betingelser. Om ytskiktet på något sätt skadas

t ex genom mekanisk åverkan, nybildas oxiden på det skadade stället av syret i omgivande luft, vatten eller av annat oxidationsmedel.

Olika typer av rostfritt stål har vitt skilda egenskaper avseende bl a hållfasthet, termiska och magnetiska egenskaper, svetsbarhet och formbarhet. Dessa bestäms i huvudsak av stå- lens sammansättning och struktur.

Legeringsämnenen inverkar på olika sätt på stålets struktur och denna är i sin tur av största betydelse för de mekaniska och fysikaliska egenskaperna och även för graden av korrosionsresistens. Det är därför naturligt att låta just strukturen tjäna som grund för indelning av de rostfria stålerna i olika grupper.

Man skiljer på tre huvudgrupper:

- Ferritiska stål
- Martensitiska stål
- Austenitiska stål

Redan med tanke på formbarheten utkristalliserar två lämpliga typer av rostfritt stål för ändamålet. Det är lågkolhaltiga stål av ferritisk eller austenitisk typ. Eftersom både svetsbarhet och korrosionsbeständighet hitintills varit bättre hos austenitiska rostfria stål än hos ferritiska, har det varit naturligt att till tätskikt välja austenitiskt stål. I dag bör man även beakta de nyutvecklade ferritiska rostfria kvaliteterna.

De för terrassbjälklagsisolering vanligast använda stålsorterna är R 350 och R 440, vilka båda är s k austenitiska rostfria stål. Austenitiska stål är omagnetiska.

Stål R 350 är ett s k 18/8-stål (vanligt rostfritt crom-nickel stål) och stål R 440 ett s k syrafast stål (ett crom-nickel stål med tillsats av molybden).

Vid något enstaka senare projekt har använts ett tämligen nyutvecklat ferritiskt stål Fagersta beteckning R 249 (SS 2326) och stål med Fagersta beteckning R 259 (ej SS-norm.).

För ytterligare kännedom om rostfria stål, hänvisas till ståltillverkarnas handböcker etc.

3.2.2 Tillämpade materialrekommendationer

Särskilda rekommendationer för materialval avseende rostfritt ståls användning i jordar finns inte.

Miljöbetingelserna i terrassbjälklag som bedömts likvärdiga de atmosfäriska samt erfarenheter från korrosionsförsök i naturligt skiktade jordar har lett till att samma rekommendation för materialval har tillämpats för rostfritt ståls användning i såväl atmosfären som i terrassbjälklag.

De rekommendationer som finns för materialval är grovt definierade och oftast givna för olika klimattyper. Vanligen används följande rekommendation hämtad ur "Rostfritt stål för byggändamål". [2]

- I inlandsklimat, där inga speciella luftföroreningar väntas (i normal miljö) väljes stål SS 2333 (Fagersta R 350)
- I marint klimat och i närheten av vissa industrier med aggressiv miljö väljes SS 2343 (Fagersta R 440)

En studie av utförda terrassbjälklagsisoleringsringar med rostfritt sömsvetsat tätskikt gav följande resultat beträffande använd stål-kvalitet, se tabell 2.

Antal projekt med kvalitet R 350	48 st
"- R 440	25 "
"- R 259	1 "
"- som saknar uppgift	2 "
<u>Totalt antal projekt</u>	<u>76 st</u>

Tabell 2 Antal utförda terrassbjälklagsisoleringsringar fördelade på materialkval.

3.2.3 Ytutförande

Ytutförandet hos rostfritt stål har betydelse för utseendet och korrosionshårdigheten.

I Sverige finns inte någon standardiserad indelningsgrund för olika ytutföranden hos rostfritt stål. Samma benämning kan innebära olika ytfinhet hos olika tillverkare.

En yta beskrivs ofta med uppgift om använd tillverkningsmetod (kallvalsad, betad, glättvalsad etc.) eller med benämningar enligt utländsk standard. För slipade utföranden anger man ibland en slipnings- eller poleringsgrad med slipmedlets kornstorlek, exempelvis "smärgel 100".

Plåten för tätskikt i terrassbjälklagsisoleringsringar tillverkas som standard med matt yta, Fagersta beteckning Kod 32, glättvalsad.

3.3

Tillämpade terrassöverbyggnader

Vanligen utförs bjälklagen med värmeisolering placerad på utsidan av den bärande delen. Isoleringen skall då vara så hård att man får ett fast underlag för montage av tätskiktet.

Då man exempelvis väntar sig stora trafiklaster, placeras värmeisoleringen på insidan av den bärande delen.

Det rostfria tätskiktet utlägges direkt på värmeisoleringen allt på den bärande delen.

Närmast ovanpå tätskiktet lägges ett dräneringsgruslager. Dräneringsgruset har haft kornstorleken 3-8 mm och utlagts till ett ca 30 mm tjockt skikt för att lagom nå över de färdiga falserna och för att en dränering över hela bjälklagsytan skulle kunna ske.

På dräneringslagret har slutligen lagts gångbaneplattor i sand, matjord med plantering och/eller gräsmatta, allt efter önskemål.

I de fall då terrassbjälklaget varit avsett för trafik har en överbetong gjutits direkt på dräneringslagret.

Konstruktionsprincip för terrassbjälklag med rostfritt tätskikt, då värmeisoleringen är placerad på utsidan av den bärande delen, se Fig. 8.

I samband med två förekomna korrosionsskador har diskuterats och provats dräneringsgrus, naturrundat singel 16-32 mm utlagt till ett 100 mm tjockt skikt. Som följd därav har detta dräneringsgrus också provats i föreliggande projekt.

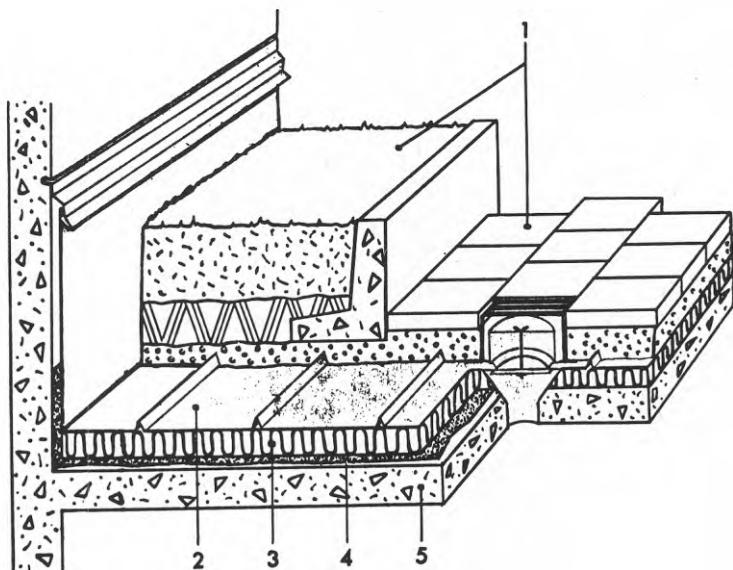


Fig. 8 Terrassbjälklag med tätskikt och överbyggnad, konstruktionsprincip

1. Fyllning med dränering, matjord, grus, plattor etc
2. Sömsvetsat rostfritt tätskikt
3. Värmeisolering
4. Ångspärr, företrädesvis plastfolie
5. Bärande betongstomme

3.4

Korrosionsteori

En metalls korrosion i vattenlösning är en elektrokemisk process med anod- och katodreaktioner. Anodprocessen består av spjälkandet av metallatomer i joner och elektroner och katodprocessen av en förening av elektrolyterna med något oxidationsmedel i vattenlösningen, t ex syre eller vätejoner. Vid s k allmänkorrosion fluktuerar de mikrogalvaniska områdena, anod- och katodytorna, ideligen och ett jämnt angrepp erhålles över hela ytan. Om däremot förekomsten av ämnen som starkt påverkar anod- eller katodprocessen är ojämnt fördelad över stålytan kan makrogalvaniska element uppstå med klart åtskilda men fixa anod- och katodytor. Gropfrätning erhålles.

Med ökande halt och styrka av oxidationsmedel ökar lösningens och metallens potential och drivkraften för korrosion stiger. Vid en viss potential som är beroende av temperatur, pH etc sjunker dock korrosionshastigheten plötsligt för s k passiverbara metaller och förblir konstant vid ytterligare ökande potential. Metallen har passiverats och metallytan täcks av ett mer eller mindre väl skyddande skikt av oxid, hydroxid etc. Med ökande temperatur, minskande pH och närvaro av aktiverande ämnen som vissa svavelföreningar och kloridjoner minskar sannolikheten för passivitet och korrosionshastigheten i s k aktivt tillstånd ökar.

3.4.1

Ståls korrosionsbeständighet

Av de vanligast förekommande metallerna är krom den med bäst passivitetsegenskaper. Järn ger dålig passivitet, men om järn legeras med minst 12 % krom erhålles ett stål som till skillnad från låg- och olegerade stål ej angrips av allmänkorrosion i vatten, atmosfären och svagt sura lösningar. Stål med minst 12 % krom kallas rostfria. Legeras stålet med ännu mer krom eller med nickel och molybden förbättras korrosionsbeständigheten ytterligare. För de två mest förekommande rostfria stålen "18Cr-9Ni" (SS 2333, R 350) och "17Cr-12Ni-3Mo" (SS 2343, R 440) gäller att de t ex i svavelsyralösning av 20°C förblir i passivt tillstånd upp till ca 4 % (pH ~ 0,3) resp ca 20 % svavelsyra och upp till dessa koncentrationer har en försumbart låg korrosionshastighet.

De låg- och olegerade stålen kan erhålla preferentiell korrosion, gropfrätning, av olika slag. Spaltkorrosion kan t ex uppstå under trånga spalter, avlagringar etc på grund av dålig syretillförsel och försvårad passivitet i spalten. Spaltytan blir anod och korroderar, medan ytan utanför spalten fungerar som katod i det makrogalvaniska elementet. Gropfrätningen är emellertid ej ett huvudproblem för icke rostfria stål. För rostfria stål däremot förekommer en typ av gropfrätning, den s k kloridbetingade punkt- och spaltkorrosionen, som är mycket allvarlig.

3.4.2 Punkt- och spaltkorrosion

Punkt- och spaltkorrosion förefaller vara de enda möjliga angreppstyperna på höglegerade rostfria stål (SS 2333, SS 2343 etc) i jord, se kapitel 3.5 och 3.6. Dessa korrosionstyper behandlas därför speciellt i föreliggande kapitel.

Punktfrätning och spaltkorrosion - angrepp begränsade till små områden - förknippas då det gäller rostfritt stål direkt till kloridhaltiga relativt neutrala lösningar. I denna typmiljö som bl a innefattar vatten av olika slag och som generellt sett är det vanligaste korrosiva mediet av vätskefas är de rostfria stålen mer eller mindre känsliga - beroende på stålqualität och driftbetingelser - för punkt- och spaltkorrosion. Inget rostfritt stål är helt immunt mot nämnda lokala korrosionstyper och om och när stålet angripes, går vanligtvis korrosionen mycket snabbt och den sätter in på ställen och efter drifttider som är mycket svåra att förutsäga.

Denna dåliga beständighet mot den allvarliga kloridbetingade lokala korrosionen är de rostfria stålens verkliga akilleshäl.

Spaltkorrosion och punktfrätning är i princip det samma. Angreppsmekanismerna är i stort lika [3 - 5], det är bara det att punktfrät av diverse skäl mycket hellre - snabbare - uppstår i trånga spalter orsakade av t ex reella spalter, avlagringar, oxidskikt etc. Syrehalten avtager successivt i spalten på grund av bl a passiv korrosion och det utbildas ett s k luftningselement där det syrerikare området utanför spalten utgör katod. Metalljonerna som går i lösning i spalten hydrolyseras med följd att pH sjunker.

För upprätthållande av laddningsjämvikt mellan anod- och katodområden diffunderar negativa joner, kloridjoner, in i spalten och lösningen i spalten blir allt surare och kloridjonrikare [6 - 8]. Till slut blir lösningens aggressivitet så stor att den passiva filmen i spalten förstörs och då bildas ett starkt galvaniskt element mellan den lilla oödlä spaltanoden och den stora passiva katodytan och angreppet propagerar, tillväxer, med stor hastighet.

För att över huvud taget kunna få angrepp av aktuellt slag måste således, förutom närvaro av kloridjoner, stålet vara i passivt tillstånd och lösningen besitta en viss oxidationsvilja. Ökande temperatur, potential, kloridhalt och minskande pH hos lösningen gynnar uppkomst av angrepp.

Vid val av stålqualität har strukturen - austenitiskt kontra ferritiskt - i sig ingen betydelse, utan det är halten av legerings- och föroreningsselement som är avgörande för korrosionsbeständigheten, som kan indelas i initieringsbeständighet, propagerings- (tillväxt) beständighet och repassiveringsförmåga (självläkningsförmåga).

För att förhindra uppkomst av korrosion krävs en viss s k initieringsbeständighet hos stålet. Eftersom korrosion av aktuellt slag normalt ej tolereras är denna stålegenskap viktigare än de andra egenskaperna - propageringsbeständigheten och repassiveringsförmågan - som blir av betydelse först när ett punkt- eller spaltangrepp initierats.

Molybden och krom är de enda legeringselementen med starkt positiv effekt vad gäller initieringsbeständighet. Molybden är ca 2 gånger effektivare än krom [9]. Sulfider, speciellt mangansulfider, är initieringspunkter för angrepp [6, 7, 10 - 12]. Nickel, kisel, kväve [13], kol och fosfor [14] har ingen nämnvärd inverkan i för rostfria stål normala haltintervall.

Propageringsbeständigheten och repassiveringsförmågan ökar med molybden-, krom- och nickelhalten. För tydlig positiv effekt av krom krävs även att stålet är molybdenlegerat.

Teoretiskt kan rostfria stål angripas av spaltkorrosion med aktiv-passiv ytor även i sura lösningar utan närvaro av kloridjoner. Austenitiska rostfria stål har under anodisk polarisation således erhållit spaltkorrosion i svavelsyra av pH ca 0 [15 - 16]. Praktisk erfarenhet har emellertid visat, att risken för denna typ av spaltkorrosion är minimal för icke anodiskt skyddade konstruktioner i måttligt sura lösningar.

Jord och korrosion i jord

Allmän referens; [17]

Jorden består av mer eller mindre fasta, lösliga och hygroskopiska beståndsdelar, levande organismer och håligheter, porer och kapillärer fyllda med vatten och/eller luft. Mineraljordarna kan indelas i typer efter kornstorlek. Jordarterna grus, sand, mo, mjäle, grovler och finler har partikel-diametern (20 - 2), (2 - 0.2), (0.2 - 0.02), (0.02 - 0.002), (0.002 - 0.0002) resp

< 0.0002 mm. Med minskande kornstorlek ökar jordens vattenkapacitet, den kapillära stighöjden för vatten och mängden lösbart salt, medan genomsläppligheten för vatten och luft minskar. En viss vattenhalt och i regel även en viss syrehalt i vattnet är nödvändig för att korrosion skall kunna ske. Då den vitala syretransporten är avsevärt försvårad i vattenmättad jord, är korrosion eller korrosionsrisken ofta störst i väl genomluftad icke fullt vattenmättad jord. Förmultning och växters andning förbrukar syre och alstrar koloxid och syrehalten avtar normalt starkt under markytan. Under anaeroba, (luftfria) betingelser kan sulfat-reducerande bakterier stimulera vätgasutvecklande korrosion av stål. Andra viktiga faktorer för jordens korrosivitet är dess elektriska ledningsförmåga, pH och redox-potential samt dess jämnhet vad gäller kornstorlek, salthalt etc. Korrosiviteten ökar med ökande ledningsförmåga och salthalt och normalt med sjunkande pH. En sur jord har pH ca 3 - 4. Föreligger lokala variationer i jorden av starkt korrosionspåverkande faktorer kan gropfrätning uppstå.

Den viktigaste orsaken till gropfrätning är variation i syretillförsel på grund av blandning av finkorniga och grovkorniga jordarter. I dessa luftningselement utgörs anoden av metallytan i den syrefattiga finkorniga jorden, medan katoden ligger i den syrerikare grövre jorden. Korrosion i jord kan således

uppfattas som ett specialfall av den i vatten uppträdande spaltkorrosionen som orsakas av syrebrist i spalten. Finns dessutom kloridjoner kan den tidigare beskrivna kloridbetingade spaltkorrosionen uppstå. Den finkornigare, luftfattiga jorden eller områden mellan grövre partiklar och metallytan fungerar då som spalter. Enligt undersökningar från 11 jordar, från mjällig sand till lera, ligger kloridhalten på 10 - 30 ppm [18]. Enligt [19] ligger kloridhalten på en högre nivå, ca 100 ppm.

För porvattnet anges halter mellan 7 och 50 ppm och medianhalten 10 ppm. Kloridhalten är dock beroende av jordarten. Lera bör i snitt ha högre halt än sand. För skiffer (bildats av lera) och sandsten (bildats av sand) anges kloridhalterna 180 resp 10 ppm. De lättlösliga kloridsalterna lakas också lättare ut i grovkorniga jordar.

Försök i olika jordar under 14 år har visat, att med ökande kromhalt i stål minskar allmänkorrosionen, men gropfrätningen tilltar. I flertalet jordar erhöles djupare gropfrätning på 12 - 17 %-iga kromstål än på rena kolstål. Det austenitiska stålet 18Cr-9Ni (AISI 304) uppvisade emellertid en nästan full beständighet och stål 18Cr-12Ni-3Mo (AISI 316) var passivt och helt fritt från gropfrätning (punkt- och spaltkorrosion) i samtliga (15 st) jordar [20].

Exponering av stål typ 26Cr-6,5Ni (Ferrit-austenitiskt), 18Cr-9Ni (AISI 304) och 11Cr (AISI 409) under 3 å 4 år i 6 jordar med olika pH (4,3 - 8,8), salthalt, luftnings- och dräneringsförhållanden och elektrisk ledningsförmåga visade att de dåligt luftade och kloridhaltiga jordarterna till skillnad från de välluftade och kloridfattiga jordarna med relativt dålig ledningsförmåga gav upphov till punktfrätning (0,1 - 0,6 mm) på stål 26Cr-6,5Ni och 18Cr-9Ni. Det 11 %-iga Cr-stålet erhöles angrepp i samtliga jordar [21].

Korrosionsinstitutet har efter föreliggande projekts planerande och start utfört en litteraturstudie, vilken ligger till grund för senare utarbetade anvisningar för hur korrosionsundersökningar i jord skall genomföras [22]. Arbetet avser primärt låg- eller olegerat stål och då olika miljöfaktorer i jord kan ge helt olika inverkan på olegerat- och rostfritt stål är den utförda studien ej av vitalt intresse i detta projektsammanhang, utan får ses som ett intressant komplement och en allmänt nyttig informationskälla.

3.6

Terrassöverbyggnadens korrosivitet

Terrasser med tätskikt är vanligtvis belagda med i horisontalplanet skiktade och väldefinierade jordarter. Denna "konstgjorda" jord har normalt en bottenbeläggning av dräneringsgrus och beroende av ändamålet med terrassen kan ovanliggande beläggning(ar) bestå av grus, sand, lera, jord, matjord etc av varierande tjocklek. Vidare kan beroende av geografiskt läge jordartens, regnvattnets, kommunalvattnets (bevattningsändamål) etc kemiska sammansättning vara olikartad terrass från terrass och behovet av natur- och konstgödsling, ogräsbekämpning (t ex natriumklorid och -klorat) och kalkbekämpning (sand och natriumklorid) variera. Nederbörds mängd och -frekvens, soltimmar, temperatur, luftsalthalt, etc är även geografiskt betingade.

Av ovan nämnda framgår, att de viktigaste korrosionsstyrande faktorerna - kloridhalt, syrehalt, pH, vattenmängd, spaltförhållanden och temperatur - inte endast kan variera starkt mellan olika terrasser utan även inom terrassen på djupet och efter terrassens utsträckning. Korrosivitetens tidsberoende kan åskådliggöras av sekvensen: Torr salthaltig jord - regn, rotblöta, dränering och saltutlakning - sol, vattendunstning och kloridanrikning - torka, volymförändring, jordsprickor, ny väg för lufttillförsel och nya spalter - regn, etc - gödsling, ogräsbekämpning, nya spalter - etc.

Generellt bör de aggressivaste förhållandena föreligga vid beläggnings översta lager, dvs för den rostfria stålskivan vid kontaktområdet stål, luft, jordyta. Orsaken till detta är en i snitt högre temperatur och en antaget högre salthalt i ytvattnet i kombination med syrefattiga, finkorniga "spalter", typ ler- och jordklickar på stålytan. Den antagna högre ytsalthalten, kloridjonhalten, gäller för vattenövermättad beläggning med stor kapillär stighöjd och är betingad av att vattenavdunstningen och kloridanrikningen sker vid ytan under kontinuerlig tillförsel till ytan av kloridhaltigt kapillärtransporterat vatten. Under intorkningsperioder blir förhållandet ett annat. Observeras bör att ett kraftigt och långvarigt regn kan medföra en mer eller mindre kraftig utlakning och bortdränering av eventuella kloridsalter.

För övrigt bör noteras, att analys av orsaker till korrosionsskador via diverse enstaka jordundersökningar - kloridhalt, pH, ledningsförmåga, potential etc - är mycket vanskliga eftersom jordens korrosivitet kan vara mycket starkt tidsberoende och de mest vitala faktorerna för skadans uppkomst vara camouflerade.

4. AVHANDLING

4.1 Planering av försök

Av kapitlet "Teknisk bakgrund" framgår, att allmänkorrosion ej är att förvänta på rostfria stål i terrassmiljö. Den korrosionstyp som förväntas kunna uppträda förefaller vara punkt-/spaltkorrosion. På grund av detta har vid försöksplaneringen kloridhalten och diverse andra faktorer som starkt påverkar risken för punkt-/spaltkorrosion, speciellt beaktats. Sålunda har t ex kloridhalten och kornstorleken i beläggningsmaterialet och molybdenhalten i de rostfria stålen varierats.

Följande försök har utförts:

- Fältförsök

Autentiska förhållanden eftersträvades och sömsvetsade band - horisontella och vertikala - i olika rostfria stål belades med de i terrasser vanligast förekommande jordarterna. Vid detta långtidsförsök utomhus studerades även inverkan av saltning - halkbekämpning med natriumkloridhaltig sand.

- Laboratorieförsök

Långtidsförsök - rumstemperatur:

Långtidsförsök vid rumstemperatur utfördes med olika kombinationer av stål, vattenmättade jordarter och starkt varierande kloridhalter för att efterlikna praktikbetingelserna vid olika vattenavdunstningsgrader och för att studera jordarternas relativa spaltbildningsförmåga.

Långtidsförsök - utomhus:

Långtidsförsök utomhus enligt ovan vad gäller stål och jordarter men med en i stort sett konstant saltmängd och en av naturen styrd bevattning (regn, snö etc), indunstning och torkning. Försöket avsåg att simulera autentiska betingelser gällande dräneringshämrat terrassparti med salthaltiga jordar.

Korttidsförsök:

Korttidsförsök utfördes vid förhöjd temperatur med molybdenlegerade stål i jordar med tillsats av det starkt oxiderande ogräsbekämpningsmedlet Klorex (50 % NaCl, 50 % NaCl O₃). Detta för att efterlikna mycket svåra praktikbetingelser.

Fältförsöket varade 2 år och 4 mån och laboratorieförsöken 1 år resp 1 månad. Frågan kan ställas om dessa tider är tillräckligt långa för att våga sig på att avge ett svar på hur de rostfria stålen kommer att stoppa under de avsevärt mycket längre tider en terrasskonstruktion skall vara i funktion. Här antas att försökstiderna är tillräckligt långa. Förklaringen är följande:

Till skillnad från punktfrätning i ett vätskefyllt kärl där miljöbetingelserna är konstanta och angreppshastigheten följer ett med tiden linjärt paraboliskt, etc förlopp, kan korrosionen på rostfritt stål i terrasser ej extrapoleras över lång tid, eftersom punktfråten kan antagas självläka, nybildas och byta plats på ett icke uppskattbart sätt vid de tätt återkommande miljöförändringarna på terrasser. Sannolikt är emellertid att angreppsdjupet ej blir mycket större än det under det första året, men det totala antalet angrepp och antalet verksamma angrepp stiger år från år respektive är konstant, dvs angreppen byter plats år från år.

Nedan redovisas försöken i detalj.

4.2 Provmaterial

4.2.1 Stål

Provmaterialet härrörde från produktionschager i rostfritt stål och utgjordes av bandmaterial i släckglödmat och betat tillstånd. Stålets beteckning och rikttanalys samt bandens tjocklek och försökstillhörighet redovisas i tabell 3. I tabell 4 redovisas verklig kemisk sammansättning.

Tabell 3

Stål			Riktanalys %				Tjocklek mm	Försökstilhörighet
Nr	Fagersta	SS	Cr	Ni	Mo	Övrigt		
1 [✕]	R 249	2326	18	-	2	Ti	0.5	Fältsförsök o lab.försök - långtids
2	R 350	2333	18	9	-	-	0.3	"-
3	R 440	2343	17	12	2.5	-	0.3	"-
4	R 440	2343	17	12	2.5	-	0.4	Lab.försök - korttids
5	R 840	2562	20	25	4.5	1.5Cu	2.1	"-

✕ Detta provmaterial erhållet från Nyby Bruk AB

Tabell 4

Stål nr	Analys %									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	Övrigt
1	.037	.53	.41	.016	.009	17.3	.26	2.15	.008	Ti= .44
2	.049	.38	1.26	.029	.018	17.9	8.6	.41	.020	-
3	.044	.50	1.52	.027	.011	16.7	11.4	2.47	.018	-
4	.038	.50	1.50	.031	.004	16.7	11.3	2.50	.015	-
5	.016	.45	1.54	.022	.003	19.9	24.9	4.50	.048	Cu=1.39

Inget var att anmärka mot den kemiska sammansättningen eller stålens struktur.

Den betade bandytan utgjorde i samtliga undersökningar testytan. (Fagersta yta 32, matt normal, glättvalsad).

4.2.2 Jord

Fyra olika jordar - singel, grus, matjord och lera - användes till försöken. För fastställande av jordarnas pH, kloridhalt och andel ingående olika jordarter insändes prov till Statens Lantbrukskemiska Laboratorium i Uppsala. Resultat, se tabell 5.

Tabell 5

Jord	pH	Klorid mg/100 g jord	Andel jordart %				Sand (.2-2)	Grus (> 2)	Spec vikt (torr) kg/dm ³ approx
			Ler (<.002)	Mjåla (.002-.02)	Mo (.02-.2)				
1) Singel	7.1	1 ^{x)}	0.1	0.2	0.6	0.1	99	1.7	
2) Grus	6.3	1 ^{x)}	0.3	1	5	14	79	1.6	
3) Matjord	5.2	0.9	24	58	16	2	0	1.0	
4) Lera	5.8	1.5	42	51	6	1	0	1.2	

x) Analyserade vid Fagersta AB

- 1) 16 - 32 mm
- 2) 3 - 8 mm
- 3) Måttligt mullhaltig mjålig lättlera
- 4) Mullfattig styv lera

Torven, som endast tjänade som finkornsspårr och fukthållare och ej stod i kontakt med stålytan, hade ett pH av 3,9 och ett kloridinnehåll av 11 mg Cl per 100 g jord.

Jordarnas surhet, pH, uppmättes efter uppblandning av 1 volymdel jord med 2 volymdelar destillerat vatten och kloridhalten bestämdes efter skakning och urlakning i saltlösning.

4.2.3 Tillsatsmaterial för halkbekämpning

Ett preparerat gatusalt bedömdes vara den salttyp som kunde ifrågakomma om saltning tillgripes för halkbekämpning vintertid på gårdar och terrasser.

Det preparerade gatusaltet,^{x)} utgjordes av ett Västtyskt stensalt med ett för ändamålet utvalt kornspektrum för att passa olika spridartyper.

Saltet har enligt återförsäljaren en mycket snabb verkningsförmåga, så att det primärt förhindrar halka redan efter några få sekunder.

Saltet hade tillsats ett prepareringsmedel i mycket små kvantiteter (30 ppm) för att förhindra sammanbakning och sammanfrysning.

Återförsäljaren lämnade följande analys för saltet, se tabell 6.

x) Gatusaltet levererat av AB Salinator, Stockholm.

Natriumklorid (torrbasis)	NaCl	98 - 99 %
Kalium	K	0,1 %
Magnesium	Mg	0,02 %
Kalcium	Ca	0,3 %
Kalcium + Magnesium som	Ca	0,3 %
Sulfat	SO ₄	1,0 %
olösligt i utspädd HCl		0,1 %
Vatten		0,1 %
Järn	Fe	spår
Koppar	Cu	spår
Jod	J	
Prepareringsmedel		250 ppm

Tabell 6. Analys av använt preparerat gatusalt (uppgivet av saltleverantören)

4.2.4 Tillsatsmaterial för ogräsbekämpning

Det är känt att Klorex^{x)} är mycket aggressivt och skadligt för rostfritt stål på grund av sitt innehåll av klorider. Det ingående kloratet fungerar dessutom som accelerator genom sin höga oxidationsförmåga.

Eftersom Klorex är relativt vanligt förekommande i samband med ogräsbekämpning, har laboratorieförsök utförts med tillsats av Klorex.

Vid försöken användes Klorex 55 avsett för ogräsbekämpning på grusgångar och gårdsplaner m m.

Klorex 55 klassas som bekämpningsmedel klass 2.

Enligt fabrikanten innehåller 1 kg Klorex 55 (Reg nr 2125) 550 g natriumklorat och 450 g natriumklorid.

4.3 Fältförsök

4.3.1 Förutsättningar

Fältförsöket har genomförts i Fagersta vid två för försöket iordningställda och identiskt lika uppbyggda terrassbjälklag om vardera 52,5 m² och med en överbyggnadshöjd av totalt 500 mm, benämnda bjälklag 1 och bjälklag 2.

x) Klorex 55 marknadsförs av Barnängen AB, avd Hem o Fritid, Stockholm 12
Casco Gard AB, Stockholm 11

Med fältförsöket avsågs att studera skillnaden mellan, ett under vintertid för snö- och halkbekämpning med salt (klorider) påverkat bjälklag, samt ett av salt opåverkat bjälklag.

Bjälklag 1 har under försökstiden legat helt orört och endast påverkats av årstidernas väder och vind. Bjälklag 2 har dessutom påverkats som planerats av klorider tillförda genom saltning vintertid.

I terrassbjälklaget har rostfritt stål testats i såväl horisontellt som vertikalt monterat läge (kap 4.1). Vertikalt monterad plåt symboliserade s k ståndskiva.

Vid fältförsöket testades tre rostfria stål-kvaliteter,

- Fagersta R 350 (SS 2333) Austenitiskt stål
- Fagersta R 440 (SS 2343) "-
- Fagersta R 249 (SS 2326) Ferritiskt stål

Samtliga materialkvaliteter var i glödgat och betat utförande. Ytutförandet var matt normal yta (Fagersta yta 32). Beträffande stålets sammansättning och analys, se kap 4.2.1.

Terrassbjälklagets principiella uppbyggnad var

- betongbjälklag
- tätskikt av rostfritt stål
- dräneringsgrus
- övrigt överbyggnadsmaterial (jord, grus etc)

Som överbyggnad på det rostfria tätskiktet avsågs att prova två olika dräneringsgrus med avseende på partikelstorlek. På de olika dräneringsgrusen skulle sedan utföras fem provytor om vardera 1 m² (1x1 m), där den övriga överbyggnaden skulle bestå av en eller flera jordarter i kombination.

Överbyggnaden avsågs också att utföras så att skarpa gränser, mellan dräneringsgrus och jord resp lera, skulle erhållas på det rostfria tätskiktet.

4.3.2 Terrassbjälklagets uppbyggnad

Terrassbjälklaget bestod underifrån sett av ett betongbjälklag, se Fig 9.

På betongbjälklaget utlades det 0,3 mm tjocka tätskiktet i kvaliteterna R 350 och R 440 samt det 0,5 mm tjocka tätskiktet i kvalitet R 249.

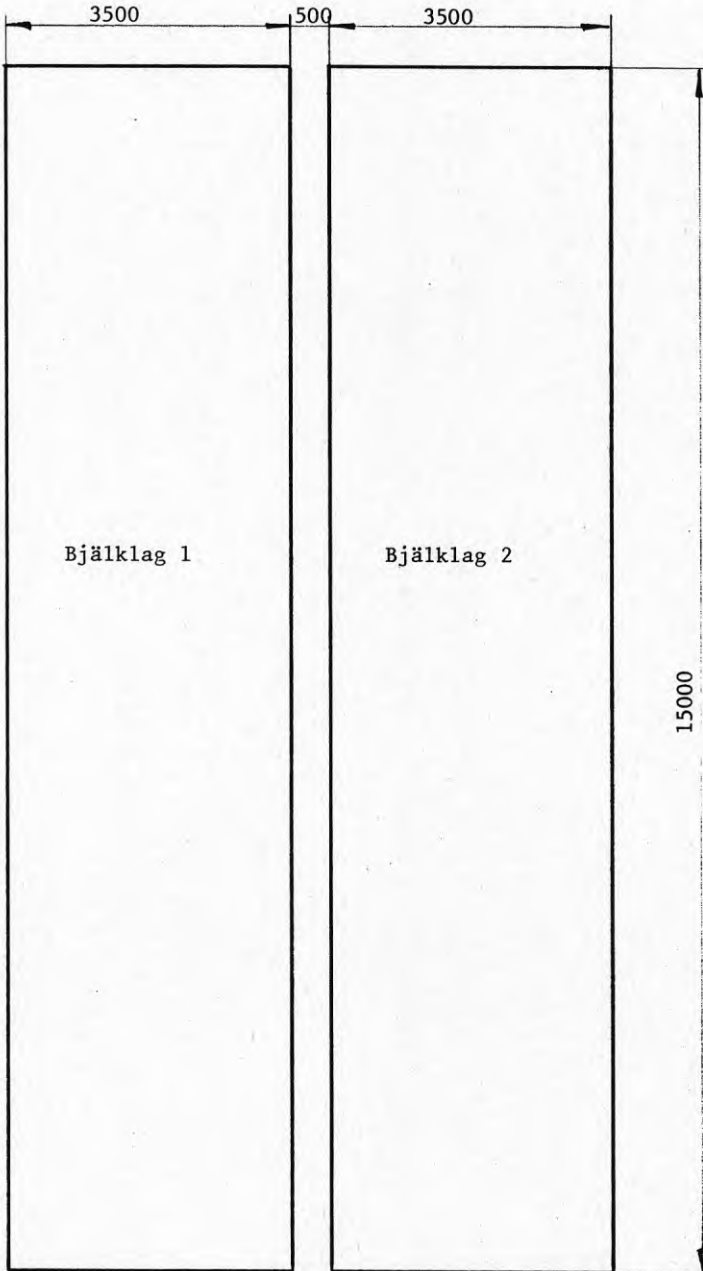
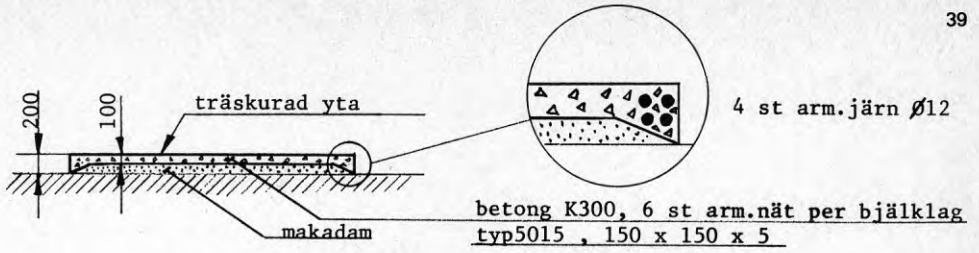


Fig. 9 Plan över betongbjälklagen

Tättskiktet, kvalitet R 249, kunde vid försökstillfället ej erhållas från Fagersta AB utan måste i stället beställas från Nyby Bruk, som vid tillfället endast kunde leverera 0,5 mm tjockt material, vilket alltså användes vid försöket.

Tättskiktet utfördes som konventionell bandtäckning med sömsvetsade ståndfalser och utan infästning (klamring) till betongbjälklaget.

Tättskiktet hölls på plats av dräneringsgrus och övrig överbyggnad, vilket placerades direkt på den rostfria plåten.

Plan över den rostfria bandtäckningen, se Fig 10.

För att åstadkomma skarpa gränser på den rostfria plåten, mellan dräneringsgrus och jord resp lera lades i ytterkant av bjälklaget, en halv meter bred sträng med enbart jord och i mitten av bjälklaget, en halv meter bred sträng av enbart lera. Däremellan byggdes sedan de olika provytorna upp på dräneringsgrusen.

Kombinationen av överbyggnadsmaterial på de fem utförda provytorna har bestämts efter principen i praktiken mest frekvent förekommande kombination samt efter gjorda erfarenheter från utförda terrassprojekt.

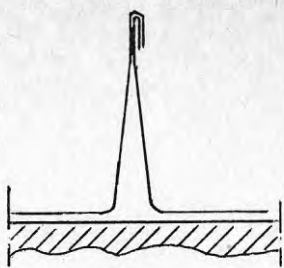
Två typer av dräneringsgrus provades, dels det tidigare mest förekommande nämligen kornstorlek 3-8 mm och dels det i Mark AMA-72 föreskrivna kornstorlek 16-32 mm (singel).

Tabell 7 redovisar de olika överbyggnadskombinationerna som provats samt en kodbeteckning för dessa.

Tabell 8 redovisar en sammanställning över materialåtgången för överbyggnaden.

Plan över terrassöverbyggnaden med angiven kodbeteckning för provat överbyggnadsmaterial, se Fig 11.

För de olika ingående överbyggnadsmaterialets (jordarnas) pH-värde, kloridhalt samt andel ingående jordart, redogörs i kapitel 4.2.2.



Sektion A - A

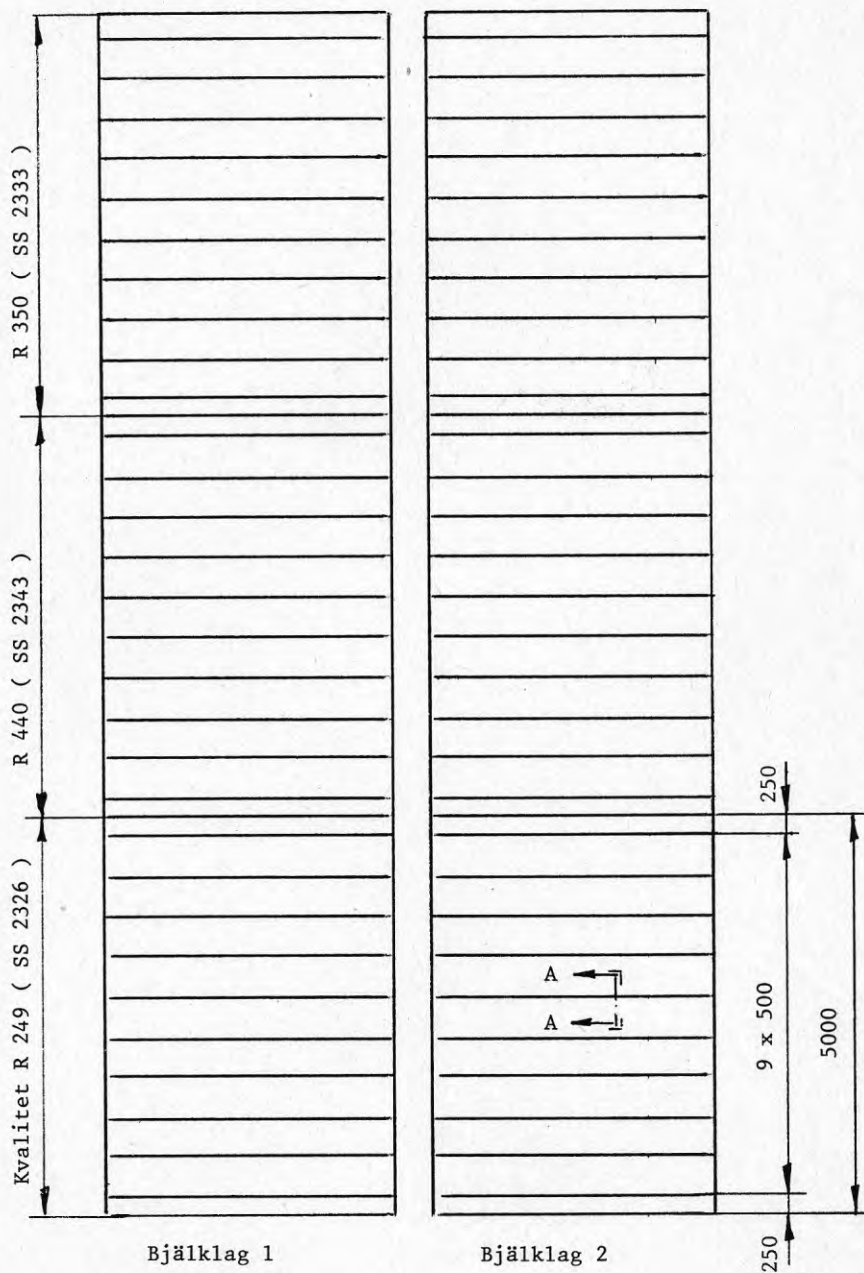


Fig.10 Plan över den rostfria bandtäckningen

Övrig överbyggnadsmaterial	Dräneringsmaterial	Dräneringsgrus 30 mm 3-8 mm ^{x)}	Naturrundat singel 100 mm 16-32 mm
Grus 3-8 mm		A1	-
Finkornsspärr fibertex och grus 3-8 mm		-	B1
Matjord		A2	B2
Finkornsspärr fibertex och matjord		A3	B3
Torvströ 100 mm och matjord		A4	B4
Mineralull 5 cm och matjord		A5	B5

Tabell 7. Överbyggnadskombinationer och kodbeteckning för dessa. (Total överbyggnadshöjd 500 mm)

- x) 30 mm var den tjocklek på dräneringslagret som tidigare praktiskt använts vid dräneringsgrus 3-8 mm.

Grus 3-8 m ³	Singel 16-32 m ³	Värmeisole- ring 5 cm m ²	Fibertex m ²	Torvströ m ³	Matjord m ³	Blålera m ³
-	-	-	-	-	3.25	-
1.86	-	3.00	6.00	2.25	4.54	-
-	-	-	-	-	-	3.25
1.20	1.50	3.00	6.00	2.25	4.10	-
-	-	-	-	-	3.25	-
Totalt	3.06	6.00	12.00	4.50	16.14	3.25

Tabell 8. Sammanställning över materialåtgång per bjälklag för gårdsöverbyggnaden

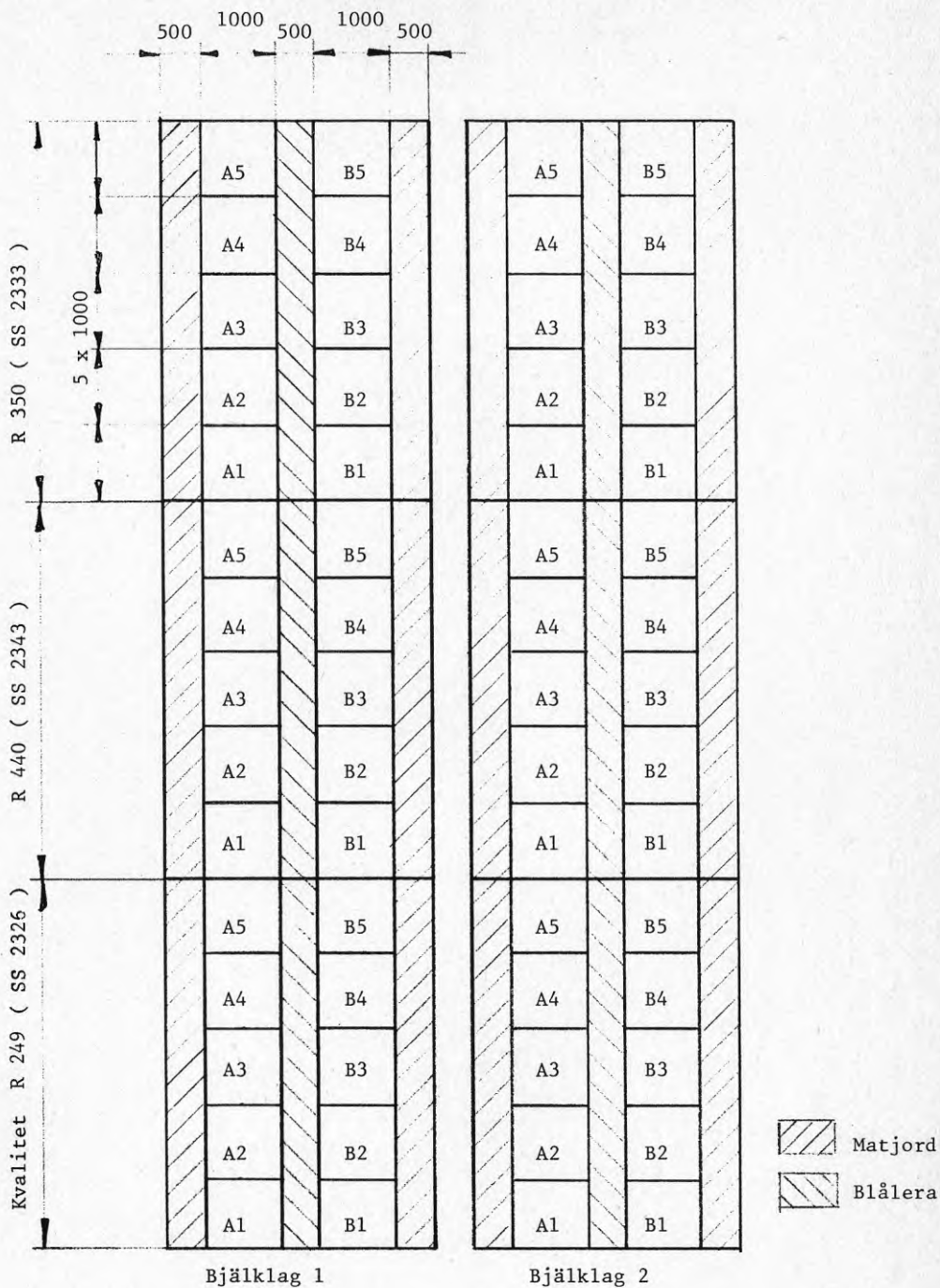


Fig. 11 Plan över terrassöverbyggnaden

I provytorna B1, A3 och B3 har inlagts en finkornsspärr i syfte att studera om denna förhindrar jord- och lerpartiklar att tränga ner i dräneringsgruset och vidare ner på det rostfria tätskiktet.

Som finkornsspärr användes en vattengenomsläpplig filterduk benämnd Fibertex S170^x). Fibertextduken är 0,5 mm tjock och tillverkad av 95 % polypropylen och 5 % polyester. Den är motståndskraftig mot syror, alkalier och de flesta lösningsmedel samt innehåller inga kemiska bindemedel (enligt fabrikanter).

Fibertexduken väger 300 g/m², dess filterförmåga är 20-60 µm och den har en vattengenomsläpplighet vid 1,0 KPa (100 mm vattenpelare) som är 35 l/s m².

Efter att terrassbjälklagens överbyggnad iordningställdes placerades på fastställda ställen plåtar ut, symboliserande stålskivor. Dessa var av samma stålkvalitet som tätskiktet och placerades också ut kvalitetsvis motsvarande tätskiktet i terrassbjälklaget, se Fig 12.

Bilder från iordningställandet av terrassbjälklaget, se Fig 13-17.

4.3.3 Exponering

4.3.3.1 Atmosfärs- och miljöförhållanden

Terrassbjälklagen har exponerats i rådande utomhusmiljö under en tid av 2 år och 4 månader (juli -74 t o m oktober -76).

Av hälsovårdsmyndigheten i Fagersta utförda mätningar beträffande SO₂-mängden (svaveldi-oxid) i utomhusluften främgår, att halvårsmedelvärdet är 60 mikrogram/m³ och med ett högsta dygnsvärde av 280 mikrogram/m³. Mätningarna är utförda enligt Naturvårdsverkets riktlinjer.

I tabell 9 har sammanställts Naturvårdsverkets riktlinjer för SO₂ i utomhusluft, dels idag gällande värden² dels de värden som är planeringsmål och vidare redovisas de erhållna mätvärdena i Fagersta.

x) Fibertex tillverkas av A/S Fibertex, Danmark och marknadsförs i Sverige av AB Strängbetong.

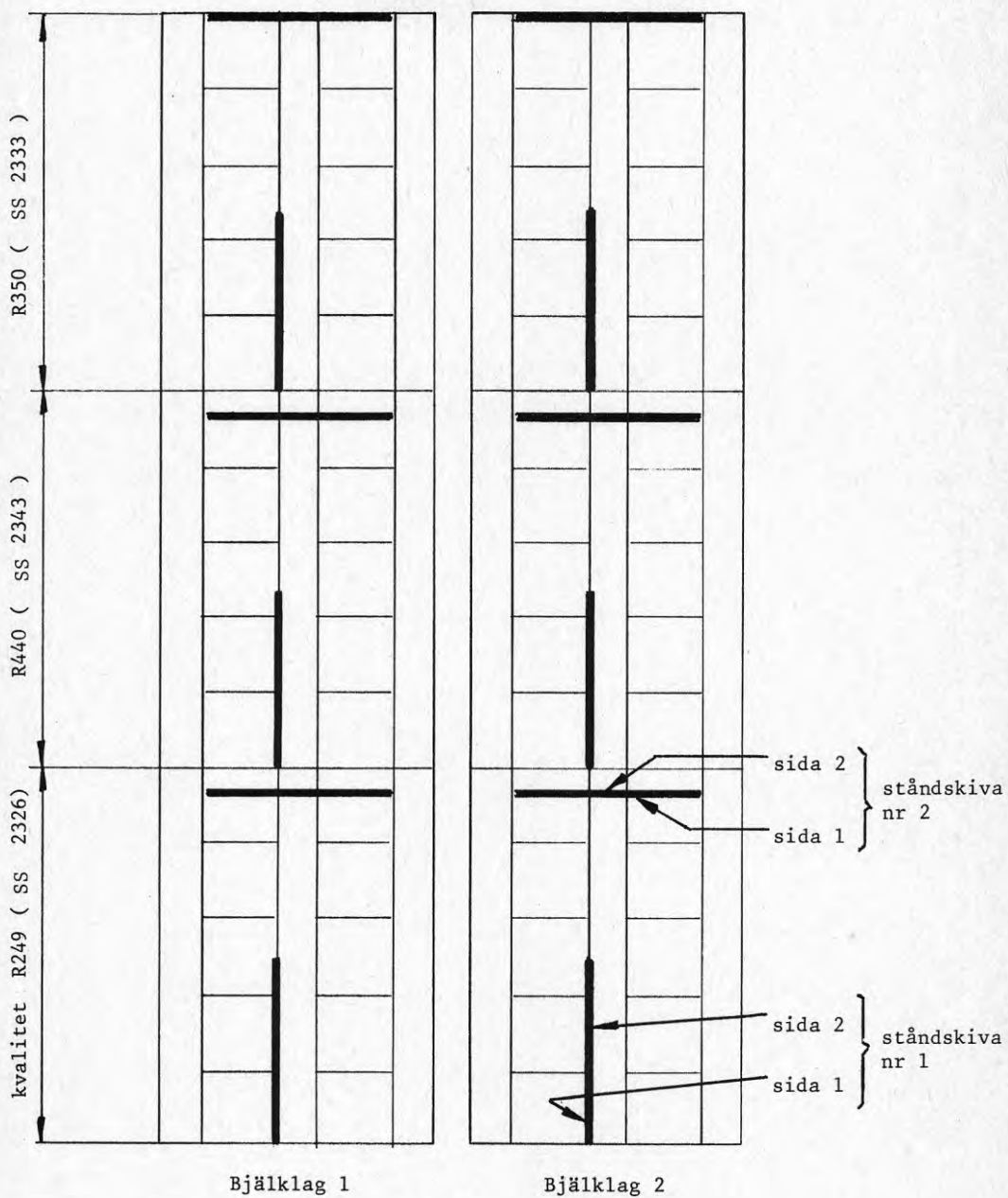


Fig. 12 Plan över ståndskivornas placering

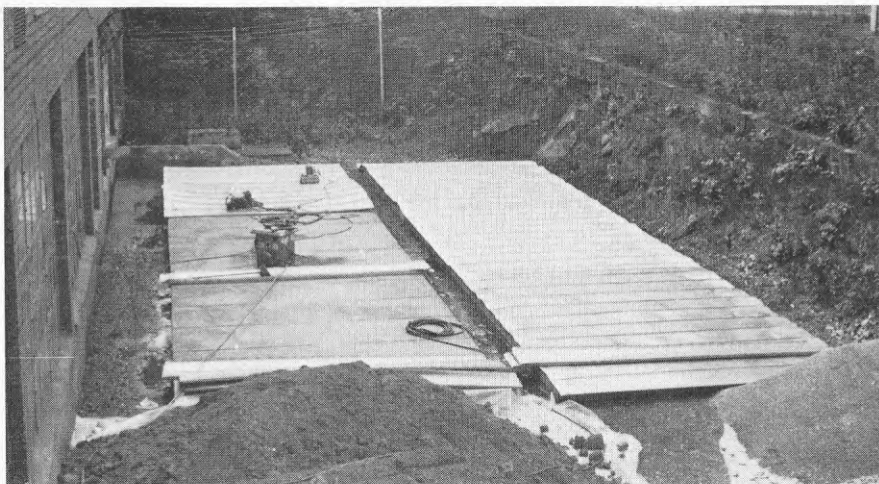


Fig 13 Montage av tätskiktet



Fig 14 Påförande av överbyggnad



Fig 15 Påförande av överbyggnad



Fig 16 Påförande av överbyggnad

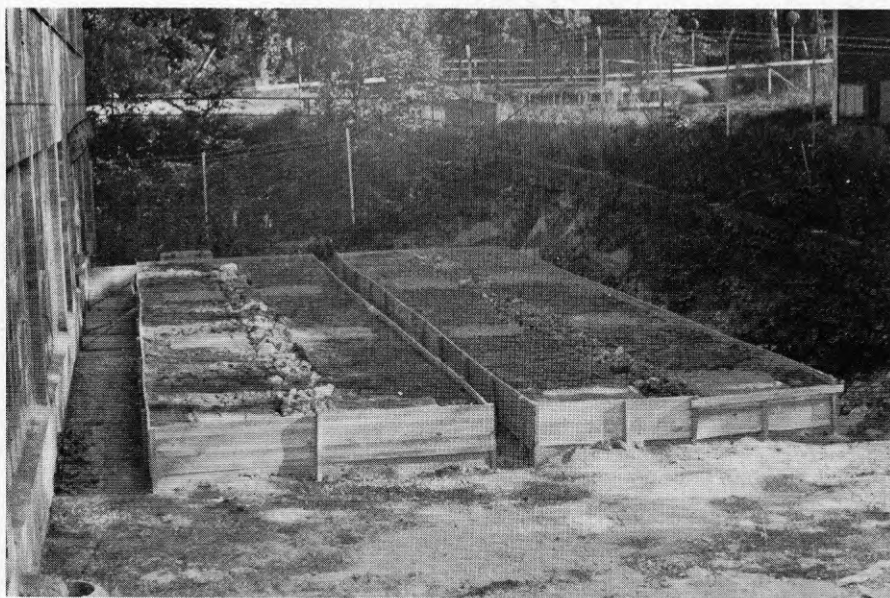
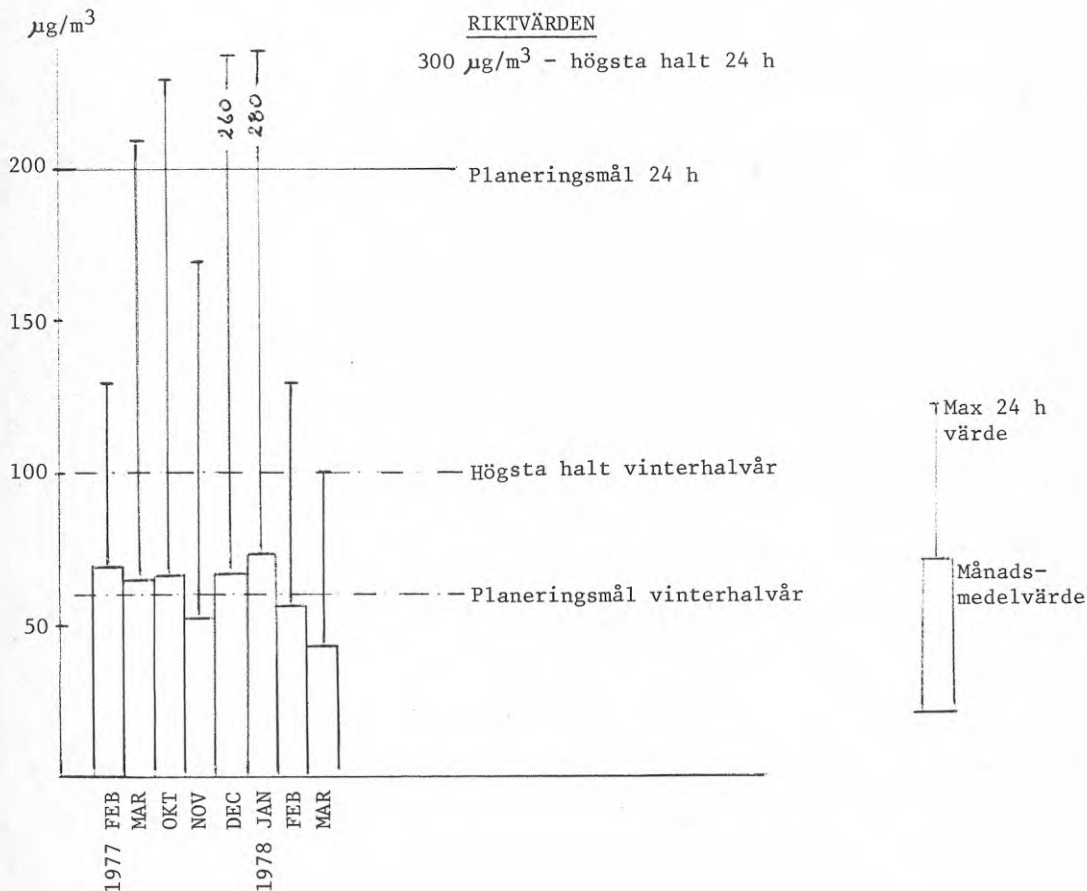


Fig 17 Terrassbjälklaget färdigställt

Tabell 9. Mätvärden från Alfaskolan i Fagersta



Ingen yttre kloridkälla existerade i terrassbjälklagens närhet.

Naturlig nederbörd i form av regn och snö har haft fritt tillträde till terrassbjälklagen.

Den miljö och atmosfär vari bjälklagen varit exponerade får karakteriseras som s k industriatmosfär innehållande SO_2 (Svaveldioxid).

Då de korrosionspåverkande faktorerna i jord — vatten, syre, klorid, ledningsförmåga, potential, temperatur, spaltgeometri etc — är en funktion av bl a väderleken, varierar dessa faktorer ej endast med typ av överbyggnad och djup under marknivå, utan även mer eller mindre starkt med tiden, varvid tiden skall ses som intervall om timmar, dagar, månader etc.

Att följa upp samtliga dessa faktorer för de olika överbyggnaderna och på olika markdjup exempelvis dag för dag, bedömdes praktiskt omöjligt att genomföra. Då dessutom eventuella korrosionsskadors initiering ej skulle kunna hänföras till viss tidpunkt och ej heller fastställande av vid denna tidpunkt rådande korrosionspåverkande faktorer, vore en kontinuerlig uppföljning av nämnt slag utan värde för utredningen.

Därför har mätningar i jordarterna av korrosionspåverkande faktorer ej utförts. Eftersom provningstiden vid fältförsöket varat så lång tid som 28 månader, kan man anta att alla för terrassöverbyggnader förekommande grader av jordvattenkorrosion, med stor sannolikhet, reproducerats vid försöket.

Genom Västmanlands Flygflotttiljs meteorologiska avdelning i Västerås har nederbörd samt medeltemperatur under försöksperioden erhållits, se tabell 10.

Mån	Nederbörd mm			Temperatur °C		
	År: 74	75	76	74	75	76
Jan		25	20		1.1	5.7
Feb		12	13		-1.3	-2.2
Mar		42	9		0.8	-2.0
Apr		47	22		12.0	3.9
Maj		46	26		11.3	10.7
Jun		13	24		14.6	14.9
Jul	79	27	46	15.2	18.6	17.4
Aug	30	40	23	15.8	19.3	17.0
Sep	54	70	78	12.6	13.7	9.1
Okt	100	22	24	5.0	7.2	5.3
Nov	80	19		3.0	2.9	
Dec	46	36		0.7	0.8	

Tabell 10. Nederbörd och medeltemperatur per månad för åren -74, -75 och -76.

Vid tiden för påläggning av jordarna var dessa i det närmaste vattenmättade. Singlet och gruset hade endast en obetydlig andel fukt, medan matjorden och leran innehöll ca 25 % fukt. Det ca 4 dm tjocka lagret av lera och matjord innehöll då vatten motsvarande en vattenpelare av ungefär 150 respektive 130 mm. Motsvarande värden bör gälla för jordarna vid tjällossning och snösmältning efter vinterperioden. Då nederbörden under efterföljande varmare och sannolikt mest korrosiva årsperioden - från april till september - i medeltal var 40 mm per månad, se tabell 10, och vi antar att vattenavdunstningen under denna period var oberoende av jordart och i medeltal understeg 1,5 mm per dygn, dvs 45 mm per månad, se kapitel 4.4.1, var matjorden och leran i det närmaste vattenmättade under en huvuddel av tiden. Vid kraftigt regn och längre perioder av vackert väder var följaktligen jordarna vattenövermättade och dränerade respektive intorkade i ytpartiet.

Dräneringen - bottenbeläggningen av grus eller singel - borde genomsnittligt erhållit klart mindre regnvatten än den överliggande jorden, men vid riklig nederbörd och övermättnad kan man å andra sidan räkna med en relativt lång fuktperiod vid bottenplåten på grund av den med djupet försvårade vattenavdunstningen.

För jordbeläggningarna bestående av endast grus eller singel och grus gällde att de vid varje någorlunda kraftig nederbörd var vattenmättade och att bottenplåten med sin falshöjd av 20 mm var mer eller mindre vattenfylld.

Den i kapitel 4.3.3.2 beskrivna saltningen å totalt ca 2 kg NaCl/m² under vintern 1974-75 och 1 kg NaCl/m² under vintern 1975-76 medförde försvårad tjälbildning och nedsatt växtlighet. Huvudparten av det tillförda saltet kan antagas ha anrikats i jordytan under vinterperioden. Vid snösmältning och tjällossning har saltet i form av saltvatten genomblött jordarna och under kraftigare regnperioder har del av saltvattnet bortdränerats. Beroende av jordart och vattenmättnadsgrad erhöles på grund av vattenavdunstning under torrperioder saltanrikning i ytan eller botten.

Under intorkningen av matjorden och leran erhöles saltanrikning och utfällning av saltkristaller i ytpartiet. Detta kan förmodas ha varit speciellt utpräglat under perioder av vattenövermättnad, då vatten kontinuerligt kapillärtransporteras till ytan och avdunstar. För singlet och gruset kan antagas att saltkoncentrationen skett vid bottenplåten genom vattenavdunstning.

Luftgenomsläppligheten i torr jord avtar i följande ordning: singel, grus, matjord och lera. Matjorden och leran hade emellertid effektiva vattenfria luftningskanaler orsakade av torksprickor, separata jordklumpar etc.

4.3.3.2 Klorid tillförsel genom saltning

Vid fältförsökets start bestämdes att saltning av bjälklag 2 skulle simulera sådan typ av saltning som förekommer för snö- och halkbekämpning utförd av en fastighetsskötare vid ett fastighetsbestånd.

Mycket arbete nedlades och många diskussioner fördes i syfte att bestämma en representativ mängd salt att påföras bjälklaget per m^2 och gång. Många bud förekom också dock utan att leda till beslutstagande. Erhållna saltbud varierade mellan 8-10 g/m^2 och upp till 4 hg/m^2 .

Det lägsta budet avsåg saltning av vägbanor enligt uppgiftslämnaren (en saltleverantör).

Eftersom inga entydiga uppgifter beträffande saltmängd kunde erhållas utfördes som komplett egna provsaltningar som bedömdes visuellt varefter dessa iakttagelser vägdes samman med tidigare erhållna uppgifter, och slutligen bedömdes att en saltmängd av 2 hg/m^2 och gång var representativt.

Det bestämdes således att vid saltning genomsnittligt påföra 2 hg/m^2 . Det bestämdes också att saltning skulle utföras efter varje snöfall, dock efter det att gården först skottats fri från snö.

Påförandet av saltet har skett för hand i syfte att i möjligaste mån uppnå praktisk likhet. Härigenom erhöles helt naturligt också en variation av saltmängden per ytenhet helt praktiskt likvärdigt.

För antal utförda saltningar, saltnings-tidpunkt samt påförd saltmängd, redogörs i tabell 11.

Datum	Påförd genomsnittlig saltmängd per m ²
13 dec 1974	2 hg
19 "-	2 hg
20 "-	1 hg
3 jan 1975	1 hg
10 "-	1 hg
27 "-	1 hg
4 feb "	3 hg
18 "-	2 hg
30 mar "	2 hg
3 apr "	2 hg
10 "-	2 hg
30 dec "	2 hg
7 jan 1976	2 hg
21 "-	2 hg
6 feb "	2 hg
11 "-	2 hg
Totalt påförd saltmängd= 2,9 kg/m ²	

Tabell 11. Påförd saltmängd

Figur 18 åskådliggör det praktiska utförandet av saltningen samt figurerna 19 och 20 visar terrassbjälklagen under exponering vid såväl vinter- som sommartid.

Beakta speciellt figur 20, där man klart ser hur saltningen tagit död på nästan samtlig växtlighet.



Fig 18 Saltning av terrassbjälklag 2

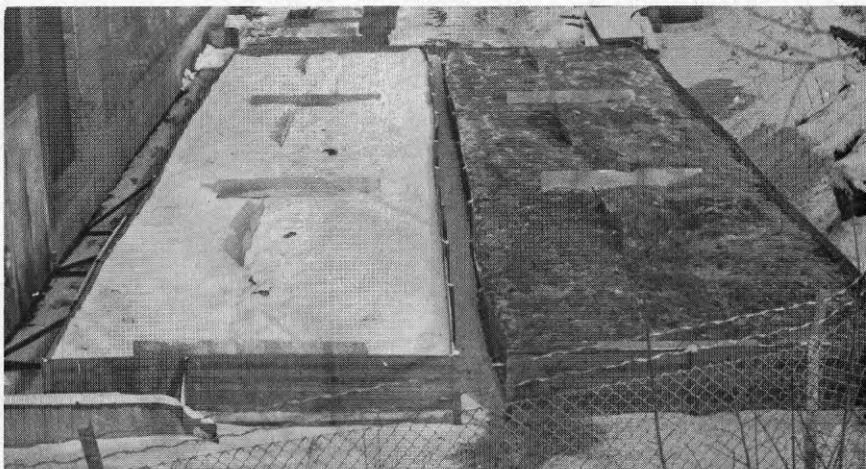


Fig 19 Exponering vintertid
(Bjälklag 2 till vänster)



Fig 20 Exponering sommartid
(Bjälklag 2 till vänster)

4.3.4 Uppgrävning och inspektion av terrassbjälklag

Vid uppgrävningen studerades de olika överbyggnadsmaterialen. Speciellt studerades dräneringsskiktet, finkornsspärren Fibertex samt mineralullens och torvströets funktion som finkornsspärr.

Hela terrassöverbyggnaden hade "satt sig", komprimerats ca 1 dm.

Inga iakttagelser gjordes som tyder på att någon av de finkornsspärrar som här studerades (Fibertex, mineralull och torvströ) varit effektivare än någon annan att hindra ovanpåliggande jordmassor att tränga ned i dräneringslagret.

Inte i något fall där 30 mm tjockt dräneringsgruslager 3-8 mm använts kunde konstateras att matjord trängt ned i dräneringslagret.

Vid provyta B2, där matjord lagts direkt på den grova dräneringen, 16-32 mm, kunde konstateras att matjord trängt ned ca 2-3 cm i dräneringen. Vid provyta A3 och A5, där finkornsspärr eller värmeisolering (mineralull) lagts direkt på den grova dräneringen, har jord ej trängt ned i dräneringen och vid provyta B4, där torvströ lagts på dräneringen fanns tendens till att torvströet trängt ned, dock ytterst lite, i dräneringen.

Man får förutsätta att ett provbjälklag som detta erhållit ett mera omsorgsfullt arbetsutförande avseende påförandet av överbyggnaden i förhållande till ett verkligt byggprojekt. Vid ett verkligt terrassbjälklag förekommer förmodligen nedtrampning av jord i och igen-sättning av dräneringslagret.

Därför kan förmodas att en finkornsspärr av fiberduk har avsevärda fördelar i praktiken vilket dock ej framkommit i detta försök.

Vid inspektion av tätskiktet kvalitet R 249, iaktogs att 8 st s k T-fogar (vid anslutning av tvärgående band till längsgående band), hade spruckit på undersidan av fälld fals och precis i 90-graders uppknäckningen till ny tvärgående fals.

Liknande iakttagelser har tidigare rapporterats av plåtslagare på "fältet", vid arbete med just kvalitet R 249. Plåtslagarna har då också framfört att man upplevt materialet styvt och spänstigt.

Plåttjockleken för kvalitet R 249 i detta prov var 0,5 mm.

Deformationen vid uppknäckning i s k T-fog är att liknas vid sträckpressning där man har att förvänta sig att de ferritiska stålen uppför sig något sämre än de austenitiska stålen.

Vid andra typer av plastisk deformation kan emellertid det omvända förhållandet råda.

Figurerna 21-28 visar bilder från uppgrävningen och inspektion av terrassbjälklagens överbyggnad, tätskikt och ståndskivor.



Fig 21 Uppgrävning av terrassbjälklag 2

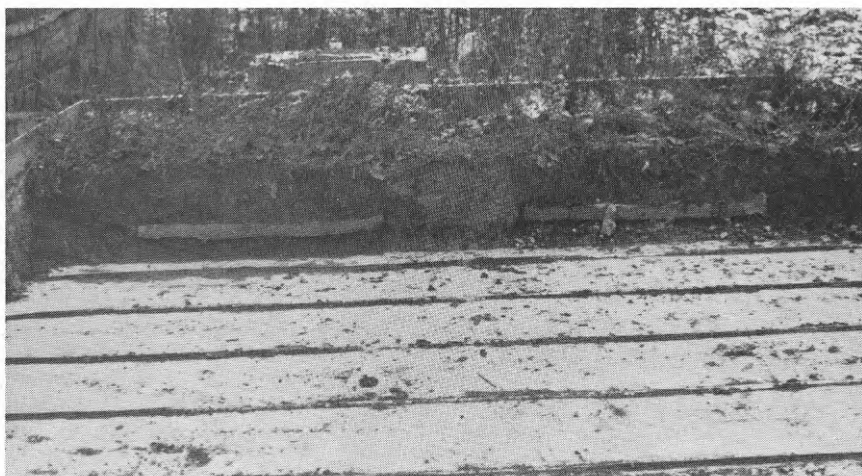


Fig 22 Värmeisolering på dräneringsgrus,
provyta A5 och B5

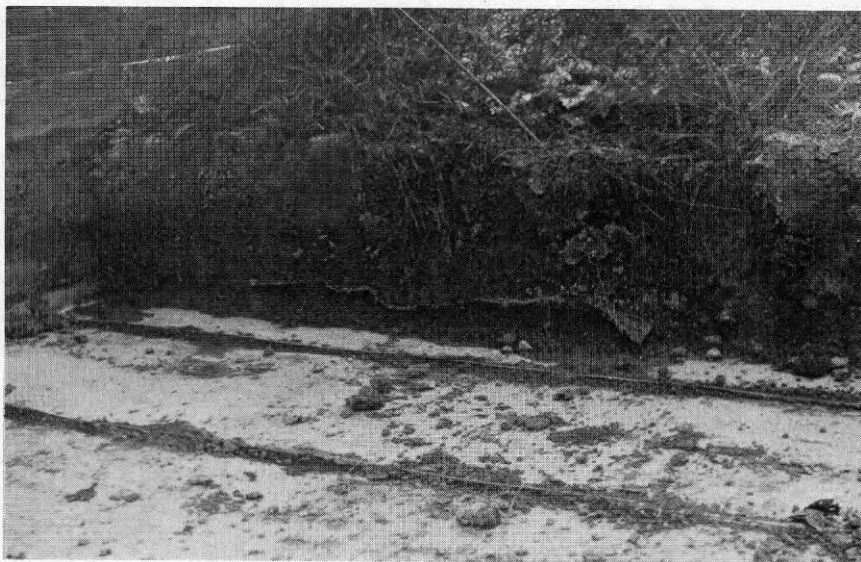


Fig 23 Avskiljare Fibertex på dränerings-
grus 3-8 mm, provyta A3

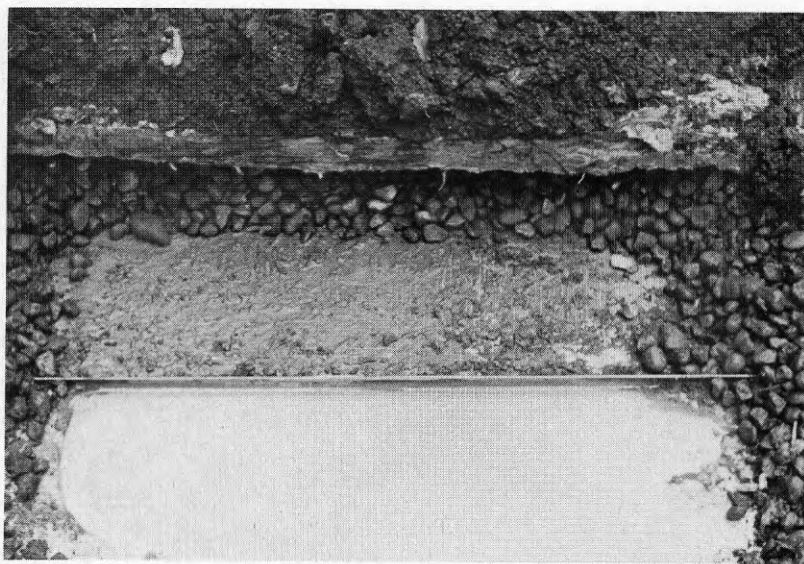


Fig 24 Visar bottenslam under dränerings-
grus 16-32 mm, provyta B5



Fig 25 Jord lagd direkt på dräneringsgrus
3-8 mm, provyta A2

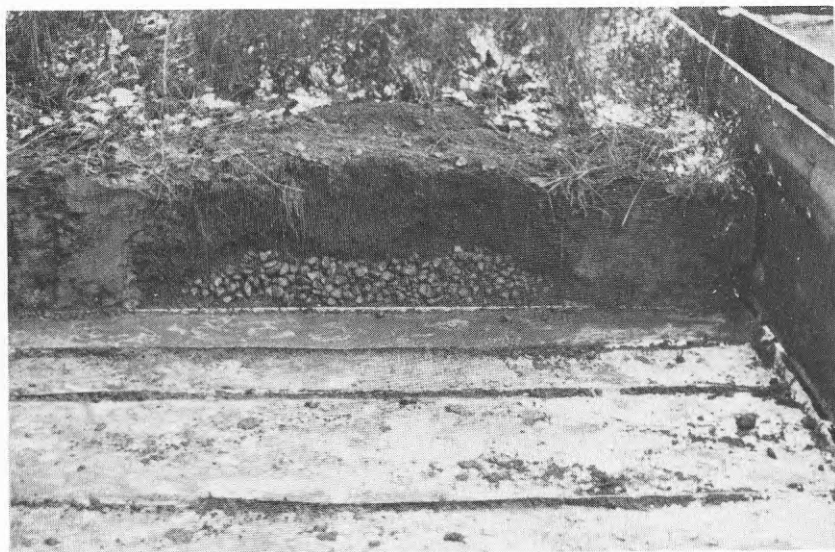


Fig 26 Jord lagd direkt på dräneringsgrus
16-32 mm, provyta B2



Fig 27 Korrosionsskada (genomgående hål)
under lera och på kvalitet R 350

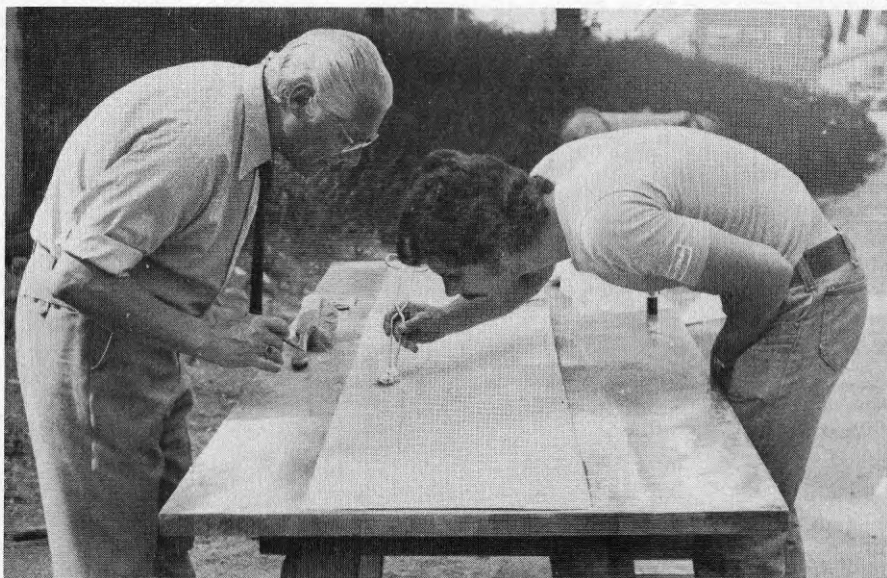


Fig 28 Inspektion av ståndskiva

4.4

Laboratorieförsök

Provkropparna till laboratorieförsöken utgjordes av svetsade burkar i dimension 110 x 70 x höjd 50 mm. Burkarna i kvaliteten R 249, R 350 och R 440 var sömsvetsade, medan de grovväggigare burkarna i R 840 var svetsade med ett lägre legerat tillsatsmaterial. Svets och värmepåverkad zon i R 840 belades dock med ett skyddande skikt av lack^{x)} och svetsoxiden vid sömsvetsarna borttogs medelst betning.

Efter tvättning i triklöretylen och aceton fylldes burkarna till ca hälften med torkad jord - ca 450 g singel, 500 g grus, 250 g matjord eller 250 g lera - varefter avjoniserat vatten doserat med natriumklorid eller natriumklorat tillfördes i en kvantitet av ca 100 cm³. Vid denna vattenmängd var jordarna övermättade, dvs även de finkornigare jordarnas maximala absorptionsförmåga av vatten hade något överskridits, och det krävdes ca 1,5 dygn vid rumstemperatur för att avdunsta överskottsvattnet i leran och matjorden. Den mättade matjorden och leran höll ungefär 25 % vatten.

De dräneringslösa jord- och vattenfyllda burkarna exponerades med fritt lufttillträde.

Lång- och korttidsförsöken tillgick enligt följande:

4.4.1 Långtidsförsök - rumstemperatur

Under en tid av ett år vid rumstemperatur testades kvaliteterna R 249, R 350 och R 440 enligt ovan med singel, grus, matjord och lera och där var och en av dessa jordar tillfördes avjoniserat vatten, doserat med natriumklorid till 0, 10², 10³, 10⁴ och 10⁵ ppm Cl⁻.

Med hänsyn till kloridinnehållet i jordarna enligt tabell 4 och under antagande att jordarnas kloridsalter helt löses i det tillsatta vattnet, blir kloridhalten i de olika jordvattnen följande, se tabell 12.

Tillsatt vatten	Lera	Matjord	Grus	Singel
0 ppm Cl ⁻	40 ppm Cl ⁻	25 ppm Cl ⁻	50 ppm Cl ⁻	45 ppm Cl ⁻
100 "-	140 "-	125 "-	100-150 "-	100-145 "-
1000 "-	1040 "-	etc		
etc				

Tabell 12

x) "Ellac" Struers Scientific Instruments, Copenhagen, Denmark

Vattenavdunstningshastigheten för de i rumstemperatur, 20-25°C, stående burkarna var oberoende av jordtyp och var under övermättnadsperioden 0,5 g/h. Vattenavdunstningen kompenenserades dock genom tillsats av avjoniserat vatten morgon (08.00) och kväll (16.00) under arbetsdagar. Då leran och matjorden endast var vattenövermättade ca 1,5 dygn erhöills under normalhelgernas sista dygn en partiell intorkning motsvarande ca 10 g vatten och en höjning av kloridkoncentrationen i jordvattnet med max ca 10 % och viss saltutfällning i ytskiktet.

Kloridkoncentrationen var således i stort sett konstant i jordlösningen förutom i ytskiktet där under vattenövermättnads- och torkperioden en kloridanrikning respektive saltutfällning erhöills.

De ler- och jordfläckar som erhöills på de vertikala ytorna alldeles ovan jordytans nivå på grund av den senares fluktuationer hade naturligtvis mycket snabbare avdunstning, intorkning och kloridanrikning än huvudjordmassan.

Efter försöket rengjordes burkarna och eventuella korrosionsskador noterades till antal, djup, läge etc och antalet angrepp och angreppsdjup togs som ett mått på initieringsbeständighet resp på något slag av summabetyg vad gäller initierings-, propageringsbeständighet och repassiveringsförmåga.

4.4.2 Långtidsförsök - utomhus

Detta försök, som pågick i 16 månader och startade i april 1976, inleddes med att provburkar i R 249, R 350 och R 440 fyllda med singel, grus, matjord och lera enligt ovan doserades med 100 cm³ vatten innehållande 100 ppm Cl. Burkarna placerades härefter utomhus i industriatmosfär (Fagersta järnverk), 2 meter över marken och med fritt tillträde för regn, vind, smuts etc. Vattennivån i burkarna tilläts aldrig stiga så högt att vattenavtappning och därmed minskning av kloridkoncentrationen erhöills. Vid kraftigt långvarigt regn var burkarna således övertäckta. För övrigt styrde naturen över temperatur, vattendosering, indunstning, torkperioder etc.

Rengöring och utvärdering av burkarnas korrosionsskador skedde enligt "Långtidsförsök - rumstemperatur".

4.4.3 Korttidsförsök

Under en tid av 26 dygn i tropikskåp med $+40^{\circ}\text{C}$ testades R 440 och R 840 med lera, matjord och grus och med kombinationen av dessa tre jordar i form av fyllning av provburken med vertikala strängar och där lersträngen utgjorde mittsträng. En vattenlösning av 70 g/l av det starkt oxiderande och punktfrätningsfrämjande ogräsmedlet Klorex tillfördes burkarna i en kvantitet av 110 cm^3 . Klorex består av 50 % NaCl och 50 % NaCl O_2 . Normaldosering för ogräsbekämpning är 70 g/l vatten.

R 840 testades även enligt ovan med lera och grus och med tillförsel av 110 cm^3 vatten innehållande 10^4 ppm Cl^- i form av NaCl.

Vid här aktuella höga kloridhalter kan man bortse från jordarnas eget kloridinnehåll.

Vattenavdunstningen kompenseras genom spädning med avjoniserat vatten testdygn nr 3, 5, 7, 13, 19 och 25. Då lerans och matjordens vattenövertäckning var ca 27 g vid försökets start och avdunstningshastigheten i det varma och starkt luftfuktiga tropikskåpet var 0,6 g/h (oberoende av jord) blev övertäckningstiden ca 2 dygn. Under testtiden t o m dygn 9 erhöles således till skillnad från dygn 10 - 13, 16 - 19 och 22 - 25 ingen partiell torkning. Under de tre torkperioderna å fyra dygn vardera intorkade leran och matjorden till ca 50 % av sitt vatteninnehåll vid mätning och alldeles innan vattenpåfyllningen dygn 13, 19 och 25 hade jordarna på grund av de sex dygnens avdunstning förlorat ca 70 % av sitt ursprungliga vatteninnehåll och därmed ökat sin halt av natriumklorid respektive natriumklorat i restvattent till ungefär 10 %.

Liksom vid långtidsförsöken erhöles saltanrikning och saltutfällning preferentiellt i jordytan, men i motsats till de tidigare försöken var salthalten under ytnivån ej approximativt konstant utan steg med avdunstningstiden och varierade i djupled med intorkningstiden.

Korttidsförsöket kan anses efterlikna mycket svåra praktikbetingelser för tätskikt i rostfritt stål; Klorexbehandlad terrass under het sommarmånad med kraftiga, korta åskkurar och rotblöta och dessemellan starkt solsken.

Efter försökets slut och rengöring av burkarna utvärderades korrosionsskadorna enligt långtidsförsöket.

5. RESULTAT OCH DISKUSSION

5.1 Fältförsök

Inspektion av tätskikt och ståndskivor har visat att terrassbjälklag 1, som exponerats utan tillsats av klorider, är helt felfritt. Inga korrosionsskador finns på någon materialkvalitet.

Detta gäller såväl vertikala som horisontella ytor och oavsett vilket överbyggnadsskikt som funnits på plåten. Värt att speciellt notera är att överbyggnad bestående av såväl lera som jord icke givit upphov till korrosion på kvalitet R 350.

Saltning kan med största sannolikhet - trots varning för klorider - ej till tillräcklig hög grad förhindras i praktisk tillämpning, varför kvalitet R 350 icke bedöms vara en kvalitet för tillämpning i terrassbjälklag (se resultat saltad gård).

Terrassbjälklag 2, som exponerats med tillsats av klorider genom saltning, har erhållit korrosionsskador i varierande omfattning från etsningar (början till angrepp) och till mycket kraftiga skador (hål i plåten). Skadornas förekomst och dess orsaksförhållande diskuteras i kapitel 5.1.1 och 5.1.2.

Det har varit omöjligt att utföra en mätning av samtliga skadors djup och storlek, varför skadorna i stället klassificerats visuellt med följande skadebeteckningar och skadefinitioner:

- | | |
|---|-----------------------|
| A = Början till korrosionsskada | se Fig 29,
30 o 31 |
| B = Korrosionsangrepp, små och grunda | se Fig 32,
33 o 34 |
| C = Korrosionsangrepp, kraftiga, djupa och ibland genomgående | se Fig 35,
36 o 37 |

Resultat från inspektionen och skadeinventeringen av terrassbjälklag 2 har sammanställts i tabell 13.



Fig 29 A = Början till korrosionsskada (x 6)

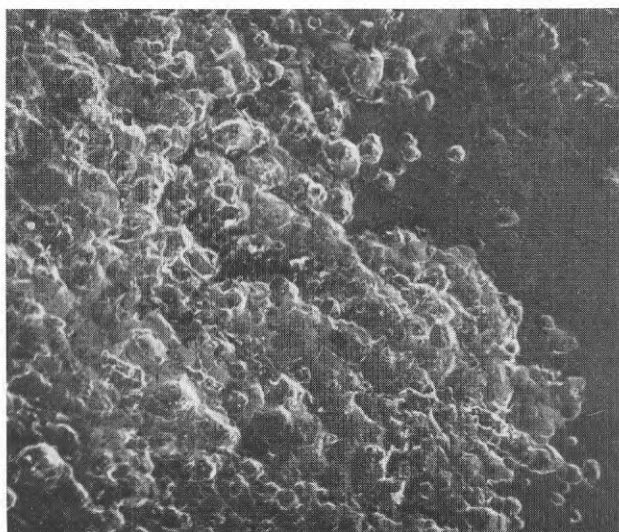


Fig 30 A = Början till korrosionsskada (x 200)



Fig 31 A = Början till korrosionsskada (x 1000)

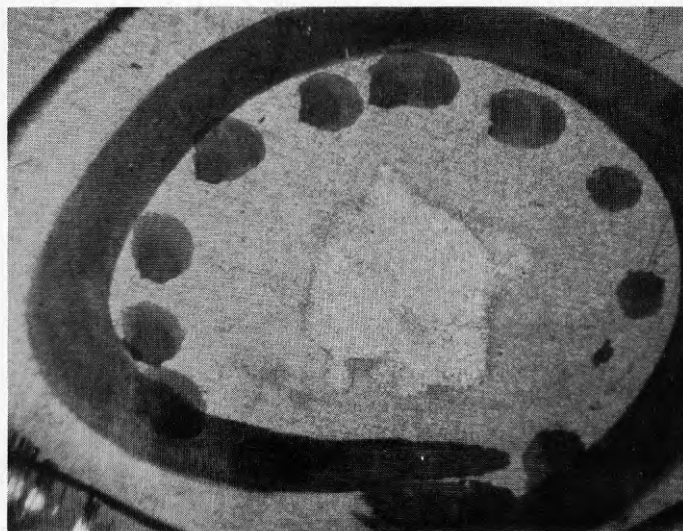


Fig 32 B = Korrosionsangrepp, små och grunda
(x 6)

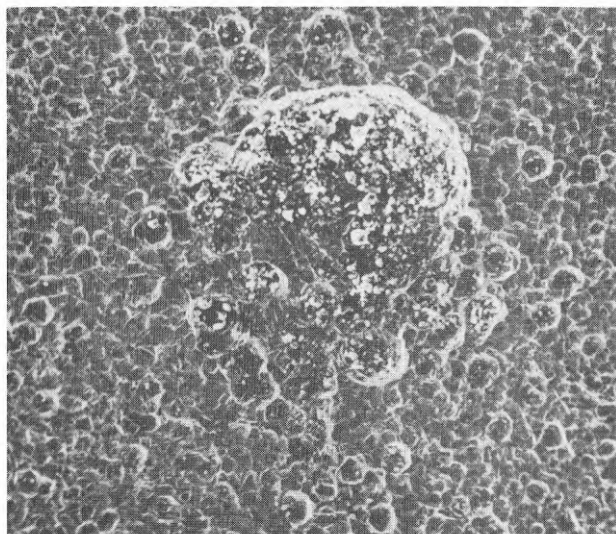


Fig 33 B = Korrosionsangrepp, små och grunda
(x 200)

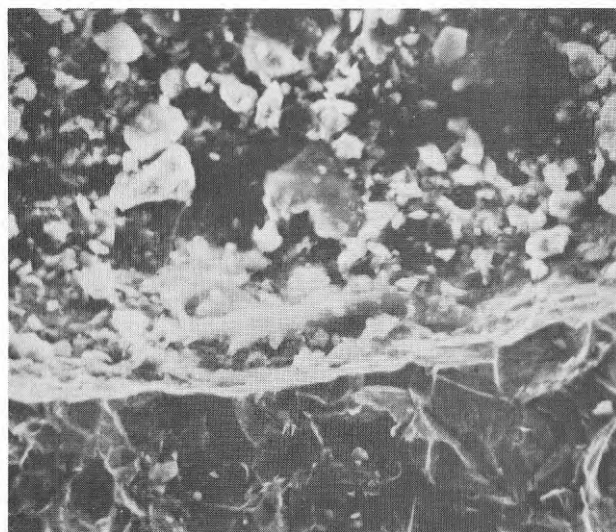


Fig 34 B = Korrosionsangrepp, små och grunda
(x 1000)

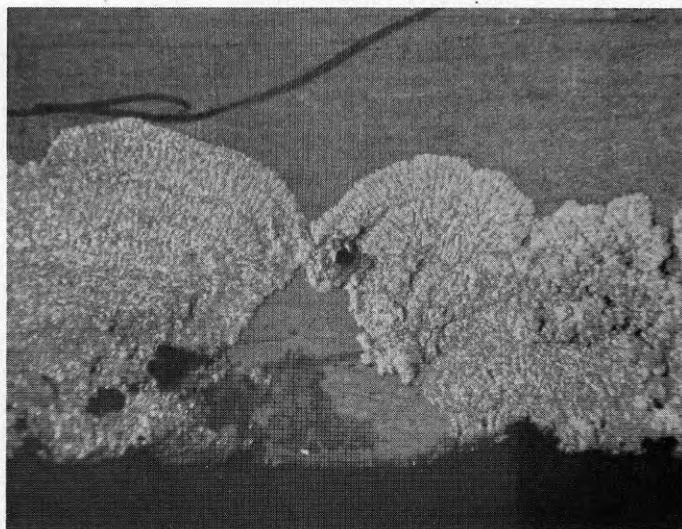


Fig 35 C = Korrosionsangrepp, kraftiga, djupa
och ibland genomgående
(x 6)

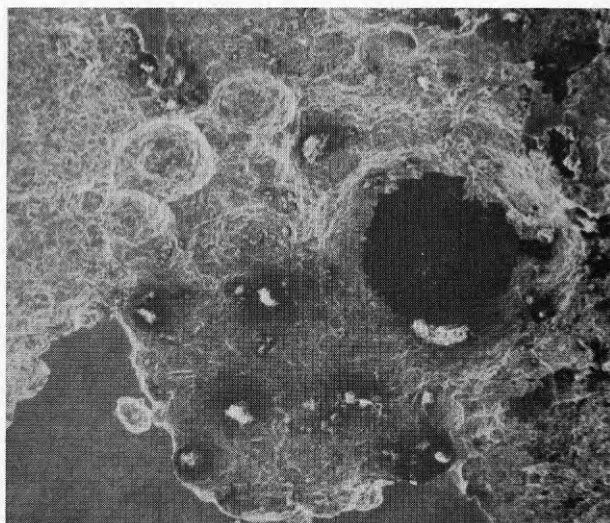


Fig 36 C = Korrosionsangrepp, kraftiga, djupa
och ibland genomgående
(x 50)

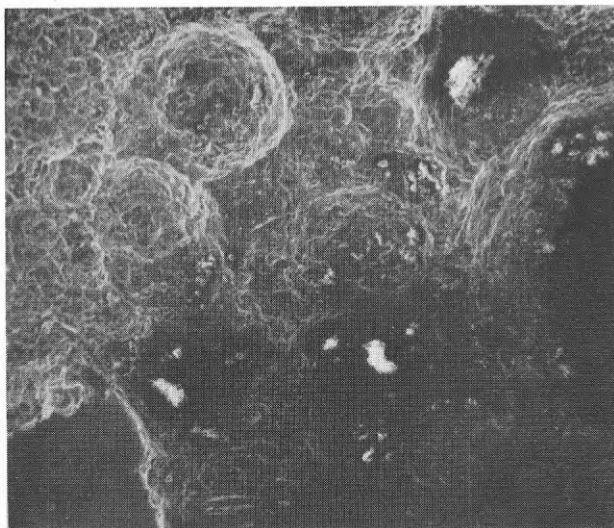


Fig 37 C = Korrosionsangrepp, kraftiga, djupa
och ibland genomgående
(x 100)

Överbyggnadsmaterial Kodbeteckning		Antal skador av typ A, B och C ^{x)} för resp tätskiktets kvalitet		
		R 249	R 440	R 350
A1	Grus 3-4 mm provyta 1 m ²	A = 0 B = 1 C = 0	A = 0 B = 0 C = 1 (1)	A = 0 B = 2 C = 5 (5)
A2	Matjord provyta 1 m ²	A = 1 B = 1 C = 0	A = 0 B = 1 C = 2 (2)	A = 0 B = 4 C = 5 (5)
A3	Finkorsspärr Matjord provyta 1 m ²	A = 1 B = 0 C = 3 (3)	A = 0 B = 1 C = 0	A = 0 B = 2 C = 9 (9)
A4	Torvströ Matjord provyta 1 m ²	A = 1 B = 0 C = 0	A = 0 B = 1 C = 1	A = 0 B = 4 C = 38 (38)
A5	Mineralull Matjord provyta 1 m ²	A = 10 B = 0 C = 1 (1)	A = 0 B = 0 C = 0	A = 0 B = 7 C = 43 (43)
B1	Finkornsspärr Grus 3-8 mm provyta 1 m ²	A = 1 B = 0 C = 0	A = 0 B = 0 C = 0	A = 0 B = 15 C = 18 (18)
B2	Matjord provyta 1 m ²	A = 0 B = 2 C = 0	A = 1 B = 1 C = 0	A = 0 B = 8 C = 9 (9)
B3	Finkorsspärr Matjord provyta 1 m ²	A = 7 B = 1 C = 1	A = 0 B = 4 C = 0	A = 0 B = 12 C = 12 (12)
B4	Torvströ Matjord provyta 1 m ²	A = 6 B = 0 C = 0	A = 1 B = 3 C = 0	A = 0 B = 18 C = 11 (11)
B5	Mineralull Matjord provyta 1 m ²	A = 8 B = 0 C = 0	A = 1 B = 0 C = 1	A = 0 B = 21 C = 27 (27)
	Jordsträng provyta 30x0,5=15 m ²	A = 27 B = 7 C = 33 (23)	A = 6 B = 3 C = 17 (14)	A = 0 B = 63 C >150 (>150)
	Lersträng provyta 15x0,5=7,5 m ²	A = 19 B = 10 C = 35 (32)	A = 4 B = 9 C = 33 (32)	A = 0 B = 50 C >150 (>150)
	Summa	A = 81	A = 13	A = 0
	Summa	B = 82	B = 23	B = 206
	Summa	C = 73 (59)	C = 55 (49)	C >477 (>477)

Tabell 13 Resultat från skadeinventering av
tätskiktet bjälklag 2 - antal skador
(inom parentes anges antal genomgå-
ende skador)

- x) A = Början till korrosionsskada
B = Korrosionsangrepp, små och grunda
C = Korrosionsangrepp, kraftiga, djupa
och ibland genomgående

5.1.1 Tätskikt

Inga korrosionsskador förelåg på plåtarna i den osaltade gården, terrassbjälklag 1.

I den saltade gården, terrassbjälklag 2, erhöles korrosionsskador av typ punktfrät enligt tabell 13. Ingen allmänkorrosion kunde iakttagas. Figur 27, kapitel 4.3.4, visar ett stort genomgående hål på kvalitet R 350, under lera.

Av skadornas placering och läge (tabell 13) framgår att det ej föreligger något klart samband mellan angreppsfrekvens och huruvida dräneringsgrusen varit täckta av matjord eller ej, eller gruset avskiljts från jorden medelst Fibertex, torvströ eller värmeisolering. Om således samtliga överbyggnadskonstruktioner med grus på tätskiktet tillåts ses som en och samma konstruktion, "grus", samt att hänsyn endast togs till kraftiga, djupa, ibland genomgående angrepp - typ C - och vi räknar med att de svagare angreppen - typ A och B - har självläkts, repassiverats, (se slutstycket kapitel 4.1), kan ett koncentrat av tabellen uppställas enligt följande, se tabell 14.

Överbyggnads- konstruktion	Antal kraftiga angrepp per yta = 5 m ²		
	R 249	R 440	R 350
"Grus" 3-8 mm	4 x)	4 x)	97 x)
"Grus" 16-32 mm	1	1	77
Jord	33 x)	17 x)	>150 x)
Lera	70 x)	66 x)	>300 x)

Tabell 14

x) Huvudparten genomgående angrepp

Påpekas bör att den största punktfrätningstätheten låg i den något diffusa begränsningslinjen mellan "grus" och jord resp lera. Orsaken till detta ligger i bildandet av luftnings-element mellan fin- och grovkorniga jordarter (se kapitel 3.5). På grund av den diffusa begränsningslinjen samt dess funktion som bildare av luftningselement måste således antalet angrepp per typ av överbyggnad tas med en viss försiktighet.

Av försöket har följande framgått:

- R 249 och R 440 får bedömas likvärdiga och starkt överlägsna R 350. Detta var förväntat med hänsyn till att R 249 och R 440 är molybdenlegerade (se kapitel 3.4.2).
- Jord och speciellt lera är mer korrosionsstimulerande än grus.
- Blandning av finkornig jordart (lera, jord) med grovkornig (grus) är speciellt ogynnsamt.
- Kombinationen av det grovkornigare gruset, 16-32 mm, och stålqualiteterna R 249 eller R 440 förefaller ofarlig. Endast ett kraftigare angrepp, icke genomgående, erhöles per stål i närheten av leran. Sannolikt har lerklickar blandats med gruset invid lersträngen och gett ett orättvist resultat för gruset. Även det finare gruset, 3-8 mm, är troligtvis ofarligt för R 249 och R 440.

5.1.2 Ståndskivor

Inga korrosionsskador förelåg på ståndskivorna i den osaltade gården, terrassbjälklag 1.

Ståndskivorna i den saltade gården, terrassbjälklag 2, uppvisade punktfrät. Dessa skador var starkt koncentrerade till jordytans nivå eller något över eller under denna. Beträffande orsaken till denna placering av fräten, se kapitel 3.6 och 5.2.1.1.

I tabell 15 redovisas resultaten från skadeinspektionen. Härav framgår följande vad avser kraftiga angrepp (typ C):

- Ståndskivorna har vid jordnivån större antal angrepp per ytenhet än tätskikten, dvs aggressivare betingelser råder för ståndskivorna.
- Liksom för tätskikten var ståndskivorna i R 249 och R 440 klart överlägsna R 350, som uppvisade 50-100 kraftiga ofta genomgående punktfrät per meter vid jordnivån.
- R 249 hade något högre beständighet än R 440; ca 1 resp 10 st punktfrät per meter (medeltal för jordarterna).
- Någon säker rangordning av de olika jordarternas aggressivitet kan ej utföras. För R 350 förefaller grus, 3-8 mm, vara minst aggressivt. För R 440 gav jord såväl det

sämsta (24 st frät/m) som det bästa (1 st frät/m) resultatet och för R 249 varierade antalet angrepp med jordart endast mellan 0,5 och 2 st/m.

Här bör dock påpekas att jordarterna legat i kontakt med varandra (utom i ett fall; skiva nr 1, sida nr 2 = lera) efter en diffus begränsningslinje där jordarterna blivit uppblandade inom ett till storleken svårbedömbart område. Förutom den störande galvaniska effekten via luftningselement vid en skarp begränsningslinje kan således luftningselement ha uppstått i en mer eller mindre bred zon och angreppen klassats in under fel jordart.

- Ingen kombination stål - jordart förefaller tillfredsställande säker för här aktuell aggressiv gårdsmiljö. R 249 uppvisade visserligen "bara" ca 1 st allvarligt frät per meter, men det ur punktfrätningssynpunkt i andra sammanhang mycket likvärdiga stålet R 440 erhöll 24 st frät per meter i en jordsträng.

Stålets kapacitetstak har uppenbarligen tangerats eller överskridits med påföljd att små förändringar i driftsbetingelser kan ge kraftiga utslag i korrosionsresultat.

Ståndskiva	Antal angrepp/m längs jordnivån (punktfrät) per stålqualität och skadetyyp								
	R 249			R 440			R 350		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Nr 1									
Sida 1 grus	50-100	10	2	-	50-100	13	30	50-100	25-50
jord	50-100	14	1,5	-	50-100	24	20	50-100	50-100
Sida 2 lera	50-100	10	0,5	-	50-100	5	-	50-100	50-100
Nr 2									
Sida 1-2 jord	50-100	7	0,7	-	50-100	1	-	50-100	50-100
lera	30	7	1,0	-	50	4	-	70	50-100

Tabell 15 Resultat från skadeinventering av ståndskivor i bjälklag 2

Förklaring: A = Början till korrosionsangrepp
 B = Korrosionsangrepp, små och grunda
 C = Korrosionsangrepp, kraftiga, djupa ibland genomgående

5.2 Laboratorieförsök

5.2.1 Långtidsförsök - rumstemperatur

Som väntat erhöles ingen allmänkorrosion. Skadorna som uppträdde var endast av punktfrätningsskarakter, dvs angrepp begränsade till små områden. Angreppsdjupet varierade mellan 0,5 och 0 mm, dvs från perforering av stålvägg till missfärgning punktvis. Angreppen indelades efter djup enligt följande: $> 0,2$ mm = mycket svåra, $0,2 - 0,1$ mm = svåra och $< 0,1$ mm = obetydliga. Figurerna 38 och 39 visar obetydliga punktfrät respektive obetydligt till svårt punktfrät.

Skadornas läge i plåtburkarna och inverkan av jord, kloridhalt och stålqualität på angreppsfrekvens- och angreppsdjup redovisas nedan:

5.2.1.1 Skadornas läge

Samtliga svåra skador erhöles på de vertikala väggytorna vid jordytans nivå eller något under eller över denna. Övriga väggytor eller bottenytor hade endast obetydliga angrepp och då bara på R 350 och R 249.

Att skador kunde erhållas över vatten- eller jordytan förklaras av vattenavdunstningen och att jordpartiklar avsatt sig på stålytan under jordens självkomprimering och volymsförändringar vid vattenpåfyllning, avdunstning, intorkning etc.

Orsaken till den preferentiella korrosionen i ytnivån är primärt den högre halten av syre och salt vid jord- eller vattenytan. De på stålytan fastsittande jordklickarna alldeles över och i kontakt med jordytan bör även ha spelat en betydelsefull roll genom sin spaltverkan - god syretillförsel i ytan och försvårad syretransport i centrum - och sin snabbare vattenavdunstning och större kloridanrikning.

5.2.1.2 Jord

Av jordarna var leran och singlet de klart aggressivaste med ett upphov till totalt ca 150 å 200 svåra angrepp vardera. Burkarna fyllda med grus och matjord gav endast upphov till ett 30-tal svåra angrepp.

Att rangordningen mellan jordarna ur aggressivitetssynpunkt är enligt ovan kan eventuellt förklaras av att den finkorniga leran, ler-

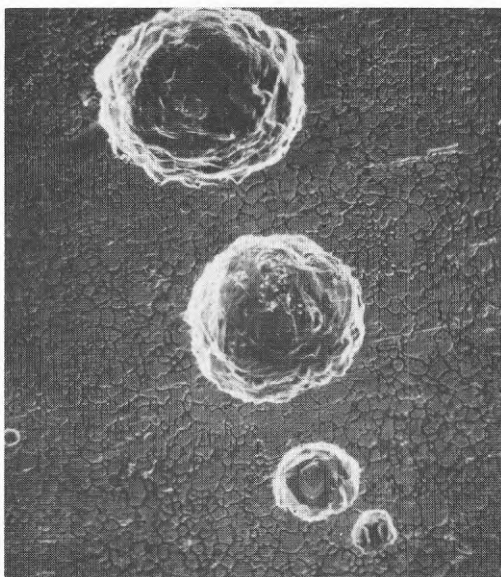


Fig. 38 Obetydliga punktfrät, R 350-grus
(x 200)

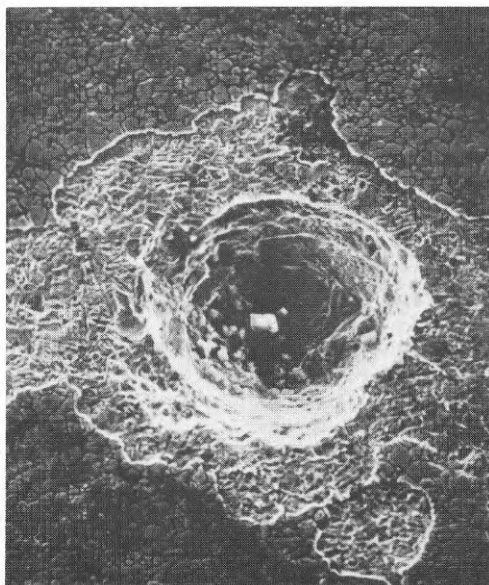


Fig.39 Obetydligt till svårt punktfrät,
R 440-lera
(x 200)

klickarna med dålig syretransport i princip bildar farliga spalter genom att de ger upphov till luftningselement med den syrerika ytan som katod och det syrefattiga innanmätet som anod. Singlet kan tack vare sina grova stenar, 16 - 32 mm, i vissa kontaktpunkter med stål-ytan förmodas bilda trånga, djupa spalter med relativt stor fri katodyta. Matjorden och gruset med partikelstorlekar större än leran men mindre än singeln kan förväntas ge bättre syretransport och mindre risk för farliga luftningselement respektive mindre spalter och fri katodyta. Gruset som hade en partikelstorlek av huvudsakligen ca 5 mm kan antagas ge spalt-djup av $\leq 2,5$ mm och ett yttre spaltgap av samma mått. Enligt [23], förefaller det som om det krävs ett spaltgap under 1 μ m för att en spalt med djup av 2,5 mm skall vara uppenbart farlig.

5.2.1.3 Kloridhalt

Kloridhalterna approximativt 50 ppm och 150 ppm gav endast upphov till ett 10-tal svårare angrepp, medan kloridhalterna 10^3 , 10^4 och 10^5 ppm gav upphov till ca 100, 200 resp 100 svåra angrepp. Att den högsta kloridhalten ej gav flest angrepp kan möjligen förklaras av att den vitala syrehalten sjunker med ökande kloridhalt.

De lägsta kloridhalterna gav endast skador på burkarna fyllda med singel.

Den aggressivaste kloridhalten, 10^4 ppm Cl^- , var den enda som gav upphov till mycket svåra angrepp, $> 0,2$ mm. Dessa skador var dock fåtaliga (ca 15 st) och hade huvudsakligen erhållits i lerfyllda burkar.

5.2.1.4 Stålkvalitet

I tabell 16 nedan redovisas totala antalet angrepp för samtliga burkar i de tre stålkvaliteterna:

Stål	A n t a l a n g r e p p		
	Obetydliga < 0,1 mm	Svåra 0,1-0,2 mm	Mycket svåra > 0,2 mm
R 350	ca 1 500	ca 150	15
R 440	" 1 000	" 150	0
R 249	" 1 500	" 75	0

Tabell 16

Stålen ligger grovt sett på samma kvalitetsnivå om man ser till totala antalet angrepp utan hänsyn till skadedjup. Som förväntat var dock den icke molybdenlegerade kvaliteten R 350 sämst vad gäller mycket svåra angrepp.

Bästa och sämsta kombinationen av stål och jord var R 440-grus och R 249-matjord respektive R 350-singel.

I ovan nämnda text har ej skador i de sömsvet-sade vertikala hörnen medräknats. För dessa gäller dock att de i det ferritiska stålet R 249 var sämst med bl a ett flertal genomgående punktfrät.

5.2.2 Långtidsförsök - utomhus

Ingen allmänkorrosion och inga angrepp med djup $> 0,1$ mm erhöles. Endast små rostpunkter, diameter $<$ ca 1 mm - förekom här och var på den vertikala stålytan längs jordnivån. Antalet angrepp av detta slag var ej speciellt starkt beroende av stålqualität eller jordart. Minst missfärgat stål var R 440 och minst skadlig jordart var matjord.

Med hänsyn till att långtidsförsöket vid rumstemperatur och med kloridhalten 10^2 ppm i tillsatt vatten endast gav upphov till ett fåtal svåra angrepp - primärt R 350 - singel - är det ej att förvåna sig över utomhusförsökets positiva resultat. Under långtidsförsöket vid rumstemperatur var ju jordarna vattenövermättade en huvudpart av försökstiden och temperaturen konstant hög. Detta i motsats till utomhusförsöket.

5.2.3 Korttidsförsök

Liksom vid långtidsförsöken erhöles ingen allmänkorrosion utan endast punkt- och spaltkorrosion som företrädesvis satte in på de vertikala stålytorna vid jordytans nivå.

De enda kombinationerna stål-jord utan angrepp var R 840-matjord och R 840-grus och den enda kombinationen som erhöles angrepp på bottenyta var R 440-lera/grus. Kombinationen av fin- och grovkorniga jordar är uppenbarligen speciellt skadligt genom den lätthet med vilken de bildar luftningselement.

Att R 840 erhöles färre (7 st) och grundare ($< 0,1$ mm) frät än R 440 som hade ca 25 st relativt djupa, dock ej perforerande, nålsticksformade angrepp är helt förklarligt med tanke på den högre Cr-, Ni- och Mo-halten i R 840.

Klorexförsöket har således givit likartade resultat som långtidsförsöket vad gäller skadornas lägen, jordarnas farlighet och inverkan av stålens halt av legeringselement.

R 840 erhö11 angrepp av "klorextyp" i 10^4 ppm Cl⁻.

Vid dessa mycket hårda försök har visserligen R 840 erhållit initiering av angrepp, men tack vare stålets goda propageringsbeständighet och repassiveringsförmåga blir angreppen mycket grunda och då de dessutom är flacka, dvs ej fungerar som spalter, är sannolikheten för initiering och propagering av nya angrepp i de gamla repassiverade flacka skadorna minimal, eftersom vid den första attackperioden de svagaste zonerna i stålytan redan frätts bort. Vid kommande år kommer dessutom med största sannolikhet miljöbetingelserna vid gården ej att vara desamma och man kan därför räkna med att angrepp utan farligt djup kommer att uppstå på nya ställen.

5.3 Laboratorie - kontra fältförsök

Överensstämmelsen mellan laboratorie- och fältförsöken får anses vara god vad gäller:

- typ av skada. Punktfrät.
- läge av skador. Nivån vid jordytan var det aggressivaste området. Att laboratorieförsöken ej gav upphov till nämnvärda skador på bottenplåten kan möjligen förklaras bl a av att de först bildade punktfräten på de vertikala ytorna katodiskt skyddat den på kort avstånd (ca 30-60 mm) liggande bottenplåten.
- inverkan av kloridhalt. En kloridhalt mindre än ca 150 ppm i jordvattnet förefaller ofarlig för samtliga testade stål.
- inverkan av jordart. Lera och finkornig jordart (lera och jord) uppblandad eller i kontakt med grovkornig jordart (grus) ger de aggressivaste betingelserna. Iakttagelsen vid laboratorieförsöken att grus (3-8 mm) och speciellt matjord skulle vara klart mindre aggressiva än singel (16-32 mm) och lera verifierades ej vid fältförsöken, där jordarternas rangordning efter farlighet var svårbedömbare (f u lera - tätskikt, horisontellt).
- stålqualität R 249 och R 440 är likvärdiga och klart överlägsna R 350.
- några tydliga diskrepenser mellan resultaten från laboratorie- och fältförsöken förelåg ej och de två försökstyperna får anses ha kompletterat varandra och stärkt underlaget för dragning av slutsatser vad gäller lämpliga kombinationer av stålqualität och jordbeläggning.

6. SLUTSATS

Efter studier, analys och diskussion över samtliga försöksresultat (laboratorie- och fältförsök) samt erfarenheter från praktiska tillämpningar dras följande slutsatser avseende rostfria ståls tillämpning som tätskikt i terrassbjälklag.

Den skadetyp som vid genomförda försök visat sig förekomma vid tillämpning som tätskikt i terrassbjälklag är lokala angrepp av klorider s k punktangrepp. Därför bör för detta tillämpningsområde väljas rostfria stål med hög hårdighet mot punktfrätning och spaltkorrosion.

Följande rekommendation ges vid val av material och överbyggnad:

- Horisontella ytor

Till horisontella ytor krävs ett stål av lägst kvalitet R 440 (SS 142343).

Kvalitet R 249 (SS 142326 bedöms likvärdig med kvalitet R 440.

- Ståndskivor (vertikala ytor)

Till ståndskivor krävs ett högre legerat stål. Här väljs företrädesvis R 840 (SS 142562), ev kan R 471 (17 Cr - 14.5 Ni - 4.5 Mo) väljas.

- Överbyggnad närmast ovanpå tätskiktet

Grovt dräneringsgrus skall användas, kornstorlek 16-32 mm (naturrundat singel). Dräneringslagrets tjocklek, höjd utföres enligt Hus AMA.

Finkornsspärr (fiberduk) skall alltid användas och placeras direkt ovanpå dräneringsskiktet. Finkornsspärren lägges med god och tillförlitlig omlottskarv.

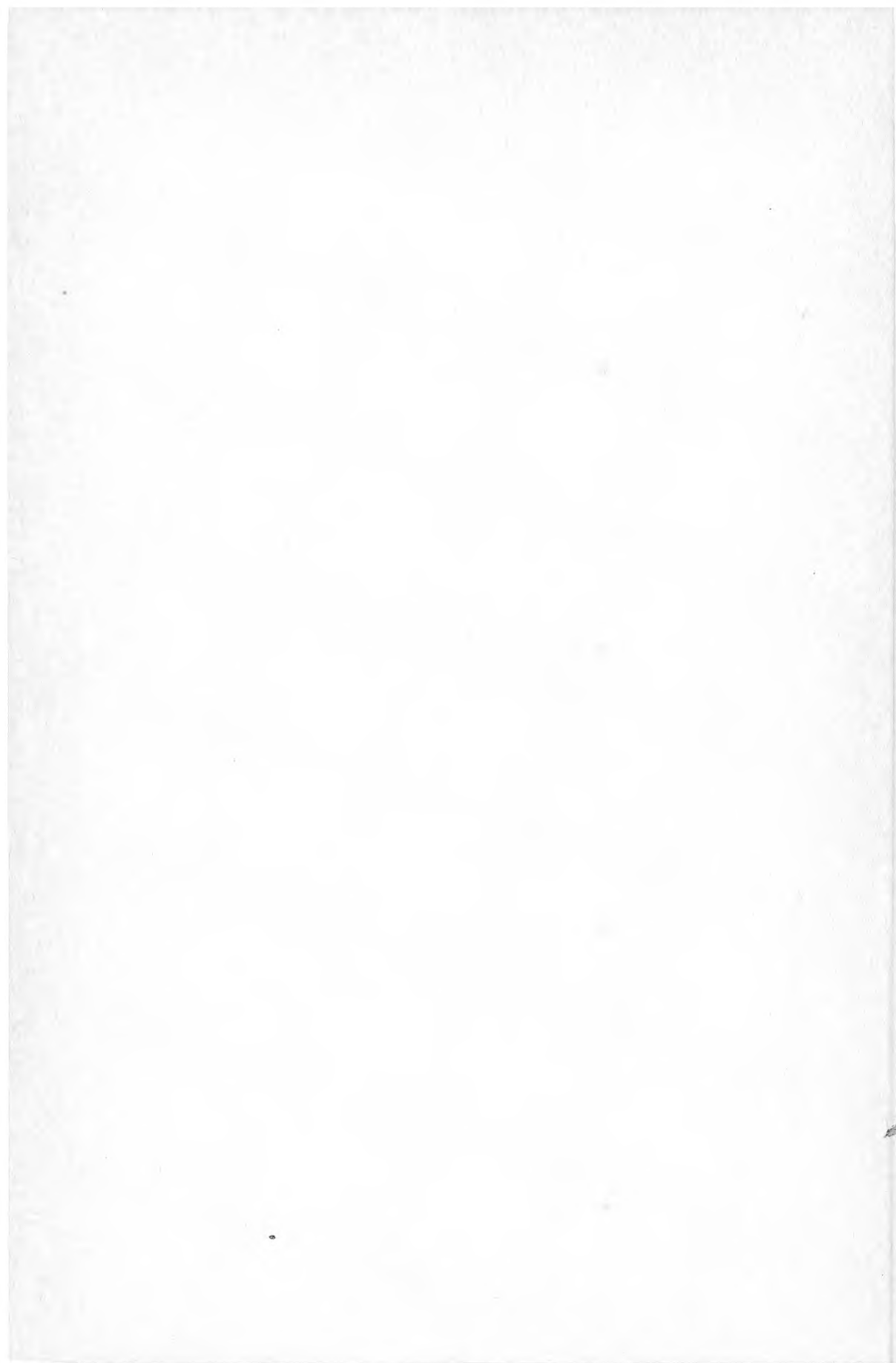
Övriga allmänna erfarenheter och rekommendationer:

- Klorex eller liknande kloridhaltiga och starkt oxiderande kemikalier bör under inga omständigheter tillföras överbyggnaden.
- För ogräsbekämpning på terrassbjälklag med rostfritt tätskikt skall användas medel som är kloridfria, ex vis Prefix-ogräsmedel.
- Lera skall om möjligt undvikas i överbyggnaden.
- Lera och jord skall undvikas att placeras direkt på det rostfria tätskiktet.
- Kloridhaltiga kemikalier bör i möjligaste mån undvikas för t ex ogräsbekämpning, isborttagning.

Om det förekommer terrassbjälklag där man med säkerhet från begynnelsen vet att icke klorider förekommer i överbyggnadsmaterialen och där man kan förutsäga att klorider ej heller kommer att tillföras, kan där väljas kvalitet R 350 (SS 142333).

7. LITTERATURFÖRTECKNING

1. Sune Sandqvist och Ove Sedin, skador på parkeringsdäck. Inventering orsak till skador och förslag till åtgärder. Chalmers Tekniska Högskola (1971).
2. Georg von Gegerfeldt. Rostfritt stål för byggändamål. Statens institut för byggnadsforskning, Stockholm (1971)
3. G Karlberg and G Wranglen, Corrosion Science 11, 499 (1971)
4. I L Rosenfeld and I S Danilow Z Phys. Chem. 226, 257 (1964)
5. J M Defranoux, International Nickel. Marine Corrosion Conference in conjunction with the Sea Horse Institute of Harbor Island Paper No. 3 (Biarritz 1969)
6. G Wranglen Corrosion Science 14, 331 (1974)
7. P Süry Corrosion Science 16, 879 (1976)
8. J Mankowski and Z Szklarska-Smialowska Corrosion Science 15, 493 (1975)
9. R J Brigham and E V Tozer, Corrosion 32, 274 (1976)
10. M Herthorne Corrosion 26, 511 (1970)
11. G Eklund Jernkontorets Annaler 155, 637 (1971)
12. Z Szklarks-Smialowska et. al. Br. Corrosion J. 5, 159 (1970)
13. K Lorenz and G Mèdawar, Thyssen Forschun 1, 97 (1969)
14. A Moskowitz et. al. ASTM STP 418, Am. Soc. Testing Mat. p 3, (1967)
15. W D France and N D Greene Corrosion 24, 247 (1968)
16. B Vincintini, Werkstoffe und Korrosion 25, 593 (1974)
17. G Wranglén Metallers Korrosion och ytskydd, Almqvist och Wiksell AB, Uppsala 1967
18. M Romanoff Journal of Research of the National Bureau of standards, 66 C, 223 (1962)
19. H J M Bowen, Trace Elements in Biochemistry, Academic Press Inc. 1966
20. M Romanoff, Underground Corrosion NBS cirkular 579, p 49, Washington 1957
21. E Escalante and W F Gerhold, Materials Performance, p. 16, Oct 1975
22. G. Carré. Corrosion in soil. Causes and measurement techniques. Bulletin No. 83 Stockholm (Swedish Corrosion Institute) 1977
23. Information från International Nickel Company (INCO) vid Inco, Sea Horse Institute - 4th European Meeting, i Hamburg 1977



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 740066-8 från
Statens råd för byggnadsforskning till Rosfria Tak AB,
Fagersta**

R106:1979

**ISBN 91-540-3089-7
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

Art.nr: 6700006

**Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner och material**

**Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirka pris: 30 kr exkl moms