Forskning och Utveckling

FOU 2002:72

UTVÄNDIGA SKYDD HOS FJÄRRVÄRMERÖRSSKARVAR

Gunnar Bergström, SP
Stefan Nilsson, SP
Sven-Erik Sällberg, SP

FJÄRRVÄRME

UTVÄNDIGT SKYDD HOS FJÄRRVÄRMERÖRSSKARVAR

FVF-projekt P1-005

Gunnar Bergström, SP
Stefan Nilsson, SP
Sven-Erik Sällberg, SP

ISSN 1402-5191

I rapportserien publicerar projektledaren resultaten från sitt projekt. Publiceringen innebär inte att Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB tagit ställning till slutsatserna och resultaten.

© 2002 Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB

Sammanfattning

Föreliggande projekt har studerat möjligheterna att använda enkla och billiga skarvtyper med ett utvändigt mekaniskt skydd i olika typer av kringfyllningsmaterial. Åtta stycken skjuthylseskarvar utvändigt skyddade med plastnätmatta, geotextilduk eller bådadera har utsatts för axiella förskjutningar genom fyra olika kringfyllningsmaterial:

- Krossmaterial 32 – 64 mm (banverksmakadam klass 1)
- Krossmaterial 0 – 64 mm (motsvarar förstärkningslager enl. Väg 94 5.6-4)
- Krossmaterial 0 – 8 mm
- Sand 0 – 4 mm (skarvprovningsmaterial enligt SS-EN 489)

Dessa val avseende kringfyllningsmaterial har gjorts för att täcka in både extremt tuffa material, men även finare material som tar sig igenom maskorna i plastnätmattan.

Resultaten visar att skarven erhåller ett gott skydd från plastnätmattan vid grövre kornstorleksfördelningar. En skjuthylseskarv med nätmatta är härvid styrkemässigt jämförbar med en elektrosvetsad skarvhylsa. Till och med i ett så tufft material som banverksmakadam, som åstadkommer tydliga intryck och skrapspår i mantelröret utanför skarven, förblir skarven oskadd under 1000 förskjutningscykler.

I fyllningsmaterial där hela kornstorleksfördelningen är mindre än nätets maskvidd kan ingen tydlig skyddseffekt ses. Kombinationen plastnätmatta med utvändigt geotextilduk ger dock ett fullgott skydd även i finmaterial. Geotextilduken hindrar sanden från att rinna igenom nätmaskorna och komma i kontakt med skarven.

Geotextilduken ensam har emellertid inte någon tydlig inverkan på skarvens hållfasthet. Den förmår inte hindra uppkomsten av de nötningsskador som normalt uppstår på skjuthylseskarvar i grova fyllningsmaterial.

En kostnadsuppskattning baserad på prislistor från tillverkare visar att en skjuthylseskarv med nätmatta och geotextilduk blir omkring 300 – 700 kr billigare än en elektrosvetsskarv, beroende på rördimension. Detta motsvarar en kostnadsreduktion avseende inköp och montage av skarvar på ca. 30 %.

Summary

The present project has studied the possibilities to use simple and cheap joints with an external mechanical protection in different kinds of backfill material. Eight non-shrinking joints protected with a plastic net, a geo-textile cloth or both have been subjected to longitudinal displacements through four different backfill materials:

- Crushed material 32 – 64 mm
- Crushed material 0 – 64 mm
- Crushed material 0 – 8 mm
- Sand 0 – 4 mm (Material for joint testing according to EN 489)

These choices were made to cover both extremely tough material and fine grained sand which may flow through the mesh of the plastic net.

The results show that the joint is well protected by the plastic net in coarse grained backfill materials. The strength of a non-shrinking joint with a plastic net is comparable to that of an electro-fusion welded joint. Even in a material as tough as crushed 32 – 64 mm, which produces significant indentations and scratches in the pipe wall outside the joint, it remains undamaged after 1000 displacement cycles.

No obvious protective effect can be seen in fill materials where the entire grain size distribution is smaller than the mesh size of the net. However, the combination of a plastic net with an external geo-textile cloth provided adequate protection also in fine-grained backfill. The geo-textile cloth prevents sand from flowing through the mesh of the plastic net and reaching the joint.

The geo-textile cloth alone has no obvious protective effect. It was not able to prevent the tearing damage that normally arises on non-shrinking joints in coarse backfill.

A cost estimation based on price-lists from manufacturers show that a non-shrinking joint with plastic net and geo-textile cloth is approximately € 30 – 75 cheaper than a fusion welded joint, depending on the pipe size. This corresponds to a cost reduction of about 30 %.

Innehållsförteckning

1 Inledning 5
2 Sandlådeprovningar i grova kringfyllningsmaterial 7
2.1 Skarvutföranden 7
2.1.1 Enkeltätande skjuthylsa 8
2.1.2 Enkeltätande krymphylsa 8
2.1.3 Nätmatta 8
2.1.4 Geotextilduk 9
2.1.5 Kringfyllningsmaterial 10
2.2 Provningsmetodik 12
2.2.1 Provningslåda 12
2.2.2 Packning av kringfyllningsmaterial 13
2.2.3 Fortlöpande täthetskontroll 13
2.2.4 Provningstemperatur 15
3 Resultat från sandlådeförsök 17
3.1 Sammanfattning av resultaten 17
3.2 Skarvar utan utvändigt skydd 17
3.2.1 Oskyddad skjuthylseskarv i 0 – 4 mm kringfyllning 17
3.2.2 Oskyddad enkeltätande krymphylseskarv i 0 – 64 mm kringfyllning 18
3.3 Skarv med geotextil 19
3.3.1 Skjuthylseskarv med geotextil i 0 – 8 mm kringfyllning 19
3.4 Skarvar med nätmatta 20
3.4.1 Skjuthylseskarv med nätmatta i 32 – 64 mm kringfyllning 20
3.4.2 Skjuthylseskarv med nätmatta i 0 – 64 mm kringfyllning 22
3.4.3 Skjuthylseskarv med nätmatta i 0 – 8 mm kringfyllning 23
3.4.4 Skjuthylseskarv med nätmatta i 0 – 4 mm kringfyllning 24
3.5 Skarv med nätmatta och geotextil 25
3.5.1 Skjuthylseskarv med nätmatta och geotextil i 0 – 4 mm kringfyllning 25
4 Diskussion 27
5 Referenser 29
Bilaga A – Mätresultat från sandlådeförsök 30
Bilaga B – Tekniska data för provade skarvtyper 39
Bilaga C – Resultatsammanfattning från samtliga försök 41

1 Inledning

Att återanvända uppschaktade massor vid förläggning av fjärrvärmeledningar är idag av stort intresse. Återanvändning av befintliga massor kan ge både ekonomiska och miljömässiga vinster då transporter av schaktmassor endast blir nödvändiga i de fall utrymmesbrist råder invid rörschaktet. Det största problemet vad gäller återanvändning är risken att uppgrävda schaktmassor innehåller grova grusfraktioner och stora stenar som kan skada ledningarna, framför allt där ingen friktionsfixering finns och temperaturrörelser uppträder. Skarvar i sådana områden är särskilt i riskzonen.

Forskningsarbete pågår sedan ett antal år med syfte att undersöka i vilken utsträckning fjärrvärmeledningar kan förläggas i grova kringfyllningsmaterial utan att ledningens funktion äventyras. Hållfastheten hos rakrör utvärderades av Molin m.fl. (1997) med en serie fullskaleförsök. Resultaten ledde till att rekommendationerna i Fjärrvärmeföreningens läggningsanvisningar (1998) avseende största tillåtna kornstorlek i kringfyllningen ändrades från tidigare 8 mm till 16 mm med enstaka partiklar på upp till 50 mm. De nuvarande anvisningarna innehåller dock ett förbehåll gällande partikelstorlekar kring mantelrörskarvarna där större partiklar än 16 mm ej får förekomma "om inte tillräcklig hållfasthet hos skarvmuffarna påvisats".

Bergström m.fl. (2001) studerade hur tre av dagens vanligaste skarvutformningar påverkas hållfasthetsmässigt vid axiella fram- och återgående ledningsrörelser i grova kringfyllningsmaterial. Resultaten visade att elektrosvetsade skarvhylsor utan större problem klarar även mycket grova kringfyllningsmaterial men att skarvar med krymptätning, och i synnerhet okrympta skjuthylsor, bör användas med försiktighet. Emellertid visade ett par försök att en skjuthylseskarv utvändigt skyddad med en plastnätmatta klarar belastningarna lika bra eller bättre än en elektrosvetsad skarvhylsa. Kostnadsmässigt är detta mycket intressant, då en enkeltätande skjuthylseskarv är den billigaste skarvtypen.

Föreliggande projekt, som är en fortsättning på det ovan nämnda, har haft som målsättning att vidare utvärdera möjligheterna att använda enkla och förhållandevis billiga skarvutformningar i mycket krävande kringfyllningsmaterial.

Projektet har finansierats av Svenska Fjärrvärmeföreningen och SP Mekanik i Göteborg som även genomfört projektarbetet i samråd med en referensgrupp med följande sammansättning:

Jan Eriksson, Lögstör Rör Sverige AB
Göran Johansson, Powerpipe Systems AB
Sven Liedberg, Skanska Teknik AB
Niclas De Lorenzi, Birka Värme AB
Ture Nordenswan, Svenska Fjärrvärmeföreningen
Stefan Siewertz, Vattenfall AB

2 Sandlådeprovningar i grova kringfyllningsmaterial

Hållfastheten hos fjärrvärmeskarvar studerades genom sandlådeprovningar i olika grova kringfyllningsmaterial. Metoden som användes vid försöken bygger på den europeiska produktstandarden SS-EN 489 men har modifierats på ett antal punkter. Utgångspunkten har varit att använda samma typ av enkeltätande skjuthylseskarv som under del 1 av föreliggande projektserie (Bergström m. fl. 2001) försedd med olika kombinationer av utvändigt mekaniskt skydd, närmare bestämt plastnätmatta och geotextilduk.

Fyra olika kringfyllningsmaterial har använts för försöken:

- Krossmaterial 32 – 64 mm (banverksmakadam klass 1)
- Krossmaterial 0 – 64 mm (motsvarar förstärkningslager enl. Väg 94 5.6-4)
- Krossmaterial 0 – 8 mm
- Sand 0 – 4 mm (skarvprovningsmaterial enl. SS-EN 489)

Ovanstående material har valts för att täcka in både extremt tuffa material med avseende på kornstorleksfördelning (banverksmakadam 32 – 64 mm), men även finare material som tar sig igenom maskorna i plastnätmattan (SS-EN 489-sand 0 – 4 mm).

Tabell 2.1 visar de försök som genomförts. Samtliga försök i tabellen har genomförts på enkeltätande skjuthylseskarv utom varianten "Utan skydd i 0 – 64 mm" som genomfördes på enkeltätande krymphylsa. Det var referensgruppens bedömning att detta specialfall borde tas med som ett komplement till den föregående projektdelen. Samtliga skarvar isolerades med direktskumning och monterades på fjärrvärmerör av dimension DN 65/160 av skarvmontör auktoriserad av Svenska Fjärrvärmeföreningen.

Tabell 2.1 Genomförda försökskombinationer på skjuthylseskarv avseende kringfyllningsmaterial och utvändigt skydd.
Combinations of tests on non-shrinking joints with respect to backfill material and external protection.

	Utan skydd	Plastnätmatta	Geotextilduk	Plastnätmatta och geotextilduk
32 – 64 mm	—	X	—	—
0 – 64 mm	X[A]	X	—	—
0 – 8 mm	—	X	X	—
0 – 4 mm	X	X	—	X

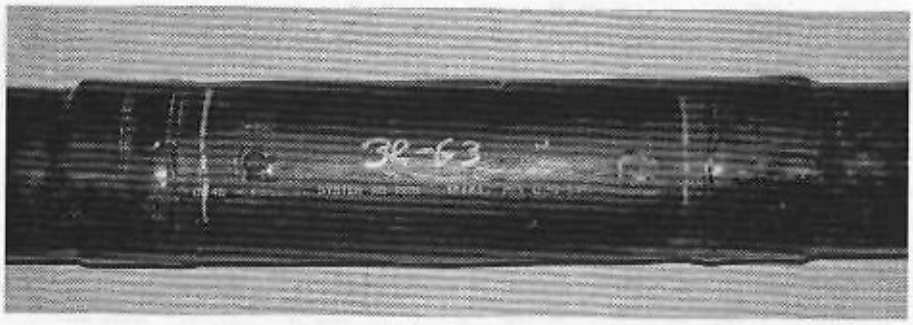
[A] Genomförd på enkeltätande krymphylseskarv.

2.1 SKARVUTFÖRANDEN

Till försöken användes 4 m långa fjärrvärmerör av typ DN 65/160 med skarvarna placerade i längsled så att de vid provningen hamnade i provningslådans centrum.

2.1.1 Enkeltätande skjuthylsa

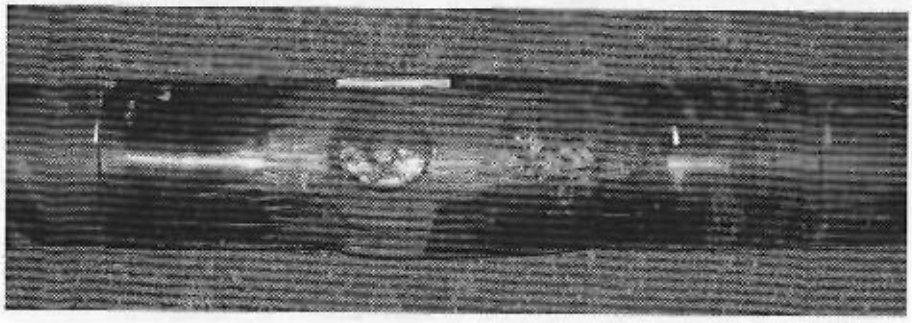
De enkeltätande skjutmuffarna var uppbyggda av HDPE-hylsor som i ändarna tätades med mastikbelagda krympförband av PEX fastlåsta med mastikbelagda låslappar. Figur 2.1 visar en nymonterad skarv med enkeltätande skjuthylsa.



Figur 2.1 Enkeltätande skjuthylseskarv.
Single sealed non-shrinking joint.

2.1.2 Enkeltätande krymphylsa

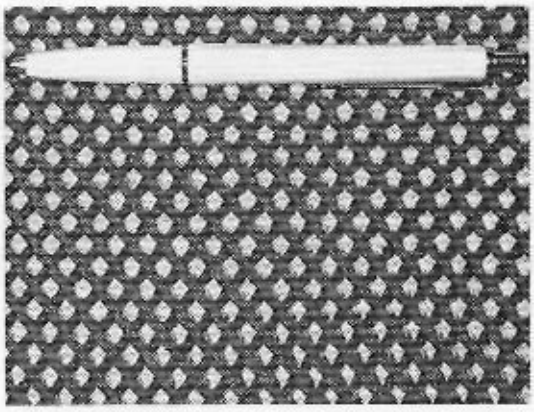
Den enkeltätande krymphylsan bestod av en krympbar HDPE-hylsa invändigt i ändarna belagd med ett 120 mm brett mastikband. Figur 2.2 visar en nedkrympt krymphylsa.



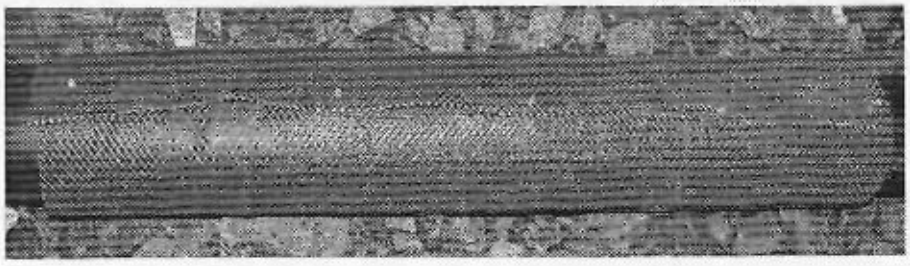
Figur 2.2 Enkeltätande krymphylseskarv.
Single sealed shrinking joint.

2.1.3 Nätmatta

Nätmattan som användes som yttre skydd runt bestod av två skikt parallella trådar av skumblåst polyeten, ca. 3 mm i diameter, som sammanfogats i ca 73 ° vinkel mot varandra. Nätets maskvidd var ca. 5 mm, Figur 2.3. Nätmattan monteras runt röret med omlottskarv och fästs hjälp av plastclips som trycks igenom båda skikten, Figur 2.4. Nätmattan tillverkas av Franken Plastic i Tyskland och säljs i Sveriges bl.a. av Powerpipe Systems AB.



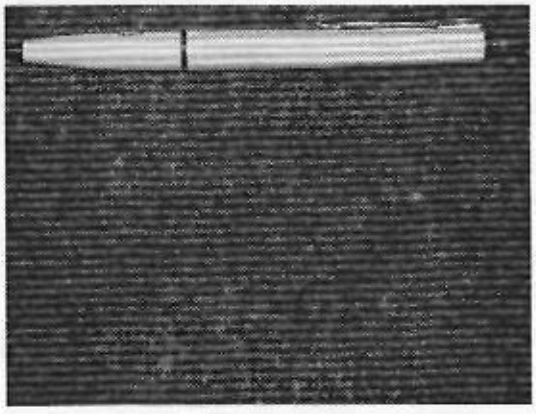
Figur 2.3 Nätmatta av skummad polyeten.
Protective net of foamed polyethylene.



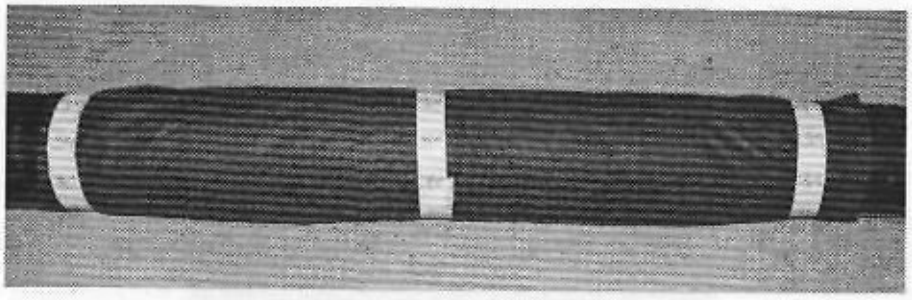
Figur 2.4 Nätmatta monterad på skarv.
Protective net mounted on joint.

2.1.4 Geotextilduk

Geotextilduken utgjordes av en svart UV-beständig duk med specifika vikten 180 g/m^2 benämnd Tensar fiberduk klass 3, Figur 2.5. Vid provningen sveptes duken runt röret ett varv och fixerades med tejp, Figur 2.6. Duken säljs i Sverige av Tensar International AB.



Figur 2.5 Tensar fiberduk klass 3.
Tensar fibre cloth class 3.

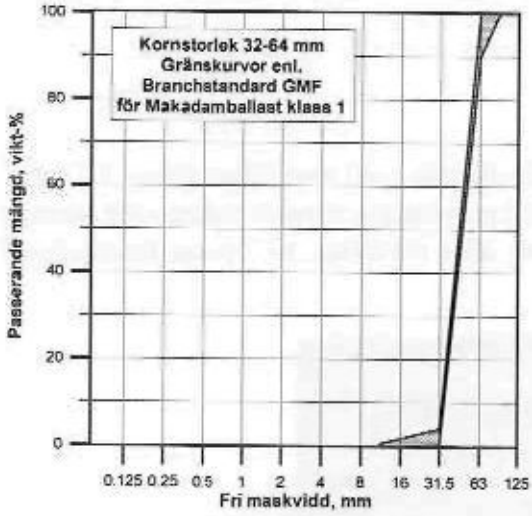


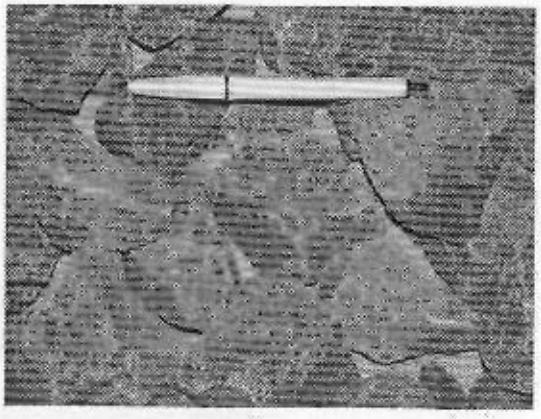
Figur 2.6 Geotextilduk monterad på skarv.
Geo-textile mounted on joint.

2.1.5 Kringfyllningsmaterial

Till försöken användes tre olika kringfyllningsmaterial framställda av krossat berg samt standardsand för skarvprovning enligt SS-EN 489. Grusmaterialen levererades av Sabema i Göteborg och hade under provningen en fuktkvot på omkring 4 – 5 vikt-%. Sandmaterialet (0 – 4 mm) hade lagrats i inomhusklimat under lång tid och hade en fuktkvot på mindre än 0,2 vikt-%.

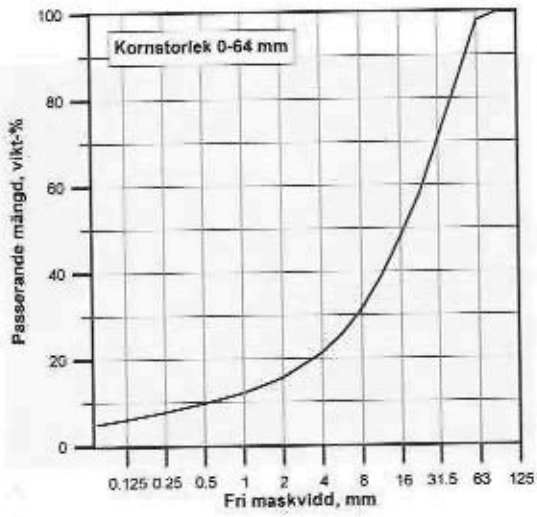
Det grövsta grusmaterialet med kornstorleksfördelningen 32 – 64 mm bestod av tvättat krossmaterial. Materialet benämns *Banverksmakadam kl 1 32-64 K* och har siktats enligt *Branschstandard GMF 410 för Makadamballast klass 1*, Figur 2.7.

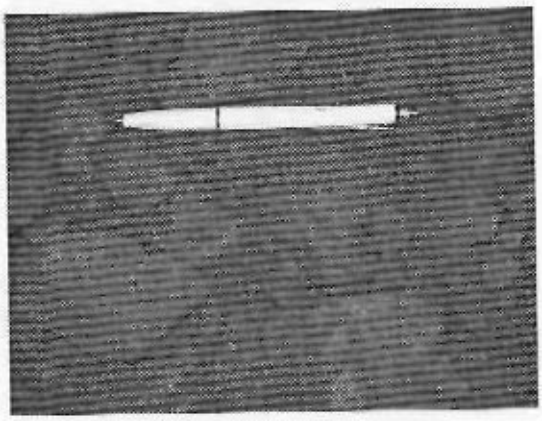




Figur 2.7 Siktkurva för kornstorleksfördelningen 32 – 64 mm samt foto av materialet.
Grading curve for grain size distribution 32 – 64 mm and photograph of the material.

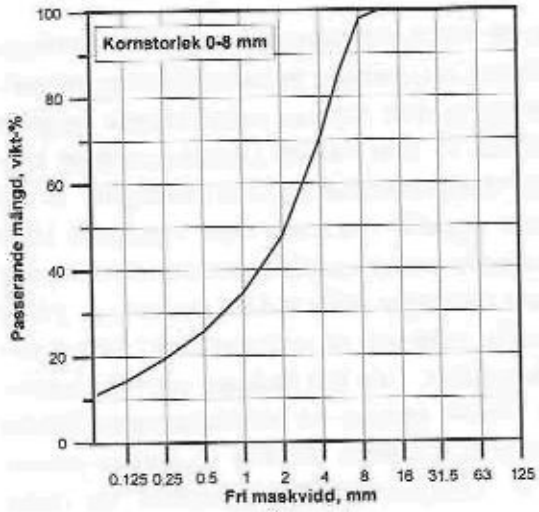
0 – 64 mm-gruset blandades samman av banverksmakadam och krossat 0 – 45 mm-grus. Materialets kornstorleksfördelning motsvarar *Förstärkningslager 5.6-4* i specifikationer avseende obundna överbyggnadslager i Väg 94, Figur 2.8.





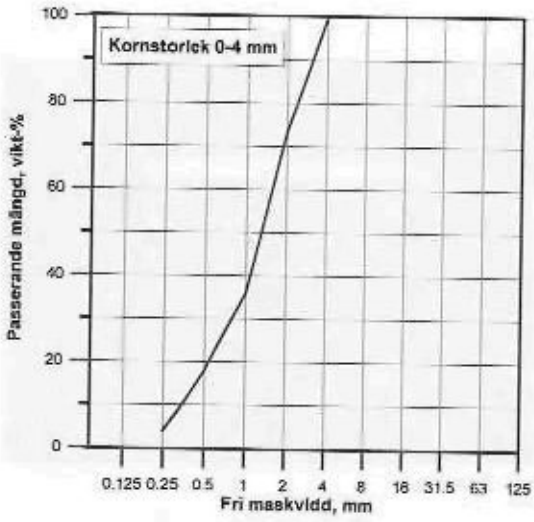
Figur 2.8 Siktkurva för kornstorleksfördelningen 0 – 64 mm samt foto av materialet.
Grading curve for grain size distribution 0 – 64 mm and photo of the backfill material.

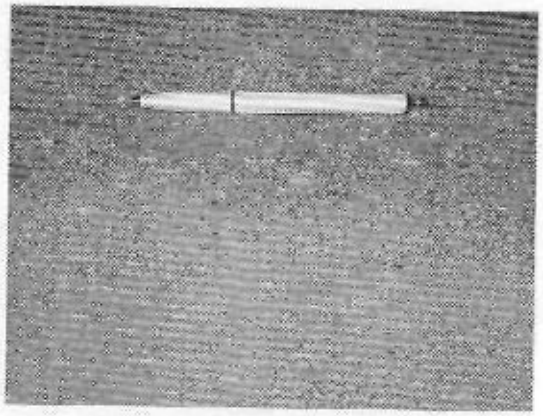
Fingruset, 0 – 8 mm, blandades ihop av stenmjöl och fin makadam, Figur 2.9.



Figur 2.9 Siktkurva för kornstorleksfördelningen 0 – 8 mm samt foto av materialet.
Grading curve for grain size distribution 0 – 8 mm and photo of the backfill material.

0 – 4 mm-sanden är tagen direkt från en blandning motsvarande specifikationerna i SS-EN 489 avseende kringfyllningssammansättning vid standardprovning av fjärrvärmeskarvar, Figur 2.10.





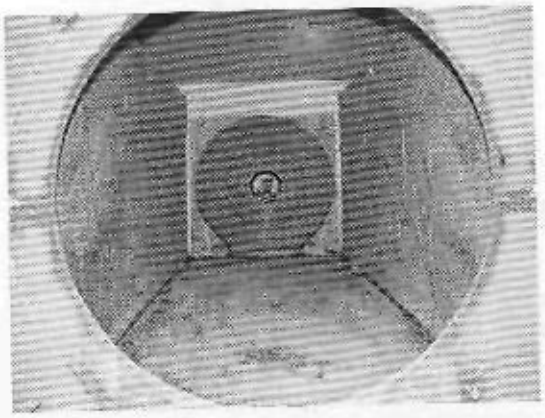
Figur 2.10 Siktkurva för kornstorleksfördelningen 0 – 4 mm samt foto av materialet.
Grading curve for grain size distribution 0 – 4 mm and photo of the backfill material.

2.2 PROVNINGSMETODIK

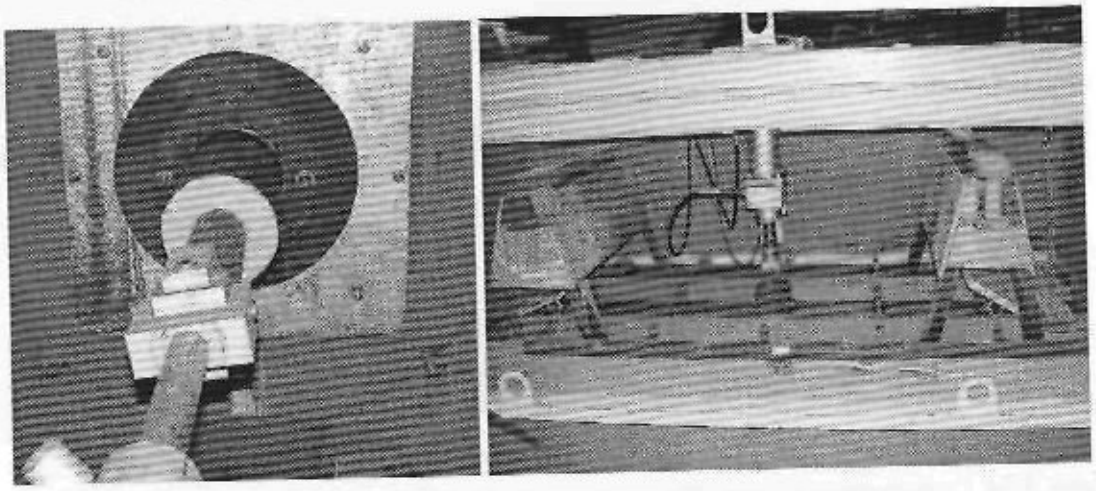
Provningslådans dimensioner har anpassats så att röret och skarvhylsan i alla riktningar omgivits av minst 2 × mantelrörsdiametern. Under provningen belastas fyllningsmaterialets yta med ett statiskt tryck som ger en belastning mot skarven motsvarande tyngden av 1 m överfyllnad (18 kN/m^2). Skarven förskjuts 75 mm i axiell riktning med en hastighet av 10 mm/min varefter den återförs till startpositionen med en hastighet av 50 mm/min. Detta förfarande upprepas tills läckage uppstår i skarven eller maximalt 1000 gånger. Skarvarnas täthet kontrollerades fortlöpande under sandlådeprovningarnas gång genom att luftutrymmen innanför skarvhylsornas tätningar hölls vid ett undertryck på 30 kPa relativt atmosfärstrycket. Genom kontinuerlig mätning av undertrycket i luftutrymmena kunde tidpunkt för eventuella läckage fastställas. I de fall läckage uppstod lokaliserades läckornas placeringar efter avslutade försök genom att luftutrymmena fylldes med spårgas. Med hjälp av en elektronisk sniffer fastställdes därefter läckornas placeringar till de ställen där spårgasen strömmade ut. Temperaturen i medierören var under försöken rumstemperatur.

2.2.1 Provningslåda

Lådan i vilken försöken genomfördes hade måtten 2495 mm × 885 mm × 860 mm (L × B × H), Figur 2.11. De axiella förskjutningarna fram och åter åstadkoms med hjälp av en hydraulisk domkraft ansluten via en led till rörets ena ände. Den statiska belastningen på fyllningsmaterialets yta åstadkoms även det med hjälp av en hydraulisk kolv monterad i en mothållsbalk ovanför lådan. Trycket över kringfyllningsmaterialets yta fördelades med hjälp av en styv balkförstärkt plåt, Figur 2.12.



Figur 2.11 Provninglådans insida.
Inside of test box.



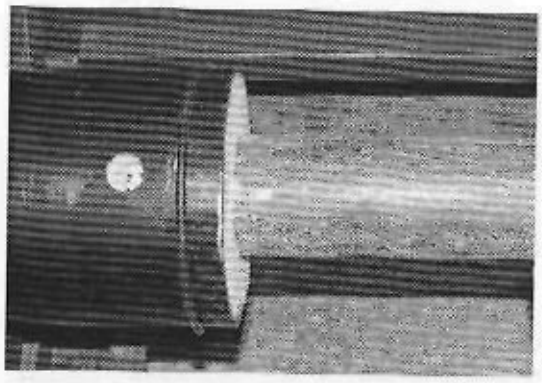
Figur 2.12 Arrangemang för axiell rörelse samt för vertikal belastning.
Arrangements for axial movement and for vertical pressure load.

2.2.2 Packning av kringfyllningsmaterial

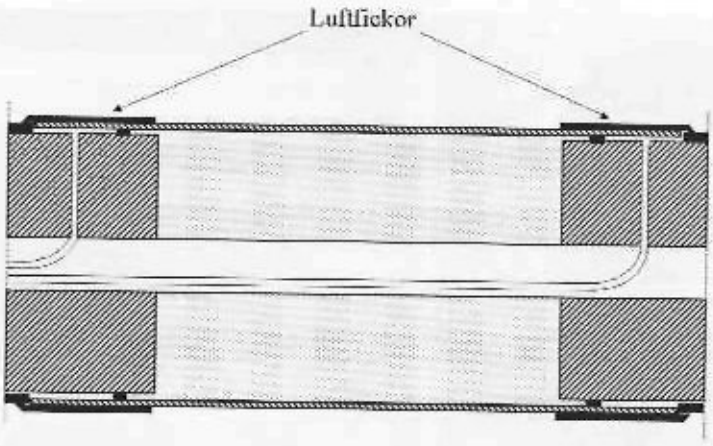
För att uppnå minst 90 % packningsgrad packades kringfyllningsmaterialen 0 – 64, 0 – 8 och 0 – 4 med handstamp enligt Anläggnings AMA 98 tabell CE/4. Ingen efterkontroll av packningsgraden gjordes.

2.2.3 Fortlöpande täthetskontroll

Under försökens gång kontrollerades skarvarnas täthet fortlöpande genom att ett undertryck på 30 kPa relativt atmosfärstrycket åstadkoms i luftutrymmen innanför skarvhylsornas ändtätningar. Luftutrymmena skapades genom att O-ringar placerades mellan mantelröret och skarvhylsan så att skarvskummet hindrades från att fylla ut ända fram till krymptätningarna, Figur 2.13 – Figur 2.14. Via slangar som drogs genom stålröret anslöts luftutrymmet till en mät- och tryckhållningsutrustning, Figur 2.15.

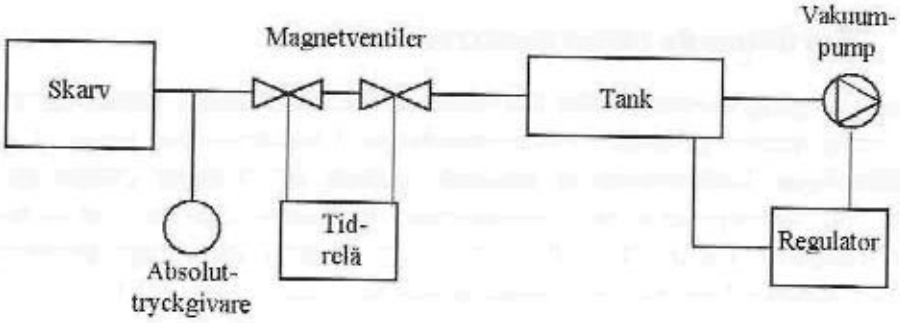


Figur 2.13 O-ring på mantelrör före montage av skarvhylsa.
O-ring on casing pipe before installation of joint sleeve.



Figur 2.14 Luftutrymme i skarv för kontinuerlig täthetskontroll.
Air volume in joint for continuous tightness control.

Mät- och reglerutrustning delades upp i två från varandra skilda kretsar med hjälp av tidsstyrda magnetventiler. I vakuumtanken, till höger om magnetventilerna i figuren nedan, hölls kontinuerligt ett undertryck på 30 kPa relativt atmosfärstrycket. Med hjälp av ett tidrelä öppnades magnetventilerna med jämna tidsintervall så att trycknivån även i skarvutrymmet återfördes till –30 kPa. Då skarven börjar läcka, stiger trycket i skarvutrymmet. Trycket i skarvutrymmet mättes kontinuerligt med en absoluttryckgivare.



Figur 2.15 Mätkrets för fortlöpande täthetskontroll.
Measuring circuit for continuous tightness control.

2.2.4 Provningstemperatur

Under försökens gång har temperaturen mätts kontinuerligt med ett termoelement nedstucket i kringfyllningen på ett djup motsvarande rörets centrumlinje. Termoelementet placerades mitt emellan skarven och provningslådans långsida.

Temperaturen har under försöken varit mellan ca. 12 °C och 21 °C.

3 Resultat från sandlådeförsök

3.1 SAMMANFATTNING AV RESULTATEN

Resultaten från sandlådeförsöken redovisas i följande avsnitt och sammanfattas i Tabell 3.1 nedan. Detaljerade resultat avseende uppmätta glidfriktionskrafter och lufttrycksnivåer i skarvarna återfinns i Bilaga A.

Tabell 3.1 Sammanfattning av provresultaten för skjuthylseskarvar och enkeltätande krymphylsa.
Summary of test results for non-shrinking joints and single-sealed shrinking joint.

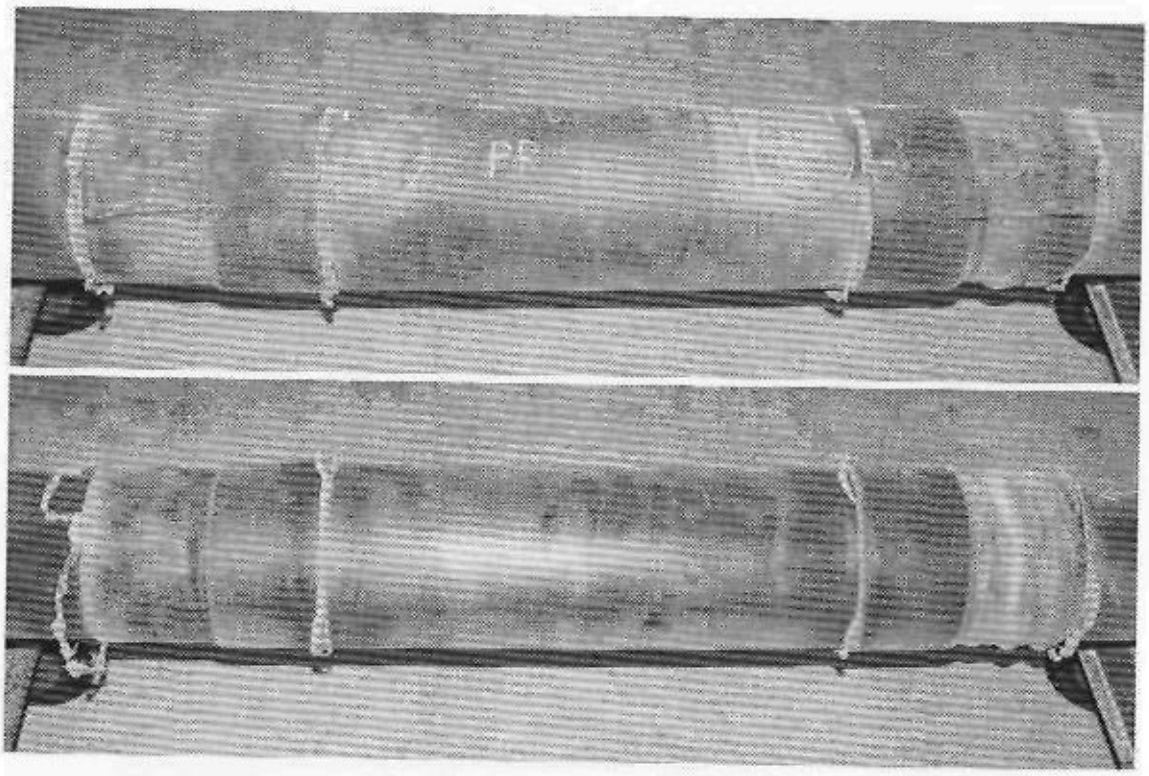
Skarvtyp	Utvändigt skydd	Kringfyllning, mm	Antal cykler till läckage
Skjuthylsa	Utan skydd	0 – 4	17
Enkeltätnade krymphylsa	Utan skydd	0 – 64	980
Skjuthylsa	Geotextilduk	0 – 8	116
Skjuthylsa	Nätmatta	32 – 64	Förblev tät
		0 – 64	Förblev tät
		0 – 8	Förblev tät
		0 – 4	50
Skjuthylsa	Nätmatta och geotextilduk	0 – 4	Förblev tät

3.2 SKARVAR UTAN UTVÄNDIGT SKYDD

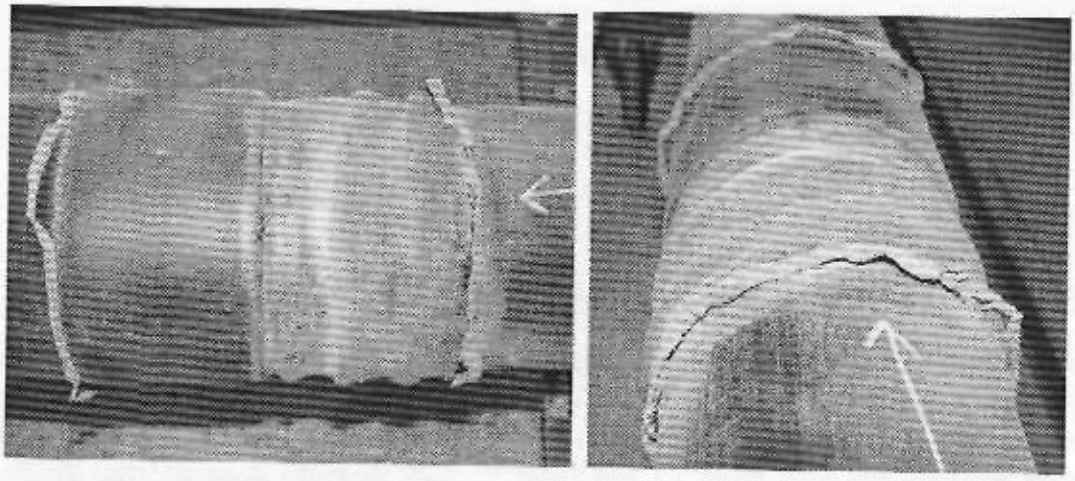
3.2.1 Oskyddad skjuthylseskarv i 0 – 4 mm kringfyllning

Då den enkeltätande skjuthylseskarven kördes utan skydd i standardprovningssanden med kornstorleken 0 – 4 mm uppstod läckage efter 17 förskjutningscykler. Läckaget hade orsakats av att sand pressats in mellan krympförbandet och mantelröret på undersidan av skarvens ena ände. Figur 3.1 och Figur 3.2 visar skarvens utseende efter försöket samt läckans placering.

Observera att läckaget efter 17 förskjutningscykler inte nödvändigtvis innebär att skarven inte hade klarat en standardprovning enligt SS-EN 489. Vid föreliggande försök har sanden packats betydligt hårdare än vad som görs vid en standardprovning och påkänningarna på skarven har således varit större.



Figur 3.1 Skjuthylseskarv efter 24 cykler i 0 – 4 mm.
Non-shrinking joint after 24 cycles in 0 – 4 mm.

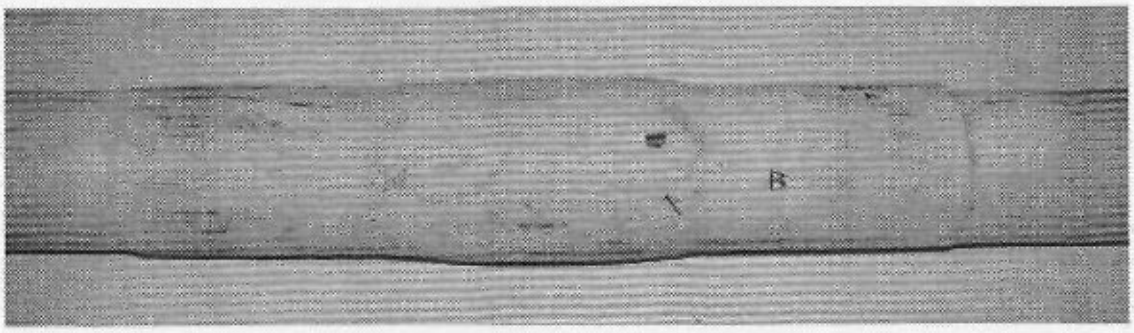


Figur 3.2 Skadat krympförband.
Damaged shrink wrap.

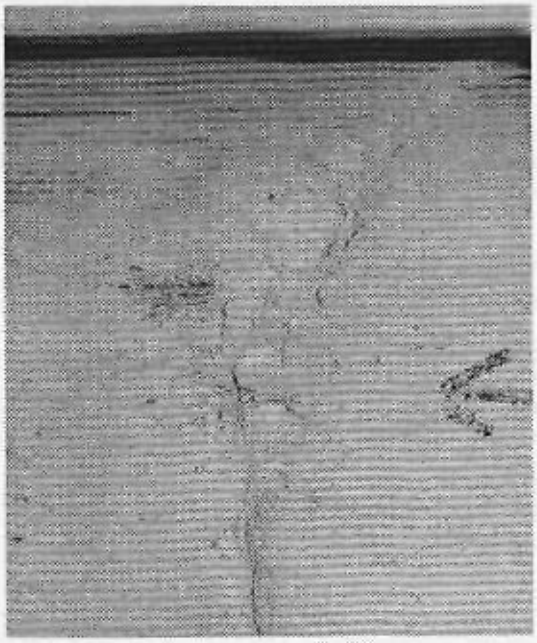
3.2.2 Oskyddad enkeltätande krymphylseskarv i 0 – 64 mm kringfyllning

Den enkeltätande krymphylseskarven motstod 980 förskjutningscykler i krossmaterialet med kornstorleken 0 – 64 mm innan läckage uppstod. Efter avslutat försök konstaterades läckage i ena skarvänden mellan skarvhylsa och mantelrör. Ett litet läckage detekterades även i kanten av den ena av täcklapparna som täcker de pluggade skumningshålen.

Figur 3.3 och Figur 3.4 visar skarvens utseende efter avslutat försök samt en närbild av skadan där grus pressats in och orsakat läckage.



Figur 3.3 Krymphylseskarv efter 1000 cykler i 0 – 64 mm.
Shrinked joint after 1000 cycles in 0 – 64 mm.

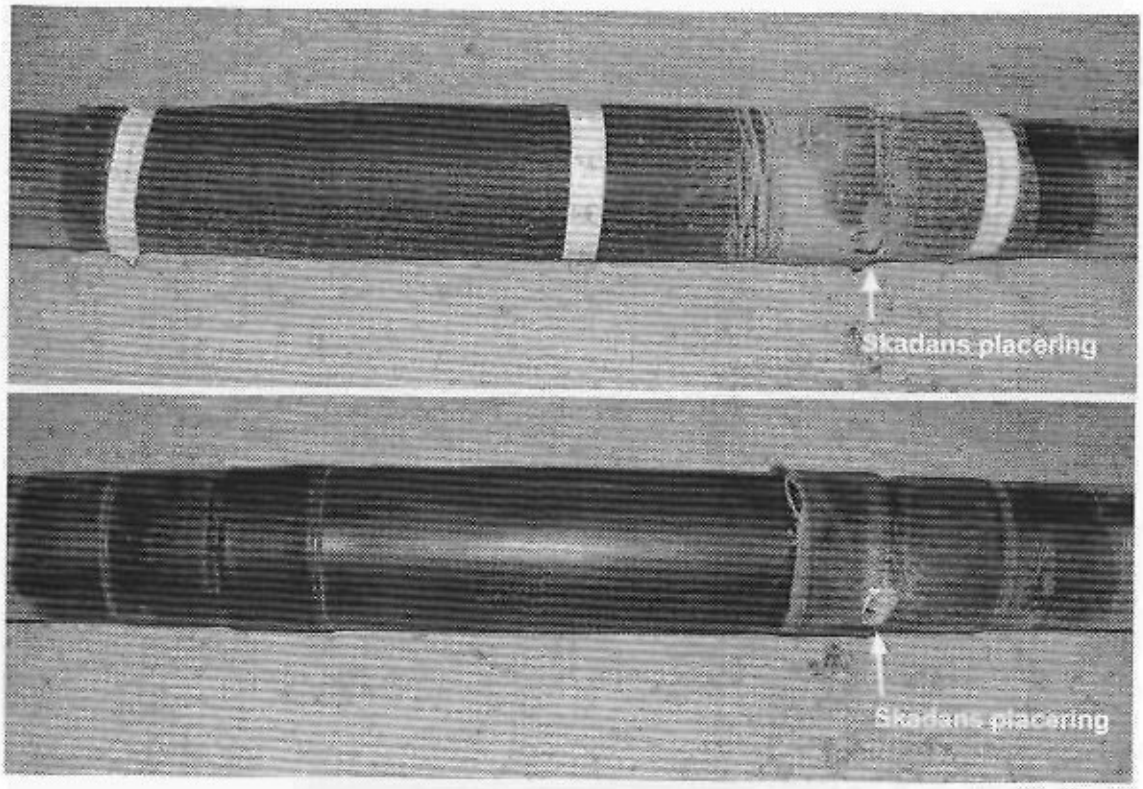


Figur 3.4 Läcka mellan krymphylsa och mantelrör.
Leak between shrink sleeve and casing pipe.

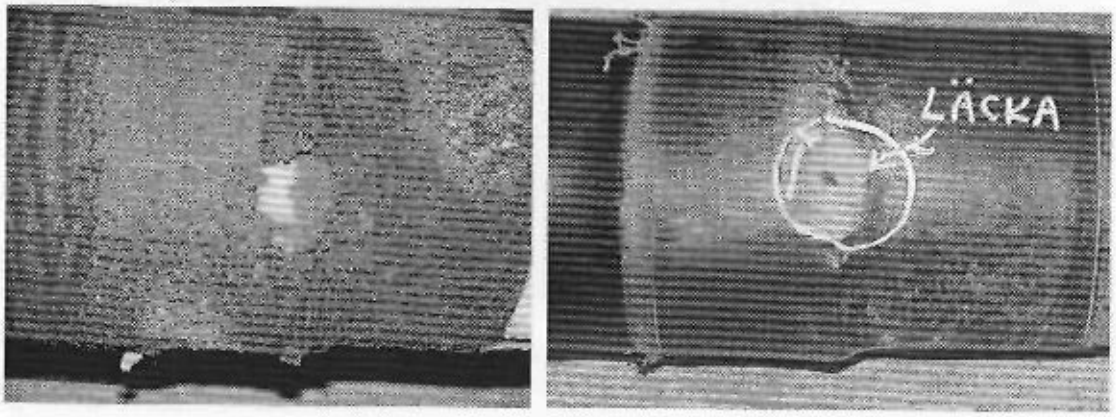
3.3 SKARV MED GEOTEXTIL

3.3.1 Skjuthylseskarv med geotextil i 0 – 8 mm kringfyllning

Skyddad med geotextil klarade skarven 116 förskjutningscykler i krossmaterial med kornstorlek 0 – 8 mm innan läckage uppstod. Läckans placering lokaliserades med hjälp av spårgas till en rivskada i det ena krympförbandet vid dimensionsövergången mellan skarvhylsa och mantelrör. Bilderna i Figur 3.5 - Figur 3.6 visar geotextildukens och skarvens utseende efter försöket samt läckans utseende.



Figur 3.5 Skjuthylseskarv och geotextilduk efter 140 cykler i 0 – 8 mm.
Non-shrinking joint and geo-textile after 140 cycles in 0 – 8 mm.



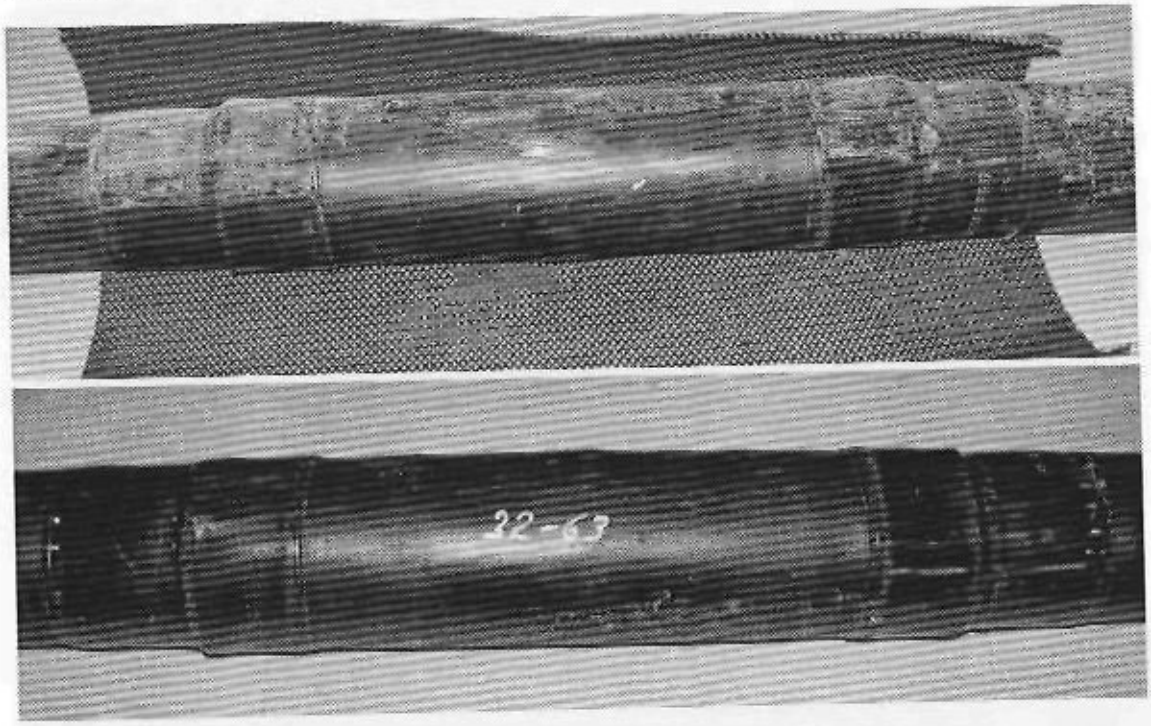
Figur 3.6 Skada i geotextilduk och krympförband.
Damaged geo-textile and shrink wrap.

3.4 SKARVAR MED NÄTMATTA

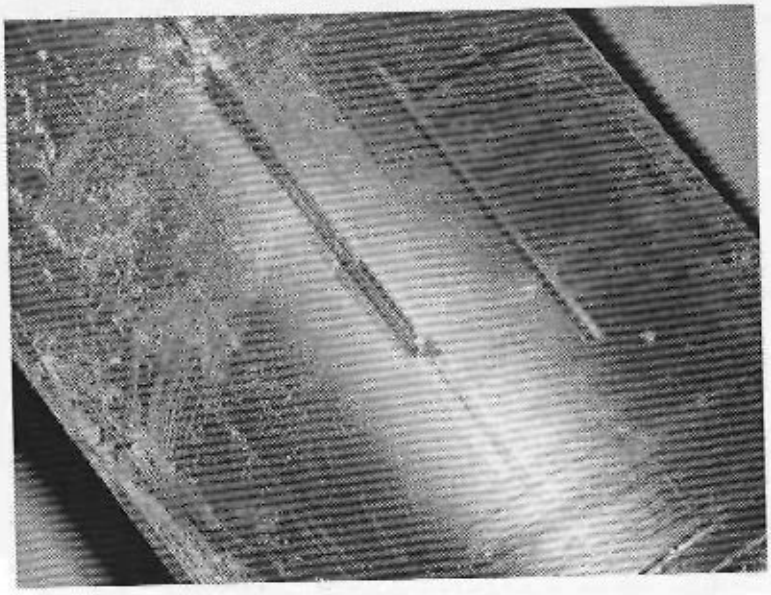
3.4.1 Skjuthylseskarv med nätmatta i 32 – 64 mm kringfyllning

I krossmaterialet med kornstorleken 32 – 64 mm motstod den nätmatteskyddade skarven samtliga 1000 förskjutningscykler utan läckage. Figur 3.7 visar skarven efter avslutat försök. Trots det mycket tuffa kringfyllningsmaterialet förekommer inga allvarliga repor eller andra skador på skarven. Längre ut på röret, där nätmattan inte skyddat, fanns tyd-

liga repor med maximalt omkring 0,3 mm djup orsakade av den axiella rörelsen genom makadammaterialet, Figur 3.8.



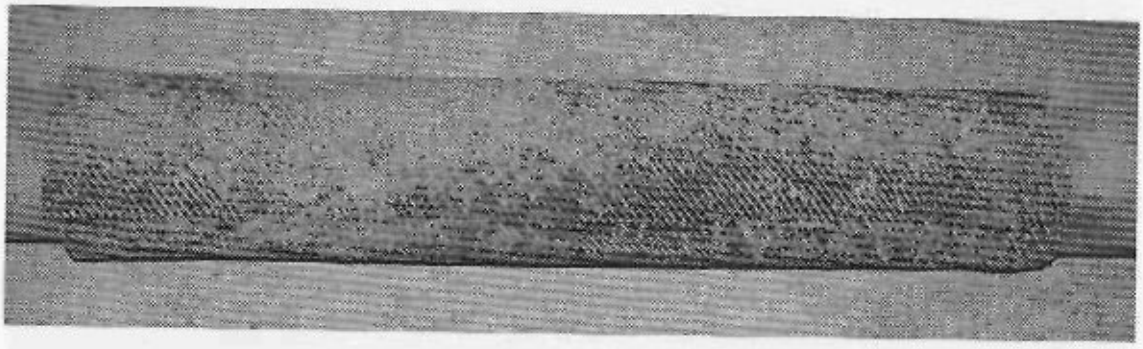
Figur 3.7 Skjuthylseskarv och nätmatta efter 1000 cykler i 32 – 64 mm.
Non-shrinking joint and protective net after 1000 cycles in 32 – 64 mm.



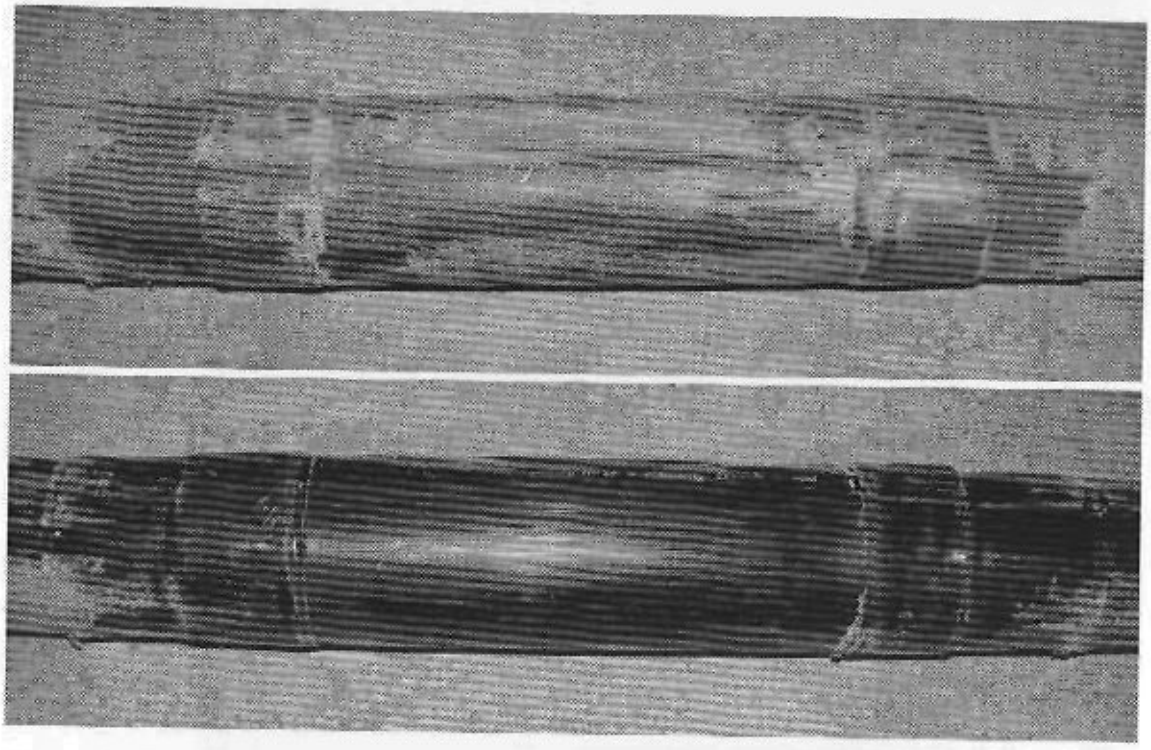
Figur 3.8 Skrapspår i mantelrör utanför nätmattan efter provning i 32 – 64 mm.
Scratch in casing pipe wall outside protective net after testing in 32 – 64 mm.

3.4.2 Skjuthylseskarv med nätmatta i 0 – 64 mm kringfyllning

I 0 – 64 mm kringfyllning motstod skarven skyddad med nätmatta 1000 förskjutningscykler utan att läckage uppstod. I Figur 3.9 kan man se att maskorna i nätet till viss del fyllts med sandkorn från de finare fraktionerna i krossmaterialet och från Figur 3.10 framgår hur skarvens ovan- och undersidor i viss omfattning repats av de genomträngande sandkornen.



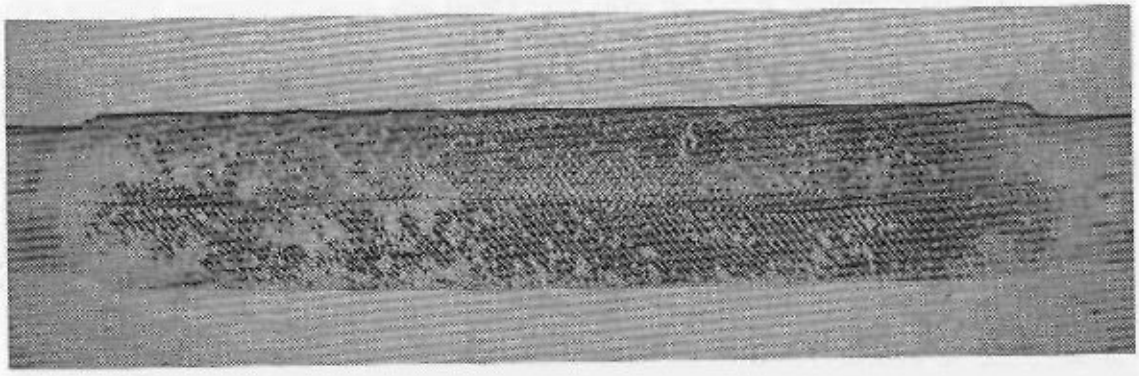
Figur 3.9 Skjuthylseskarv med nätmatta efter 1000 cykler i 0 – 64 mm.
Non-shrinking joint with protective net after 1000 cycles in 0 – 64 mm.



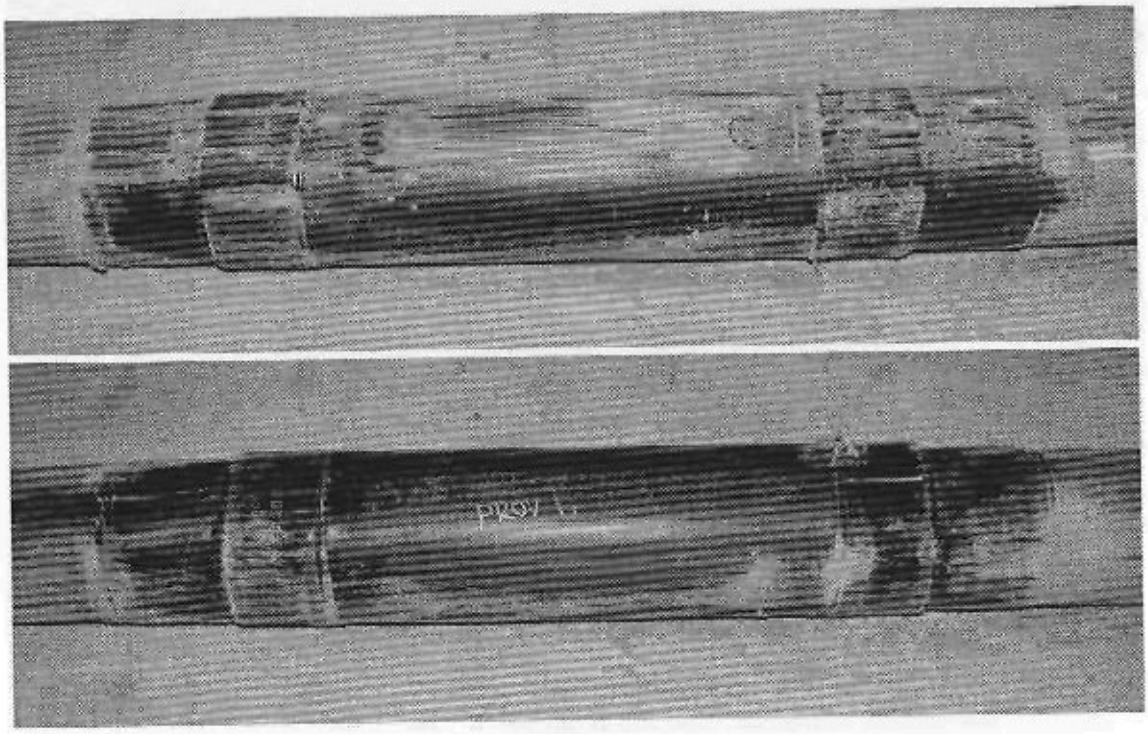
Figur 3.10 Ovan- och undersida av skjuthylseskarv efter 1000 cykler i 0 – 64 mm med nätmatta.
Non-shrinking joint seen from above and from below after 1000 cycles in 0 – 64 mm with protective net.

3.4.3 Skjuthylseskarv med nätmatta i 0 – 8 mm kringfyllning

Även i krossmaterialet med kornstorleken 0 – 8 mm klarade skarven med nätmatta 1000 förskjutningscykler utan att läckage uppstod. Liksom i försöket med 0 – 64 mm har sandkorn från de finare fraktionerna trängt in i nätmattans maskor och orsakat en del mindre repor i skarvmuffen, främst på ovansidan, se Figur 3.11 och Figur 3.12.



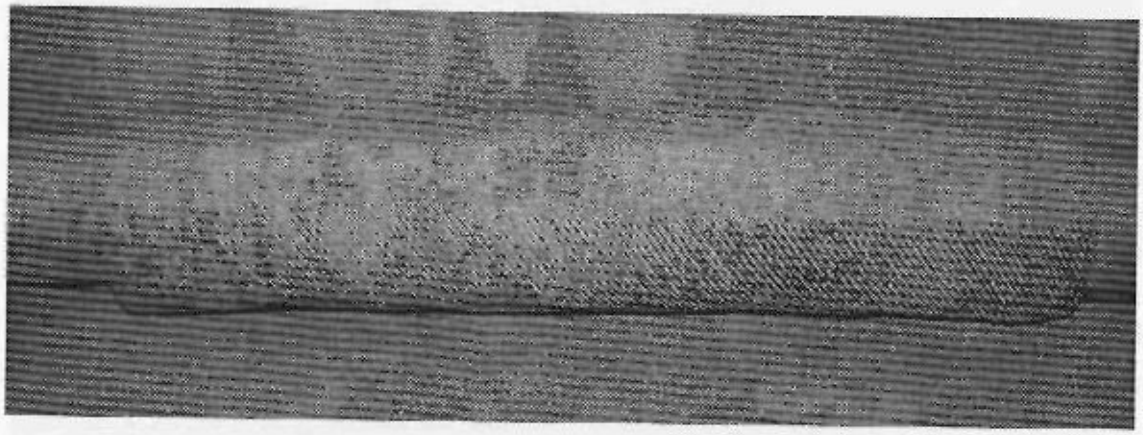
Figur 3.11 Skjuthylseskarv med nätmatta efter 1000 cykler i 0 – 8 mm.
Non-shrinking joint with protective net after 1000 cycles in 0 – 8 mm.



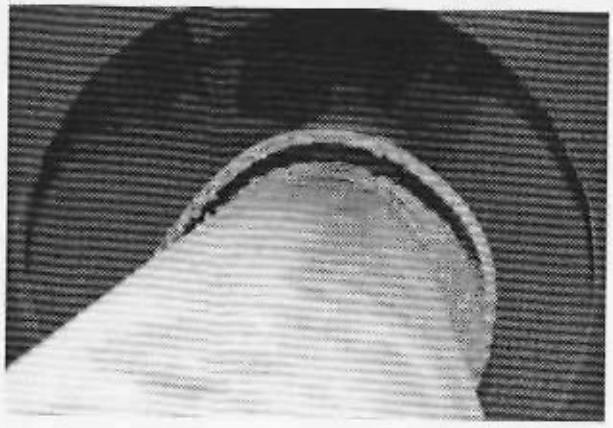
Figur 3.12 Ovan- och undersida av skjuthylseskarv efter 1000 cykler i 0 – 8 mm med nätmatta.
Non-shrinking joint seen from above and from below after 1000 cycles in 0 – 8 mm with protective net.

3.4.4 Skjuthylseskarv med nätmatta i 0 – 4 mm kringfyllning

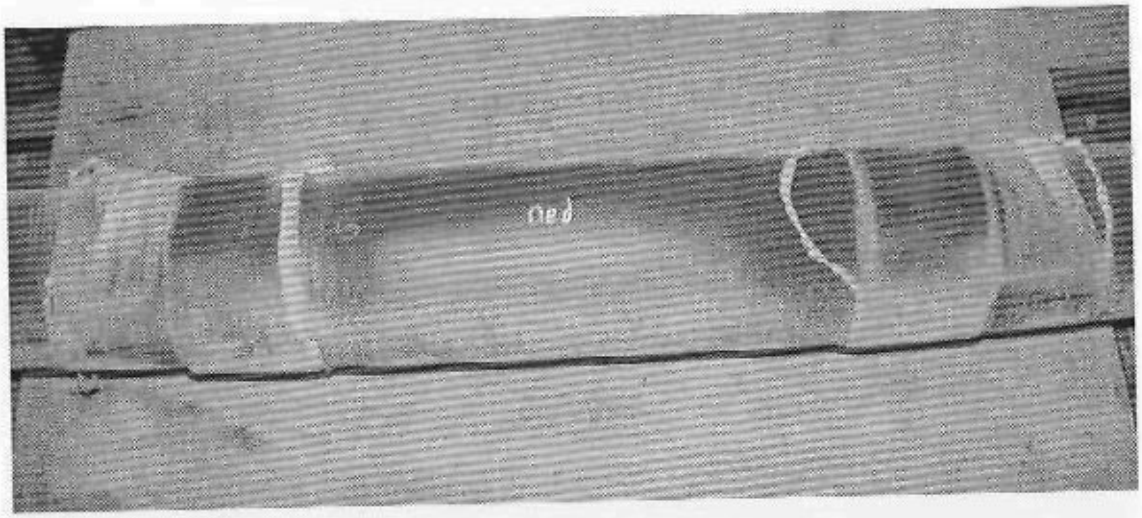
I 0 – 4 mm klarade sig skarven med nätmatta inte lika bra som i de grövre materialen; läckage uppstod efter 50 förskjutningscykler. Efter att skarven grävts fram konstaterades att stora mängder sand runnit igenom nätmaskorna och orsakat skador på krympförbanden i båda ändar av skarven. Mellan det ena krympförbandet och mantelröret hade sand pressats in på liknande sätt som i försöket utan skydd och orsakat läckaget. I Figur 3.13 och Figur 3.14 visas hur sand runnit in mellan nätmattan och skarvhylsan. Figur 3.15 och Figur 3.16 visar skarvens och krympförbandens utseende efter försöket. Läckaget uppstod i det mest sargade krympförbandet till vänster i Figur 3.16.



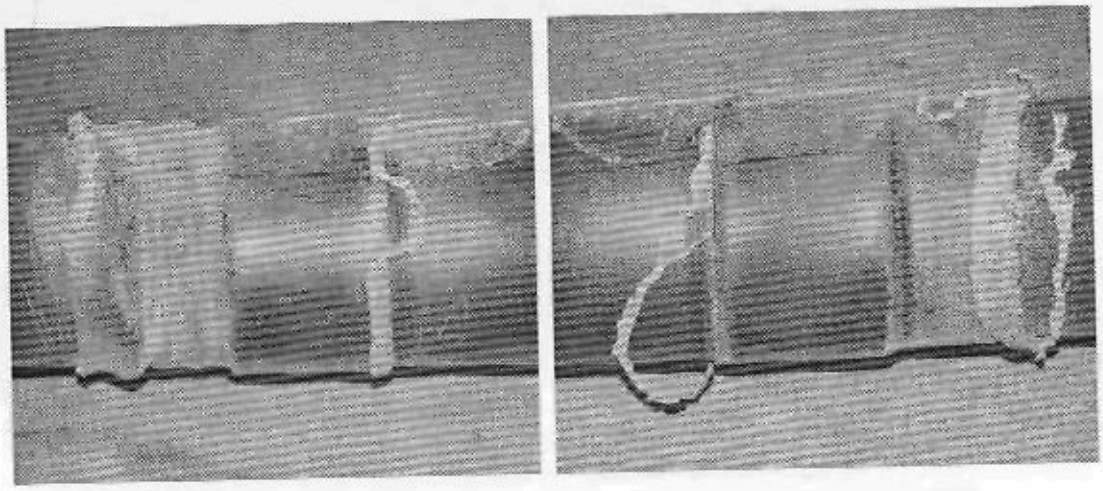
Figur 3.13 Skjuthylseskarv med nätmatta efter 70 cykler i 0 – 4 mm.
Non-shrinking joint with protective net after 70 cycles in 0 – 4 mm.



Figur 3.14 Nätmattan sedd från sidan. Sand har runnit genom nätmaskorna och samlats mellan nätmattan och skarvhylsan.
Protective net seen from the edge. Sand has flowed through the mesh and gathered between the net and the joint sleeve.



Figur 3.15 Undersida av skjuthylseskarv efter 70 cykler i 0 – 4 mm med nätmatta.
Non-shrinking joint from below after 70 cycles in 0 – 4 mm with protective net.



Figur 3.16 Skadade krympförband.
Damaged shrink wraps.

3.5 SKARV MED NÄTMATTA OCH GEOTEXTIL

3.5.1 Skjuthylseskarv med nätmatta och geotextil i 0 – 4 mm kringfyllning

Skyddad med både nätmatta och geotextilduk klarade skarven 1000 förskjutningscykler i standardsand med kornstorleken 0 – 4 mm utan att läckage uppstod. Figur 3.17 visar geotextildukens, nätmattans och skarvens utseende efter försöket.

Figur 3.17 Skjuthylseskarv med nätmatta och geotextil efter 1000 cykler i 0 – 4 mm.
Non-shrinking joint with protective net and geo-textile after 1000 cycles in 0 – 4 mm.

4 Diskussion

Det är uppenbart att plastnätmattan fungerar bra som skydd för skarvarna i de grövre grusmaterialen. I samtliga fall klarade skjuthylseskarvar med nätmatta mer än 1000 förskjutningscykler utan läckage. Oskyddade skarvar av samma typ har tidigare visats klara omkring 5 – 56 motsvarande cykler (Bergström m.fl. 2001). Till och med i ett så grovt material som banverksmakadam, 32 – 64 mm krossmaterial, som åstadkommer tydliga intryck och skrapspår i mantelröret utanför skarven, förblir skarven oskadd under 1000 förskjutningscykler.

Emellertid kunde endast en begränsad skyddsfunktion hos nätmattan ses vid försök i det fina sandmaterialet. Sanden visade sig passera nätmattans maskor tämligen obehindrat och läckage uppstod på samma sätt som på motsvarande oskyddad skarv, dvs. genom att sand pressades in under krympbandet. De grövre materialen innehöll även de en ansenlig mängd korn mindre än 5 mm, maskstorleken i nätmattan, men dessa passerade inte igenom maskorna på samma sätt. Skillnaden är att för sandmaterialet är alla korn mindre än nätmaskorna. Dessutom har sanden varit i det närmaste helt torr medan de grövre materialen haft en fuktkvot på omkring 5 %.

Skyddad både med nätmatta och en utvändig geotextilduk som hindrade sanden från att ta sig igenom nätmattan klarade skarven 1000 förskjutningscykler utan läckage, även i fin kringfyllning.

I försöket med endast geotextil som utvändigt skydd, i 0 – 8 mm krossmaterial, uppstod läckage efter 116 förskjutningscykler på samma sätt som för en oskyddad skarv i grov kringfyllning, dvs. genom rivskador på krympförbandet. Detta ligger i linje med tidigare rapporterade resultat i andra kringfyllningsmaterial (Bergström m.fl. 2001) och det kan konstateras att den använda geotextilduken ensam inte har någon påvisbar skyddseffekt mot de nötningskrafter som uppstår mellan skarven och kringfyllningsmaterialet.

Då finfraktionerna från de grövre materialen inte tog sig igenom nätmaskorna i nätmattan i samma omfattning som sanden blev de uppmätta friktionskrafterna mellan skarv och kringfyllning störst vid försöken med och utan nätmatta i 0 – 4 mm-sand. Som mest uppmättes här glidfriktionskrafter på omkring 16 kN. Vid övriga försök i grövre kringfyllning uppmättes motsvarande krafter till omkring 5 kN eller lägre.

I det föregående projektet (Bergström m.fl. 2001) var huvudsyftet att studera skillnader mellan olika typer av skarvutformningar vad gäller tåligheten med avseende på axiella rörelser genom grov kringfyllning. I de båda projekten har totalt 20 st. försök genomförts med olika typer av skarvar, utvändigt skydd och kringfyllningsmaterial. Resultaten från dessa sammanfattas i Tabell C.1 i Bilaga C.

Sammantaget visar resultaten att endast elektrosvetsade skarvhylsor klarar påkänningarna från grovkornig kringfyllning utan utvändigt skydd med säkerhet. Med förhållandevis enkla medel kan dock även den enkla skjuthylseskarven skyddas så att den får en beständighet jämförbar med en elektrosvetsad skarv.

Inköpspriset för den plastnätmatta som använts i projektet är ca. 80 kr/m^2 och för geotextilduken ca. 10 kr/m^2. En kostnadsuppskattning baserad på prislistor från tillverkare

ger vid handen att en skjuthylseskarv med nätmatta och geotextilduk blir omkring 300 – 700 kr billigare än en elektrosvetsskarv, beroende på rördimension. Detta motsvarar en kostnadsreduktion på ca. 30 %.

Nätmattan i kombination med utvändig geotextilduk kan liknas vid en icke-ventilerad luftspalt som ger en viss värmeisolering och medför en temperaturhöjning på skarven. En överslagsmässig beräkning för ett rör av dimension DN 65/160 visar att skarven blir omkring 5 °C varmare med nätmatta och geotextil än utan. Denna temperaturhöjning bedöms vara utan betydelse med hänsyn till skarvförbandens förväntade livslängd.

Kvarvarande frågetecken kring nätmattans funktion är om och hur grundvattenrörelser kan tvätta ur fyllningsmaterialet och påverka materialvandringen genom nätmattan, samt hur ett utvändigt skarvskydd fungerar vid ledningsförläggning i finmaterial som silt och lera. Föreliggande resultat pekar emellertid inte på att det skulle medföra några särskilda problem.

5 Referenser

1. ANLÄGGNINGS AMA 98, 1999. *Allmän material- och arbetsbeskrivning för anläggningsarbeten*, Svensk Byggtjänst, Stockholm.
2. BERGSTRÖM G., NILSSON S., SÄLLBERG S.-E., 2001. *Täthet hos skarvar vid återfyllning med befintliga massor*, Fjärrvärmeföreningen FoU 2001:58.
3. MOLIN J, BERGSTRÖM G., NILSSON S., 1997. *Kulverförläggning med befintliga massor*, Fjärrvärmeföreningen FoU 1997:17.
4. SVENSKA FJÄRRVÄRMEFÖRENINGEN, 1998. *Läggningsanvisningar – Läggningsanvisningar för fjärrvärmerör*, FVF D:211.
5. SVENSK STANDARD SS-EN 489, 1995, *Fjärrvärmesystem – Förisolerade rörsystem med fast förband mellan värmeisolering och medierör respektive mantelrör för markförlagd distribution av hetvatten - Skarvar för rörenheter med medierör av stål, värmeisolering av hård uretancellplast (PUR-skum) och mantelrör av etenplast PE).*
6. SVENSK STANDARD SS-EN 253, 1995, *Fjärrvärmesystem – Förisolerade rörsystem med fast förband mellan värmeisolering och medierör respektive mantelrör för markförlagd distribution av hetvatten – Skarvar för rörenheter med medierör av stål, värmeisolering av hård uretancellplast (PUR-skum) och mantelrör av etenplast (PE).*

Bilaga A – Mätresultat från sandlåde-försök

I det följande sammanfattas mätresultaten från samtliga genomförda sandlådeförsök. För respektive försök redovisas vattenkvoten i kringfyllningsmaterialen. Diagrammen visar följande mätvärden som funktioner av antalet genomförda förskjutningscykler:

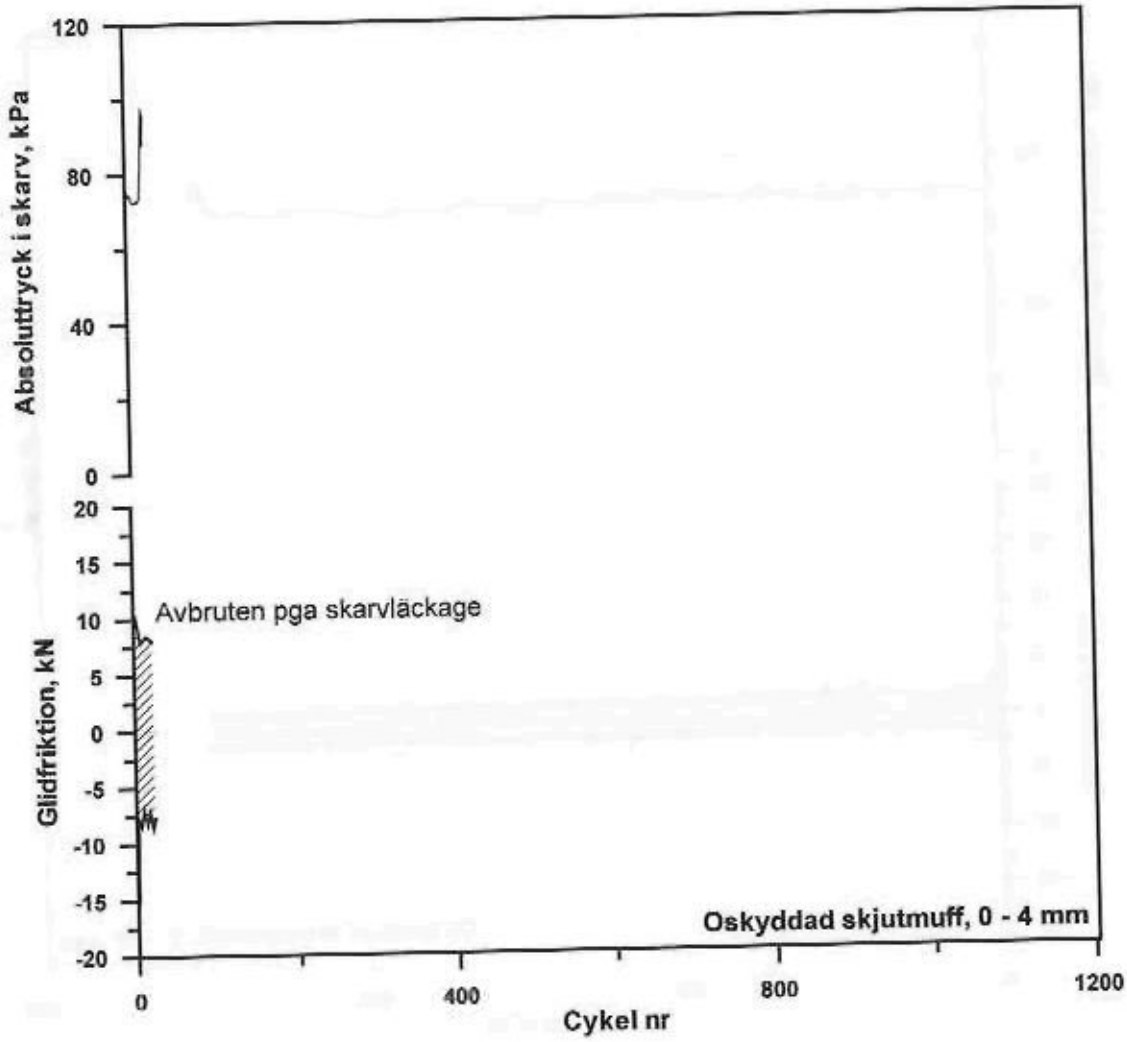
Absoluttryck i skarv redovisar trycket i skarvutrymmet i absolut mått. Så länge skarven är tät håller sig trycket mer eller mindre konstant runt ca. 70 kPa (motsvarar ett undertryck på ca. 30 kPa relativt atmosfären). Vissa tryckfluktuationer kan emellertid förekomma till följd av luftläckage längs med röret utefter larmtrådarna, etc., samt på grund av utdiffusion av blåsgaser från skummet till luftutrymmet i skarven.

Glidfriktion redovisar kraften som krävs för att hålla röret i rörelse, och representerar det glidmotstånd som uppträder i mitten av förskjutningscykeln. De maximalkrafter som uppträder vid vändlägena är således bortfiltrerade. De två kurvorna visar kraften under framåtgående (negativt kraftvärde) respektive tillbakagående (positivt kraftvärde) rörelse.

Skarvtyp	Utvändigt skydd	Kringfyllning	Finns på sidan
Skjuthylsa	Utan skydd	0 – 4 mm	31
Enkeltätande krymphylsa	Utan skydd	0 – 64 mm	32
Skjuthylsa	Geotextilduk	0 – 8 mm	33
Skjuthylsa	Nätmatta	32 – 64 mm	34
Skjuthylsa	Nätmatta	0 – 64 mm	35
Skjuthylsa	Nätmatta	0 – 8 mm	36
Skjuthylsa	Nätmatta	0 – 4 mm	37
Skjuthylsa	Nätmatta och geotextilduk	0 – 4 mm	38

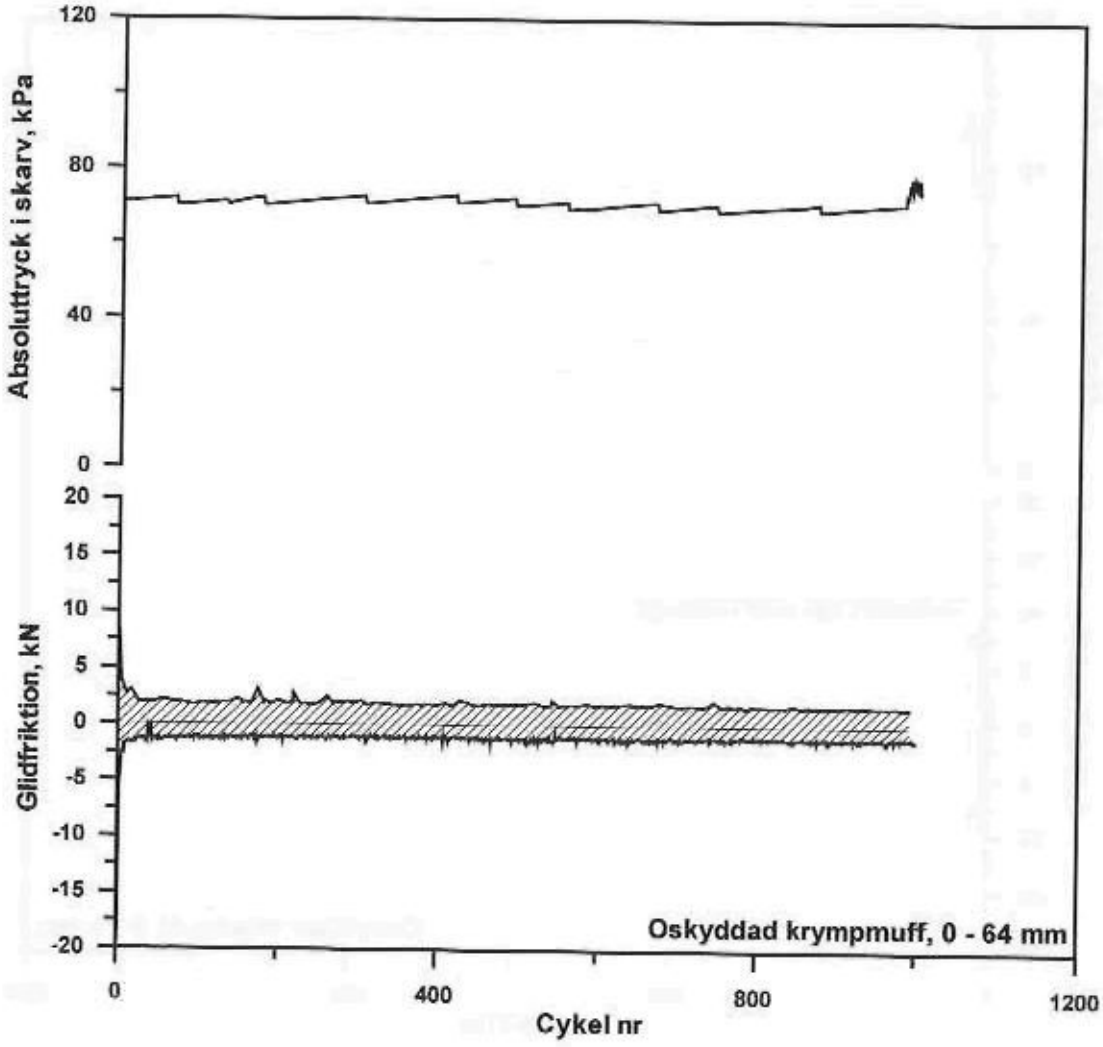
Skjuthylsa utan skydd i 0 – 4 mm kringfyllning

Kringfyllningsmaterialets vattenkvot: *<0,2 vikt-%*



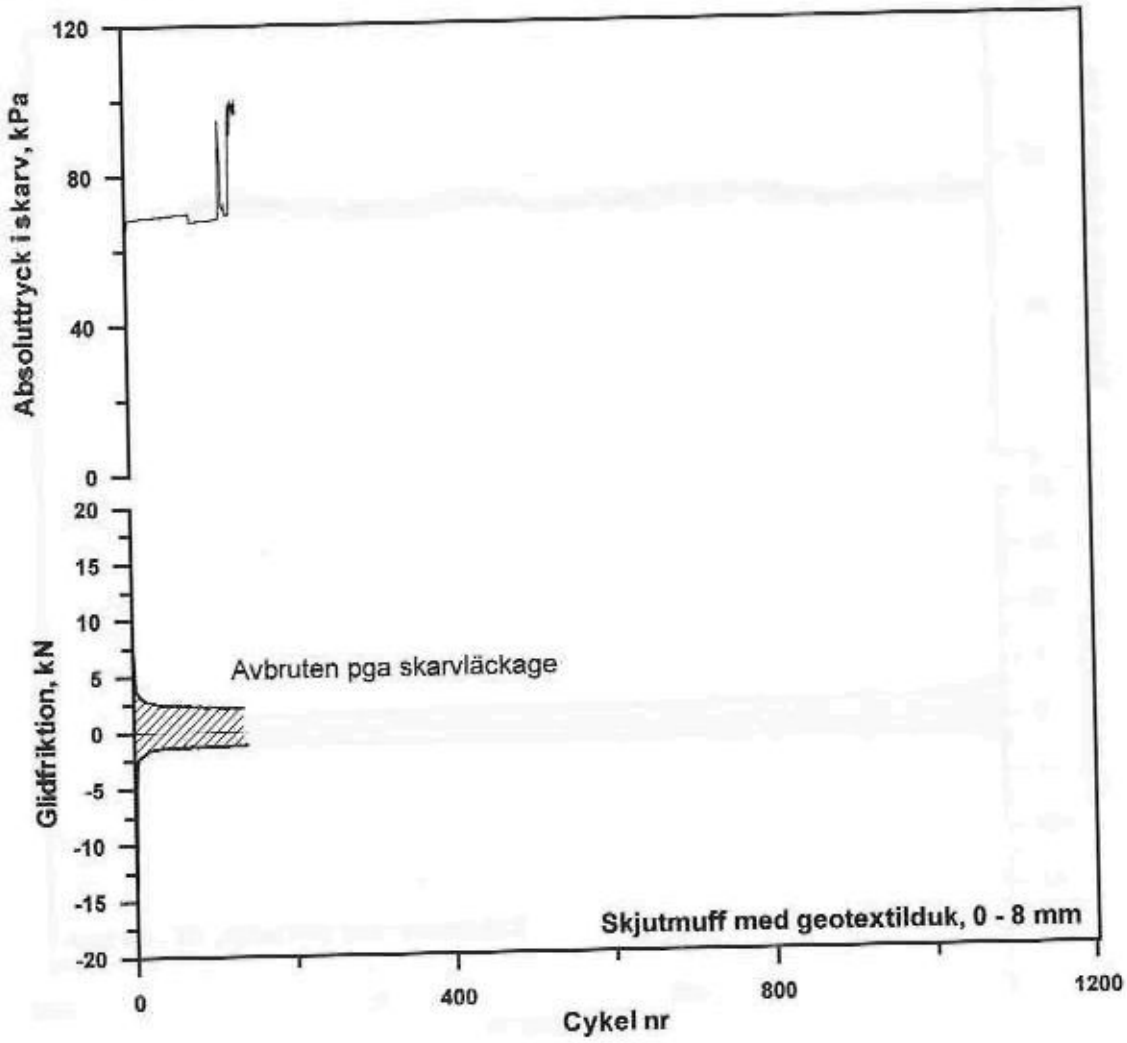
Enkeltätande krymphylsa utan skydd i 0 – 64 mm kringfyllning

Kringfyllningsmaterialets vattenkvot: *4,0 vikt-%*



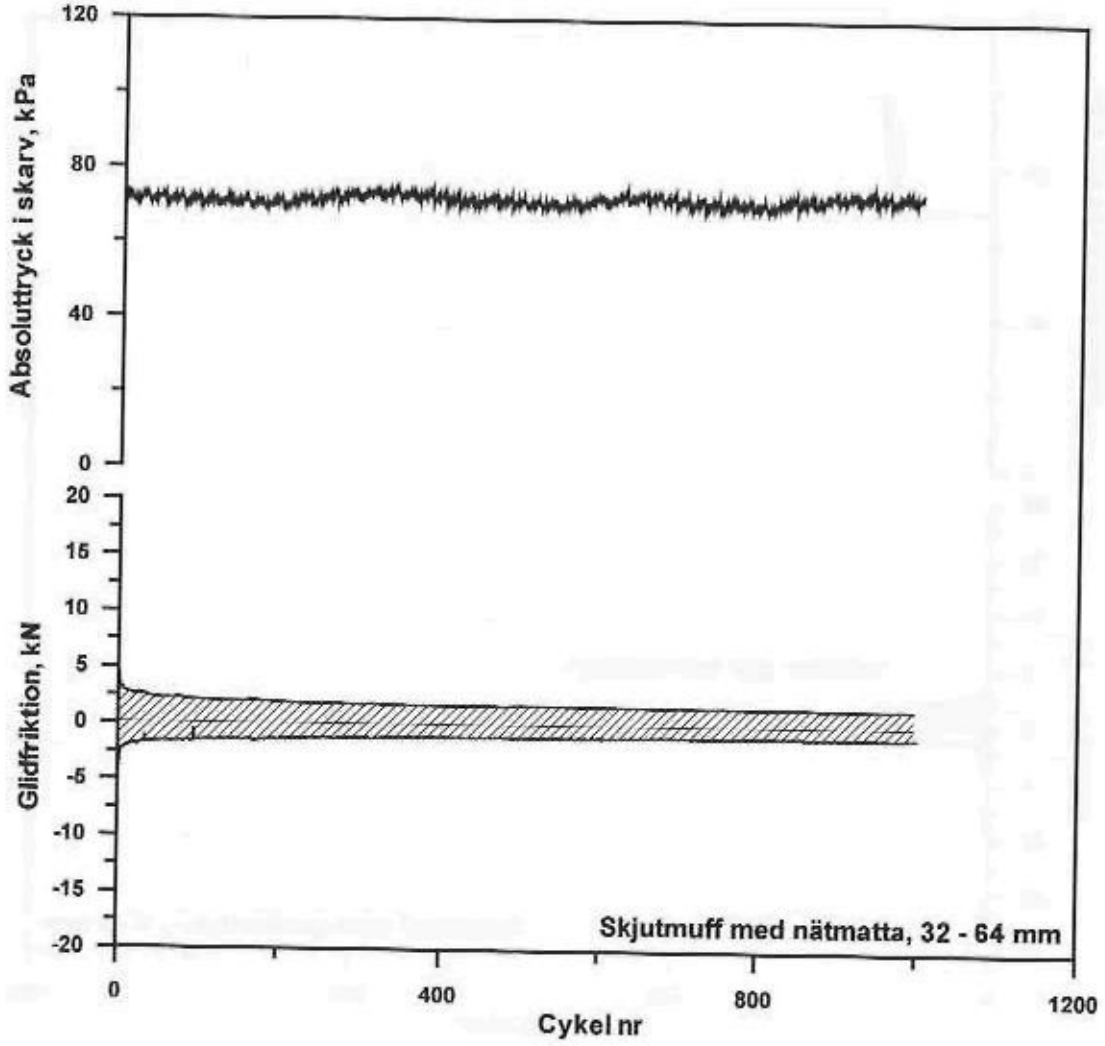
Skjuthylsa med geotextilduk i 0 – 8 mm kringfyllning

Kringfyllningsmaterialets vattenkvot: *4,9 vikt-%*



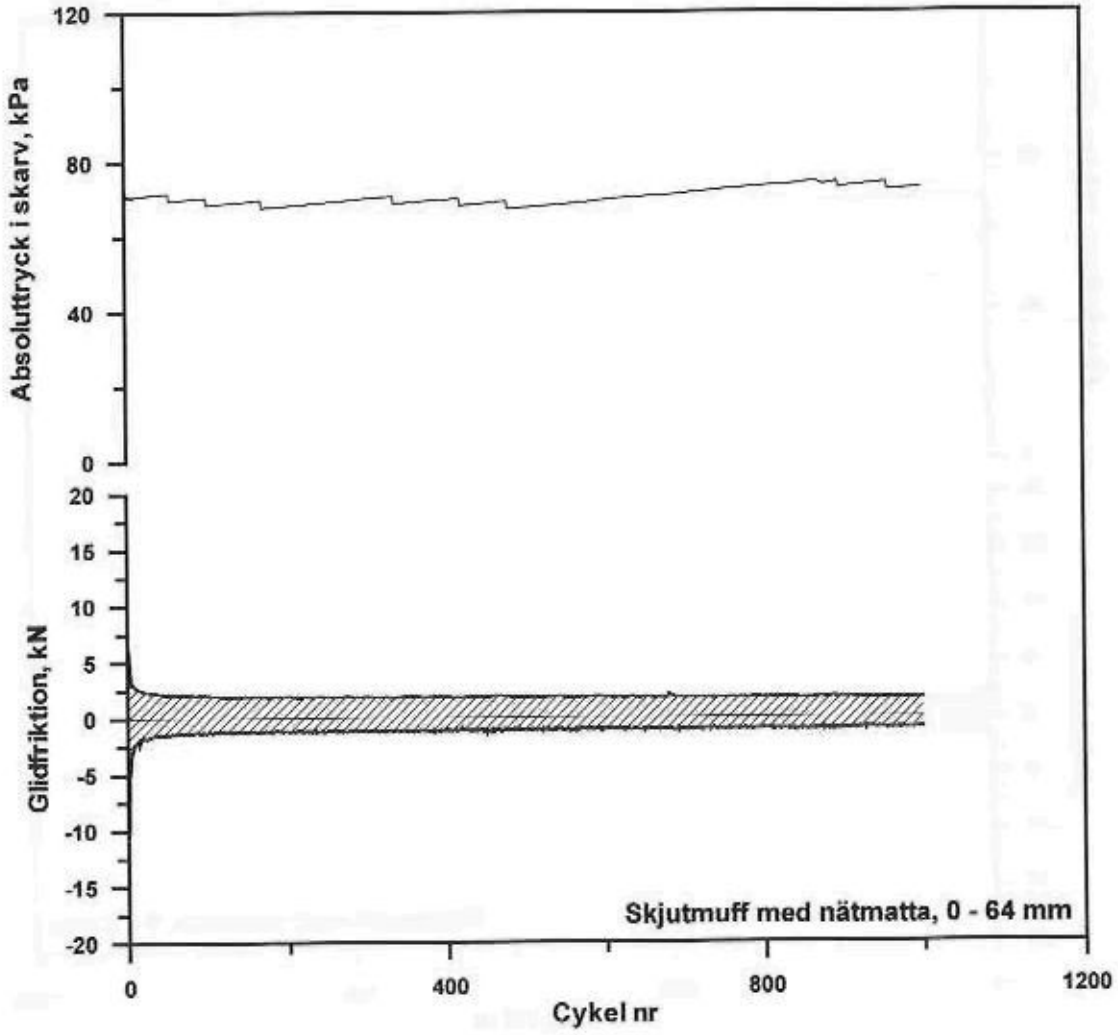
Skjuthylsa med nätmatta i 32 – 64 mm kringfyllning

Kringfyllningsmaterialets vattenkvot: *uppgift saknas*



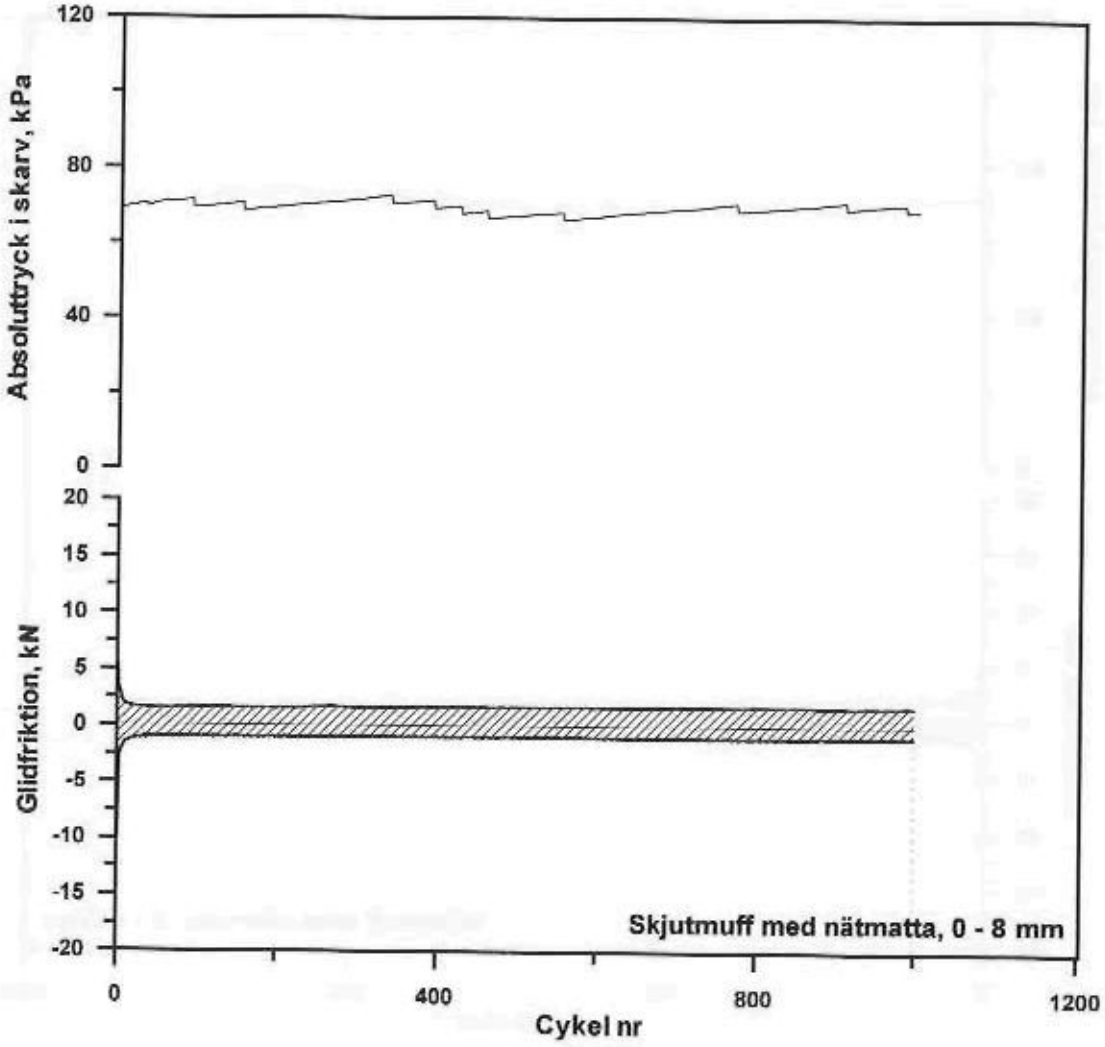
Skjuthylsa med nätmatta i 0 – 64 mm kringfyllning

Kringfyllningsmaterialets vattenkvot: *3,8 vikt-%*



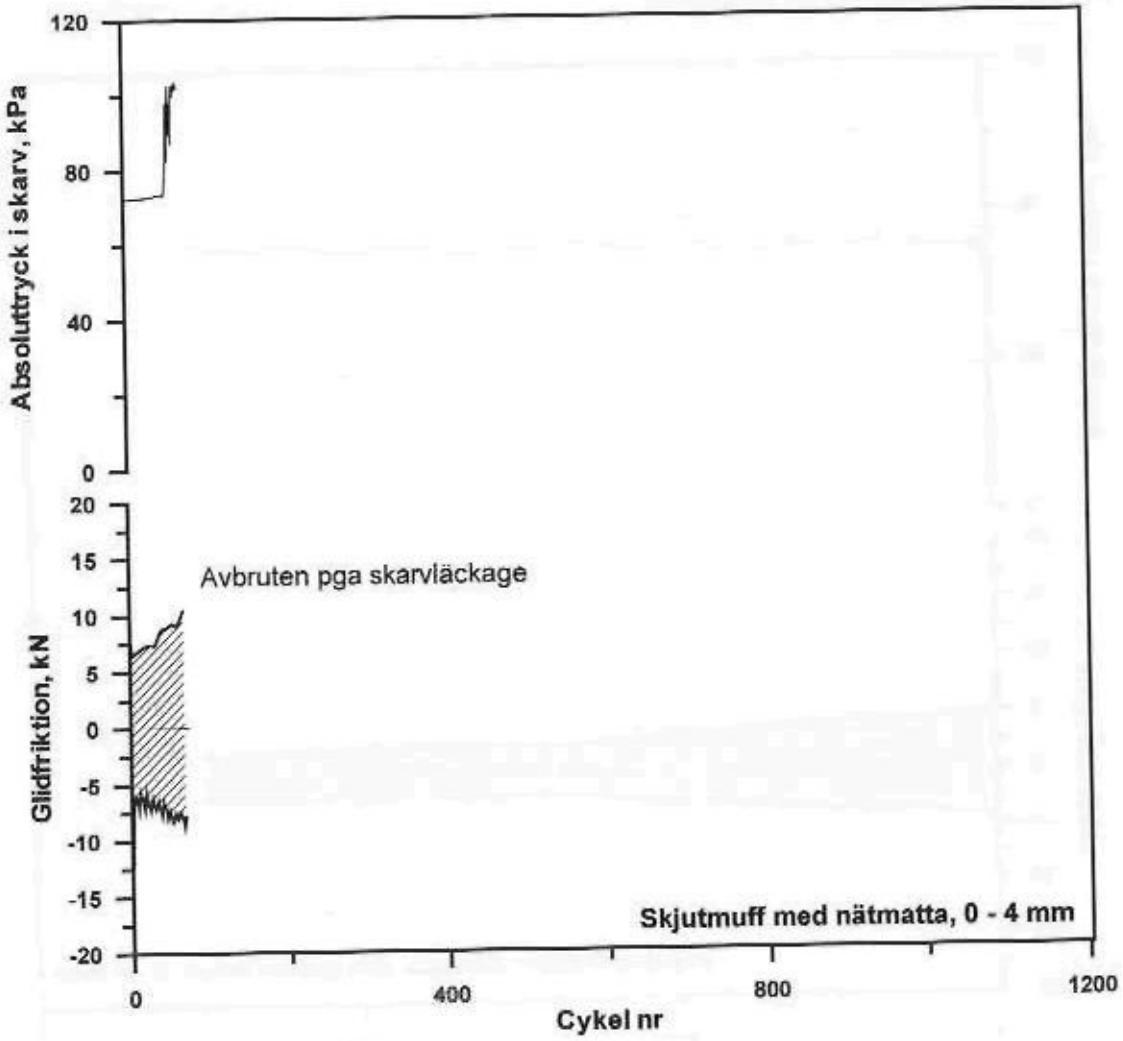
Skjuthylsa med nätmatta i 0 – 8 mm kringfyllning

Kringfyllningsmaterialets vattenkvot: *5,7 vikt-%*



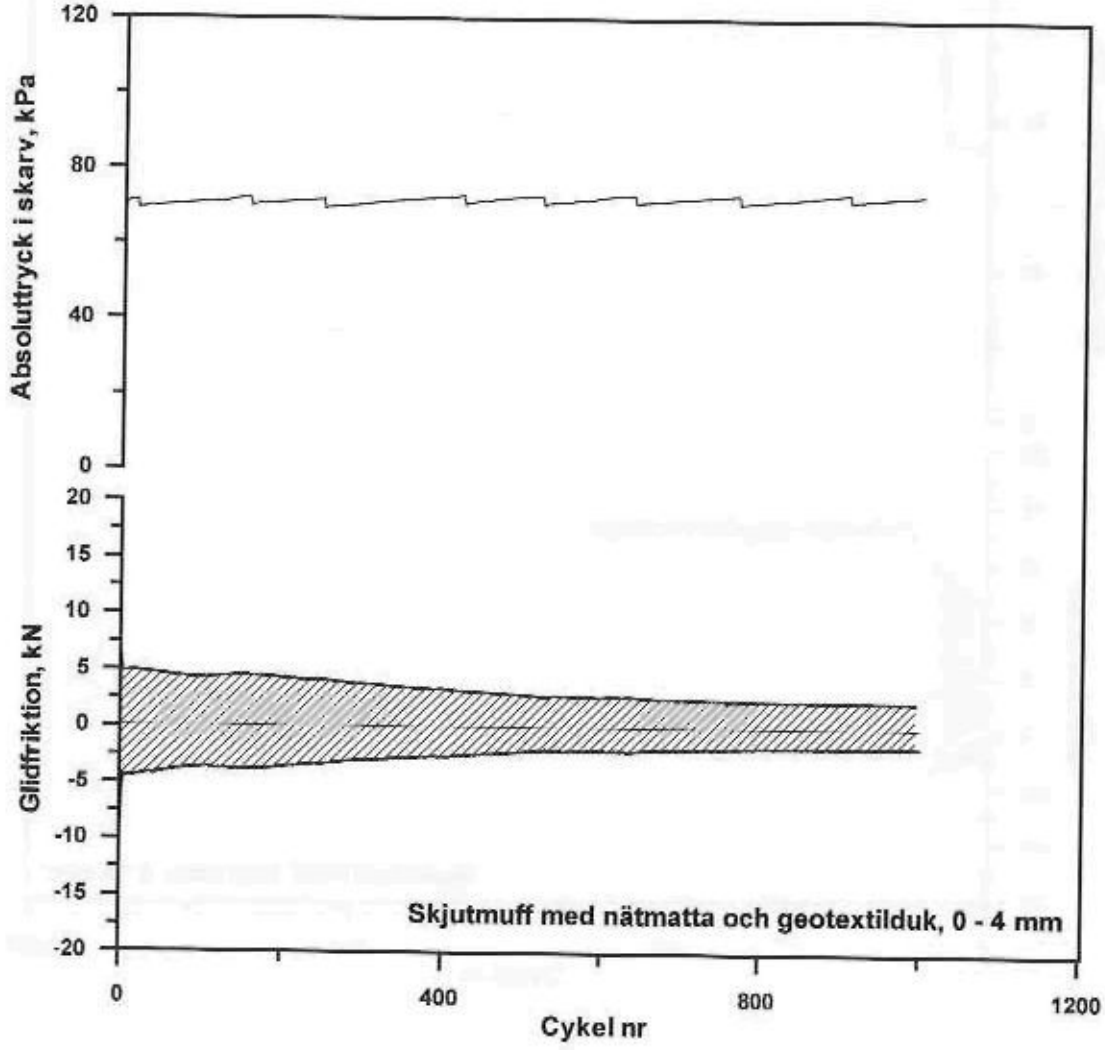
Skjuthylsa med nätmatta i 0 – 4 mm kringfyllning

Kringfyllningsmaterialets vattenkvot: *<0,2 vikt-%*



Skjuthylsa med nätmatta och geotextilduk i 0 – 4 mm kringfyllning

Kringfyllningsmaterialets vattenkvot: *<0,2 vikt-%*



Bilaga B – Tekniska data för provade skarvtyper

Tekniska data angivna nedan är baserade på uppgifter lämnade av respektive tillverkare.

Enkeltätande skjutmuff

Den enkeltätande skjutmuffen bestod av en skarvhylsa som tätades i ändarna med ett öppet krympband invändigt belagt med mastik. En låslapp applicerades över krympbandets omlottskarv för att denna inte skulle glida isär under krympningsprocessen.

Hylsa	Material:	HDPE
	Längd:	700 mm
	Tjocklek:	3,5 mm
	Ytterdiameter:	174 mm
Krympband, ryggmaterial	Material:	PEX
	Bredd:	225 mm
	Tjocklek:	0,9 mm
	Draghållfasthet:	24 MPa
	Brottförlängning:	700 %
Krympband, mastik	Tjocklek:	1,3 mm
	Mjukningstemperatur:	85 °C
	Skjuvhållfasthet:	1,35 MPa

Enkeltätande krympmuff

Den enkeltätande krympmuffen bestod av en krympbar skarvhylsa med ett invändigt tätskikt av mastik. Hylsan krymptes ned längs hela sin längd.

Hylsa	Material:	HDPE
	Längd:	700 mm
	Ursprunglig tjocklek:	3,2 mm
	Tjocklek efter max. möjlig krympning:	4,0 mm
	Ursprunglig muffdiameter:	177 mm
	Muffdiameter efter max. möjlig krympning:	141 mm
Hylsa, mastik	ingen uppgift	

Bilaga C – Resultatsammanfattning från samtliga försök

Tabell C.1 Sammanfattande resultat från Bergström m.fl. (2001) och föreliggande projekt.
Summary of results from Bergström et al. (2001) and the present project.

Skarvtyp	Isolering	Utvändigt skydd	Kringfyllning, mm	Antal cykler till läckage
Elektrosvets-hylsa	Prefab[A]	Utan skydd	0 – 63[C]	> 1000
	Prefab	"	0 – 32[C]	> 1000
	Prefab	"	0 – 16[C]	> 1000
Dubbeltätande krymphylsa	Prefab	Utan skydd	0 – 63	> 1000
	Prefab	"	0 – 32	**135**
	Prefab	"	0 – 16	> 1000
Krymphylsa	Skummad[B]	Utan skydd	0 – 64[D]	**980**
Skjuthylsa	Prefab	Utan skydd	0 – 63	**5**
	Skummad	"	0 – 63	**56**
	Prefab	"	0 – 32	**28**
	Prefab	"	0 – 16	**30**
	Skummad	"	0 – 4[E]	**17**
	Skummad	Geotextilduk	0 – 8[D]	**116**
	Skummad	Nätmatta	32 – 64[D]	> 1000
	Prefab	"	0 – 63	> 1000
	Skummad	"	0 – 64	> 1000
	Prefab	"	0 – 32	> 1000
	Skummad	"	0 – 8	> 1000
	Skummad	"	0 – 4	**50**
	Skummad	Nät/geotextil	0 – 4	> 1000

[A] "Prefab" indikerar skarv isolerad med prefabricerade PUR-skälar.
[B] "Skummad" indikerar skarv isolerad med direktskumning.
[C] "0 – 63", "0 – 32" samt "0 – 16" indikerar kringfyllning med krossat naturmaterial.
[D] "32 – 64", "0 – 64" samt "0 – 8" indikerar kringfyllning med rent krossmaterial.
[E] "0 – 4" indikerar kringfyllning med standardsand för skarvprovning enligt SS-EN 489.

Rapportförteckning

Samtliga rapporter kan beställas hos Fjärrvärmeföreningens Förlagsservice.
Telefon: 026 – 24 90 24, Telefax: 026 - 24 90 10, www.fjarrvarme.org

Nr	*Titel*	*Författare*	*Publicerad*
	FORSKNING OCH UTVECKLING - RAPPORTER		
1	Inventering av skador på befintliga skarvar med CFC-blåsta respektive CFC-fria fogskum	Hans Torstensson	maj-96
2	Tryckväxlare - Status hösten 1995	Bror-Arne Gustafson Lena Olsson	maj-96
3	Bevakning av internationell fjärrvärmeforskning	Sture Andersson Gunnar Nilsson	maj-96
4	Epoxirelining av fjärrvärmerör	Jarl Nilsson	sep-96
5	Effektivisering av konventionella fjärrvärmecentraler (abonnentcentraler)	Lena Råberger Håkan Walletun	okt-96
6	Auktorisation av montörer för montage av skarvhylsor och isolering Former och utvärdering	Lars-Åke Cronholm	okt-96
7	Direkt markförlagda böjar i fjärrvärmeledningar	Jan Molin Gunnar Bergström	dec-96
8	Medierör av plast i fjärrvärmesystem	Håkan Walletun Heimo Zinko	dec-96
9	Metodutveckling för mätning av värmekonduktiviteten i kulvertisolering av polyuretanskum	Lars-Åke Cronholm Hans Torstensson	dec-96
10	Dynamiska värmelaster från fiktiva värmebehov	Sven Werner	mars-97
11	Torkning av tvätt i fastighetstvättstugor med fjärrvärme	H. Andersson J. Ahlgren	maj-99
12	Omgivningsförhållandenas betydelse vid val av strategi för ombyggnad och underhåll av fjärrvärmenät. Insamlingsfasen	Sture Andersson Jan Molin Carmen Pletikos	dec-97
13	Svensk statlig fjärrvärmeforskning 1981-1996	Mikael Henriksson Sven Werner	dec-97
14	Korrosionsrisker vid användning av stål- och plaströr i fjärrvärmesystem - en litteraturstudie	Peeter Tarkpea	dec-97
15	Värme- och masstransport i mantelrör till ledningar för fjärrkyla och fjärrvärme	Daniel Eriksson Bengt Sundén	dec-97
16	Utvärdering av fuktinträngning och gasdiffusion hos gamla kulvertrör "Hisings-Backa"	Ulf Jarfelt	dec-97
17	Kulvertförläggning med befintliga massor	Jan Molin Gunnar Bergström Stefan Nilsson	dec-97
18	Värmeåtervinning och produktion av frikyla - två sätt att öka marknaden för fjärrvärmedrivna absorptionskylmaskiner	Peter Margen	dec-97
19	Projekt och Resultat 1994-1997	Anders Tvärne	mars-98

Nr	Titel	Författare	Publicerad
20	Analys av befintliga fjärrkylakunders kylbehov	Stefan Aronsson Per-Erik Nilsson	mars-98
21	Statusrapport Trycklösa Hetvattenackumulatorer	Mats Lindberg Leif Breitholtz	maj-98
22	Round Robin test av isolerförmågan hos fjärrvärmerör	Ulf Jarfelt	maj-98
23	Mätvärdesinsamling från inspektionsbrunnar i fjärrvärmesystem	Håkan Walletun	juni-98
24	Fjärrvärmerörens isolertekniska långtidsegenskaper	Ulf Jarfelt Olle Ramnäs	juni-98
25	Termisk undersökning av koppling av köldbärarkretsar till fjärrkylanät	Erik Jonson	juni-98
26	Reparation utan uppgrävning av skarvar på fjärrvärmerör	Jarl Nilsson Tommy Gudmundson	juni-98
27	Effektivisering av fjärrvärmecentraler - metodik, nyckeltal och användning av driftövervakningssystem	Håkan Walletun	apr-99
28	Fjärrkyla. Teknik och kunskapsläge 1998	Paul Westin	juli-98
29	Fjärrkyla – systemstudie	Martin Forsén Per-Åke Franck Mari Gustafsson Per-Erik Nilsson	juli-98
30	Nya material för fjärrvärmerör. Förstudie/litteraturstudie	Jan Ahlgren Linda Berlin Morgan Fröling Magdalena Svanström	dec-98
31	Optimalt val av värmemätarens flödesgivare	Janusz Wollerstrand	maj-99
32	Miljöanpassning/återanvändning av polyuretanisolerade fjärrvärmerör	Morgan Fröling	dec-98
33	Övervakning av fjärrvärmenät med fiberoptik	Marja Englund	maj-99
34	Undersökning av golvvärmesystem med PEX-rör	Lars Ehrlén	apr-99
35	Undersökning av funktionen hos tillsatser för fjärrvärmevatten	Tuija Kaunisto Leena Carpén	maj-99
36	Kartläggning av utvecklingsläget för ultraljudsflödesmätare	Jerker Delsing	nov-99
37	Förbättring av fjärrvärmecentraler med sekundärnät	Lennart Eriksson Håkan Walletun	maj-99
38	Ändgavlar på fjärrvärmerör	Gunnar Bergström Stefan Nilsson	sept-99
39	Användning av lågtemperaturfjärrvärme	Lennart Eriksson Jochen Dahm Heimo Zinko	sept-99
40	Tätning av skarvar i fjärrvärmerör med hjälp av material som sväller i kontakt med vatten	Rolf Sjöblom Henrik Bjurström Lars-Åke Cronholm	nov-99

Nr	Titel	Författare	Publicerad
41	Underlag för riskbedömning och val av strategi för underhåll och förnyelse av fjärrvärmeledningar	Sture Andersson Jan Molin Carmen Pletikos	dec-99
42	Metoder att nå lägre returtemperatur med värmeväxlardimensionering och injusteringsmetoder. Tillämpning på två fastigheter i Borås.	Stefan Petersson	mars-00
43	Vidhäftning mellan PUR-isolering och medierör. Har blästring av medieröret någon effekt?	Ulf Jarfelt	juni-00
44	Mindre lokala produktionscentraler för kyla med optimal värmeåtervinningsgrad i fjärrvärmesystemen	Peter Margen	juni-00
45	Fullskaleförsök med friktionsminskande additiv i Herning, Danmark	Flemming Hammer Martin Hellsten	feb-01
46	Nedbrytningen av syrereducerande medel i fjärrvärmenät	Henrik Bjurström	okt-00
47	Energimarknad i förändring Utveckling, aktörer och strategier	Fredrik Lagergren	nov-00
48	Strömförsörjning till värmemätare	Henrik Bjurström	nov-00
49	Tensider i fjärrkylenät - Förstudie	Marcus Lager	nov-00
50	Svensk sammanfattning av AGFWs slutrapport "Neuartige Wärmeverteilung"	Heimo Zinko	jan-01
51	Vattenläckage genom otät mantelrörsskarv	Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	jan-01
52	Direktförlagda böjar i fjärrvärmeledningar Påkänningar och skadegränser	Gunnar Bergström Stefan Nilsson	jan-01
53	Korrosionsmätningar i PEX-system i Landskrona och Enköping	Anders Thorén	feb-01
54	Sammanlagring och värmeförluster i närvärmenät	Jochen Dahm Jan-Olof Dalenbäck	feb-01
55	Tryckväxlare för fjärrkyla	Lars Eliasson	mars-01
56	Beslutsunderlag i svenska energiföretag	Peter Svahn	sept-01
57	Skarvtätning baserad på svällande material	Henrik Bjurström Pal Kalbantner Lars-Åke Cronholm	okt-01
58	Täthet hos skarvar vid återfyllning med befintliga massor	Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	okt-01
59	Analys av trerörssystem för kombinerad distribution av fjärrvärme och fjärrkyla	Guaxiao Yao	dec-01
60	Miljöbelastning från läggning av fjärrvärmerör	Morgan Fröling Magdalena Svanström	jan-02
61	Korrosionsskydd av en trycklös varmvattenackumulator med kvävgasteknik – fjärrvärmeverket i Falkenberg	Leif Nilsson	jan-02
62	Tappvarmvattenreglering i P-märkta fjärrvärmecentraler för villor – Utvärdering och förslag till förbättring	Tommy Persson	jan-02

Nr	Titel	Författare	Publicerad
63	Experimentell undersökning av böjar vid kallförläggning av fjärrvärme-rör	Sture Andersson Nils Olsson	jan-02
64	Föränding av fjärrvärmenäts flödesbehov	Håkan Walletun Daniel Lundh	jan-02
65	Framtemperatur vid värmegles fjärrvärme	Tord Sivertsson Sven Werner	mars-02
66	Fjärravläsning med signaler genom rörnät – förstudie	Lars Ljung Rolf Sjöblom	mars-02
67	Fukttransport i skarvskum	Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	april-02
68	Round Robin test II av isolerförmågan hos fjärrvärmerör	Ture Nordenswan	april-02
69	EkoDim – beräkningsprogram	Ulf Jarfelt	juni-02
70	Felidentifiering i FC med "flygfoton" – Förstudie	Patrik Selinder Håkan Walletun	juni-02
71	Digitala läckdetekteringssystem	Jan Andersson	aug-02
72	Utvändigt skydd hos fjärrvärmerörsskarvar	Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	sept-02

FORSKNING OCH UTVECKLING – ORIENTERING

1	Fjärrkyla: Behov av forskning och utveckling	Sven Werner	jan-98
2	Utvärdering av fjärrkyla i Västerås. Uppföljning av Värmeforsk rapport nr 534. Mätvärdesinsamling för perioden 23/5 – 30/9 1996.	Lars Lindgren Conny Nikolaisen	jan-98
3	Symposium om Fjärrvärmeforskning på Ullinge Wärdshus i Eksjö kommun, 10-11 december 1996	Lennart Thörnqvist	jan-98
4	Utvärdering av fjärrkyla i Västerås. Uppföljning av Värmeforsk rapport nr 534. Mätvärdesinsamling för period 2. 1/1 – 31/12 1997.	Conny Nikolaisen	juli-98
5	Metodutveckling för mätning av värmekonduktiviteten i kulvertisolering av polyuretanskum	Lars-Åke Cronholm Hans Torstensson	sept-99

Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB och Statens Energimyndighet bedriver forskningsprogram inom området fjärrvärme hetvattenteknik och fjärrkyla.

SVENSKA FJÄRRVÄRMEFÖRENINGENS SERVICE AB
101 53 STOCKHOLM
Besöksadress: Olof Palmes gata 31, 6 tr
Telefon 08 - 677 25 50, Telefax 08 - 677 25 55

Förlagsservice, beställning av trycksaker:
Telefon 026 - 24 90 24, Telefax 026 - 24 90 10