

Ville Lehtinen, Jussi Viitala

Lattiakaivon kannet

lujuuksien ja virtauksien testaus

Harjoitustyö

Kevät 2017

SeAMK Tekniikka

Kone- ja tuotantotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAmk Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Ville Lehtinen, Jussi Viitala

Työn nimi: Lattiakaivon kannet ja reikälevyt

Ohjaaja: Kimmo Kitinoja, Lehtori, id

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 21

Liitteiden lukumäärä: 6

Tämä projektityö tehtiin PP-tuotteelle Lapualle. Työn varsinaisena tarkoituksena oli saada yritykselle tietoa heidän lattiakaivon kansien lujuudesta ja vesimäärästä, joka pystyy virtaamaan kansien reikien läpi. Yrityksen on tarkoitus käyttää tätä informaatiota todistaakseen ostajilleen, jotta kannet ovat standardien mukaiset ja myyntikelpoiset.

Työssä kerättiin tietoa kaivonkansiin liittyvistä standardeista. Kirjallisuus ei ollut keskeinen osa-alue tätä projektia, koska suurin osa tehtävistämme oli kokeellisia ja laskennallisia.

Työn tuloksena yritykselle jää Excel taulukko, jonka avulla pystyy laskemaan kansien reikien pinta-alan ja virtausajan helposti ja lujuus taulukko kansien kestävydestä. Tämä edistää yrityksen toimintaa ja he pystyvät nopeasti laskemaan uusien kansien suunnittelun jälkeen niiden käyttökelpoisuuden.

Avainsanat: Lujuus, virtaus.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: SeAmk Technic

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author/s: Ville Lehtinen, Jussi Viitala

Title of thesis: Lattiakaivon kannet

Supervisor(s): Kimmo Kitinoja, Lecturer,

Year: 2017 Number of pages: 21 Number of appendices: 6

Company named PP-Tuote contacted to our school willing to have couple of students to work with their new project. Idea of the project was to calculate strength and flow ratio in shower lids, because they have a special need to prove these specific values for their customers.

Keywords: Strength, flow, design.

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo.....	4
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	5
1 JOHDANTO.....	6
1.1 Toimeksianto.....	6
1.2 Tarpeen tunnistaminen.....	6
2 LATTIAKAIVON KANSIEN TESTAAMINEN.....	7
2.1 Kantapään mallintaminen.....	7
2.2 Mallin sorvaaminen.....	7
2.3 Lujuus testi.....	8
2.4 Virtauksen laskenta.....	10
2.5 Yhteenveto.....	12
LÄHTEET.....	13
LIITTEET.....	14

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1 Kantapään mittaaminen	7
Kuva 2 Lujuuden testaaminen.....	9
Kuva 3 Painin, lattiakaivon kansien asennuskehys ja testatut kannet.....	10
Kuvio 1 Lujuuden testaus taulukko, jossa viivat numeroitu puristusten mukaan.....	8
Kuvio 2 Lasku kaava virtaukselle	11
Taulukko 1 Kansien virtaukset	12

Käytetyt termit ja lyhenteet

Lattiakaivon kansi	Viemärin päälle sijoittuva kansi esimerkiksi suihkutiloissa. Kansi suodattaa isoimmat roskat, jotteivät ne pääse viemäristöön.
CNC	Computerized numerical control eli tietokoneistettu numeerinen ohjaus, jota käytetään työstökoneissa.
Zwick Roell z100	Materiaalin testauskone jolla pystytään testaamaan muun muassa materiaalin rakenteen lujuutta.
POM-muovi	Polyasetaali-muovi jolla on hyvät ominaisuudet muun muassa yhdistettynä kovuus, jäykkyys sekä venyvyys. Käytettiin lujuus testissä painimena.
ABS-muovi	akrylinitriilibutadieenistyreeni-muovi omaa hyvän lujuuden ja kestää hyvin lämpöä. Käytetään yrityksen laattiakaivon kansion asennuskehystenä.

1 JOHDANTO

1.1 Toimeksianto

Lapualainen metallialan yritys PP-tuote, jolla on yli kahdenkymmenen vuoden kokemus metallialalta, antoi tehtäväksi testata suihkussa käytettävien lattiakaivon kansien kestävyyttä ja niiden virtaus ominaisuuksia (PP-tuote). Virtaavuudesta tehtiin myös Excel-taulukko, josta on helppo laskea, jotta kansien virtaus on riittävä. Deadline asetettiin kuuden viikon päähän (17.2) ja ajan puutteen takia sitä voitaisiin joutua siirtämään vähän myöhemmäksi tarvittaessa.

1.2 Tarpeen tunnistaminen

Koska yrityksen asiakkaat haluavat tietää kuinka paljon lattiakaivon kannet pystyvät vetämään, oli heidän tarpeellista teettää työ ulkopuolisella toimijalla. Yritys oli tehnyt omat kokeelliset testinsä, joilla he olivat jo todistaneet, että vesi virtaa lattiakaivon kannen reikien lävitse tarpeeksi nopeasti. He olivat päästäneet kahdesta isosta hanasta yhtä aikaa vettä testisäiliön kannen läpi eikä siinä ollut mitään ongelmia, vaan vesi juoksi jouhevasti kannen reikien läpi. Asiakkaat eivät kumminkaan olleet tähän tietoa vielä tyytyväisiä. He halusivat myös tietää, kuinka paljon kannet pystyvät kestämään painamista ja toivoivat lujuuden testaamista 130 kg asti.

2 LATTIAKAIVON KANSIEN TESTAAMINEN

2.1 Kantapään mallintaminen

Projekti aloitettiin lattiakaivon kansiin lujuuksien testaamisella. Kantapään muodon jäljittely oli sen takia oleellista, koska suihkussa ollessa suurin paino, joka voidaan tuottaa kanteen, tulee yhdellä jalalla kantapäällä seistessä. Kaupan muovailuvahaa käyttäen tehtiin painallus testejä seisten vain kantapään varassa, jotta saatiin mitattua kantapään koko. Alla olevassa kuvassa (Kuva 1.) tapahtuu kantapään muotojen painallus, josta mitattiin kantapään oleelliset mitat. Kantapään pohjan pinta-ala tietysti vaihtelee sen myötä, kuinka kantapäällä seistään ja sen takia täytyi tehdä useita kokeita, joista pystyi laskemaan keskiarvon. Kantapäättä mitattiin myös työntömitalla suoraan, mutta muovailuvahan todettiin antavan paremmat tulokset.



Kuva 1 Kantapään mittaaminen

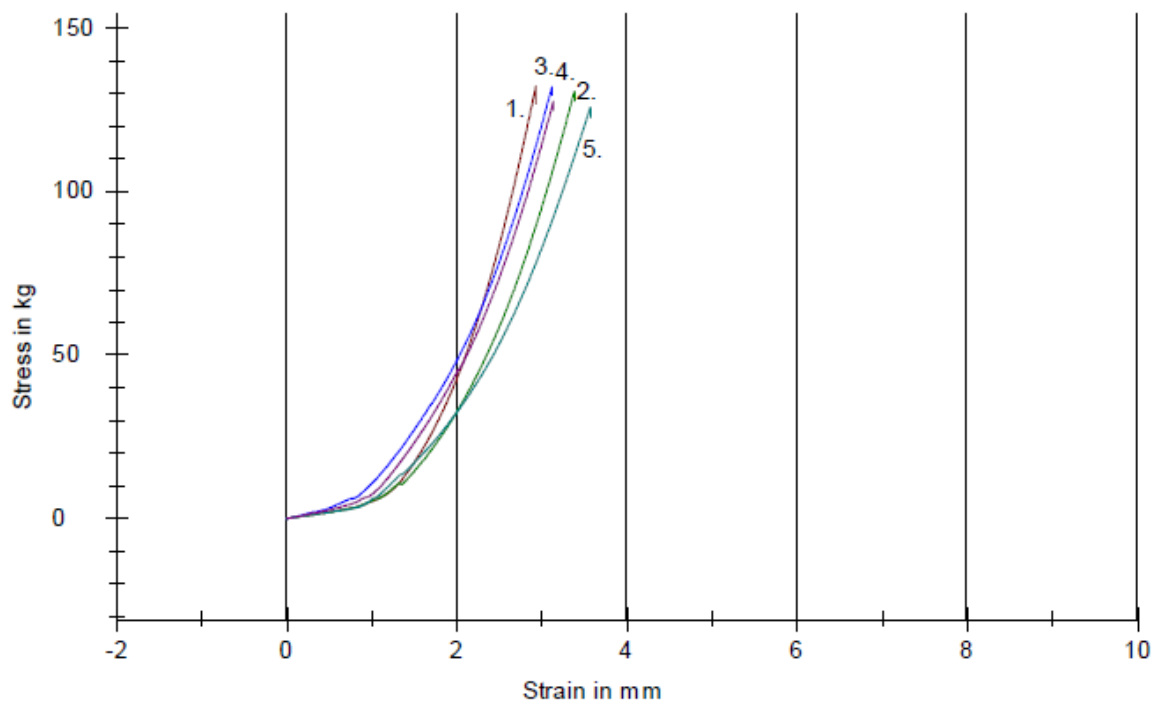
2.2 Mallin sorvaaminen

Kantapään keskiverroksi kooksi ilmeni 51 mm, jonka mukaan suoritettiin myös sorvaus sopivaksi valitsemaalle materiaalille. Sorvaus tapahtui Seamk:in Mazak CNC-

sorvilla konelaboratoriossa. Sorville tehtiin ohjelma, jolla sorvattiin 60 mm POM-muovi tangosta 51 mm halkaisijaltaan olevan pyöreä kappale. Kantapää ei muodoltaan aivan pyöreä ole, mutta soikeus, joka kantapäässä ilmenee, on niin minimaalinen, jotta sen voi jättää huomioimatta. Kappaleen yksinkertaisen muodon takia sorvaamisessa ei ollut ongelmia.

2.3 Lujuus testi

Lujuuden testaus suoritettiin Seamk:in rakennuslaboratoriossa, jossa oli vähän aikaa sitten kalibroitu lujuuden testaus kone Zwick Roell z100. Koneella pystyi mittaamaan painettavan voiman suuruuden ja sen kuinka suuri taipuma levyssä ilmeni. Koneella ei kumminkaan pystynyt mittaamaan paljonko kanteen voi jäädä muoto poikkeamaa painalluksen jälkeen. 130 kg:lla painaessa kansissa ei kumminkaan ilmennyt muoto poikkeamaa, vaan ne palautuivat normaaliin tilaansa, joten tästä ei tarvinnut piitata. Testejä tehtiin yhteensä 5, joissa jokaisessa kantta painettiin 130 kg:n painolla. Alla olevassa kuviossa (kuvio 1) näkyy puristus testien saadut tulokset.



Kuvio 1 Lujuuden testaus taulukko, jossa viivat numeroitu puristusten mukaan

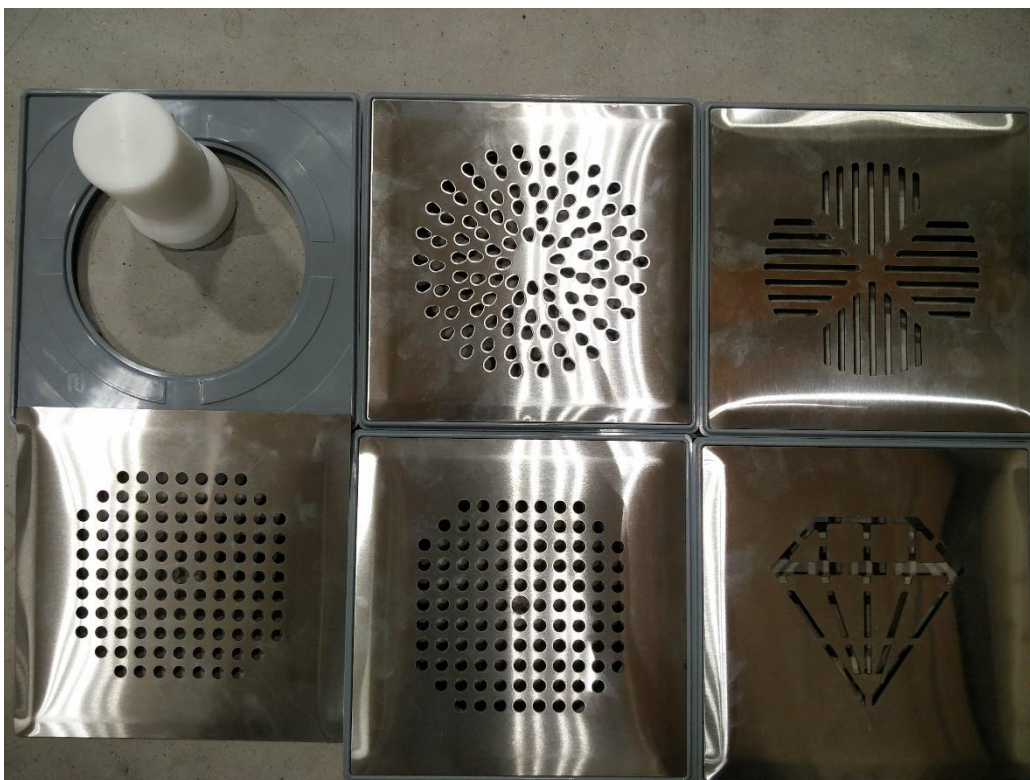
Mittaus pöytäkirja:

- Puristus 1: Pisara, punainen
- Puristus 2: Apila, vihreä
- Puristus 3: Neliö, Tum.sininen
- Puristus 4: Neliö, Violetti
- Puristus 5: Timantti, Vaaleanvihreä

Mittaus pöytäkirjaa apuna käyttäen pystyy näkemään, mikä painallus on aina tehty millekin kannelle. Kuvassa (kuva 2) näkyy, kuinka testaaminen tapahtui ja kuva 3 esittää minkä näköisiä kansia on testattu sekä testin aikana kansien alla ollut kansien asennuskehys, joka on normaalisti kansia asentaessa niiden alapuolella.



Kuva 2 Lujuuden testaaminen



Kuva 3 Painin, lattiakaivon kansien asennuskehys ja testatut kannet

2.4 Virtauksen laskenta

Yritys oli aikaisemmin tehnyt kokeita, joiden perusteella he pystyivät todistamaan, että heidän valmistamat lattiakaivon kannet vetivät tarvittavan määrän vettä. Lattiakaivon kansien virtauksien täytyy olla vähintään 0,8 l/s, jotta ne täyttävät vaadittavat tyyppihyväksynät (SFS-EN 1253-2. 2006.).

Havaintojen mukaan virtaus yhdestä hanasta on noin 0,3 l/s luokkaa, joten edes kaksi hanaa, joilla PP-tuote oli aikaisemmin testannut kansien virtaavuuden riittävyyttä, ei riitä tukkimaan kantta, mikäli kannen virtaus on standardien mukainen. Kuten taulukosta näkyy (taulukko 1), jopa pienimpään kannen virtaukseen tarvittaisiin ainakin neljä hanaa, että kannen päälle alkaisi kertyä vettä. Taulukosta näkee, että virtauksissa heikoin, nimikkeeltään koira, täyttää myös standardit täysin. Kaikki lattiakaivon kannet täyttävät tyyppihyväksynät lattiakaivon kansien sekä hajulukkojen virtaavuuksissa. Hajulukkojen pienin määritetty virtaavuus (SFS-EN 274-1) on sama kuin kansissa, joten testatut kannet riittävät molempiin suihkun komponentteihin, jotka vaativat tietyn virtaavuuden.

Virtaavuus laskettiin kumminkin vielä omalla kaavallaan. Laskentaan piti soveltaa Bernoullin yhtälöä, jotta kansien virtausmäärät saatiin laskettua (Valtonen 2013). Laskukaavaan kysyttiin fysiikan opettajan neuvoa ja varmistusta sen oikeellisuudesta. Laskukaava (kuvio 2) on täysin teoreettinen mutta tekemiemme kokeellisten testien mukaan näyttää kaava olevan täysin oikeassa.

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \Rightarrow$$

$$\rho g h = \frac{1}{2} \rho v_2^2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{2gh}$$

$$q_v = A * v_2$$

Kuvio 2 Lasku kaava virtaukselle

Yläpuolinen kaava on tehty selvittämään veden tilavuusvirta q , jota varten oli ensiksi pitänyt selvittää v_2 eli virtaus nopeus. Ylin kaava on energian säilymistä kuvaava yhtälö, kun oletetaan neste kokoon puristumattomaksi, mitä vesi tässä tilanteessa on. Seuraavana tulee kaava, joka on Bernoullin normaali yhtälö, josta puuttuu paine (P), koska sen voidaan olettaa olevan sama kantta ennen ja sen jälkeen, kun vesi on virrannut kannen läpi. Jatkaessa eteenpäin voidaan supistaa myös rho (ρ) pois, koska veden tiheys ei muutu. Kaavaa pyörittelemällä saadaan yhtälöksi $v_2 = \sqrt{2gh}$, jonka sijoittamalla lopulliseen yhtälöön pystytään laskemaan tilavuusvirta.

Taulukko 1 Kansien virtaukset

Nimike	Reikäisyys %	reikien mm ²	l/s
Neliö	12 %	3687,68	3,27
Linnut	8 %	2581,55	2,29
Tähtikukka	8 %	2644,37	2,34
Linea	6 %	1973,55	1,75
Ruusku	4 %	1344,01	1,19
Säde	8 %	2580,94	2,29
Apila	12 %	3682,43	3,26
Apila putkelle	12 %	3701,93	3,28
Pallo putkelle	11 %	3439,12	3,05
Amorella	5 %	1667,54	1,48
Hevonen	4 %	1337,03	1,18
Kissa	5 %	1663,09	1,47
Pallo	10 %	3168,57	2,81
Pisara	11 %	3417,65	3,03
Koira	3 %	1011,73	0,90
Timantti	7 %	2269,87	2,01
Pohjanmaa	10 %	3160,67	2,80

2.5 Yhteenveto

Lattiakaivon kansien kanssa ei ongelmia ilmennyt. Tarvittavat mittaukset ja valmistelut tehtiin aluksi, joiden jälkeen pystyi jatkamaan kansien testauksella.

Kansia voisi vielä testata laajemmaltikin, jotta saataisiin tietoa, kuinka ne käyttäytyvät eri voimalla painettaessa ja milloin muodonmuutos tulee vastaan. Kansien kestävyttäkin voidaan lisätä muuttamalla levyn paksuutta isommaksi tai ruostumattoman teräksen materiaali kestävämpään laatuun, jos testeissä saadut tulokset kansien lujuudesta eivät ole riittävät.

LÄHTEET

SFS-EN 1253-2. 2006. Ympäristöministeriön asetus lattiakaivojen tyyppihyväksynnästä.

Valtonen, E. 2013. Tekniikan taulukkirja. Jyväskylä: Genesis-kirjat.

PP-tuote. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. [Viitattu 13.2.2017]. <http://www.pp-tuote.fi/etusivu/>

SFS-EN 274-1. 2007. Ympäristöministeriön asetus vesilukkojen tyyppihyväksynnästä.

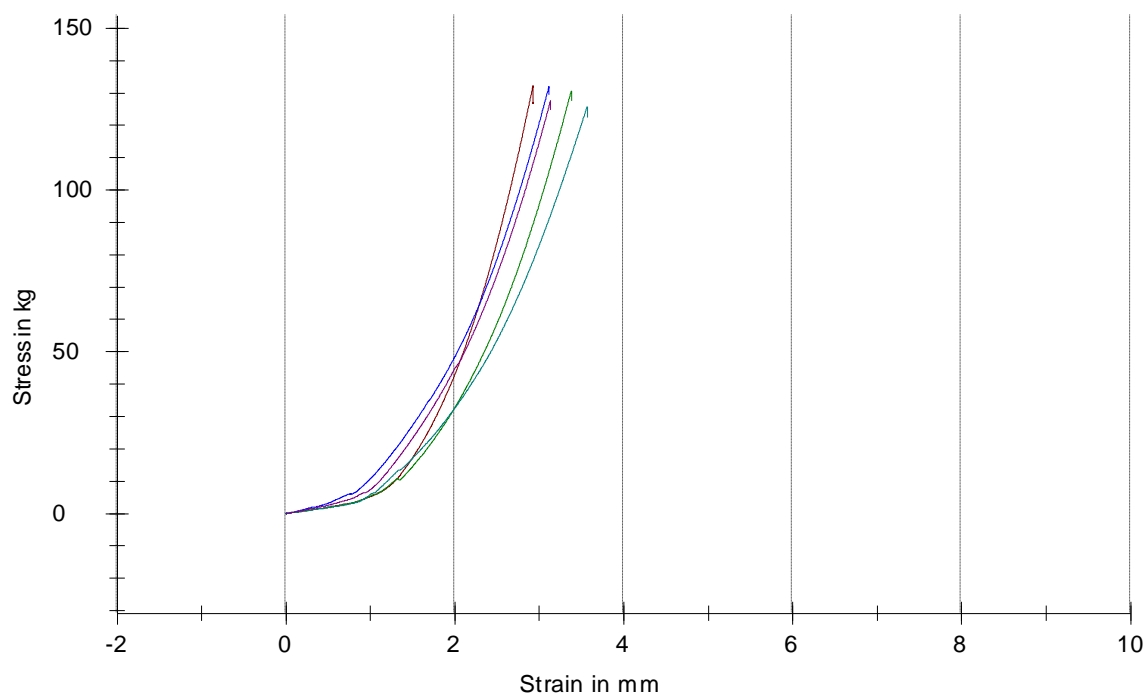
LIITTEET

Parameter table:

Customer :
Tester : Ville Lehtinen
Test standard :
Material : Kansil
Load cell :
Extensometer (path) :
Specimen grips :
Machine data : 100L3S WN:131494
Crosshead travel monitor WN:131494
Force sensor ID:0 WN:131495 100 kN

Results:

Nr	Fmax. N
1	1295,88
2	1281,95
3	1294,33
4	1232,44
5	1250,32

Series graphics:



22.2.2017

Statistics:

Series	Fmax.
n = 5	N
x	1270,98
s	28,28
v	2,22

Nimike	Osa numero	Paino (kg)	Paino %	Reikäisyys %	levyn mm ²	reikien mm ²	I/s
Neliö	1	0,364	88 %	12 %	30730,7	3687,68	3,27
Linnut	8	0,382	92 %	8 %	32269,36	2581,55	2,29
Tähtikukka	15	0,382	92 %	8 %	33054,65	2644,37	2,34
Linea	16	0,39	94 %	6 %	32892,5	1973,55	1,75
Ruusu	17	0,398	96 %	4 %	33600,23	1344,01	1,19
Säde	9	0,382	92 %	8 %	32261,71	2580,94	2,29
Apila	2	0,364	88 %	12 %	30686,91	3682,43	3,26
Apila putkelle	3	0,366	88 %	12 %	30849,4	3701,93	3,28
Pallo putkelle	4	0,37	89 %	11 %	31264,77	3439,12	3,05
Amorella	10	0,395	95 %	5 %	33350,74	1667,54	1,48
Hevonen	11	0,396	96 %	4 %	33425,8	1337,03	1,18
Kissa	12	0,394	95 %	5 %	33261,79	1663,09	1,47
Pallo	5	0,375	90 %	10 %	31685,74	3168,57	2,81
Pisara	6	0,368	89 %	11 %	31069,56	3417,65	3,03
Koira	13	0,4	97 %	3 %	33724,44	1011,73	0,90
Timantti	14	0,384	93 %	7 %	32426,75	2269,87	2,01
Pohjanmaa	7	0,375	90 %	10 %	31606,65	3160,67	2,80

Terluran GP-35

Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)



Technical Datasheet

DESCRIPTION

Terluran® GP-35 is high-flow, general purpose injection molding grade with good ductility, intended for moldings with thin walls and/or adverse flow length to wall ratio.

FEATURES

- Excellent colorability
- High flowability
- Good impact resistance
- Good heat distortion resistance
- High quality surface finish and gloss

APPLICATIONS

- Injection molding
- Thin wall components for telecommunications
- Household and sanitary appliances
- Toys
- Automotive components

Property, Test Condition	Standard	Unit	Values
Rheological Properties			
Melt Volume Rate 220 °C/10 kg	ISO 1133	cm ³ /10 min	34
Mechanical Properties			
Izod Notched Impact Strength, 23 °C	ISO 180/A	kJ/m ²	22
Izod Notched Impact Strength, -30 °C	ISO 180/A	kJ/m ²	7
Charpy Notched Impact Strength, 23° C	ISO 179	kJ/m ²	19
Charpy Notched Impact Strength, -30° C	ISO 179	kJ/m ²	7
Charpy Unnotched, 23° C	ISO 179	kJ/m ²	125
Charpy Unnotched, -30° C	ISO 179	kJ/m ²	90
Tensile Stress at Yield, 23° C	ISO 527	MPa	44
Tensile Strain at Yield, 23° C	ISO 527	%	2.4
Tensile Modulus	ISO 527	MPa	2300
Nominal Strain at Break, 23 °C	ISO 527	%	12
Flexural Strength	ISO 178	MPa	65
Hardness, Ball Indentation	ISO 2039-1	MPa	99
Thermal Properties			
Vicat Softening Temperature VST/B/50 (50°C/h, 50N)	ISO 306	°C	95
Vicat Softening Temperature, VST/A/50 (50°C/h, 10N)	ISO 306	°C	102

Terluran GP-35

Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)



Property, Test Condition	Standard	Unit	Values
Heat Deflection Temperature A; (annealed, 1.8 MPa)	ISO 75	°C	92
Heat Deflection Temperature B; (annealed, 0.45 MPa)	ISO 75	°C	95
Coefficient of Linear Thermal Expansion	ISO 11359	10 ⁻⁶ (/°C)	80 - 110
Thermal Conductivity	DIN 52612-1	W/(m K)	0.17
Electrical Properties			
Volume Resistivity	IEC 60093	Ohm*m	1E13
Other Properties			
Density	ISO 1183	kg/m ³	1040
Water Absorption, Saturated at 23°C	ISO 62	%	0.95
Moisture Absorption, Equilibrium 23°C/50% RH	ISO 62	%	0.24
Yellowness Index	DIN 6167	-	13
Processing			
Linear Mold Shrinkage	ISO 294-4	%	0.4 - 0.7
Melt Temperature Range	ISO 294	°C	220 - 280
Mold Temperature Range	ISO 294	°C	30 - 80
Injection Velocity	ISO 294	mm/s	200
Drying Temperature		°C	80
Drying Time		h	2 - 4

Typical values for uncolored products

SUPPLY FORM

Terluran® is delivered as spherical pellets. The bulk density of the pellets is from 0.55 to 0.65 g/cm³. Standard Packaging unit: 25 kg PE-bag on palette, shrunk or wrapped with PE film or delivery in silo trucks. PE bags should not be stored outside. In dry areas with normal temperature control, Terluran pellets can be stored for relatively long periods of time without any change in mechanical properties. Under poor storage conditions, Terluran absorbs moisture, but this can be removed by drying.

Terluran GP-35

Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)



PRODUCT SAFETY

No adverse effects on the health of processing personnel have been observed if the products are correctly processed and the production areas are suitably ventilated. For styrene, acrylonitrile and 1,3-butadiene the maximum allowable workplace concentrations must be observed according to the pertaining national regulations. In Germany, the following limit values are valid (Oct. 2002): styrene, MAK-value: $20 \text{ ml/m}^3 = 80 \text{ mg/m}^3$; acrylonitrile, TRK-value: $3 \text{ ml/m}^3 = 7 \text{ mg/m}^3$ and 1,3-butadiene, TRK-value: $5 \text{ ml/m}^3 = 11 \text{ mg/m}^3$. According to EU directive 67/548/EWG, Annex I and TRGS 905 (Oct. 2002), acrylonitrile and 1,3-butadiene are classified as carcinogenic, category 2 ('substances which should be regarded as if they are carcinogenic to man') and 1 (substances known to be carcinogenic to man), respectively. Experience has shown that during appropriate processing of Terluran with suitable ventilation the values obtained are well below the limits mentioned above. TRGS 402 (Germany) can be used for determining and assessing the concentrations of hazardous substances in the air within working areas. Inhalation of gaseous degradation products, such as those which may arise on severe overheating of the material or during pumped evacuation, must be avoided. Further information can be found in our Terluran safety data sheets.

DISCLAIMER

The above information is provided in good faith. Styrolution is not responsible for any processing or compounding which may occur to product finished articles, packaging materials or their components. Further, Styrolution MAKES NO WARRANTY OR REPRESENTATION OF ANY KIND, REGARDING THE INFORMATION GIVEN OR THE PRODUCTS DESCRIBED, AND EXPRESSLY DISCLAIMS ALL IMPLIED WARRANTIES, REPRESENTATIONS AND CONDITIONS, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ALL WARRANTIES AND CONDITIONS OF QUALITY, MERCHANTABILITY AND SUITABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Responsibility for use, storage, handling and disposal of the products described herein is that of the purchaser or end user.