

A hand is shown from the left, holding a small amount of white, granular material. The background is a vibrant blue, filled with numerous bubbles of various sizes, suggesting water or a liquid environment. The lighting is bright, creating a clean and fresh aesthetic.

uponor

UPONOR YHDYSKUNTA- JA
YMPÄRISTÖTEKNIikka
MATERIAALIT JA KÄYTTÖIÄT

04 | 2009
51002

2. Materiaalit ja käyttöiät

Vesihuollossa ja viemäroinnissä käytetään nykyisin pääasiassa muovisia putkijärjestelmiä.

Uponorin järjestelmäratkaisut perustuvat kolmeen muovilajiin:

- polyeteeniin (PE)
- polypropeeniin (PP)
- polyvinylikloridiin (PVC).

Näistä kahdelle, PE ja PP muovilajille on yhteistä se, että ne valmistetaan öljystä ja että ne kuuluvat kestopuoveihin. Kestomuoveja voidaan muun muassa muovata ja sulattaa suurissa lämpötiloissa, ja näitä ominaisuuksia hyödynnetään paitsi putkien ja putkiyhteiden tuotannossa myös niiden liittämässä ja asennuksessa.

Uponor hyödyntää kestopuovin ominaisuuksia monissa tuotantoprosesseissa, kuten

- putkien ekstruusiossa
- putkiyhteiden ja kaivojen ruiskuvalussa
- kaivojen, säiliöiden ja erottimien rotaatiovalussa
- putkiyhteiden ja erikoisrakenteiden hitsauksessa.

Polyeteeni (PE)

Polyeteenistä käytettiin ennen nimityksiä PEL (PE-LD), PEM (PE-MD) ja PEH (PE-HD). Lähtökohtana oli polyeteenin tiheys, jonka perusteella materiaalin ominaisuuksia usein kuvattiin. Pienellä, keskiuurella tai suurella tiheydellä ei kuitenkaan voida yksiselitteisesti kuvata PE:n ominaisuuksia, joten 1980-luvulla otettiin käyttöön uusi luokitusjärjestelmä, joka on kuvattu

standardissa SFS-EN ISO 9080. Siinä kuvaillaan muun muassa putkijärjestelmiin käytettävien PE-materiaalien pitkäaikaiskestävyyttä, joka on laskettu eri paine- ja lämpötilaolosuhteissa tehtyjen hydrostaattisten testien perusteella.

Pitkäaikaiskestävyys ilmaistaan MRS-arvolla (Minimum Required Strength), ja kun sen lisäksi arvioidaan materiaalien lämpöstabiiliteettia, saadaan erittäin tarkka arvio niiden ominaisuuksista käyttöiän aikana.

Uponor käyttää nykyisin seuraavia polyeteenilajeja:

Laji	MRS (MPa)*
PE80	8,0
PE100	10,0

*) vetojännityksen kesto-ominaisuus

Taulukko 2.1

Muovimateriaalin tiheyden ja kestävyyslisäksi on tärkeää varmistaa sen sulamisominaisuudet.

Suomen Ympäristöministeriön edellytyksenä on, että PE:stä valmistettavien talousvesiputkien materiaalit ovat ministeriön vaatimusten mukaiset. Tämän vuoksi Uponor testaa jatkuvasti sekä raaka-aineita että valmiita putkia ja putkiyhteitä varmistuakseen, että ne vastaavat lähinnä hajua, makua, orgaanisen hiilen kokonaismäärää (Total Organic Carbon, TOC), fenoleita ja sameutta koskevia vaatimuksia.

Polypropeeni (PP)

Polypropeeniä on alettu viime vuosina käyttää yhä enemmän sade- ja jätevesijärjestelmissä. Syynä on ennen muuta materiaalin suuri iskuseisäkyys kylmissä olosuhteissa ja hyvä lämpötilan kestävyys.

PP sijoittuu jäykkyydeltään PE:n ja PVC:n väliin, mutta sen tiheys on pienempi kuin PE:en. PP soveltuu erityisen hyvin rakenteellisten putkien ja putkikyhteiden tuotantoon.

Kuten PE:tä, myös PP:tä kuvaillaan lähinnä sen tiheyden, sulaindeksin ja lämpöstabiiliteetin perusteella.

Polyvinyylikloridi (PVC)

PVC:tä käytetään pääasiassa jätevesijärjestelmissä ja painevesiputkistoissa. Materiaalia on käytetty Suomessa viitisenkymmentä vuotta, ja se on osoittanut hyvän kestävyys- ja jäykkyysominaisuutensa sekä kykynsä sietää hyvin aggressiivisiakin aineita.

Uponor käyttää ainoastaan PVC-U:ta (pehmittämätön polyvinyylikloridi), johon ei ole lisätty pehmittimiä (ftalaatteja). PVC on tiheydeltään suurempaa sekä jäykempää kuin PE. PVC:n iskuseisäkyys on pienempi kylmissä olosuhteissa.

Materiaalin mekaaniset ominaisuudet riippuvat ensisijaisesti molekyylipainosta, jota mitataan K-arvolla, sekä Vicat-pehmenemislämpötilasta (Vicat Softening Temperature, VST).

PVC:stä valmistettavat Uponor-paineputkijärjestelmät pitkäaikaistestataan PE-putkien tapaan SFS-EN ISO 9080 -standardin mukaisesti.

Raaka-aineita sekä valmiita putkia ja putkikyhteitä testataan säännöllisesti, jotta ne vastaavat Ympäristöministeriön asettamia talousvesiputkia koskevia vaatimuksia.

Materiaaliominaisuudet

	PVC	PEM	PEH	PP
Syttyvyys	heikko -	suuri ++	suuri ++	suuri ++
Poltettavuus	ei -	kyllä ++	kyllä ++	kyllä ++
Vetolujuus MPa	44	15 -	22 +	30 +
Kimmokerroin MPa	3000 ++	400 -	900 +	1250 +
Pituuden lämpötilakerroin mm/m°C (Lämpöliike)	0,08	+ 0,13...0,17 -	0,17 -	0,18 -
Lämmönjohtavuus W/m°C (Eristyskyky)	0,16...0,21 ++	0,32 +	0,43...0,52 +	0,22 ++
Max. käyttölämpötila °C - jatkuva	75	++ 45 +	45 +	85 ++
Max. käyttölämpötila °C - hetkellinen	95	++ 85 +	85 +	100 ++
Liimattavuus	kyllä ++	ei -	ei -	kyllä +
Hitsattavuus	ei -	kyllä ++	kyllä ++	kyllä ++
Taipuisuus	heikko -	hyvä +	hyvä +	hyvä -
Iskulujuus kylmässä (-20 °C)	heikko -	hyvä +	hyvä +	erit. hyvä ++
Iskulujuus	hyvä +	erit. hyvä ++	erit. hyvä ++	erit. hyvä ++
Kemiallinen kestävyys	(hyvä) +	erit. hyvä ++	erit. hyvä ++	erit. hyvä ++
Kierrätettävyys	hyvä +	hyvä +	hyvä +	hyvä +
Tiheys kg/m ³ (Paino)	1400...1500 +	939...943 +	940...970 +	900...938 +
Öljyn ja kaasun läpäisevyys	ei läpäise +	läpäisee -	läpäisee -	läpäisee -

Suhteelliset arvosanat: - heikko + hyvä ++ erittäin hyvä

Taulukko 2.2

Suurin osa materiaaleista muuttuu ajan myötä. Metallit syöpyvät, mineraalit rapautuvat ja puu lahoaa. Näistä prosesseista käytetään nimitystä vanheneminen, jolla tarkoitetaan materiaalin fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien muuttumista ajan ja ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta.

Myös muovimateriaalit vanhenevat. Vanhenemisen nopeuteen vaikuttavat muun muassa ympäristön lämpötila ja happipitoisuus. Polymeeriketjujen sidokset katkeavat ajan myötä, ja muovimateriaali haurastuu.

Prosessin estämiseksi muoviin lisätään valmistusvaiheessa lisäaineita. Ne voivat olla esimerkiksi antioksidantteja, jotka sitovat happea ja ehkäisevät siten muovin polymeeriketjujen hapettumista.

Uponor varmistaa sen, että muovin hyvät mekaaniset ja kemialliset ominaisuudet säilyvät valmistusprosessissa (kuten ekstruusiassa ja ruiskuvalussa) sekä koko asennetun järjestelmän käyttöä ajan.

Muovituotteiden käyttöiällä – tässä tapauksessa teknisellä käyttöiällä – tarkoitetaan aikaa, jonka jälkeen vanheneminen on heikentänyt materiaalin mekaanisia ominaisuuksia siinä määrin, että materiaali ei ole enää käyttökelpoista.

Fysikaalisten ja kemiallisten prosessien aiheuttaman vanhenemisen vaikutukset näkyvät yleensä vasta pitkän ajan jälkeen.

Uponor varmistaa muovituotteiden teknisen käyttöiän nopeutetulla vanhentamisella, jonka aikana tehdään tarkkaan määriteltyjä ja valvottuja laboratoriotutkimuksia.

Materiaalien pitkäaikaistestaus – nopeutettu vanhentaminen

Nopeutetulla vanhentamisella osoitetaan miten testattava kohde reagoi kemialliseen hapettumiseen ja muihin hajoamisilmiöihin tietyllä ajanjaksolla.

Kun useita samanlaisia testauskohteita altistetaan suurille lämpötiloille ja ilmankosteuksille, voidaan laskea, miten pitkän ajan kuluttua kohde ei enää täytä määriteltyjä vaatimuksia.

Tutkimukset osoittavat, että vanhenemisnopeus lähes kaksinkertaistuu aina, kun lämpötilaa nostetaan 10 °C:lla.

Eri kuormitus- ja lämpötilaolosuhteissa tehtävien puristuskokeiden avulla on mahdollista laskea putkissa ja putkiyhteissä käytettävien muovimateriaalien tekninen käyttöikä.

Esimerkki

Materiaalin käyttöikä halutaan määrittää +20 °C:ssa, ja lähtökohtana käytetään +80 °C:ssa tehtyä testausta. Jos materiaalinnopeutuskerroin on 2 per 10 °C:n nousu, 80 °C:ssa tehdyn testauksen tulos (esim. 14 000 tuntia) kerrotaan 64:llä (2^6 , koska lämpötilaero oli 6×10 °C). Tulokseksi saadaan siten 896 000 tuntia, mikä vastaa noin 102:ta vuotta. Menetelmä on kuvattu yksityiskohtaisesti standardissa SFS-EN ISO 9080.

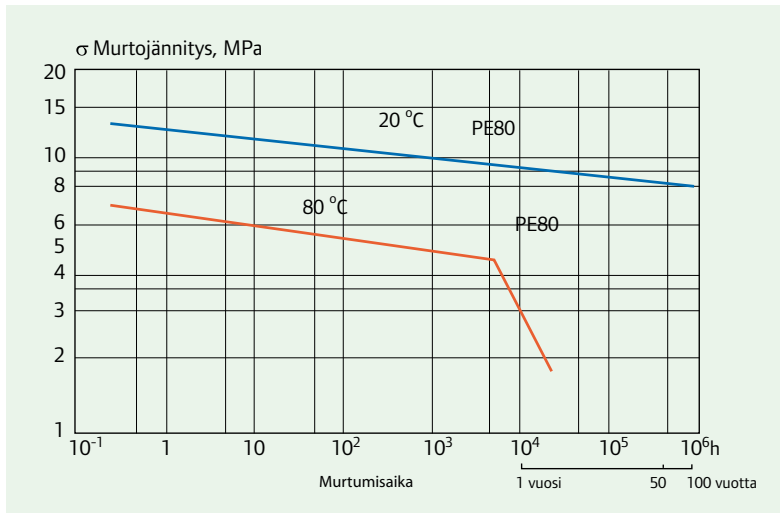
Murtojännitys, joka on laskettu 50 vuoden iän ja +20 °C:n lämpötilan perusteella, pyöristetään lähimpään pitkäaikaiskestävyyttä kuvaavaan MRS-arvoon, jota käytetään paineputkien mitoittamisessa.

Eri raaka-ainetuottajilla on yhä meneillään testejä, jotka aloitettiin noin 50 vuotta sitten. Testattavat kappaleet osoittavat että nopeutettu vanhentaminen on realistinen ja luotettava menetelmä muovimateriaalien käyttöiän laskemiseen.

Uponor käyttää aina paine- ja viemäriputkijärjestelmien valmistuksessa materiaaleja, jotka täyttävät 100 vuoden käyttöikävaatimukset. Mikäli tuote on asennettu oikein ja sitä käytetään normaaleissa käyttöolosuhteissa, sen käyttöikä on yli 100 vuotta.

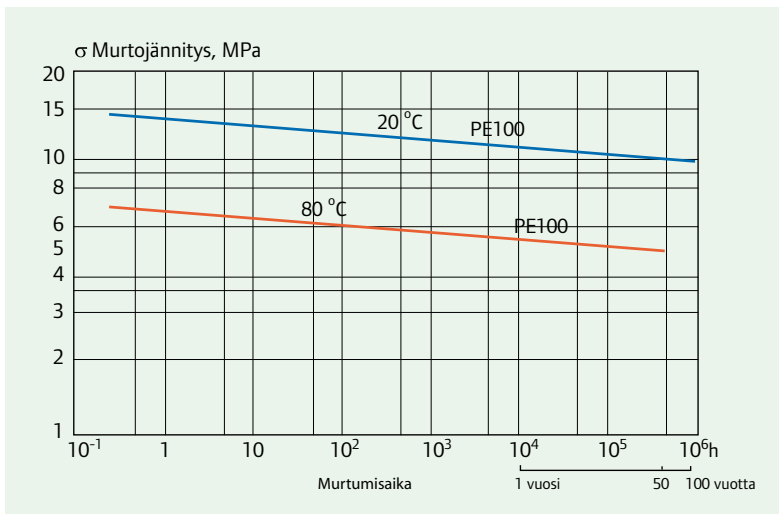
Materiaalin murtolujuus lämpötilan ja ajan funktiona

Esimerkki Uponorin PE80-materiaalin käyttöikäkäyrästä



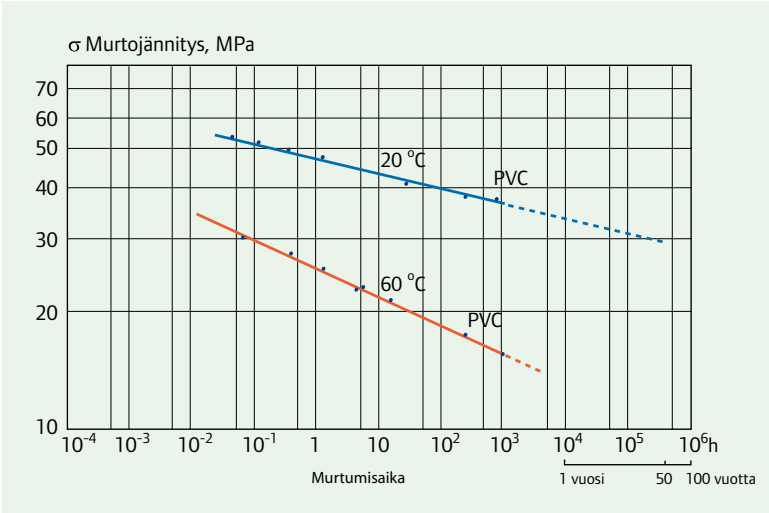
Diagrammi 2.3

Esimerkki Uponorin PE100-materiaalin käyttöikäkäyrästä



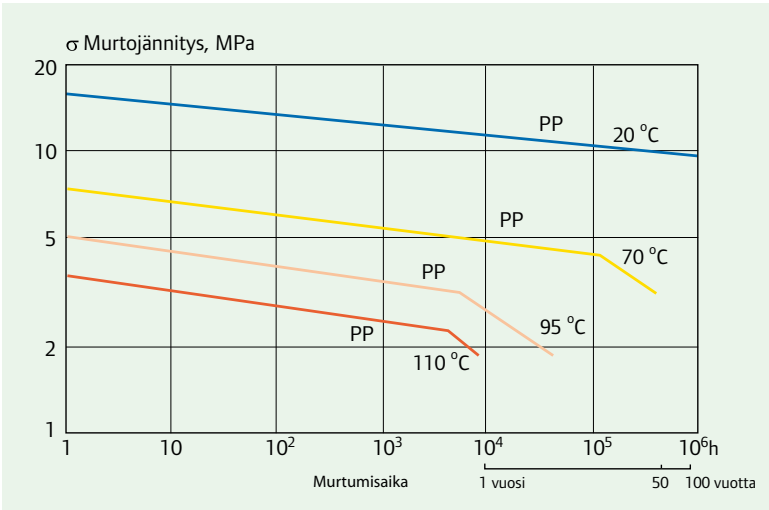
Diagrammi 2.4

Esimerkki Uponorin PVC-materiaalin käyttöikäkäyrästä



Diagrammi 2.5

Esimerkki Uponorin PP-materiaalin käyttöikäkäyrästä



Diagrammi 2.6

Tiivisteet

Uponorin paineputki- ja viettoviemäröintijärjestelmien putkien ja putkiyhteiden muhviilioksissa käytetään elastomeeri- tai kumipohjaisia tiivisteitä. Ne täyttävät vaatimukset, jotka on määritelty vesi- ja viemäriputkistojen tiivisteiden materiaalivaatimuksia koskevissa standardeissa SFS-EN 681-1 tai -2.

Tiivisteiden kestävyys ja muodonmuutokset tutkitaan, ja niiden öljyn- ja bensiinin-kestävyys määritellään.

Uponor käyttää pääasiassa seuraavia tiivistemateriaaleja:

- NBR: nitrilikumi
- SBR: luonnonkumi
- EPDM: etyleenipropyleenidieenikumi
- TPE: termoplastinen elastomeeri.

Alla olevasta yleiskuvasta näkyvät Uponorin järjestelmissä käytettävät materiaalit.

Järjestelmä- ja materiaalitietoa

Järjestelmät/materiaalit	Putket	Putkiyhteet	Liittämismenetelmät
Paineputkijärjestelmät			
Uponor-paineputkijärjestelmä PE	PE	PE	Hitsaus (PE)
Uponor-paineputkijärjestelmä ProFuse juomavesikäyttöön	PE	PE	Hitsaus (PE)
Uponor-paineputkijärjestelmä ProFuse jätevesikäyttöön	PE	PE	Hitsaus (PE)
Uponor-paineputkijärjestelmä ProFuse kaasulle	PE	PE	Hitsaus (PE)
Uponor-paineputkijärjestelmä PVC	PVC	PVC	T (SBR)
Viettoviemäröintijärjestelmät			
Uponor-kiinteistoviemäröintijärjestelmä, 110-160 mm	PP	PP	TÖ (NBR)
Uponor-maaviemäröintijärjestelmä PVC, 160-400 mm	PVC	PVC	T (SBR)
Uponor-maaviemäröintijärjestelmä Dupplex, 160-400 mm	PP	PP	T (SBR), TÖ (NBR)
Uponor-maaviemäröintijärjestelmä Ultra Rib 2, 200-560 mm	PP	PP	T (SBR), TÖ (NBR)
Uponor-sadevesijärjestelmä PE, 800-1600 mm	PE	PE	T (EPDM)
Uponor-sadevesijärjestelmä PP, 110-893 mm	PP	PP	T (SBR)

T = tiiviste

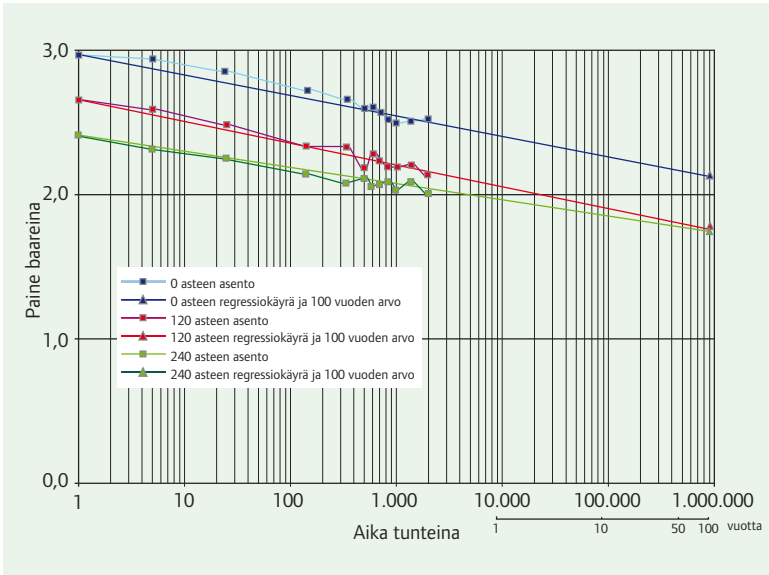
TÖ = öljyn- ja bensiinikestävä

Taulukko 2.7

Järjestelmän käyttöiän kokonaisarviointiin sisältyy myös tiivistemateriaalin pitkäaikaisominaisuuksien testaaminen SFS-EN 14741 -standardin mukaisesti. Testaaminen tehdään suoraan putkiliitoksessa

seuraamalla tiivisteiden pitkäaikaisominaisuuksia suhteessa puristusjännitykseen. Näin varmistetaan siitä, että tiivistemateriaalin käyttöikä vastaa PVC-, PP- ja PE-materiaalien käyttöikää.

Esimerkki tiivisteiden käyttöikäkokeesta



Diagrammi 2.8

Kemiallinen kestävyys

Materiaalin kemiallista kestävyyttä arvioidaan useiden eri arvojen, kuten lämpötilan, pitoisuuden, ajan ja paineen perusteella. Jos maahan asennettaviin sade- ja jätevesiputkiin on tarkoitus johtaa öljyä tai öljypitoisia nesteitä tai jos tällaisia nesteitä on putkien ympäristössä, putkissa on käytettävä öljyn- ja bensiinikestäviä tiivisteitä. Ne on merkitty keltaisella merkillä.

Uponorin nykyisin käyttämät materiaalit kestävä lähtökohtaisesti hyvin kemiallisia aineita, joille järjestelmien voidaan olettaa altistuvan normaalioloissa.

Materiaalin sopivuuden arvioinnin lähtökohtana tulee olla sekä käytetyt putkimateriaalit että putkien liittämismenetelmät ja tiivisteet. Oheinen kaavio antaa suuntaa kemiallisen kestävyden arviointiin.

Kemiallinen kestävyys

	Laimet hapot		Vahvat hapot		Laimet emäkset		Vahvat emäkset		Bensiini		Öljy		Asetoni		Sokeriliuos	
	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C
Putket																
PVC	++	+	++	+	++	++	++	+	++	++	++	++	-	-	++	++
PP	++	++	++	+	++	++	++	++	++	-	++	++	++	++	++	++
PE	++	++	++	+	++	++	++	++	++	+	++	+	++	++	++	++
Tiivisteet																
NBR	++	+	+	-	++	++	++	++	++	+	++	+	-	-	++	++
SBR	++	+	+	-	++	++	++	+	-	-	-	-	-	-	++	++
TPE	++	++	++	++	++	++	++	++	++	-	++	-	+	+	++	++
EPDM	++	+	+	-	++	++	++	+	-	-	-	-	++	-	++	++

++ = Kestää

+ = Kestää rajoitetusti

- = Ei kestä

Taulukko 2.9

Perusteellisemman arvioinnin tekemiseen saa lisätietoja julkaisuista

- ISO/TR 10358 "Plastics pipes and fittings – Combined chemical-resistance classification table"
- ISO/TR 7620 "Rubber materials – Chemical resistance".

Standardeissa kuvataan yleisesti käytettyjen materiaalien kykyä sietää yli 400:aa kemiallista ainetta.

Lämpövaikutukset

Kuten aiemmin on mainittu, muovimateriaalien käyttöikä määritetään virtaamatesteissä erilaisissa paine- ja lämpötilaolosuhteissa. Lämpötilan noustessa materiaalin korkein sallittu käyttöpaine alenee.

PVC:stä, PE:stä ja PP:stä valmistettujen viettoviemäriputkien korkein suositeltu käyttölämpötila on yleensä +60 °C.

PE:stä valmistetun Uponor-sadevesijärjestelmä PE:n korkein suositeltu käyttölämpötila on kuitenkin +45 °C.

Putket kestävät myös +95–100 °C:n lämpötiloja lyhytaikaisesti (enintään

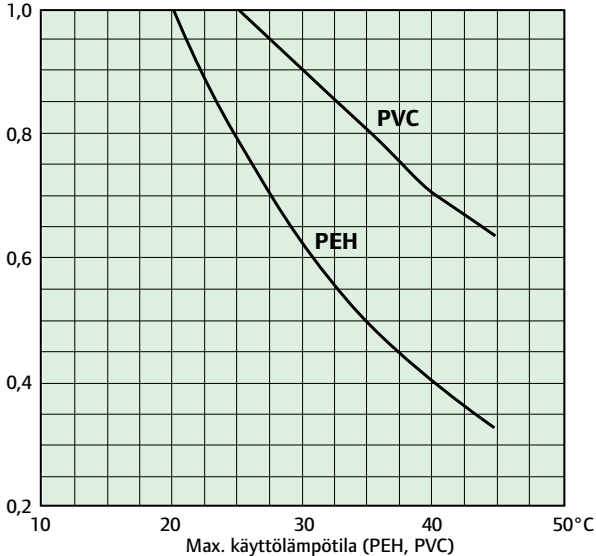
2 min), mikäli jäteveden virtaama on alle 30 l/min.

PE:stä valmistettujen paineputkijärjestelmien korkein suositeltu lämpötila on +40 °C ja PVC:stä valmistettujen järjestelmien +45 °C paineenkestävyyden taakamiseksi, vrt. standardit SFS-EN 1456 ja SFS-EN 13244.

Erityisprojekteissa, joissa käyttöäin lyheneminen voidaan hyväksyä, on kuitenkin mahdollista käyttää korkeampaa painetta ja/tai lämpötilaa. Lisätietoja saa putkijärjestelmäkohtaisista tiedoista.

Muoviputkien paineenkestävyys

Kerroin K



Taulukko 2.10 PEH- ja PVC-paineputkien paineenkestävyyserroin K eri lämpötiloissa. Virtaava neste on puhdasta vettä. Mitoitusikä 50 v.

Muovilaatu**Merkintä**

Polyeteeni
High-density
PE-HD



Polyvinyyl-
kloridi
PVC



Polyeteeni
low-density
PE-LD



Polypropeeni
PP

**Materiaalien kierrätys**

Uponor Suomi Oy:lle on myönnetty ISO 14001 -ympäristösertifikaatti, joka edellyttää kierrätysjärjestelmän luomista käytetyille ja ylijääneille muovituotteille.

Kaikkia yrittäjiä, kuntia ja vastaavia toimijoita, jotka käsittelevät päivittäin kovaa PVC:tä sisältävää rakennusjätettä ja jotka haluavat edistää ympäristötyötä kannustetaan osallistumaan muovijätteen keruuseen ja sen kierrätykseen uusiksi tuotteiksi.

Mikäli putkista on hävinnyt merkinnät, materiaalit voidaan tunnistaa ominaispainon avulla. PE- ja PP-muovi kelluvat veden pinnalla, kun PVC-muovi uppoaa.