



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

VENETELTAN TUKIRAKENNELMA

Case: Venos Oy

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Muovitekniikan koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Aleksi Rousku

Lahden ammattikorkeakoulu
Muovitekniikka

ROUSKU, ALEKSI:

Veneteltan tukirakennelma
Case: Venos Oy

Muovitekniikan opinnäytetyö, 42 sivua, 1 liitesivu

Kevät 2014

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö on osittain julkinen.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella veneteltan tukirakennelma ja tutkia soveltuuko polyeteeniputki tukirakennelman materiaaliksi. Työn toimeksiantaja on Venos Oy, joka valmistaa venetelakoita polyeteeniputkista.

Aluksi teoriaosuudessa käsitellään polyeteenin ja polypropeenin ominaisuuksia, minkä jälkeen työssä perehdytään ekstruusio- ja ruiskuvalutekniikoihin. Teoriaosuudessa käsitellään myös polyeteeniputkien ominaisuuksia.

Varsinainen työosuus alkaa tuotesuunnittelusta, jossa käsitellään työn lähtötilanne, käyttövaatimukset ja alustava suunnittelu. Käyttövaatimuksissa käydään tarkemmin läpi suunniteltavan tuotteen haluttuja ominaisuuksia, kuten muotoilua. Alustavassa suunnittelussa on käytetty apuna SolidWorks-ohjelmaa, jolla on tehty luonnoksia suunniteltavasta veneteltasta. SolidWorks-ohjelmalla mallinnettiin lopuksi lopullinen venetelttä-versio.

Opinnäytetyössä tehtiin kolme samantyyppistä prototyyppiä. Prototyyppi-osiossa on kerrottu tarkemmin prototyyppien työstämisestä ja niiden eroavaisuuksista. Ensimmäisessä prototyyppissä ongelmaksi muodostui vaaka- ja kaariputken liitosmenetelmä, joten työssä on esitelty erilaisia liitosmenetelmiä. Lopuksi parhaimmaksi huomattu liitosmenetelmä valikoitui viimeiseen prototyyppi-versioon.

Testeissä huomattiin polyeteeniputkien suurehko viruminen. Tämän johdosta yhteenvedossa kerrotaan kehitysideoita. Yhteenvedossa tarkastellaan tarkemmin työssä huomattuja hyviä ja huonoja huomioita.

Asiasanat: polyeteeniputki, viruminen, 3D-mallintaminen, tuotesuunnittelu

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Plastics Engineering

ROUSKU, ALEKSI:

Support structure for a boat tent
Case: Venos Oy

Bachelor's Thesis in Plastics Engineering, 42 pages, 1 appendix

Spring 2014

ABSTRACT

This study is part of the public domain.

The purpose of this thesis was to design a support structure for a boat tent, and to study whether polythene pipe is a suitable material for the support structure. The case company of this thesis is Venos Oy, which produces boat docks out of polythene pipes.

Firstly, the theoretical part deals with the features of polythene and polypropylene, after which the work focuses on extrusion and injection molding techniques. The features of polythene pipes are also discussed in the theoretical part.

The actual work part starts from product design, where the work's starting point, usage requirements and preliminary design are discussed. The usage requirements part, deals with the desired features of the product, such as shape. The SolidWorks design software was used in creating preliminary drafts of the boat tent. The modelling of the final version of the boat tent was done with SolidWorks.

Three similar prototypes were created in this thesis. The prototype part discusses the creating prototypes and their differences in detail. The first prototype the joint methods of the horizontal and curve pipes were problematic, and therefore different joint methods are discussed. Finally, the best joint method was chosen for the last prototype version.

The testing part, revealed the rather big creeping of polythene pipes. Therefore, in the conclusion part, ideas for improvement are discussed.

Key words: polythene pipe, creeping, 3D modeling, product design

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	POLYOLEFIINIT	2
2.1	Polyeteeni	2
2.1.1	Suurtiheyspolyeteeni	4
2.1.2	Polyeteeniputket	5
2.2	Polypropeeni	7
2.3	Polypropeenin ja polyeteenin mekaaniset ominaisuudet	9
3	VALMISTUSTEKNIIKAT	11
3.1	Ekstruusio	11
3.2	Ruiskuvalu	12
4	VENOS OY	14
5	TUOTESUUNNITTELU	15
5.1	Lähtötilanne	15
5.2	Käyttövaatimukset	15
5.3	Suunnittelu	15
6	PROTOTYYPIT	16
6.1	Ensinmäinen prototyyppi	16
6.2	Liitosmenetelmät	16
6.3	Kolmas prototyyppi	16
7	TESTAUKSET	17
7.1	Kahden kaarirakennelman testaus	17
7.2	Kolmen kaarirakennelman testaus	17
7.3	Prototyypin lumikuorman testaus	17
8	YHTEENVETO	18
	LÄHTEET	19
	LIITTEET	21

1 JOHDANTO

Opinäytetyön toimeksiantaja on Venos Oy:lle. Yritys on aikonut laajentaa omaa tuoteryhmäänsä, joten sain aiheeksi suunnitella Venos Oy:lle uuden tuotteen.

Työn tarkoituksena on suunnitella veneteltan tukirakennelma, joka olisi helppo liittää yrityksen S-telakkaan. Työn tavoitteena on myös rakentaa prototyyppi teltasta ja tutkia, soveltuuko polyeteeniputki tukirakennelman materiaaliksi.

Teoriaosuudessa kerrotaan materiaalien perusominaisuuksista ja tuotteiden valmistusmenetelmistä. Teoriaosuudessa myös vertaillaan polyeteenin ja polypropeenin mekaanisia ominaisuuksia, sillä yrityksellä oli aikomus valmistaa telttansa polypropeeniputkista.

Suunnittelussa olen käyttänyt apuna SolidWorks-ohjelmaa, jolla olen piirtänyt luonnokset ja lopullisen 3D-mallin. Opinnäytetyössä kerrotaan myös prototyyppien työstämisestä ja työstämisen ohessa huomatuista ongelmista. Ongelmien johdosta työssä esitellään erilaisia liitosmenetelmiä. Työstä on jätetty pois lujuus- ja materiaalilaskelmat.

Prototyyppin jälkeen vuorossa ovat testaukset. Testausosiossa kerrotaan testin valmisteluista ja testien tuloksista. Lopuksi esitellään työssä esille tulleita veneteltan tukirakennelman hyviä ja hyviä ominaisuuksia.

2 POLYOLEFIINIT

Polyolefiinit ovat yksi eniten käytetyistä muoviryhmistä, ja ne muodostavat 50 % maailmanlaajuisesti käytetyistä muoveista (Seppälä 2008, 163). Niiden käyttö kasvaa erilaisissa kohteissa 5 -10 %:n vuosivauhdilla, mutta erikoismuovien saralla kasvu on moninkertainen (Järvelä, Syrjälä & Vastela 2000, 16).

Suurin osa polyolefiinien käytöstä koostuu polyeteenistä ja polypropeenista. Muiden polyolefiinien käyttö on huomattavasti pienempää, ja niillä on omat hyvät erikoissovelluksensa, verrattuna polyeteeniin ja polypropeenin. (Seppälä 2008, 163.)

2.1 Polyeteeni

Polyeteenit ovat eniten käytetty muoviryhmä. Polyeteenit ovat erittäin laaja ryhmä, mutta niillä on kuitenkin yleisiä ominaisuuksia (taulukko 1), kuten hyvä iskulujuus ja kemiallinen kestävyys. Polyeteeniä on myös helppo työstää ja taivuttaa. (Järvinen 2008, 28-29; Seppälä 2008, 165).

Polyeteeniä saadaan polymeroimalla eteeniä, jossa eteenimolekyylit liittyvät toisiinsa kaksoissidoksen kohdalta (kuvio 1) (Prosessitekniikka, 2014).



KUVIO 1. Eteenin polymerointi polyeteeniksi (Prosessitekniikka, 2014)

Polyeteenien ominaisuuksia voidaan muokata seosaineilla ja jälkikäsittelyllä, joilloin niiden perusominaisuudet muuttuvat (Järvinen 2008, 29). Polyeteenien laajuuksien takia, polyeteenit jaotellaan yleensä tiheyden mukaan (Valuatlas 2012a, 1):

- pientiheyspolyeteeni (LDPE)
- keskitiheyspolyeteeni (MDPE)
- suuritiheyspolyeteeni (HDPE).

Näiden lisäksi polyeteenit voidaan jaotella seuraavasti (Valuatlas 2012a, 1):

- lineaarinen pientiheyspolyeteeni (LLDPE)
- hyvin pienen tiheyden polyeteeni (VLDPE)
- silloittuva polyeteeni (PEX)
- suuritiheys silloittuvapolyeteeni (HDXLPE)
- korkean molekyylinpainonpolyeteeni (HMWPE)
- erittäin korkean molekyylinpainonpolyeteeni (UHMWPE) (Valuatlas 2012a, 1)

TAULUKKO 1. Polyeteenien yleisiä ominaisuuksia (Muovimuotoilu 2014)

Hyviä ominaisuuksia	Huonoja ominaisuuksia
Hyvä iskulujuus	Korkea lämpölaajenemiskerroin
Hyvät sähköiset eristysominaisuudet	Virumisherkkä
Alhainen veden absorptio	Huonohko väsymislujuus
Hyvä kemiallinen kestävyys	Paloherkkä
Biologisesti inaktiivinen	Ei kestä hapettavia happoja
Täyteaineiden ja lujitteiden käyttömahdollisuus	Voimakas muottikutistuvuus
Solustettavissa	Vaikea liimata
Halpa hinta	Herkkä jännityssäröilylle
Elintervikelpoinen	Huono säänkestävyys
	Alhainen lämpötilankesto
	Heikko repimislujuus

Polyeteenien monipuolisten ominaisuuksien johdosta niitä voidaan valmistaa erilaisilla valmistusmenetelmillä sekä niillä on useita käyttökohteita.

Ruiskuvalamalla valmistetaan kolmiulotteisia kappaleita muun muassa leluja, pakkauksia, pulloja ja sankoja. Ekstruusiolla valmistetaan kaksiulotteisia tuotteita, kuten kalvoja ja putkia. Polyeteeniä voidaan myös solustaa ja kuiduttaa, jolloin sitä käytetään eristemateriaaleina ja lujitteina. (Järvelä ym. 2000, 18.)

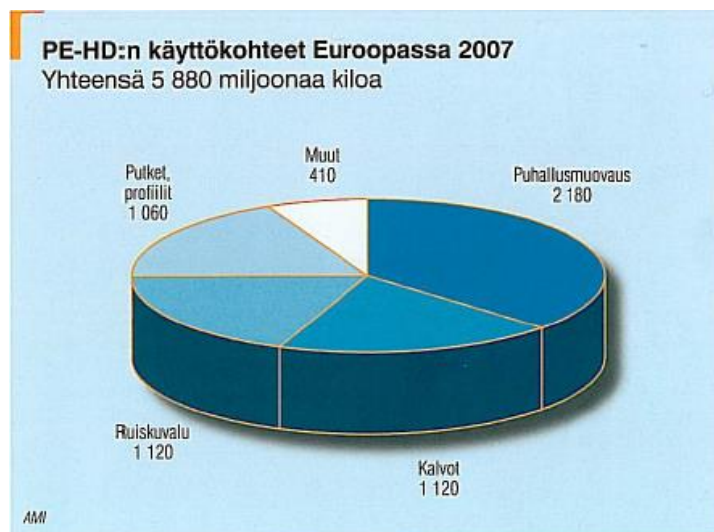
2.1.1 Suuritiheyspolyeteeni

Työssään käytettävät muoviputket on valmistettu HDPE:stä. HDPE keksittiin Karl Zieglerin ja Giulio Nattan ansiosta 1950-luvulla. Ziegler-Natta-katalyytti nimeä käytettävässä menetelmässä eteenä pystyttiin polymeroimaan alhaisissa lämpötiloissa ja paineissa. (Seppälä 2008, 167.) Menetelmän ansiosta polyeteenimolekyylit järjestäytyivät tiheämmäksi rakenteeksi. Tämä mahdollisti, että kappaleista pystyttiin tekemään jäykempiä, mitkä säilyttivät muotonsa paljon helpommin kuin LDPE. (Järvinen 2008, 36).

Tiheidensä ansiosta HDPE:llä seuraavat ominaisuudet ovat paremmat kuin LDPE:llä:

- taivutuslujuus
- sitkeys
- kovuus
- lämmönkesto
- kimmomoduuli (Valuatlas 2012a, 3).

Hyvien fysikaalisten ja mekaanisten ominaisuuksien johdosta HDPE:tä käytetään kulutusta vaativissa käyttökohteissa (kuvio 2). HDPE soveltuu putkiekstruusioon erittäin hyvin. Materiaali kilpailee metalliputkien ja PVC:n kanssa vesi- ja kaasuputkissa. (Järvinen 2008, 37.)



KUVIO 2. Suuritiheisenpolyeteenin käyttökohteet (Järvinen 2008, 37)

2.1.2 Polyeteeniputket

Polyeteeniputkia käytetään pääasiassa maan alla kulkevien kaasu- ja vesiputkien materiaalina. Tämän takia putkilta vaaditaan korkeaa laatua ja hyviä ominaisuuksia. Putket onkin suunniteltu vartavasten näihin käyttökohteisiin, joten niillä on erinomaisia ominaisuuksia:

- korroosionkestävyys
- joustavuus
- myrkyttömyys
- iskunkestävyys
- pitkä käyttöikä
- hitsattavuus
- keveys
- kulutuskestävyys. (KWH Pipe 2012, 2.)

PE-putken ominaisuudet määräytyvät valmistusvaiheessa käytettävän raaka-aineen mukaan. PE-raaka-aineita on useanlaisia, ja niitä on saatavilla eri tiheyksillä. Matalatiheyksisestä polyeteenistä valmistetaan PE 40 -putkia, jotka ovat pehmeämpiä ja alhaisemman lujuuden omaavia kuin korketiheyksisestä polyeteenistä valmistettu PE 100. Edellä mainitut luvut kertovat putken odotetun eliniän. Putken elinikään vaikuttavat, PE-materiaalin ominaisuudet, putken kuormitustaso, kuormitusaika, lämpötila ja ympäristöntekijät. (Muoviteollisuus Ry 2012, 5.)

Putkien valmistukseen käytetyt PE-materiaalit luokitellaan eri lujuusluokkiin, jotka perustuvat vähintään 50 vuoden jatkuvaan paineelliseen kuormitukseen vedessä 20 °C:n lämpötilassa (taulukko 2) (Muoviteollisuus Ry 2012, 5).

TAULUKKO 2. PE-materiaalien lujuudet (Muoviteollisuus Ry 2012, 5)

Materiaaliluokka	50 vuoden lujuus (MPa) lämpötilassa +20 °C	Sallittu jännitys (MPa) Mitoituskerroin* C= 1,25
PE 40**	4	3.2
PE 80	8	6.3
PE 100	10	8

Sallittu jännitys lasketaan soveltamalla mitoituskerrointa (1,25) materiaalin laskettuun 50 vuoden lujuuteen lämpötilassa +20 °C (Standardi SFS-EN 12001-1). Tämä tarkoittaa sitä, että standardin SFS-EN 12001-2 mukaisen PE 100 -putken seinämään kohdistuu 8 MPa:n kehäsuuntainen jännitys, kun putkessa on PN-merkinnän mukainen sisäinen ylipaine. Tällä jännitystasolla putken odotettu elinikä on yli 100 vuotta +20 °C:ssa. (Muoviteollisuus RY 2012, 5.)

PE-putkien mekaaniset ominaisuudet ovat riippuvaisia lämpötilasta. Lämpötilan noustessa yli +20 °C putkien kestävyys heikkenee ja laskiessa paranee.

Materiaalin kimmokerroin määrittää putken venymis- ja muodonmuutosominaisuudet. Kimmokertoimeen vaikuttavat lämpötila, kuormitusaika ja jännitystaso materiaalissa. Lämpötilan kasvaessa kimmokerroin pienenee ja laskiessa suurenee. (Muoviteollisuus RY 2012, 5-6.)

Teltoa pitäisi siis asentaa suojaisaan paikkaan, jossa aurinko ei pääsisi lämmittämään putkimateriaalia. Talvella ongelma ei olisi niin vakava, sillä putken kestävyys paranee pakkasella.

Taulukossa (taulukko 3) on lueteltu PE 80:n ja PE 100:n ominaisuuksia. Kyseisessä taulukossa näkyy raaka-aineen vaikutukset materiaalin ominaisuuksiin. Suuremman tiheyden omaavalla PE 100:lla on suurempi kimmokerroin ja vetolujuus verrattuna PE 80:een.

TAULUKKO 3. PE 80:n ja P100:n ominaisuuksia (KWH Pipe 2000, 2)

Raaka-aineen tyypillisiä ominaisuuksia		PE 80 MRS 8 MPa	PE 100 MRS 10 MPa
Mitoitusjännitys	MPa	6,3	8,0
Tiheys (nokimustan kanssa)	kg / m ³	945 - 956	957 - 961
Sulaindeksi (190 °C/5 kg)	g / 10 min	0,4 - 0,7	0,2 - 0,4
Vetolujuus	MPa	18-23	23 - 25
Murtovenymä	%	> 600	> 600
Haurastumislämpötila	°C	< -70	< -70
Taivutus, kimmokerroin	MPa	650-1000	1000-1200
Iskulujuus	kJ / m ²	Ei murtumaa	Ei murtumaa
Lämpölaajenemiskerroin	mm / m • °C	0.17	0.17

PE-putket käyttävät, joko standardia SFS-EN 12201-2, jota käytetään vesiputkille tai standardia SFS-EN 1555-2, jota vastaavasti käytetään kaasuputkille. Edellä mainitut standardit määrittelevät seuraavat ominaisuudet:

- PE-materiaalin tyyppin
- putken ulkohalkaisijan
- SDR-arvon (Standard diameter ratio). (Muoviteollisuus Ry 2012, 6.)

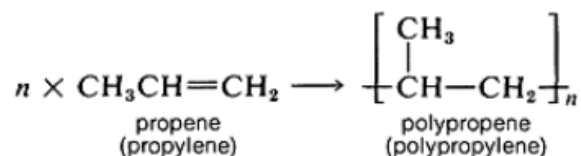
SDR-arvo saadaan jakamalla putken ulkohalkaisija putken seinämän paksuudella (Muoviteollisuus Ry 2012, 6). SDR-arvoa käytetään myös ruiskuvaletuissa kappaleissa. Liittessä 1 on esitelty SFS-EN 12201-2 ja SFS-EN 1555-2 mukaisia putkia.

Työssä käytettävät muoviputket on valmistettu PE 100 -materiaalista SDR 17:n mukaan.

2.2 Polypropeeni

Polypropeenit ovat yksi eniten käytetyistä muoveista. Polypropeenilla on samanlaisia ominaisuuksia kuin HDPE:llä, kuten hyvät isku- ja taivutuslujuudet. (Seppälä 2008, 176.)

Polypropeenia valmistetaan polymeroimalla propeenia, (kuvio 3) jota saadaan öljynjalostuksessa ja rinnakkaistuotteena eteenin valmistuksessa (Seppälä 2008, 176).



KUVIO 3. Propeenin polymerointi polypropeeniksi (Organic Chemistry 2014)

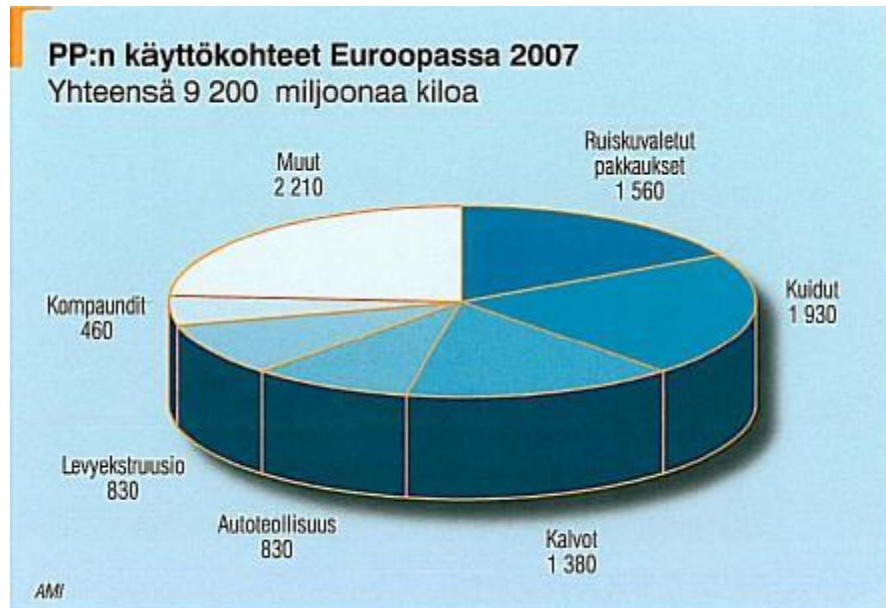
Polypropeenilla on samanlaisia ominaisuuksia HDPE:n kanssa, joskin mekaaniset ja termiset ominaisuudet ovat hieman paremmat (Järvinen 2008, 40). Mekaanisista

ominaisuuksista on kerrottu laajemmin luvussa 2.3. Taulukossa 4 on lueteltu polypropeenien yleisiä ominaisuuksia.

TAULUKKO 4. Polypropeenin yleisiä ominaisuuksia (Muovimuotoilu 2014)

Hyviä ominaisuuksia	Huonoja ominaisuuksia
Hyvä väsymislujuus	Haurastuu -20 °C:ssa (paitsi kopolymeeri)
Alhainen kitka, hyvä kulumiskestävyys	Ilman stabilointia UV- herkkä
Säilyttää mekaaniset ominaisuutensa korotetuissa lämpötiloissa paremmin kuin PE-HD	Ei kestä hapettavia happoja
Erinomaiset dielektriset ominaisuudet	Vaikea liimata ja pintakäsitellä
Hyvä jännityssäröilyn kesto	
Mekaaniset ja sähköiset ominaisuudet säilyvät myös vedessä	
Kestää höyrysteriloinnin	
Halpa	
Täyteaineiden ja lujitteiden käyttö mahdollista	

Polypropeenilla on monipuolisimmat käyttökohteet muoveista (kuvio 4). Sitä käytetään paljon erilaisina kuituina, koska se on venytettynä vahvaa ja kestää erittäin hyvin kulutusta. Polypropeeni ei ime vettä, joten se sopii myös hyvin muun muassa urheiluvaatteiden ja vaippojen käyttökohteena. Polypropeenista tehdään myös paljon ruiskuvalettuja kappaleita, jotka ovat käyttökohteiltaan samanlaisia kuin HDPE:sta tehdyt kappaleet. Polypropeeni kestää paremmin lämmönvaihtelua, joten sitä käytetään muun muassa lämmitettävissä ruokapakkauksissa. Ekstruusiolla polypropeenista valmistetaan myös putkia. Raaka-aine kuitenkin häviää valmistumäärällisesti HDPE:lle ja PVC:lle (Polyvinyylidikloridi). (Järvinen 2008, 41–43.)



KUVIO 4. Polypropeenin käyttökohteet (Järvinen 2008, 41)

2.3 Polypropeenin ja polyeteenin mekaaniset ominaisuudet

Taulukossa 5 on listattu työssäni tarvittavia mekaanisia ominaisuuksia. Vertailtavina materiaaleina ovat polyeteeni ja polypropeeni. Molemmista materiaaleista valmistetaan muoviputkia. Työssäni käytettävät putket on valmistettu polyeteenistä, sillä Venos Oy:n S-telakka on valmistettu kyseisestä materiaalista. Vertailu on tehty, jotta nähdään, soveltuisiko polypropeeni paremmin tukirakennelman materiaaliksi.

Putkien taivutuksella on suuri osuus työssäni. Taivutuslujuus kertoo, kuinka suurella voimalla tietyllä pinta-alalla kappaletta tarvitsee taivuttaa, jotta se murtuisi. Polypropeenilla on lähes kolminkertaisesti suurempi taivutuslujuus kuin polyeteenillä. Taivutuskerroin kertoo, kuinka suurella voimalla materiaalia tarvitsee taivuttaa, jotta materiaalissa alkaisi tapahtua muodonmuutoksia.

Viruminen on tyypillistä muoveille, jossa materiaalia kuromitetaan vakiokuormalla, jolloin kappaleeseen tapahtuu hitaasti muodonmuutoksia. Aluksi viruminen on voimakasta, kuten virumiskertoimesta nähdään (taulukko 5). Tämän jälkeen alkaa taisainen viruminen, minkä jälkeen viruminen kiihtyy, kunnes kappale lopulta murtuu. Virumiseen vaikuttavat kuormitus ja lämpö. Lämpötilan

nousu kiihdyttää virumista samaan tapaan kuin kuormitustason nousu. Alhaisella lämpötilalla ja kuormituksella viruminen on hidasta eikä välttämättä johda murtumiseen. Mikäli kuormitus poistetaan ennen rakenteen pettämistä, materiaali alkaa palautua alkuperäiseen muotoon. (Saarela, Airasmaa, Kokko, Skrifvars & Komppa 2003, 262.)

Kuten alla olevasta taulukosta näkyy, polyeteeni viruu helpommin kuin polypropeenin. Polypropeenin olisi siis jokaiselta mekaaniselta ominaisuudeltaan parempi kuin polyeteeni.

TAULUKKO 5. Polyeteenin ja polypropeenin mekaanisia ominaisuuksia (Valuatlas 2012a; Valuatlas 2012b)

Mekaaniset ominaisuudet	PE	PP
Taivutuslujuus (MPa)	14-25	54-103,1
Taivutuskerroin (MPa)	0.179-1,7	2-3,3
Virumiskerroin (1h) (MPa)	400-570	2300-3000
Virumiskerroin (1000h) (MPa)	270-400	2200-2600

3 VALMISTUSTEKNIIKAT

3.1 Ekstruusio

Ekstruusio on kestopuovien valmistusmenetelmä, jota käytetään profiilien valmistukseen. Menetelmällä valmistetaan putkia, letkuja, kalvoja ja kuituja. (Seppälä 2008, 261.) Valmistusmenetelmällä pystytään siis valmistamaan erilaisia tuotteita, mutta tavallinen ekstruusiolinja (kuva 1) koostuu seuraavista osista:

- ekstruuderi
- suutin
- kalibrointi
- vetolaite
- kelaus
- katkenta (Seppälä 2008, 271).

Putken valmistus (kuva 1) alkaa syöttämällä muoviraaka-aineet ekstruuderiin. Ekstruuderi on kone, jolla muoviraaka-aineet sulatetaan ja sekoitetaan mahdollisten lisäaineiden kanssa keskenään. Ekstruuderissa sula muovimassa johdetaan suuttimen läpi, jossa muovimassa saa muotonsa. Muovimassan tultua suuttimesta ulos, sitä aletaan kalibroida. Kalibroinnin tarkoituksena on antaa muovimassalle tarkat ja lopulliset mitat, minkä jälkeen alkaa putken jäädyttäminen. Jäädyttäminen tapahtuu yleensä vesisuihkuilla tai vesialtailla. (Kurri, Malen, Sandell & Virtanen 2008, 100, 115–116.)

Vesialtaiden jälkeen ekstruusiolinjalla ovat vetolaitteet. Profiilia vedetään suuttimesta tuotannon aikana. Vetolaitteiden jälkeen on katkaisusahat, missä putket sahataan oikean mittaisiksi. Tämän jälkeen putket pakataan ja siirretään varastoon. (Kurri ym. 2008,117.)



KUVA 1. Putken valmistus (Kurri ym. 2008, 115)

3.2 Ruiskuvalu

Ruiskuvalu on Suomessa vielä uusi valmistusmenetelmä, koska ensimmäinen ruiskuvalua käyttänyt yritys Sarvis Oy aloitti ruiskuvalun 1948. Aluksi ruiskuvalukoneet (kuva 2) olivat käsikäyttöisiä, mutta kehitys oli nopeaa ja jo muutaman ensimmäisen vuoden jälkeen alettiin käyttää kierukkaruuvirakenteisia koneita. (Kurri ym. 2008, 73.)

Lyhyesti sanottuna ruiskuvaluprosessi on valmistusmenetelmä, jossa muovi plastisoidaan homogeeniseksi sulatussylinderissä olevien vastusten ja ruuvien pyörimisestä aiheutuvan kitkan avulla. Sulanut polymeeri ruiskutetaan suuren paineen avulla muottiin, joka on yleensä valmistettu teräksestä. Menetelmä tapahtuu ruiskuvalukoneella (kuva 2). (Kurri ym. 2008, 74.)



KUVA 2. Ruiskuvalukone (Camteam 2014)

Ruiskuvaluprosessiin on pystytty yhdistämään myös muita toimintoja, kuten erilaisten inserttien laittaminen muottiin, kappaaleen pintaan tuleva painatus ja kovapinnoitus. (Järvinen 2008, 180.)

Ruiskuvalua ei yleensä käytetä pienien sarjojen valmistuksessa, käytetyt sarjakoot lähtevät noin 100 kappaaleen sarjoista ylöspäin. Pienten sarjojen valmistus on harvinaista, mutta joskus muilla valmistusmenetelmillä ei voida saada haluttua lopputulosta, jolloin joudutaan käyttämään ruiskuvalua. Ruiskuvalettujen kappaleiden koot vaihtelevat suuresti alle 0,0001 g:n painoisista liittimistä 90 kg:n painoisiin tuotteisiin. (Kurri ym. 2008, 74.)

4 VENOS OY

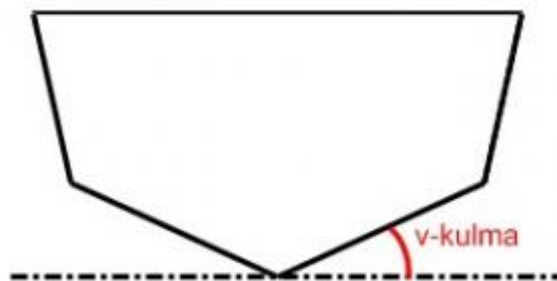
Venos Oy on perustettu vuonna 2009, ja toimitusjohtajana toimii Karri Kaasinen. Yrityksen toimialana ovat veneilytarvikkeet ja oheislaitteet. (Kaasinen 2013.)

Vuonna 2009 yritys aloitti toimintansa maahantuojana. Yritys toi maahan erilaisia venehissejä ja venenostimia. Kesällä 2013 yritys toi markkinoille oman tuotteen. Kyseessä oli Venos Oy:n itse valmistamat venetelakat. Venetelakat on suunnattu pääasissa soutuveneille ja pienille moottoriveneille. (Kaasinen 2013.)

Telakat on valmistettu muoviputkista, joten telakat eivät ruostu, lahoa tai vety. Niissä ole myöskään rikkoutuvia osia. Telakoita on myös helppo käsitellä, sillä ne ovat kevyitä. (Venos Oy 2014.)

Tällä hetkellä yrityksellä on mallistossaan soutuvene-, S- ja M-telakka. Kaikki ovat periaateeltaan samanlaisia, joskin soutuvenetelakka eroaa muodoltaan. S- ja M-telakat eroavat vain putken halkaisijan osalta. Kaikkien telakkamallien mukana on myös mahdollista saada vinssi, jota varten on tehty erillinen tuki.

Telakoiden rakenteissa on otettu huomioon myös veneiden vaihtelevat v-kulmat. Telakoiden vaakaputkissa on reiät, joiden avulla on mahdollisuus säätää leveyttä veneen v-kulman mukaan. V-kulma (kuva 3) ilmoitetaan asteissa, ja se kertoo pohjan poikkeamaan vaakatasossa (Venetieto 2014).



KUVA 3. Veneen v-kulma (Venetieto 2014)

5 TUOTESUUNNITTELU

5.1 Lähtötilanne

5.2 Käyttövaatimukset

5.3 Suunnittelu

6 PROTOTYYPIT

6.1 Ensinmäinen prototyyppi

6.2 Liitosmenetelmät

6.3 Kolmas prototyyppi

7 TESTAUKSET

7.1 Kahden kaarirakennelman testaus

7.2 Kolmen kaarirakennelman testaus

7.3 Prototyypin lumikuorman testaus

8 YHTEENVETO

LÄHTEET

Painetut lähteet

Järvelä, P., Syrjälä, K. & Vastela M. 2000. Ruiskuvalu. Tampere: Plastdata Oy.

Järvinen. P. 2008. Uusi muovitieto. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Kurri. V., Malén. T., Sandell. R. & Virtanen, M. 2008. Muovitekniikan perusteet. 4 tarkistettu painos. Helsinki: Edita Prima Oy.

Saarela, O., Airasmaa, I., Kokko, J., Skrifvars, M. & Komppa V. 2003. Komposiittirakenteet. Helsinki: Hakapaino Oy.

Seppälä, J. 2008. Polymeeritekniikan perusteet. Helsinki: Otatieta Oy.

Elektroniset lähteet

Buster. 2013. Buster XS and XSR [viitattu 21.9.2013]. Saatavissa:
<http://www.buster.fi/fi/xs/ominaisuudet/#.Ux29OvmSweg>

Camteam Oy. 2014. Ruiskuvalukone [viitattu 5.3.2014]. Saatavissa:
<http://www.camteam.fi/index.php?sivu=ruiskuvalukone>

Faster. 2013. Faster 460 i [viitattu 21.9.2013]. Saatavissa:
<http://www.faster.fi/faster460i>

Kaisla-Veneet. 2013. Kaisla 435M [viitattu 21.9.2013]. Saatavissa:
<http://www.kaisla-veneet.fi/soutuveneet.html#kaisla435M>

KWH Pipe. 2000. PE-paineputkistot [viitattu 15.3.2014]. Saatavissa:
<http://www.kwhpipe.fi/Link.aspx?id=424629>

Muovimuotoilu. 2014. Valtamuovit [viitattu 22.2.2014]. Saatavissa:
<http://www.muovimuotoilu.fi/content/view/32/63/>

MV-Marin. 2013. MV-Marin 4800 [viitattu 21.9.2013]. Saatavissa:
<http://www.mv-marin.fi/4800.html>

Organic Chemistry. 2014. Polymerization of alkenes [viitattu 22.2.2014].
Saatavissa: <http://www.organicchemistry.com/polymerization-of-alkenes>

Prosessitekniikka. 2014. Petrokemiallinen teollisuus [viitattu 4.2.2014].
Saatavissa: <http://prosessitekniikka.kpedu.fi/doc-html/muovi.html>

TerhiTec Oy. 2013. Nordic 6020: Tekniset tiedot [viitattu 21.9.2013]. Saatavissa:
<http://www.terhi.fi/mallisto/moottoriveneet/nordic-6020>

Yamarin. 2013. Yamarin 44 Side Console: Tekniset tiedot [viitattu 21.9.2013].
Saatavissa: <http://www.yamarin.com/fi/veneet/44-Side-Console/ProductId/33>

Valuatlas. 2012a. Polyeteeni (PE) [viitattu 4.2.2014]. Saatavissa:
http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/plastics_PE_FI.pdf

Valuatlas. 2012b. Polypropeeni (PP) [viitattu 24.2.2014]. Saatavissa:
http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/plastics_PP_FI.pdf

Venetieto. 2014. Veneen runko [viitattu 21.3.2014]. Saatavissa:
<http://venetieto.fi/veeneen-runko>

Venos Oy. 2014. Venetelakka S [viitattu 21.2.2014]. Saatavissa:
<http://www.venos.fi/doku.php?id=mallit>

Yamarin. 2013. Yamarin 44 Side Console: Tekniset tiedot [viitattu 21.9.2013].
Saatavissa: <http://www.yamarin.com/fi/veneet/44-Side-Console/ProductId>

Ympäristöministeriö. 2010. Lumikuorma ja kattorakenteet [viitattu 23.9.2013].
Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B4FEA7331-9590-4246-9296-59A7F04D5BD9%7D/24304>

Muut lähteet

Kaasinen, K. 2013. Toimitusjohtaja. Venos Oy. Kokous 11.9.2013.

Muoviteollisuus Ry. 2012. Paineputkijärjestelmät polyeteenistä (PE). Putkijaoston julkaisu no 42.

LIITTEET

LIITE 1. PE 80:n ja PE 100:n paksuudet eri SDR-luokissa (Muoviteollisuus Ry 2012, 7)

SDR-luokka	SDR 6	SDR 7,4	SDR 9	SDR 11	SDR 13,6	SDR 17	SDR 21	SDR 26	SDR 33	SDR 41
PE 80	PN 25	PN 20	PN 16	PN 12,5	PN 10	PN 8	PN 6*	PN 5	PN 4	PN 3,2
PE 100	-	PN 25	PN 25	PN 16	PN 12,5	PN 10	PN 8	PN 6**	PN 5	PN 4
Jäykkyyssluokka				SN 64	SN 32	SN 16	SN 8	SN 4	SN 2	SN 1
Ulkohalkaisija	Seinämän vähimmäispaksuus e (mm)									
16	3,0	2,3	2,0							
20	3,4	3,0	2,3	2,0						
25	4,2	3,5	3,0	2,3	2,0					
32	5,4	4,4	3,6	3,0	2,4	2,0				
40	6,7	5,5	4,5	3,7	3,0	2,4	2,0			
50	8,3	6,9	5,6	4,6	3,7	3,0	2,4	2,0		
36	10,5	8,6	7,1	5,8	4,7	3,8	3,0	2,5		
75	12,5	10,3	8,4	6,8	5,6	4,5	3,6	2,9		
90	15,0	12,3	10,1	8,2	6,7	5,4	4,3	3,5		
110	18,3	15,1	12,3	10,0	8,1	6,6	5,3	4,2		
125	20,8	17,1	14,0	11,4	9,2	7,4	6,0	4,8		
140	23,8	19,2	15,7	12,7	10,3	8,3	6,7	5,4		
160	26,6	21,9	17,9	14,6	11,8	9,5	7,7	6,2		
180	29,9	24,6	20,1	16,4	13,3	10,7	8,6	6,9		
200	33,2	27,4	22,4	18,2	14,7	11,9	9,6	7,7		
225	37,4	30,8	25,2	20,5	16,6	13,4	10,8	8,6		
250	41,5	34,2	27,9	22,7	18,4	14,8	11,9	9,6		
280	46,5	38,3	31,3	25,4	20,6	16,6	13,4	10,7		
315	52,3	43,1	35,2	28,6	23,2	18,7	15,0	12,1	9,7	7,7
355	59,0	48,5	39,7	32,2	26,1	21,1	16,9	13,6	10,9	8,7
400		54,7	44,7	36,3	29,4	23,7	19,1	15,3	12,3	9,8
450		61,5	50,3	40,9	33,1	26,7	21,5	17,2	13,8	11,0
500			55,8	45,5	36,8	29,7	23,9	19,1	15,3	12,3
560			62,5	50,8	41,2	33,2	26,7	21,4	17,2	13,7
630			70,3	57,2	46,3	37,4	30,0	24,1	19,3	15,4
710			79,3	64,5	52,2	42,1	33,9	27,2	21,8	17,4
800			89,3	72,6	58,8	47,4	38,1	30,6	24,5	19,6
900				81,7	66,1	53,3	42,9	34,4	27,6	22,0
1000				90,8	73,4	59,3	47,7	38,2	30,6	24,5
1200					88,2	71,1	57,2	45,9	36,7	29,4
1400					102,9	83,0	66,7	53,5	42,9	34,3
1600					117,5	94,8	76,2	61,2	49,0	39,2
1800						106,6	85,8	68,8	55,1	44,0
2000						118,4	95,3	76,4	61,2	48,9
2250							107,2	86,0	68,9	55,0
2500							119,1	95,5	76,5	61,2

*Todellinen paineluokka on PN 6,3 **Todellinen paineluokka on PN 6,4