



# Kumiletkut ja letku- liittimet sekä niiden yleisimmät vauriot.

Ari Oinonen, Parker Hannifin Oy  
Letku- ja liitinosasto

**No 2**

FLUID  
Finland  
3-2002

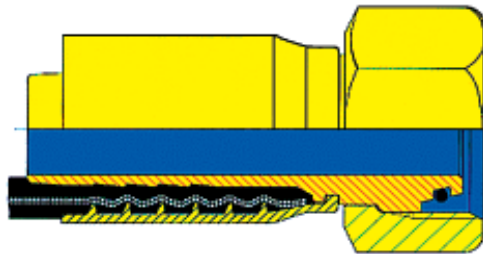


## Kumiletkut ja letkuliittimet sekä niiden yleisimmät vauriot.

Letkuasennelmat vaikuttavat koko hydraulisen järjestelmän tehokkuuteen ja turvallisuuteen. Kaikkien letkuasennelmien kriittisin kohta on liittimen ja letkun välinen osa.

Tällä hetkellä hydraulisissa korkeapainejärjestelmissä on käytössä kolme erilaista liittinmallia:

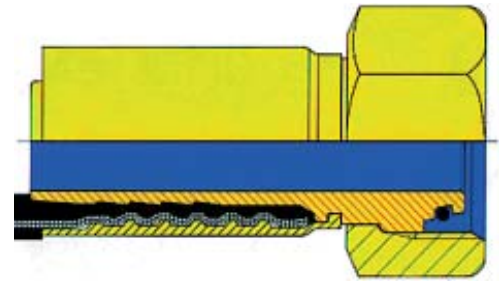
1. Kierrettävät liittimet
2. Kuorittavat puristettavat liittimet
3. Kuorimattomat liittimet, kuorimattomiin letkuihin.



Kierrettävät ja puristettavat liittimet saattavat vaatia letkun kuorimisen. Suurin osa kuorittuja letkuja vaativista liittintyypeistä on kaksiosaisia eli liittinkara yhdistetään letkuun vasta sen jälkeen, kun holkki on asetettu letkuun. Kierrettävissä liittimissä holkin kierreet koskettavat letkun vahvikekerrosta, kun sitä kierretään letkun päähän. Kun letku ja holkki on sovitettu yhteen, kierretään liittinkara letkun sisään, jolloin kudokset puristuvat liittinkaran ja holkin väliin. Avainväliällä varustettu holkki helpottaa letkuliitoksen tekoa ja liittinkaran kartiomuoto tekee liitoksesta pitävän.

Kierrettävien letkuliittimien etuna voidaan pitää niiden vähäistä asennustyökalu ja – kone tarvetta kuin myös niiden kestävyttä ja mahdollista uudelleen käytettävyyttä, tietenkin sovellutuksesta riippuen. Kierrettävien liittimien käyttö on vähentynyt nykyään, johtuen mm. korkeimmista turvallisuusvaatimuksista ja hinnasta. Ei ole epäilystäkään, etteivätkö kierrettävät liittimet ennen olleet mitä mainioin ratkaisu silloin, kun asiansa todella osaavien henkilöiden piti pitää koneet toiminnassa eikä puristuskoneita ollut riittävästi saatavilla.

Myös vakio puristettava liitin saattaa vaatia letkun kuorimisen, jotta liitos on turvallinen myös korkeissa paineissa. Letkun kuoriminen on välttämätöntä, ettei letkun tärkeä vahvikekudos vahingoitu. Kuorittu letku ja puristettava liitin muodostavat ”metalli-metalli”-liitoksen, joka takaa sen kestävyden. Puristusliitos yhdistää holkin liittinkaraan pintojen mukaisesti. Mutterin taakse jätetään vähän ”tilaa”, että se on helppo kiertää kiinni. Puristusliitin sananmukaisesti puristaa holkin ja liittinkaran yhteen sekä asettaa letkun paikalleen niiden väliin. Tarvittava puristusvoima voi olla 2-tuumaisessa letkussa jopa 180 tonnia.



Puristusvoiman ja liitoksen tarkkuuden takaamiseksi tarvitaan asennukseen korkealaatuisia tarvikkeita ja erityinen kuorituille letkuille tarkoitettu säädettävä puristin sekä kuorimiskone. Puristusmitan tarkastaminen tässä vaiheessa on erittäin tärkeää, sillä asennuksessa on jätettävä säätömahdollisuus.

Käytettäessä puristettavan liittimen kanssa esim. 3-kudos-, 4-spiraali- tai 6-spiraaliletkuja ne saattavat tarvita ulkokuoren kuorimisen lisäksi sisäputken kuorintaa. Holkin ja liittimen täytyy olla siten pidempiä, että saadaan aikaiseksi tarvittava puristusvoima ja –liitos. Tässä tapauksessa letkun päähän ei jää lainkaan kumia ja liitos on suorassa metallikosketuksessa (kara vahvikekudokseen sekä vahvikekudos holkkiin). Näiden letkuasennelmien teko vaatii erityistä ammattitaitoa ja tarkuutta sekä erikoistyökaluja. Työssä on otettava huomioon myös holkkien ja karojen toisiinsa sopivuus.

Kuorittuja letkuja vaativien liittinten suurin ongelma on niiden valmistustoleranssit. Mikäli karan halkaisija, letkun seinämäpaksuus ja holkin seinämäpaksuus ovat kaikki suuria, saattaa liitosta tehtäessä puristusvoiman tarve tulla liian suureksi. Tämä voi johtaa ylipuristamiseen. Ohuetseinämäinen, hinnaltaan edullinen kuorittava liitin on toleranssialueeltaan todella pieni, joten se voi johtaa myös alipuristamiseen ja näin osaltaan vaikuttaa liittimen irtoamiseen ja/tai liitoksen vuotamiseen.

Kun liitos tehdään ammattitaidolla, jolloin tarkastetaan myös karan ”kuroutuminen” puristamisen jälkeen, liitoksesta voidaan saadaan pitävä ja varma. Kulmaliittimien tarkastaminen edellä mainitulla menetelmällä on vaikeaa ja aikaa vievää.

### Letkuliittimet, joita käytetään kuorimattomien letkujen kanssa aina 6-spiraali-letkuille saakka (esim. tyypit 100 R13 tai 4SH tai SAE 100 R15)

Holkin sisäinen rakenne on seinämävahvuudeltaan ohuempi kuin kuorittujen letkuliittimien seinämävahvuus. Kuorimattomassa liittinmallissa on useita sisäpuolisia nk. ”hampaita”, jotka on suunniteltu siten, että ne tunkeutuvat letkun ulkokuoren läpi holkkia puristettaessa oikeaan mittaansa. Koska hampaat ovat eri mittaisia, karan profiili on muotoiltu ja puristusvoima suunniteltu täydellisesti yhteensopivaksi, kasvaa kontaktipuristusvoima kontrollidusti hampaiden taipuessa ”vastakarvaan” puristuksen aikana joko ristikudos- tai spiraaliletkuun. Puristusvoima ei voi kuitenkaan kasvaa liian suureksi holkin hampaiden taipuessa vastakarvaan.

Kylmämuokkaus holkin ”hampaissa” eli kontaktipinnalla ja kudoksen taipuminen kontaktipintojen välissä takaavat täydellisen liitoksen letkun ja liittimen välille. Letkun ulkokuoren pysyminen paikallaan kuorimattoman liittimen ansiosta estää myös korroosion muodostumista vahvikekudokseen.

#### Liitinpään konfiguraatiot:

Letkuliittimille on normeja (esim. SAE J516, DIN 20066 ja 20078 sekä ISO12151), jotka määrittävät liitinpään konfiguraatiot, mitat, paineluokituksen, kier-teet jne.

Vuotamattomien liittinten ja liitosten kysyntä on lisääntynyt, joten kehittyneen tuotesuunnittelun ja teknologian avulla liitoksissa voidaan käyttää yhä enemmän nk. ”pehmyt tiivistein” varustettuja liittimiä. Näin tehdään oikein valittu ja vuotamaton liitos.

### Hydrauliikkaletkut

Kumiletkujen markkinoista suurin osa koostuu perinteisesti SAE - ja DIN -standardien mukaan valmistetuista 1- tai 2- ristikudosletkuista. Nämä edellä mainitut standardit määriteltiin yli 40 vuotta sitten ja niihin on tehty varsin vähän muutoksia tämän jälkeen. Normeihin tulleet muutokset ovat osaltaan edellyttäneet yhä suurempaa kulutuksenkestoa, pienempiä taiputussäteitä ja suurempaa paineenkestoa.

Nykyään useat letkutyyppit täyttävät jo uusimman eurooppalaisen EN -standardin vaatimukset. Tämä standardi on ottanut huomioon nk. Compact- letkut (1- ja 2 -teräskudosletkut) sekä myös muut vahvikeletkut esim. 4-spiraaliletkut.

Esimerkkinä mainittakoon DIN 20022-2SN joka korvataan EN 853-2SN standardilla. Standardisoiminen ei suinkaan vielä pysähdy tähän, vaan tulossa on ISO-standardi, joka ottaa tarkemmin huomioon myös

letkuliittimien mitat. Muutos selventää ja helpottaa osaltaan letkuasennelmien valmistusta. Myös tunnettujen valmistajien markkinoille tuomat letkuasennelmien suunnittelua ja valintaa helpottavat tietokoneohjelmat auttavat oikeiden letkutyyppien ja oheistuotteiden valintaa. Ohjelmat pohjautuvat johonkin standardiin tai eri teknisiin valintaparametreihin.

### Letkun laatu ja kestävyys sekä niihin vaikuttavat tekijät

Hydrauliikkaletkuasennelmien yleisimmät vioittumissyöt voidaan luokitella kolmeen pääryhmään, jotka on esitetty taulukon 1. ensimmäisessä sarakkeessa Toisesta sarakkeesta löytyvät yleisimmät viat ja kolmannesta sarakkeesta käy ilmi mikä letkun osa, ominaisuus tai prosessi on erityisen kriittinen letkuasennelman käyttöominaisuuden takia.

Kun letkuvalinta on tehty ja asennelma on asennettu käyttövalmiiksi parhaalla mahdollisella tavalla, asennelman lopullinen käyttöikä voidaan arvioida letkun laadun perusteella.

Letkujen laatuun ja toimivuuteen vaikuttavat:

- letkun suunnittelu
- raaka-aineiden valinta
- valmistusprosessi
- inhimilliset tekijät

#### Letkujen suunnittelu

Letkujen suunnittelussa on käytettävä ajanmukaista tietokoneohjelmaa, niin että suunnitelmasta käy selvästi ilmi letkun optimaaliset vahvikekohdat sekä valmistustarkkuus. Tarkoituksena on, että letkun jokaiselle vahvikeosalle kohdistuu sama paine, ja että jokainen pituuden muutos voidaan ennustaa tarkasti ja siten myös muutoksien vaikutuksia voidaan kontrolloida annettujen rajojen sisällä.

TAULUKKO 1

Syy	Vikatyyppi	Vaikuttava laadullinen ominaisuus
Ulkopuolinen kuormitus	Kuoren hankautuminen ja kuluminen Letkun vahvikkeen asennuksen jälkeinen korrosio. Otsooni pääsee kuoren läpi.	Ulkokumin seoksen sitkeys ja tartuntakyky.  Ulkokuoren kumiseoksen otsoonin kestävyys Letkun reititys sekä lujuus. Raaka-ainemateriaalin soveltuvuus väliaineelle sekä letkun taivesäde.
Sisäinen paine	Halkeaminen  Liittimen irtoaminen Liitoksen vuotaminen	Vahvikemateriaali Valmistussuunnittelu Valmistusprosessi Letkun ja liittimen yhteensopivuus Letkun ja liittimen yhteensopivuus
Sisäinen väliaine	Sisäputken halkeaminen korkeassa öljyn lämpötilassa Pienten reikien syntyminen sisäputken turpoamisen vuoksi	Kumisen aineosan lämpötilakestävyys  Kumisen aineosan öljynkestävyys
Letkuasennelman käyttöikään vaikuttaa, että asennelmaan on valittu juuri oikeanlainen letkutyyppi.		

### Raaka-aineiden valinta

Parhaat mahdolliset materiaalit takaavat letkun pidemmän käyttöiän, suuremmat räjähdyspaineet ja paremman turvallisuuden dynaamisten paineolosuhteiden alaisina. Kuten taulukosta 1 käy ilmi, monissa tapauksissa elastomeeriset aineosat ovat letkun kestävyyden kannalta tärkeä osa.

Kumiset aineosat sisältävät polymeerejä kuten esimerkiksi NBR (nitrili), kloropreeni (CR) ja neopreeni (SBR), täyteaineita (hiilimusta, alumiinioksidi), säilöntä- ja prosessiaineita (öljy, hartsi), kemikaaleja (otsoitumisen estoaaineita, antioksidantteja), vulkanoitumisaineita ja kiihdyttäjiä (rikki, katalyytit).

Halpojen täyteaineiden (esim. alumiinioksidin, öljyn, öljyä kestävämpään neopreenin) ja suojakemikaalien riittämätön tai väärä käyttö johtaa epätäydelliseen kumimateriaalien käyttäytymiseen valmistuksen yhteydessä ja vaikuttaa näin oleellisesti letkun laatuun.

### Letkuvalmistuksessa käytettyjä raaka-aineita.

#### Valmistusprosessi:

Letkun laatu määräytyy sen valmistusprosessin mukaan. Valmistusteknisesti letkusuunnittelu keskittyy lähinnä letkun toleranssiin sekä sen seurantaan ja pysyvyyteen.

Letkun tärkeät mitat ovat sisähalkaisija ja kumiosien ulkomitat sekä ulkomitta lisätynä jokaisen lanka-kerroksen aiheuttamalla nousulla. Eri osa-alueiden samankeskisyys on erittäin tärkeää, kuten sisäputken ja ulkopinnan, samoin kuin sisäputken ja vahvikekudoksien sekä ulkohalkaisijan ja vahvikekudoksien. Letkun kestävyys ja ominaisuudet korkeissa paineissa vaativat paljon valmistusprosessia suunniteltaessa.

Letkun valmistuksessa ja suunnittelussa on myös otettava huomioon, kuinka paljon painetta tulee yhden ainoan kerroksen osalle sekä kuinka paljon pituudenmuutos vaikuttaa läpimittaan ja nousukulmaan. Letkun mitat ovat siis lopullisen tuotteen laadun kannalta oleellisen tärkeitä.

Tunnetut valmistajat tarkastavat tuotteensa prosessin eri vaiheissa esim. ultraäänellä ja laserilla. Jatkuvan tarkkailun seurauksena voidaan taata koko letkuerän laatu, vaikka se jakaantuukin markkinoilla sadoiksi erilaisiksi letkuasennelmiksi.

#### Inhimilliset tekijät:

Teknologia kehittyi ja samalla tekniset laatuvaatimukset, mutta lopulta ihmiset määräävät kuitenkin sen, mikä laatu on hyvää ja mikä ei. Mihin satsataan ja miten paljon? Tuotteen lopulliseen laatuun sekä jatkuvaan kehittymiseen on suuri vaikutus jatkuvalla koulutuksella, ihmisten erilaisuuden huomioon ottamisella, sekä kannustavalla, rehellisellä ja motivoivalta otteella toimiminen.

#### Vuodot:

Liitinvuodot ja liittimien irtoamiset tulkitaan usein letkusta aiheutuviksi. Usein syy kuitenkin on väärin tehdyssä liitoksessa, jossa on käytetty toisiinsa sopimattomia komponentteja.

Tarkasta ainakin seuraavat seikat ennen letkun ja letkuliittimen valintaa:

- Letkun sekä letkuliittimen suurin sallittu työpaine
- Letkun alipaineenkesto
- Letkun ja liittimen soveltuvuus käytettävälle väliaineelle.
- Letkun suositeltu käyttölämpötila-alue.
- Letkun minimitaivutus säde
- Letkuliittimen soveltuvuus valitulle letkulle.



## Muutamia esimerkkejä letkurikoista ja niiden aiheuttajista.

### LIITTIMEN ASENTAMINEN LETKUUN



**Oire:** Liitin irronnut letkusta.

**Syy:** Liitin asennettu letkuun väärin, kaikki holkin hampaat tarvitaan pitämään letku kiinni letkuliittimessä, holkin viimeisen hampaan (letkusta päin katsottuna) pitovoima on noin 25% koko pitovoimasta. Letkuun sopimattoman liittimen ja/tai holkin käyttäminen. Letkuasennelma liian lyhyt.

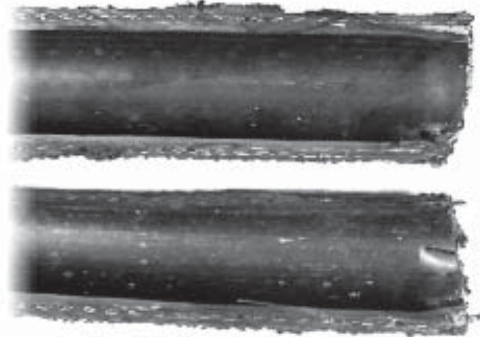
### LETKUN KÄYTTÖIKÄ



**Oire:** Letku räjähtänyt, tukikudoksissa esiintyy paikoin katkenneita kudoksia koko letkun pituudella, kun letku tarkastetaan kuorimisen jälkeen.

**Syy:** Vaurio on oire suuritaajuisesta sykkivästä korkeasta paineesta, joka aiheuttaa teräsvahvikkeiden väsymisen ja katkeamisen.

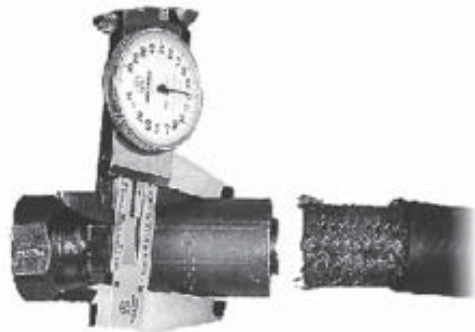
### LETKUN SISÄPUTKI LEIKKAANTUNUT (Kierrettävät liittimet)



**Oire:** Asennelma vuotaa (pikku reikiä tai tihkumista) tai letkun ulkopinnassa kuplia (kuplat saattavat sisältää väliainetta liittimen lähellä). Letku räjähtää liittimen läheltä syöpymisvaurioita muistuttavien oireiden kanssa, mutta ilman ulkopinnan aikaisempaa vauriota.

**Syy:** Letkun sisäpinta leikkaantunut tai vaurioitunut liittimen asennuksen aikana, johtuen todennäköisesti puutteellisesta tai puuttuvasta voitelusta asennuksessa. Väärä liittimen asennus sallii kosteuden pääsyn liitokseen ruostuttaen letkun vahvikekudokset.

### LETKULIITTIMEN PURISTAMINEN



**Oire:** Letkuasennelma vuotaa letkuliittimen holkin ja letkun välistä. Liitin irronnut letkusta.

**Syy:** Liittimen holkkia puristettu liikaa tai liian vähän annetusta puristusmitasta. Letkuun sopimattoman liittimen ja/tai holkin käyttäminen, letkupuristimen leuat tai muut puristustarkkuuteen vaikuttavat osat kuluneet, letkuasennelma liian lyhyt paineistettuna.

## LETKUN KULUMINEN (Ulkoisen vaurio)



**Oire:** Pinta epätasainen ja/tai vanhentunut. Vahvikekudokset näkyvät ja niissä näkyy merkkejä myös hioutumisesta, syöpmisestä sekä repeytymisestä.

**Syy:** Liiallinen letkun hioutuminen tai hankautuminen ulkoista kohdetta, kuten esim. toisia letkuja tai väärän kokosta kiinnikettä vasten. Terävien kulmien tai tukien vaikutus letkun ulkopintaan. Väärän kokoinen letkukiinnike ja/tai -tuki.

## LETKUN KULUMINEN (Läpikulunut)



**Oire:** Letku räjähtänyt. Pinta epätasainen tai vanhentunut ja kulunut. Vahvikekudokset jo näkyvät ja niissä näkyy merkkejä syöpmisestä (korroosiosta).

**Syy:** Kuten edellä.

## LETKUN SISÄPUTKEN SOPIMATTOMUUS KÄYTETYLLE VÄLIAINEELLE



**Oire:** Letkun sisäputki on pahasti vanhentunut tai vahingoittunut. Se on turvonnut sekä mahdollisesti halkeillut ja kuoriutunut. Sisäputki saattaa osittain jopa huuhtoutua pois.

**Syy:** Väliaine ei ole letkun sisäputkelle soveltuvaa.

## LETKUN MINIMITAIVESÄDE



**Oire:** Letku räjähtänyt taivutuksen ulkopinnalta. Letkun muoto on muuttunut (yleensä ovaali muoto), taivutettuna yhteen suuntaan pysyy vielä joustavana. Mahdollisesti rikkoontuneita vahvikelankoja vaurioituneella taivutetulla ulkopinnalla. Jos sovellutus on alipaine- tai imupuolen sovellutus, letku saattaa pyrkiä "litistymään" taivutetulla letkun osalla ja tämä taas rajoittaa tai estää väliaineen virtauksen. Jos taivutus on riittävän voimakas niin letku saattaa nurjautaa ja "lommahtaa" kasaan taivutuskohdasta.

Kun taivesäde on liian pieni, uloin vahvikekudos venyy ja sitä seuraava "kudosikkuna" vahvikkeessa käyttäytyy kuin läpimenevät reiät, jolloin väliaine saattaa puhkaista letkun tässä pisteessä ilman, että vahvikekudoksissa olisi minkäänlaisia virheitä. Eli kudos vain avautuu taivesäteen ylittämisen tuloksena.

**Syy:** Minimिताivesäteen ylittäminen tai taivutuksen alkaminen heti letkuliittimen jälkeen.

## LETKUN KIERTYMINEN



**Oire:** Ulkoinen vaurio letkun pinnalla. Letku räjähtänyt selvästi kieriyneestä kohdasta. Rikkoontuneet kudokset vauriokohdassa.

**Syy:** Letku kiertynyt asennuksen aikana johtuen riittämättömästä voitelusta tai väärä asennusmenetelmä voi johtaa letkuasennelman kiertymiseen, joka taas irrottaa vahvikekerrokset toisistaan.

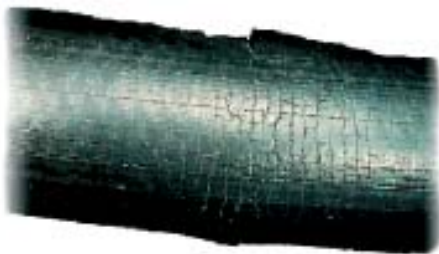
## LETKUN KOVETTUMINEN



**Oire:** Letku on kova ja hauras sekä halkeaa huoneenlämpötilassa taivuteltaessa. Asennelma saattaa jäädä asennettuun muotoonsa, kun se otetaan pois paikaltaan. Letkun pinnalla saattaa olla merkkejä alkavasta kuivumisesta sekä hiilettymisestä.

**Syy:** Letkun altistuminen korkeille lämpötiloille, jotka ylittävät sen suositusarvot. Plastisoimisaineet antavat elastomeerille sen joustavuuden. Ilmaa sisältävät nesteet hapettavat (syövyttävät) letkun sisäputkea, tämä myös kovettaa letkua. Mikä tahansa hapen ja lämmön yhdistelmä nopeuttaa letkun sisäputken kovettumista. Järjestelmän kavitaatio saattaa myös aiheuttaa saman vaikutuksen letkuun. Vanhentuneiden letkujen oireet ovat samat kuin edellä mainitulla yhdistelmällä on.

## KORKEA LÄMPÖTILA



**Oire:** Letku on kova ja hauras sekä halkeaa huoneenlämpötilassa taivuteltaessa. Asennelma saattaa jäädä asennettuun muotoonsa, kun se otetaan pois paikaltaan. Letkun pinnalla saattaa olla merkkejä alkavasta kuivumisesta sekä hiilettymisestä.

**Syy:** Kuten edellä.

## LETKURÄJÄHDYS TAI YLIPAINE



**Oire:** Letku räjähtänyt, saattaa esiintyä kerrannaisena pitkin letkua. Tavallisesti puhdas räjähdys ilman virheitä vahvikkeessa sekä vahvikelan-gassa sekä ilman vahvikkeiden tai ulkopinnan kulumista.

**Syy:** Paineletkun minimin ylitys räjähdyspaine-alueella.

## LETKUN SISÄHALKAISIJAN "SUPISTUMINEN"



**Oire:** Letkun sisäreikään ilmestyy "kutistumia". Sisäputki saattaa olla epätasainen tai irtirepeytyvä vahvikkeesta kerääntyen asennelman päähän aiheuttaen virtauksen alenemisen tai estäen sen kokonaan. Letkun ulkopuolella saattaa esiintyä merkkejä painaumista (litistymiä).

**Syy:** Alipainevaurio. Letku saattaa olla nurjahtanut (lommahtanut), litistynyt tai taivutettu liian jyrkästi. Joissakin tapauksissa se saattaa johtua huonosta adheesiosta (kiinnipysymisestä, tarttumisesta) tai riittämättömästä sisäputken vulkanoitumisesta.

## SUURI VIRTAUSNOPEUS



**Oire:** Letku vuotaa runsaasti, sisäputkessa näkyy merkkejä kourumaisista halkeamista läpi vahvikelangan usean senttimetrin matkalla.

**Syy:** Sisäputken eroosio (syöpyminen, kuluminen, mureneminen) johtuu väliaineen suuresta virtausnopeudesta, joka purkautuu sisäputkeen. Saattaa myös johtua väliaineessa olevista partikkeleista, jotka johtavat eroosioon.

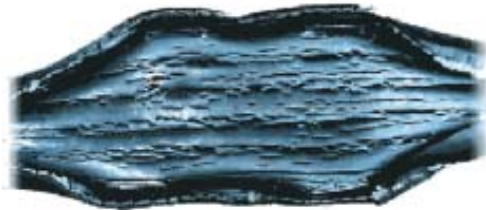
## LETKU VAURIOITUNUT HETI LIITTIMEN JÄLKEEN



**Oire:** Letku räjähtänyt heti holkin viimeisen hampaan jälkeen tai heti sisäkaran jälkeen. Vuoto letkun puolella lähellä liittintä.

**Syy:** Vetojännitystä letkussa paineistettuna ilman liiketarkoitusta. Kohtuuton liike saattaa olla toistuvien, korkeiden paineimpulssien tulos tai letkuasennelma on liian lyhyt, jolloin siihen paineistettuna saattaa kohdistua vetoa. Letkun taivutus saattaa alkaa liian läheltä liittintä.

## ILMAN VANHENTAVA VAIKUTUS



**Oire:** Letkun sisäputki sisältää lukuisia pieniä halkeamia, mutta joustavuus säilyy. Halkeamia ei löydy letkuliittimen alta.

**Syy:** Letkun sisällä kulkeva ilma on liian kuivaa. Syy ehkä voiteluvapaa kompressorin tai kylmälaitteen ilmankuivausjärjestelmä.

Kuten ylläolevista muutamista yleisimmistä letkuasennelmien vaurioitumisesimerkeistä voidaan nähdä on mm. letkun laadulla, liittimen sopivuudella letkuun ja oikean letkun valitsemisella, varsin oleellinen vaikutus letkuasennelman toimivuuteen sekä käyttöikään järjestelmässä. Letkuasennelma on tärkeä järjestelmän- tai linjaston osa, jonka merkitystä järjestelmän toimivuuteen ei sovi unohtaa eikä vähätellä vaan letkuasennelman oikein valitsemiseen kannattaa panostaa ja näin pienentää mm. seisokkiaikoja sekä ympäristön kuormittumista.

## KYLMÄN VAIKUTUS LETKUUN



**Oire:** Letkun sisäputkessa ja/tai ulkopinnassa on halkeamia, mutta se on pehmeä ja joustava huoneen lämpöissä.

**Syy:** Letkua on taivutettu sen minimi lämpötila-alueen alapuolella.

