

## IKT-Liner-raportti 2006

# Sukkasujutus: Lasilla kirkkaasti enemmän etuja?

ROLAND W. WANIEK  
JA DIETER HOMANN

*Onko sukkasujutuksessa vain materiaalilla merkitystä? Mitä ominaisuuksia saneeraajat saavat mistäkin sujutussukkatyypistä? IKT-Liner-raportti 2006 piirtää monitahoisen kuvan.*

Ammattipiireissä pohditaan yhä enemmän kysymystä siitä, mitkä sujutusputkityypit ja asennusmenetelmät ovat parhaita sukkasujutukseen. Kaksi tekniikkaperhettä kilpailee toimeksiantajien suosiosta: lasikuituvahvisteinen ja neulehuopavahvisteinen sujutussukka.

Ketään ei hämmästyä, että valmistajat kulloinkin painottavat vain omien järjestelmiensä etuja. Mutta miltä tosiasiat oikeasti näyttävät? Mitä laatuominaisuuksia työmaalla todellisuudessa saadaan aikaan?

IKT-Liner-raportin 2006 vastaukset perustuvat puolueettoman ja riippumattoman sukkasujutusalan IKT-koestuslaitoksen tekemien laboratoriotutkimusten tuloksiin.

## **Materiaali ja miehistö**

Sukkasujutuksessa on pohjimmaltaan kyse uusista putkista, jotka on valmistettu huippumoderneista komposiittimateriaaleista. Ne valmistetaan kuitenkin rakennuspaikalla. Toisin kuin putkitehtaassa, täällä vallitsevat usein vaikeat olosuhteet, jotka vaihtelevat huomattavasti kohteesta toiseen, ja joiden hallitsemisesta on kyse.

Tämä vaatii käytettäviltä lujitemateriaaleilta ja hartseilta parhaita ominaisuuksia. Mutta vain yhteispeliin harjaantunut asennustiimi, joka hallitsee monimutkaiset sujuttamis- ja kovettamisprosessit, tekee lähtötuotteesta kuormituskestävän ja tiiviin saneerausputken, joka palvelee luotettavasti vuosikymmenien ajan.

## **Tietokanta**

Liner-raporttiin 2006 on koottu tiedot kaikista saneerausyrityksistä, joilta IKT on tutkinut vähintään 25 putkinäytettä viidestä eri työkohteesta (tammi–joulukuu 2006). Uusintakoestuksissa pätee viimeisimpänä saatu tulos, sikäli kun myös ne kokeet on tehty IKT:ssä. Varsinaisen raportin perustana on kaikkiaan 1 084 työmaanäytettä. Ne hankittiin asennuskohteista joka puolelta Saksaa ja tutkittiin perinpohjaisesti IKT:n laboratoriossa.

Nyt käsillä oleva IKT-Liner-raportti antaa kokonaiskuvan sukkasujuttamisten laatuominaisuuksista kohdistettuina saneerausyrittäjiin ja -menetelmiin. Kyseessä on laitoksen kolmas tämänkaltainen raportti; aiemmat olivat Liner-raportit 2003/2004 ja 2004/2005 (vrt. bi-UmweltBau Nr. 5/2004 ja Nr. 1/2006).

## Todistusvoiman rajoitukset

Työmaanäytteille tehdyt laboratoriokokeet eivät voi olla todellisten saneeraustoimenpiteiden arvioimisen ainoita kriteerejä, koska työmaanäytteet ovat vain pistokokeita. Ne otetaan tavallisesti kaivannosta; poikkeustapauksissa myös itse putkilinjasta.

Saneeratun linjan kunto kokonaisuudessaan voidaan arvioida vain, kun mukaan otetaan myös muita tarkastuksia, kuten videotarkastus tai tarkastuskäynti. Vasta niiden avulla havaitaan esimerkiksi laskokset, epäasiallisesti toteutetut taloliittymät tai putkilinjan paikalliset viat.

Näinollen IKT-Liner-raportti ei voi myöskään olla yksinomainen mittapuu saneerausyritysten ja niiden käyttämien sujutusmenetelmien vertailemisessa. Pikemminkin se välittää kuvan ainoastaan yhdestä – tosin hyvin tärkeästä – laadun varmistamisen näkökohdasta: laboratoriotutkimuksesta.

## Pitää olla – on -analyysi

Työmaanäytteiden arvioimisessa käytetään tavallisesti neljää tunnusarvoa:

- Kimmomoduli (lyhytaikainen taivutusmoduli),
- Taivutuslujuus (lyhytaikainen sigma-fb),
- Seinämän paksuus ja
- Vesitiiviys.

Kolmessa ensimmäisessä, mekaanisissa tunnusluvuissa, verrataan vaatimustasoa ja saatuja tuloksia toisiinsa (pitää olla – on -analyysi). Neljäs kriteeri määritetään APS-koestusohjeen mukaisesti. Siinä tuloksena on joko „tiivis” tai ”epätiivis”.

## Rakennuttajan on koestettava

Koestusten tilaajina oli vuonna 2006 sekä rakennuttajia että myös saneerausyrityksiä. IKT on kuitenkin aina suositellut painokkaasti, etteivät saneerausurakoijat päättäisi koestuslaitoksen valinnasta, vaan sen tekisivät rakennuttajat (tai niiden suunnittelutoimistot) ja olisivat itse myös toimeksiantajina. Sitä ei pidä antaa tehtäväksi kenelle tahansa, joka järjestää koestuksia. Näin eliminoidaan selkeästi jo etukäteen mahdolliset vaikuttamisyrietykset yritysten taholta. Valtaosa (82 %, ) IKT:ssä tehdyistä koestuksista oli rakennuttajien tilaamia (taul. 1).

**Taul. 1: Saneeraajat ja sujutusmenetelmät**

Saneerausyritykset	Sujutusmenetelmä	Putki-tyyppi	Näytteiden määrä	IKT-koestuksen tilaaja	
				Saneerausyritys %	Rakennuttaja %
ARKIL INPIPE GmbH	Berolina Liner	GFK	213	40	60
Boger Kanalsanierung GmbH	iMPREG-Liner	GFK	40	0	100
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	Brandenburger Schlauchliner	GFK	57	14	86
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH & Co. KG	Uniliner (NordiTube)	NF	36	6	94
	CityLiner (RS Technik AG)	NF	69	0	100
	Saertex-Liner	GFK	33	100	0
FLEER-TECH GmbH	CityLiner (RS Technik AG)	NF	42	17	83
Frisch & Faust Tiefbau GmbH	Saertex-Liner	GFK	180	0	100
Hans Brochier GmbH & Co. KG	Saertex-Liner	GFK	35	66	34
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	Insituform Schlauchliner	NF	215	3	97
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	Brandenburger Schlauchliner	GFK	83	37	63
Linertec GmbH	Euroliner	GFK	43	28	72
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	Berolina-Liner	GFK	38	0	100
<b>Yhteensä</b>			<b>1.084</b>	<b>18</b>	<b>82</b>
GFK: Lujitemateriaali laskikuitu					
NF: Lujitemateriaali neulehuopa					

## E-moduli

Sujutusputken täytyy eri kohteissa kestää erilaisia kuormituksia (pohjavesi, liikenne, maakuorma). Siksi ne on määritettävä tapauskohtaisesti, ja putkella on oltava riittävä kuormituskestävyys. Kimmomoduli on sille keskeinen mekaaninen tunnusarvo. Työmaanäytteiden koestusmenetelmä on kolmen pisteen taivutuskoe, jonka IKT toteuttaa lyhytaikaiskokeena DIN EN ISO 178- ja DIN EN 13566-4 -standardien mukaisesti. (ks. taul. 2)



Kuva 1: Putkinäyte kolmen pisteen taivutuskokeessa

<b>Taul. 2: Koestuskriteeri: kimmomoduli</b>				
<b>Lyhytaikainen taivutusmoduli</b>				
Saneerausyritykset	2006		2004/2005	Suuntaus
	Näytt. lukum.	Vaatus* täyttyi %:ssa kokeista	Vaatus* täyttyi %:ssa kokeista	
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	57	100,0	97,6	↑
Hans Brochier GmbH & Co. KG	35	100,0	99,1	↑
Linertec GmbH	43	100,0	97,1	↑
ARKIL INPIPE GmbH	210	99,5	97,3	↑
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	80	98,8	97,1	↑
KMG Pipe Technologies GmbH	22	–	96,2	–
Diringer & Scheidel – Saertex-Liner	33	93,9	–	–
<b>Keskiarvo</b>		<b>89,9</b>		
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	38	89,5	–	–
Frisch & Faust Tiefbau GmbH	180	88,3	–	–
Boger Kanalsanierung GmbH	40	87,5	–	–
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	215	84,2	87,8	↓
Diringer & Scheidel – CityLiner	65	75,4	–	–
Diringer & Scheidel – Uniliner	36	75,0	–	–
FLEER-TECH GmbH	41	63,4	77,8**	↓

\* Vaatimusarvo lujuuslaskelmasta tai tilaajalta - tiedot näytteen mukana tullessa saatteessa  
 \*\* Tieto koskee RS RoboLiner'ia  
 – ei määritetty, koska liian vähän näytteitä

## Taivutuslujuus

Taivutuslujuus kuvaa sitä pistettä, jossa sujutusputki pettää liian suuren jännityksen vuoksi. Jos se on liian alhainen, sujutusputken kuormituskestävyys ei ole riittävä, ja se voi murtua jo ennenkuin sallittu kuormitus on saavutettu. Koemenetelmä: Kolmen pisteen taivutuskokeessa kuormitusta lisätään tasaisella muodonmuutoksen nopeudella, kunnes kuormitus vähenee ensimmäisen kerran. Se kuvaa sujutusputken rikkoutumisen alkamista (lyhytaikaiskoe). (ks. taul. 3)

<b>Taul. 3: Koestuskriteeri: taivutuslujuus</b>				
(Lyhytaikais-sigma <sub>m</sub> )				
Saneerausyritykset	2006		2004/2005	Suuntaus
	Näytt. lukum.	Vaatus* täyttyi %:ssa kokeista	Vaatus* täyttyi %:ssa kokeista	
Boger Kanalsanierung GmbH	40	100,0	–	–
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	57	100,0	100,0	↔
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	80	100,0	98,5	↑
Linertec GmbH	41	100,0	91,2	↑
Diringer & Scheidel – CityLiner	65	98,5	–	–
ARKIL INPIPE GmbH	210	92,4	97,3	↓
Hans Brochier GmbH & Co. KG	35	91,4	96,4	↓
Diringer & Scheidel – Saertex-Liner	33	87,9	–	–
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	36	86,1	–	–
FLEER-TECH GmbH	41	85,4	100,0**	↓
<b>Keskiarvo</b>		<b>83,5</b>		
Frisch & Faust Tiefbau GmbH	180	78,9	–	–
Diringer & Scheidel – Uniliner	36	75,0	–	–
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	215	56,3	74,0	↓
KMG Pipe Technologies GmbH	22	–	50,0	–

\* Vaatimusarvo lujuuslaskelmasta tai tilaajalta - tiedot näytteen mukana tullessa saatteessa  
\*\* Tieto koskee RS RoboLiner'ia  
– ei määritetty, koska liian vähän näytteitä

## Seinämän paksuus

Sujutusputken kuormituskestävyyden arvioimisen kannalta kolmas olennainen tekijä on seinämän paksuus (keskimääräinen rakennepaksuus  $e_m$  DIN EN 13566-4:n mukaisesti). Sitä varten laaditaan etukäteen arvo (esimerkiksi lujuuslaskentaa varten), joka sitten pitää saavuttaa, kun sujutusputki valmistetaan työmaalla. Koemittely: staattisesti kantavan seinämän paksuus mitataan tarkkuustyöntömitalla kuudesta kohdasta. Sisä- ja ulkopuolisia kalvoja sekä rakenteeseen kuulumattomia pelkkää hartsia sisältäviä kerroksia (ylimääräinen hartsi) ei tällöin oteta huomioon. (ks. taul. 4)



Kuva 2: Sujutusputken seinämän paksuuden mittaaminen

#### Taul. 4: Koestuskriteeri: seinämän paksuus

(keskimääräinen rakennepaksuus  $e_m$  DIN EN 13566-4:n mukaisesti)

Saneerausyritykset	2006		2004/2005	Suuntaus
	Näytt. lukum.	Vaatus* täyttyi %:ssa kokeista	Vaatus* täyttyi %:ssa kokeista	
Diringer & Scheidel – Saertex-Liner	33	100,0	–	–
Frisch & Faust Tiefbau GmbH	180	100,0	–	–
Hans Brochier GmbH & Co. KG	34	100,0	96,9	↑
KMG Pipe Technologies GmbH	22	–	100,0	–
Linertec GmbH	43	97,7	97,1	↑
FLEER-TECH GmbH	40	95,0	90,5**	↑
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	57	89,5	67,9	↑
Diringer & Scheidel – Uniliner	26	88,5	–	–
Diringer & Scheidel – CityLiner	48	85,4	–	–
<b>Keskiarvo</b>		<b>82,7</b>		
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	193	80,8	92,0	↓
Boger Kanalsanierung GmbH	38	73,7	–	–
ARKIL INPIPE GmbH	210	68,6	90,0	↓
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	38	63,2	–	–
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	80	62,5	47,3	↑

\* Vaatimusarvo lujuuslaskelmasta tai tilaajalta - tiedot näytteen mukana tullessa saatteessa  
 \*\* Tieto koskee RS RoboLiner'ia  
 – ei määritetty, koska liian vähän näytteitä

#### Vesitiiviys APS:n mukaan

Koemenetelmä: Mahdollinen ulkopuolinen kalvo poistetaan ensin näytteestä, ja sisäpuoliseen kalvoon tehdään määrätyn mallin mukainen leikkaus. Sitten sisäpuolelle laitetaan punaiseksi värjättyä vettä, ja ulkopuoleen kohdistetaan 0,5 barin alipaine. Jos ulkopuolelle muodostuu pisaroita, vaahtoa tai kosteutta, sujutusputki ei ole tiivis. (ks. taul. 5)



Kuva 3: Vettä (punaista) pisaroi läpi: sujutusputki ei ole tiivis

<b>Taul. 5: Koestuskriteeri: vesitiiviys</b> (APS-koestusohjeen mukaan)				
Saneerausyritykset	2006		2004/2005	Suuntaus
	Näytt. lukum.	vesitiivis %:ssa kokeista	vesitiivis %:ssa kokeista	
Boger Kanalsanierung GmbH	38	100,0	–	–
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	57	100,0	100,0	↔
Diringer & Scheidel – Saertex-Liner	33	100,0	–	–
Linertec GmbH	43	100,0	100,0	↔
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	33	100,0	–	–
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	83	98,8	100,0	↓
ARKIL INPIPE GmbH	184	97,8	98,6	↓
Hans Brochier GmbH & Co. KG	35	97,1	98,2	↓
Frisch & Faust Tiefbau GmbH	180	93,3	–	–
Diringer & Scheidel – CityLiner	53	92,5	–	–
<b>Keskiarvo</b>		<b>88,8</b>		
KMG Pipe Technologies GmbH	22	–	75,0	–
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	192	68,8	62,6	↑
FLEER-TECH GmbH	42	61,9	81,8**	↓
Diringer & Scheidel – Uniliner	27	48,1	–	–

\*\* Tieto koskee RS RoboLiner'ia  
– ei määritetty, koska liian vähän näytteitä

## Sujutussukkatyypit ja sujutusmenetelmät

Kun analysoimme tutkimuksessa mukana olleiden sujutusputkityyppien ja -menetelmien saamia tuloksia, näemme että (vrt. Taul. 6):

- Kriteerien 'vesitiiviys' ja 'E-moduli' suhteen lasikuituvahvisteiset putket saavat järjestelmällisesti paremmat koestustulokset kuin neulehuopavahvisteiset putket. Taivutuslujuudessa tämä suhde on hieman vähemmän selkeä. Seinämän paksuuden suhteen putkityypin ja koestustulosten välillä ei ole havaittavissa selkeää yhteyttä.
- Molempien ryhmien – lasikuitu ja neulehuopa – sisällä ilmenee selvästi osittain suuriakin laatueroja: niinpä kriteerien 'vesitiiviys' ja 'taivutuslujuus' tuloksissa neulehuopavahvisteisillä putkilla ilmeni hyvin suuria vaihteluja. Ainoastaan seinämän paksuuden suhteen ne ovat hyvin lähellä toisiaan. Sitävastoin lasikuituvahvisteisten putkien tulokset eroavat toisistaan kauttaaltaan vähemmän. Yksittäinen poikkeus on seinämän paksuus, jossa esiintyy huomattavaa hajontaa.



Kuva 4: Tutkimusinsinööri selostaa koestusta:  
Dipl.ins. Jens Fuchs IKT-laboratoriossa



<b>Taul. 6: Tuloksia sujutusputkityypeittäin</b>									
Putki- tyyppi	Sujutusjärjestelmä	Vesitiiviys		E-moduli		Taivutuslujuus		Wanddicke	
		Näytt. lukum.	vesitiivis %:ssa kokeista	Näytt. lukum.	Vaatus- täyttyi %:ssa kokeista	Näytt. lukum.	Vaatus- täyttyi %:ssa kokeista	Näytt. lukum.	Vaatus- täyttyi %:ssa kokeista
GFK	Euroliner	43	100,0	43	100,0	41	100,0	43	97,7
	Brandenburger Schlauchliner	140	99,3	137	99,3	137	100,0	137	73,7
	Berolina Liner	217	98,2	248	98,0	246	91,5	248	67,7
	Saertex-Liner	248	94,8	248	90,7	248	81,9	247	100,0
	iMPREG-Liner	38	100,0	40	87,5	40	100,0	38	73,7
NF	CityLiner (RS Technik)	95	78,9	106	70,8	106	93,4	88	89,8
	Uniliner (NordiTube)	27	48,1	36	75,0	36	75,0	26	88,5
	Insituform Schlauchliner	192	68,8	215	84,2	215	56,3	193	80,8
<b>Keskiarvot</b>									
• kaikki kokeet			88,8		89,9		83,5		82,7
• GFK-kokeet			97,4		95,3		90,7		82,2
• NF-kokeet			70,1		79,3		69,2		84,0
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span style="color: green;">■</span> kokonaiskeskiarvon yläpuolella                 <span style="color: red;">■</span> kokonaiskeskiarvon alapuolella             </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <span>GFK: Lujitemateriaali lasikuitu</span> <span>NF: Lujitemateriaali neulehuopa</span> </div>									

## Saneerausyritykset

Saneerausyritysten toteuttamien työsuoritusten laadut ovat varmasti myös niille ratkaisevia menestystekijöitä. Tämä näkyy erityisesti niissä sujutusmenetelmissä, joita käyttävät useimmat kuin yksi yritys, nimittäin Berolina Liner, Brandenburger Schlauchliner, CityLiner ja Saertex-Liner. Kussakin sujutusmenetelmässä hajonta menestymisten määrässä (hyväksytyjen kokeiden osuuksissa) on jokaisen koestuskriteerin suhteen huomattava (vrt. taul. 7).

<b>Taul. 7: Koestustulosten hjonta</b>				
(kun sujutusmenetelmää käyttää useampi kuin yksi saneerausyritys)				
Sujutusmenetelmä	Vesitiivis dtiivis %:ssa kokeista	E-moduli Vaatus- täyttyi %:ssa kokeista	Taivutuslujuus Vaatus- täyttyi %:ssa kokeista	Seinämän paksuus Vaatus- täyttyi %:ssa kokeista
Berolina Liner	97,8 – 100,0	89,5 – 99,5	86,1 – 92,4	63,2 – 68,6
Brandenburger Schlauchliner	98,8 – 100,0	98,8 – 100,0	100,0 – 100,0	62,5 – 89,5
CityLiner	61,9 – 92,5	63,4 – 75,4	85,4 – 98,5	85,4 – 95,0
Saertex-Liner	93,3 – 100,0	88,3 – 100,0	78,9 – 91,4	100,0 – 100,0

## Yhteenveto

Sukkasujutus tarjoaa rakennuttajille jatkossakin tarkoituksenmukaisen ja luotettavan saneerausmenetelmän. Suurin osa saneerausurakoitsijoista teki vuonna 2006 joko hyviä tai erittäin hyviä työsuorituksia. Ne dokumentoivat korkeita onnistumisten osuuksia aina 100 prosenttiin saakka.

Vertailu Liner-raporttiin 2004/2005 osoittaa, että monet yritykset ovat onnistuneet jopa parantamaan suorituksiaan tai ainakin ylläpitämään korkean tasonsa. Se on teknisesti hyvän, taloudellisen ja ympäristöstävällisen viemärisaneerauksen kannalta erittäin ilahduttavaa.

Epäilemättä on myös tullut selväksi, että joillakin saneerausyrityksillä on vielä riittävästi tilaa ylöspäin sujutustöidensä laatutason parantamiseksi. Se koskee erityisesti yrityksiä, jotka käyttävät neulehuopavahvisteisia putkia. Tämän tekniikkaperheen pitää tavoittaa huomattavasti

lasikuituvahvisteisten putkien etumatkaa ennen kaikkea vesitiiviiden, E-modulin ja taivutuslujuuden suhteen.

Mutta lasikuitupuolen yrittäjilläkään kaikki ei ole läheskään täydellistä, sillä siellä hajonta tuloksissa osoittaa, että aina ei toimiteta pelkästään hyvää työn laatua.

Entistäkin voimakkaampi panostaminen tuotekehitykseen ja laadunvarmistukseen on nyt keskeisesti esillä päiväjärjestyksessä, jotta sukkasujutusala ei menetä osuuksia muille saneerausmenetelmille kasvavilla saneerausmarkkinoilla.

IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur  
gemeinnützige GmbH  
Exterbruch 1  
D-45886 Gelsenkirchen  
Tel.: +49 209 17806-0  
E-Mail: [info@ikt.de](mailto:info@ikt.de)  
Homepage: [www.ikt.de](http://www.ikt.de)