

Hanna Treikelder

**M J A P N U R S T A S
T O O T M I S E S K A S U T A T A V A T E
P L A S T I D E T E H N I L I S T E
A N D M E T E R E G I S T R I
L O O M I N E**

LÕPUTÖÖ

Mehaanikateaduskond

Tehnomaterjalide ja turunduse eriala

Tallinn 2015

Mina

.....
.....
tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autorile ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Lõputöö autor

.....
Nimi, allkiri ja allkirjastamise kuupäev

.....
Üliõpilase kood

Õpperühm

Lõputöö vastab sellele püstitatud kehtivatele nõuetele ja tingimustele.

Juhendajad

.....
Nimi, allkiri ja allkirjastamise kuupäev

.....
Konsultandid

.....
Nimi, allkiri ja allkirjastamise kuupäev

.....
Kaitmisele lubatud „.....“20....a.

..... teaduskonna dekaan.....
Teaduskonna nimetus Nimi ja allkiri

SISUKORD

LÜHENDITE LOETELU	6
SISSEJUHATUS.....	7
1. ETTEVÕTTE ÜLDISELOOMUSTUS	9
1.1. Ettevõttest.....	9
1.2. Ettevõtte struktuur.....	9
1.3. Kvaliteet	10
1.4. Tootmisprogramm Wise ERP 7	10
1.5. Tootmine tsehhide kaupa	12
1.5.1. Montaažitsehh	12
1.5.2. Plastitsehh	12
1.5.3. Elektroonikitsehh	12
1.5.4. Kaablitsehh	13
2. TEHNILISTE ANDMETE REGISTRI LOOMINE	14
2.1. Töö käik	14
2.2. Tehniliste andmete faili lisamine tootmisprogrammi	15
3. POLÜMEERMATERJALIDE ÜLDISELOOMUSTUS	19
3.1. Polümeermaterjalide tähtsamad omadused	20
3.2. Plasttoodetel ilmnevad talitlusomadused	21
3.3. Peamised plastide kasutamise põhjused.....	21
4. POLÜAMIID (PA).....	22
4.1. Omadused.....	22
4.2. Rakendused	23
4.3. Tootekirjeldus	23
5. POLÜETÜLEEN (PE)	25
5.1. Omadused.....	25
5.2. Rakendused	26
5.3. Tootekirjeldus	27

6. POLÜKARBONAAT (PC).....	28
6.1. Omadused.....	28
6.2. Rakendused	29
6.3. Tootekirjeldus	29
7. POLÜPROPÜLEEN (PP)	31
7.1. Omadused.....	31
7.2. Rakendused	31
7.3. Tootekirjeldus	32
8. POLÜSTÜREEN (PS)	34
8.1. Omadused.....	34
8.2. Rakendused	34
8.3. Tootekirjeldus	35
9. AKRÜÜLNITRIILBUTADIEENSTÜREEN (ABS)	37
9.1. Omadused.....	37
9.2. Rakendused	37
9.3. Tootekirjeldus	38
10. ABS/PC POLÜSEGU	40
10.1. Omadused.....	40
10.2. Rakendused	40
10.3. Tootekirjeldus	40
11. POLÜURETAAN (PUR).....	42
11.1. Omadused.....	42
11.2. Rakendused	42
11.3. Tootekirjeldus	43
KOKKUVÕTE.....	44
SUMMARY	46
VIIDATUD ALLIKAD.....	48
LISAD	50
Lisa 1. Ettevõtte struktuur	51
Lisa 2. Tehniliste andmete põhifaili näidis	52
Lisa 3. Polümeermaterjalide registrifail	53
Lisa 4. PA registrifail	54
Lisa 5. 101037 tootejoonis	55

Lisa 6. PE registrifail.....	56
Lisa 7. PC registrifail	57
Lisa 8. XKA123M tootejoonis	58
Lisa 9. PP registrifail	59
Lisa 10. PS registrifail.....	60
Lisa 11. ABS registrifail.....	61
Lisa 12. BBV10546 tootejoonis	62
Lisa 13. ABS/PC registrifail.....	63
Lisa 14. PUR registrifail.....	64
Lisa 15. 133439000 tootejoonis	65

LÜHENDITE LOETELU

ABS	– akrüülnitriilbutadieenstüreenplast;
ABS/PC	– polüsegu akrüülnitriilbutadieenstüreenist ja polükarbonaadist;
DIN	– tööstusstandard Saksamaal;
ESD	– elektrostaatiline vabanemine, standard elektrihoutusnõuete kohta;
EPS	– vahtpolüstüreen;
PS-HI	– löögikindel polüstüreen;
MPN	– M ja P Nurst AS;
PA	– polüamiid;
PC	– polükarbonaat;
PE	– polüetüleen;
PP	– polüpropüleen;
PS	– polüstüreen;
PUR	– polüuretaan;
ROHS	– 2003. aastal Euroopa Liidus kasutusele võetud direktiiv ohtlike jäätmete piiramiseks
TP	– ettevõttes kasutatav tootmisprogramm Wise.

SISSEJUHATUS

MPN on erakapitalil põhinev ettevõte. Selle peamiseks tegevusvaldkondadeks on elektrimaterjalide ja survevalumeetodil plasttoodete valmistamine ning elektroonikaseadmete ja kaablikõidikute koostamine. Tulenevalt ettevõtte suurest plastmaterjalide kasutusest ja tootmisest, tekkis vajadus ettevõttesisese registri järele, mis hõlmaks plastide olulisemaid tehnilisi andmeid ning mida oleks võimalik siduda juba olemasoleva TP-ga.

Lõputöö eesmärk on luua ettevõttele MPN tootmises kasutatavate plastide tehniliste andmete register, mis võimaldaks töötajatel kiiresti tootmise käigus plastmaterjalidega seotud vajalikke tehnilisi andmeid tootmisprogrammi abil leida. Lõputöö käigus jagatakse ettevõtte töös kasutatavad plastmaterjalid kaheksasse suuremasse rühma, nagu: PA, PE, PC, PP, PS, ABS, ABS/PC ja PUR; luuakse registri failipõhi; misjärel koostatakse üldised tehniliste andmete failid polümeermaterjalide kohta ning iga suurema materjalirühma kohta. Alarühmadesse jaotatud plastmaterjalide andmete sisestamisega, mida on kokku 125 erinevat materjali, jätkab ettevõtte iseseisvalt.

Lõputöö jaguneb neljaks osaks, milleks on käsitletava ettevõtte põhjalik tutvustus, tehniliste andmete registri loomise järk-järguline kirjeldus, polümeermaterjalide üldtutvustus, erinevate plastmaterjali rühmade tehniliste omaduste kirjeldused koos tootekirjeldustega, mida toodetakse ettevõttes vastavast materjalist kõige enam.

Esimeses osas kirjeldatakse lähemalt ettevõtet, mille tarbeks antud registrit koostama hakatakse. Täpsemalt räägitakse ettevõtte ajaloost, klientuurist, missioonist, ettevõtte toimimise struktuurist, kasutatavast tootmisprogrammist, kvaliteedistandarditest ning tootmisest tsehhide kaupa.

Teises osas kirjeldatakse tehniliste andmete registri loomist järk-järgult, alustades eesmärgi püstitamisest ja kuni lõpetades valmis registrifailiga. Lisades on ära toodud ka koostatud failide näidised, mida ettevõtte edaspidi oma igapäevatoös kasutama hakkab.

Kolmandas osas kirjeldatakse täpsemalt polümeermaterjale, mille alla kõik järgnevalt töös kirjeldatavad materjalid kuuluvad. Töös on ära toodud polümeeridele kehtivad üldise nõudmised ja nende kasutamise peamised põhjused.

Neljandas osas kirjeldatakse lähemalt ettevõttes kasutatavate suuremate plastrühmade tehnilisi omadusi. Lisaks sisaldavad failid andmeid, mida ettevõtte vajab tootmiseks. Iga suurema tooterühma kohta tuuakse üks tootekirjeldus koos pildiga, mida ettevõtte vastavast materjalist kõige rohkem toodab. Lisadesse paigutatakse ka mõned tootejoonised.

Lõputöö kirjutamiseks kasutatakse teemaga seonduvaid õppematerjale nii paberkandjal kui ka veebimaterjalidena, samuti ka erinevaid võrguväljaandeid.

1. ETTEVÕTTE ÜLDISELOOMUSTUS

1.1. Ettevõttest

MPN on 1991. aastal asutatud erakapitalil põhinev Eesti ettevõte, mis asub Hiiumaal ning mille põhitegevuseks on elektrimaterjalide valmistamine, survevalumeetodil plasttoodete valmistamine ning elektroonikaseadmete ja kaablikõidikute koostamine. Tootmis- ja laopinda on ettevõttel kokku umbes 6000 m². Ettevõtte käive 2014. aastal oli 5,96 mln eurot ning tervelt 86% ettevõtte toodangust läheb ekspordiks. 2015. aasta aprilli seisuga töötab ettevõttes 133 töötajat.

Ettevõtte peamiseks klientideks on elektrimontaažimaterjalide hulgimüüjad, plastdetailide tootjad ja kasutajad pidevalt areneval elektroonika- ja ehitustööstuse ning tööriista ja tööpinkide valmistamise turul, kaablite ja kaablikõidikute kasutajad masinaehituses ja elektroonikatööstuses ning trükiplaatide kasutajad IT-riistvara ja elektroonikatööstuse turul. Toodang liigub enamasti Skandinaaviamaadesse, Saksamaale, Poola ja Balti riikidesse.

MPN peab end väga kaasaegseks ning kliendi- ja keskkonnasõbralikuks tootmisettevõtteks. Tähtsa osana kliendi muutuvate vajaduste rahuldamisel hinnatakse oma pakutavate toodete kvaliteeti, püüdes seda pidevat parendada ning edasi arendada.

MPN missioon on tagada ettevõttes väärtust loovate tegevuste abil klientide vajaduste rahuldamine kvaliteetsete ja keskkonnasõbralike toodetega. [1]

1.2. Ettevõtte struktuur

Ettevõtte töö toimub lihtsa ja selge struktuuri alusel (Lisa 1). MPN tegevust juhib kolmeliikmeline nõukogu ning millele allub ettevõtte juhataja. Ettevõtte on jagatud viieks suuremaks allüksuseks, nendeks on: turundus- ja kvaliteediüksus, kaablitsehh, montaažitsehh, majandusüksus ning raamatupidamisüksus. Turundus- ja kvaliteediüksuse tööd juhib kvaliteedijuht, kellele alluvad kvaliteedispetsialist, personalispetsialist ja tootmisanalüütik. Kaablitsehhi tööd juhatab tootmisjuht,

kellele alluvad kaks tootmisjuhiabi. Neile allub meistermehaanik, kellele omakorda alluvad meistermehaanikuabid, operaator-lõikajad ja mehaanik-montaažitöölised. Montaažitsehhi tööd juhib samuti tootmisjuht, kellele allub kaks tootmisjuhiabi. Neile omakorda alluvad plastitsehhi ning montaažitsehhi meister-mehaanikud, kellele alluvusse kuuluvad vastavate tsehhide meister-mehaanikuabid, mehaanikseadistajad, mehaanikud ja montaažitöölised. Majandusüksuse tegevuse eest vastutab haldusjuht, kellele alluvad ekspediitor-autojuhid, mehaanikud, abitöölised, koristajad, laohoidjad ja kokad. Ettevõtte raamatupidamisega tegeleb pearaamatupidaja, keda abistab üks raamatupidaja. [1]

1.3. Kvaliteet

Ettevõtte toodete ja tegevuste kõrge kvaliteet ja keskkonnasõbralikkus tootmisel on eelduseks püstitatud eesmärkide saavutamisel ning konkurentsivõime säilitamisel, samuti uute turgude hõivamisel. Selleks, et suuta üha eesmärgikindlamalt ja süstemaatilisemalt tegutseda, kasutatakse MPN tegevustes eesmärkide saavutamise vahendina kvaliteedi- ja keskkonnajuhtimissüsteemi, mis täidavad standardite ISO 14001:2004 ja ISO 9001:2008 nõudeid. Keskkonna- ja kvaliteedisüsteemi abil kontrollitakse ettevõtte tegevusprotseduure ning luuakse ühtlane, eesmärkidega seotud tegevusmudel. Dokumenteeritud keskkonna- ja kvaliteedisüsteemi järgimine on võti toodete ja tegevuste jätkusuutlikuks arenguks. [1]

1.4. Tootmisprogramm Wise ERP 7

MPN kasutab oma töös TP-d nimega Wise ERP 7 (Joonis 1). See programm on töös olnud umbes aasta, alates 11.05.2014. Üleminekuperioodil töötasid kaks tootmisprogrammi paralleelselt, niikaua kuni vanast tootmisprogrammist olid kõik vajalikud andmed üle kantud. TP on jagatud viieks suuremaks üksuseks – pearegister, müük, ostutellimuse käsitlemine, tootmise kontroll ja raportid.

Esimene üksus sisaldab kogu MPN kasutatavate artiklite loetelu – toormaterjalid, pooltooted ja valmistooted. Samuti näitab programm kõigi artiklite laovarude seisu. Lisaks sisaldab TP äripartnerite loetelu, kuhu kuuluvad kõik kliendid, tarnijad, transpordifirmad kui ka allhankijad. Kontaktisikute alla kuulub kogu ettevõtte personaliga seotud informatsioon. Igale töötajale on tööle asumisel antud isiklik töönumber, mille abil registreeritakse töötaja tehtud tööd, selleks kulunud aeg ning tekkinud probleemide korral on võimalik pöörduda konkreetse töötaja poole.

Teine üksus sisaldab müügiga seotud üksusi, näiteks klienditellimuste osa. Kõik tootmistellimused on seatud kuupäevade järgi järjekorda. Samuti on võimalik kontrollida tarnete kava, tarnekindlust ja kauba õigeaegset väljastamist laost ja kliendini jõudmist.

Kolmas üksus sisaldab ostutellimuste osa, mis tähendab toormaterjali varude hindamist ja vajadusel nende juurde tellimist. Samuti kuulub siia alla ka saabunud kauba kontroll ja ostuarvete kinnitamine ning lõpetamine. Lisaks kuuluvad sinna ka reklamatsioonid, mis on nii tarnijatele tehtud kui klientide poolt saadud. Sellest tulenevalt saab teostada praagiandmete analüüsi ning rahalise kahju väärtust.

Neljas üksus sisaldab kõike, mis puudutab tootmist, alustades töölehtede väljastamisega, tootmiselubamisega ja kuni töölehtede lõpetamiseni. Samuti saab vaadelda kõike, mis puudutab tootmisprotsessi ja sellega seonduvat. Lisaks saab kontrollida ka tootmismasinate tööd.

Viies üksus sisaldab andmeid, mis puudutavad raporteid ja erinevaid aruandeid. Lisaks on olemas ka raamatupidamise andmed (võimalik hallata ostu- ja müügiarveid, mis on ettevõtte tasumata või mida klient ei ole ettevõttele tasunud ning seda koostöös TRESOR raamatupidamisprogrammiga).

The screenshot shows the Wise ERP software interface. The title bar indicates the user is Hanna Treikelder (Session: 22139) and the database is Wise ERP@Wise7. The company is (0: M ja P Nurst As). The version is 7.3.8.4 / 20140611. The date and time are 14:00 on 2.04.2015.

Väljumine programmist		Wise ERP Wise7		7.3.8.4 / 20140611		14:00 2.04.2015	
Pearegister	Müük	Ostutellimuse käsitlemine	Tootmise kontroll	Raportid			
Artiklid	Müügiteellimused	Ostutellimused	Avatud tootmistellimused	Müügivälja analüüs			
Äripartnerid	Tarnete kava	Tarnete kontroll	Tööde järjekorrad	Müügi tarnekindlus			
Kontaktisikud	Tellimuste baas	Ostupakkumised	Masina järjekorrad	Tellimused / arveldus			
Dokumendid	Saatelehed	Tellimuste baas	Parandamise järjekord	Kvaliteedi aruande			
Põhiparameetrid	Müügiarved	Materjali puudus	Üldine töö	Tootmise jälgimine			
Ühiku rühmad	Arvete analüüs	Saabunud	Koormus	Ostu jälgimine			
Töötapid	Tarnekindlus	Tarnekindlus	Valmis partiid	Töö efektiivsus			
Vea kategooriad / koodid	Reklamatsioonid	Ostuarved	Avatud broneeringud	Tööaja kontroll			
Kontrollimise tasemed	Pakkumised	Ostuarve analüüs	Broneeritud töötunnid	Artiklistatistika			
Finants	Tootmise varude ülekanded	Arveldamata	Tööaja kavandamine	ABC-analüüs			
	Päringute ülekanne	Reklamatsioonid	Prakeerimise jälgimine	Maksumuse ülekanded			
	Tolliameti deklaratsioon	Vastuvõetavad		EU statistika			
	Teenindamise tellimused	Tellimuspakkumised		Rahavoog			

At the bottom, there is a section for user management and session control:

Tugi, toetus

Kasutaja vahetus Kasutaja muutmise Kasutaja profiil Aktiivsed sessioonid Sõnastik

Keel: Eesti Akende paigaldus: 0 <Default>

Joonis 1. Tootmisprogrammi esileht [2]

1.5. Tootmine tsehhide kaupa

Ettevõtte töö jaguneb neljaks suuremaks tsehhiks, milleks on montaaži-, plasti- elektroonika- ja kaablitsehh. Järgnevas peatükis kirjeldatakse lähemalt kõiki nelja tsehi.

1.5.1. Montaažitsehh

MPN esimeseks tootmisalaks oli elektrimaterjalide montaaž, millega alustati 1999. aastal ja mis annab tänaseks üle poole käibest. Toodetavate detailide nimistusse kuuluvad erinevad lülitid, pistikupesad, paneelid, harukarbid, ehisdetailid ehk iludetailid (katted, liistud, dekoratiivdetailid) ja muud elektri-montaažimaterjalid. Montaažitsehhis töötab 2015. aasta aprilli seisuga 38 suurte kogemustega monteeriijat. Tsehh on varustatud tootekohaste poolautomaatseadmetega, pneumo ja elektriliste kruvikeerajate ning muude tootmiseks vajalike tööriistadega. Lisaks on kasutusel tampoprinterid toodetele vajalike märgistuste trükkimiseks ja kiired etiketiprinterid pakendite märgistamiseks. [1]

1.5.2. Plastitsehh

Tsehh alustas oma tegevust 2000. aastal. Tsehhis toodetakse erinevaid plastidetaile, peamiselt ettevõtte siseselt oma montaažitsehi tarbeks, aga on ka tooteid, mis lähevad otse klientidele. 2015. aasta aprilli seisuga töötab tsehhis kolmes vahetuses 17 töötajat ning kasutusel on 18 automatiseeritud survevalu pinki sulgemisjõuga 250–2000 kN ja maksimaalse sissepritse mahuga 45–300 cm³. Pingid on varustatud lisaks manipulaatorile (lihtsamad robotid, mis suudavad eemaldada valmistoodelelt materjalijääke, ei suuda teostada keerukamaid töid) ka tooraine tsentraalse kuivatus- ja jaotussüsteemi ning jääkide purustajaga.

Survevalu vormide jaoks on MPN-l olemas nõuetekohane vormiladu. Vajadusel teostatakse ka vormide lihthooldust. Keerukamate vormiprobleemide korral saadetakse vormid kliendi juurde parandusse. Kasutatakse kvaliteetset toorainelt tuntud tootjatelt, nagu Sabic, Bang & Bonsomer ja Polyone. Toodete valmistamine toimub üldjuhul vastavalt kliendi spetsifikatsioonidele, kliendile kuuluvate vormidega. [1]

1.5.3. Elektroonikatsehh

Elektroonikatsehh alustas oma tööd 2001. aastal. Tsehh on sisustatud vastavalt ESD-nõuetele ning kõigil töökohtadel on olemas nõuetekohased väljatõmbeseadmed. Tootmisel kasutatakse pliivaba

jootetehnoloogiat vastavalt Euroopa Liidu „ROHS-direktiivile” 2002/95/EC. Tsehhis monteeritakse väikeseeriatena trükkplaate nii auk- kui pindmontaaži meetodil, poolautomaatselt ning vajadusel ka käsitsi. [1]

Peamiste toodetavate detailide hulka kuuluvad elektroonilised valgustusregulaatorid, valve- ja signalisatsiooniseadmete elektroonikalülitused, erinevad DIN–kinnitusega releed. Lisaks elektroonika trükiplaatide montaaž ning elektrimontaaži materjalide tootmine, nagu näiteks [1]:

- pistikud ja pistikupesad,
- lülitid,
- ilupaneelid ja –raamid,
- muud montaažimaterjalid.

1.5.4. Kaablitsehh

Kaablitsehh on ettevõtte kõige noorem tootmisüksus, mis alustas tegevust 2002. aastal. 2015. aasta aprilli seisuga on kaablitsehhis 54 töötajat ja tsehh on tõusnud käibe poolest teisele kohale. Peamiseks tegevuseks on juhtmeköidikute valmistamine erinevatele seadmetele ja masinatele, sealhulgas näiteks liftidele, metsatööstusmasinatele, valvesüsteemidele ja meditsiiniseadmetele.

Tootevalikus on nii jõukaableid kui ka valvesüsteemide andurijuhtmeid. Kaabelköidikute pikkused algavad mõnest sentimeetrist kuni sadade meetriteni. Lisaks valmistatakse juhtmeköidikuid vastavalt kliendi joonistele. Partii suurused ulatuvad ühest eksemplarist tuhandeteni. Tehnilise varustuse hulka kuuluvad tänapäevased kaablilõikamismasinad, automaatsed klemmipressid ja kaasaegsed testimisvahendid. Vajadusel teostatakse kaabelkomplektide elektriline testimine. [1]

Kaablite montaažil valmistatakse tooteid, nagu näiteks [1]:

- liftide ja tõsteseadmete juhtmekomplektid,
- juhtmekomplektid metsatöötlemisseadmetele,
- kaablid ja juhtmekomplektid elektroonikatööstusele,
- lintkaablid,
- juhtmeotste tinatamine,
- spiraalkaablite valmistamine,
- liitmike paigaldamine juhtmetele.

2. TEHNILISTE ANDMETE REGISTRI LOOMINE

2.1. Töö käik

Tulenevalt MPN-i suurest plastmaterjalide kasutamisest ja tootmisest, tekkis vajadus ettevõttesisesest registri järele, mis hõlmaks plastide olulisemaid tehnilisi andmeid ning mida oleks võimalik siduda juba olemasoleva TP-ga.

Registri koostamiseks sai autor ettevõttest tootmises kasutatavate plastide nimekirja, milles oli 125 erinevat toormaterjali. Selleks, et materjalide seas oleks lihtsam orienteeruda, jagas autor toormaterjalid kaheksaks suuremaks rühmaks, nagu: PA, PE, PC, PP, PS, ABS, ABS/PC ja PUR.

Seejärel koostas autor ettevõttele näidisfaili, milliseid andmeid võiks loodav registrifail sisaldada. Registri loomise aluseks võttis autor õpingute käitus õpitud programmi CES Edupack 2011, millest toob näiteks PA tehniliste andmete loetelu. Tutvustanud näidet, arutas autor ettevõtte töötajate ja juhtkonnaga läbi, milliseid näites nimetatud andmed võiks tootmise jaoks vajalikud olla, millised mitte ning millised andmed tuleks veel juurde lisada ja mida muuta.

Peale arutelu pani autor kokku faili, mis sisaldas järgmisi andmeid ning mis sai ka ettevõttepoolse heakskiidu (Lisa 2):

- materjali nimetust ja lühendit;
- füüsikalisi omadusi, mille all mõeldakse materjali tihedust ja veeimavust;
- mehaanilisi omadusi, kuhu alla kuuluvad tõmbeelastsusmoodul, elastsuspiir, tõmbetugevus, pikenemine purunemisel, kõvadus (Vickers), väsimustugevus ja materjali purunemissitkus ja lõõgisitkus;
- termilisi omadusi, mis sisaldab materjali sulamistemperatuuri, maksimaalset töötemperatuuri, soovituslikku vormitemperatuuri, vastusurvet, soovituslikku tootmistemperatuuri, soojusjuhtivust, erisoojusmahtuvust, soojuspaisumistegurit ja permeatsiooni;
- elektrilisi omadusi, ehk kas materjal on elektrijuht- või isolaator;

- optilisi omadusi, ehk kas materjal on läbipaistev, poolläbipaistev, optilise kvaliteediga või läbipaistmatu;
- ökoloogilisi omadusi, mille all mõistetakse materjali siseenergia hulka, CO₂ jalajälje suurust esmatootmisel, taaskasutuse võimalust ja taaskasutuse määrgist;
- tehnoloogilisi omadusi, mis hõlmab endas, niiskusesisaldust, termostabiilsust, kahanemist ning materjali kuivatamistemperatuuri ja aega;
- ohutust puudutavat informatsiooni, kus on lühike kirjeldus materjali üldisest mõjust inimesele ning milliseid kaitsevahendeid on vaja materjalidega töötamiseks;
- toetavat informatsiooni, milles on kirjeldatud materjali tüüpilised kasutuskohad ning see informatsioon on mõeldud eelkõige töötajate silmaringi laiendamiseks.

2.2. Tehniliste andmete faili lisamine tootmisprogrammi

Selleks, et alustada TP-ga seotud toiminguid, tuleb kõigepealt TP-sse sisse logida. Ettevõtte on ostnud 8 täis litsentsi, millega pääseb ligi kogu tootmisprogrammile ning tsehhides tootmisprotsessidega opereerimiseks on kasutusel piiramatult arv piiratud tegevusvõimalusega litsentse. Kuna autor läbis samas ettevõttes inseneripraktika, siis on säilinud autori kasutajaandmed TP-s.

Järgnevalt samm-sammuline kirjeldus, kuidas TP-sse registrifailid lisatakse:

- 1) logides kasutajaandmetega TP-sse sisse, avaneb esileht (Joonis 1);
- 2) järgmise sammuna valib autor avamenüü esimesest veerust esimene üksus - artiklid, mis sisaldab kogu ettevõtte valmistatavate toodete ja kasutatavate materjalide loetelu;
- 3) selleks, et soovitud andmeid TP-st leida, tuleb programmile seada mõned kitsendused. Esimesena valib autor vajaliku tootmisosakonna, milleks konkreetsel juhul on plastiosakond. Teisena määrab autor ära ühiku tüübi, milleks on pooltooted ning selleks, et kirjeldatavat paremini illustreerida, sisestab autor näitena ühe PA toote, mida sellest materjalist kõige enam toodetakse (Joonis 2). Seejärel kasutab autor klahvikombinatsiooni Ctrl + Enter;
- 4) misjärel avaneb toote andmeid sisaldav hüppikaken (Joonis 3). Selles on ära toodud toote nimetus, ettevõttesisene tootekood, millisesse osakonda toode kuulub, materjali tüüp, toote laoliikumised ja asukoht laos, tootega seotud failid, tootmisandmed ja toote kooslus. Autor valib keskmisest menüüreast – failid;

- 5) seejärel avaneb järgmine hüplikaken (Joonis 4), mis sisaldab tootega seotud faile. Tänu sellele, et TP on väga paindlik on sinna võimalik lisada erinevas formaadis faile. Näiteks tootega seotud joonised, tootekoosluseid ja tootmisega seonduvat informatsiooni;
- 6) olles valinud rippmenüüst uue faili lisamise, tuleb valida soovitud fail, misjärel avaneb viimane hüplikaken (Joonis 5), millesse saab lisada faili nimetuse. Lisaks saab selgitusse kirjutada olulisi teateid faili kohta. Täitnud ära vajalikud lahtrid, tuleb sisestatud muudatustega nõustuda ning fail ongi tootmisprogrammi üles laetud.

The screenshot shows a software window titled "Artiklite nimekirj". It has a menu bar with options like "Tagasi", "Printi", "Inventuurid", etc. Below the menu bar, there are several filter sections: "Uhiku rühm", "Tulude üksus", "Tootmise profil", "Osakond", "Lao saldo profil", "Kooslus", "Sorteerimine", "Broneerimise staatus", "Tellimuse staatus", "Staatuse", "Kaubavarude olek", "Hinna järgi sortee", "Uhiku tüüp", "Kasutus", "RoHS", "Tellimuste järgne tootmine", "Saldokontroll".

A context menu is open over the table, showing options like "Ava", "Uus", "Kopeeri", "Uus versioon", "Kustuta", "Protsess", "Juhtimine", "Kood", "Kooslus", "Äripartnerid", "Kuulub tootesse", "Prognoositav saldo", "Dokumendid", "Muuda ühiku rühm", "Ühiku märgistus", "Trüki välja nimekirja", "Seerianumbri linkimine", "Ostutellimused", "Laosündmused", "Saldomuudatus", "Varude kasutus", "Inventuur", "Ostulepingud", "Müügilepingud", "Tameaja kontroll".

info	Nimetus 2	Nimetus 3	Saldoandmed	Broneeringud	Tellimused	Hinnad	Kaubavarud	Tootmine
			Saldo	Väline	Kokku:	Keskmine hi	Kokku:	Ühen Mitm M
	2-PR STIF		768 000	320 000		0,01	7 944,19	1 1

Joonis 2. Artiklite nimekirj [2]

Artikkel

Tagasi Trüki Muuda staatus Nr1 Nr2 Nr3 Nimetuse moodustamine Lao liikumised Prognoositav saldo Dokumendid Pakid Ava kooslus Elemendid Alta

Tagasi Muuda Kood: 101037 Versioon: 0 Kontroll: 0 StaafHyväksytty Kehtiv alates:

Rühm: L7 Plast L7.1 Plast L7.1.1 Plast

Nimetus 1: SULKULEVY RUNKO 2-PR STIFTHÄL

Nimetus 2:

Nimetus 3:

Joonis: 101037 Versioon:

Tüüp: ☐ Komponent ☐ Lõpptood ☐ Töövahend ☐ Pakk ☐ Teenus ☐ Liik: ☒ Üldine ☐ Eriline ☐ Kliendile

☐ Materjal ☒ Pooltoode ☐ Tarvikud ☐ Allhange

☐ Abiaine ☐ Alamkooslus ☐ Varuosad ☐ Allhanke artikkel

Protsessi staatus: ☐ Proto ☐ Test ☐ Eel- ☒ Tootmine ☐ Lõpetamisel ☐ Varuosad ??

☐ Kustutatud ☐ Kasut.-keeld ☒ Soovitus ☐ Näidis ☐ Tellimusel tootmine

Tooterühm:

Tulude üksus:

Osakond: PLAST Plastiosakond

Ühikud: Ladu: TK Kordaja: 1 / 1 Ost: TK Ümardades

Kordaja: 1 / 1 Kooslus: TK Kasutamise valem

Üldised andmed Teated Parameetrid Omadused Failid Müük Pakkumise arvutus Ost Tootmine Toll Ühendused Statistika Asendused Muudatu:

Profiil		Saldo										Broneeringud		Tellimused		
Num	Kirjeldus	Sa	Pealadu	Kindlus	Tootmise	Varude ko	Tarne keel	Kokku:	Transiit la	Läbiveol	Bronnita	Vaba	Kokku:	Ulatub ku	Kokku:	Täiend
0	Oletusprofiil		768000	0	0	0	0	768 000	0	0	448 000	576 000	320 000		0	Oletus

Kaubavarude laod Makse analüüs

☒ Pealadu ☐ Tootmise ladu ☐ Mõlemad ☐ Konsignatsioon ☐ Abivaru

Kaubavarude ladu				Asukoht vaikimisi								
Ladu	Riik	Saldo	Nõuete	Tootmise reser	Vastuvõtmine	Väljaandm	Tootmine	Tagastatud	Kätt	Inventuur	Inventuuri ku	Kus
Default main stock	KUUR	768 000										

Joonis 3. Artikkel [2]

Artikkel

Tagasi Trüki Muuda staatus Nr1 Nr2 Nr3 Nimetuse moodustamine Lao liikumised Prognoositav saldo Dokumendid Pakid Ava kooslus Elemendid Alta

Tagasi Muuda Kood: 101037 Versioon: 0 Kontroll: 0 StaafHyväksytty Kehtiv alates:

Rühm: L7 Plast L7.1 Plast L7.1.1 Plast

Nimetus 1: SULKULEVY RUNKO 2-PR STIFTHÄL

Nimetus 2:

Nimetus 3:

Joonis: 101037 Versioon:

Tüüp: ☐ Komponent ☐ Lõpptood ☐ Töövahend ☐ Pakk ☐ Teenus ☐ Liik: ☒ Üldine ☐ Eriline ☐ Kliendile

☐ Materjal ☒ Pooltoode ☐ Tarvikud ☐ Allhange

☐ Abiaine ☐ Alamkooslus ☐ Varuosad ☐ Allhanke artikkel

Protsessi staatus: ☐ Proto ☐ Test ☐ Eel- ☒ Tootmine ☐ Lõpetamisel ☐ Varuosad ??

☐ Kustutatud ☐ Kasut.-keeld ☒ Soovitus ☐ Näidis ☐ Tellimusel tootmine

Tooterühm:

Tulude üksus:

Osakond: PLAST Plastiosakond

Ühikud: Ladu: TK Kordaja: 1 / 1 Ost: TK Ümardades

Kordaja: 1 / 1 Kooslus: TK Kasutamise valem

Üldised andmed Teated Parameetrid Omadused Failid Müük Pakkumise arvutus Ost Tootmine Toll Ühendused Statistika Asendused Muudatu:

Tü	Kood	Versioon	Nimetus 1	Nimetus 2	Kuupäev	Vastutav isik
T			101037 joonis		08.08.14	Hanna Treikeld

Uus manus Ins Fail andmebaasi

Uus dokument Ctrl+D Link failiga

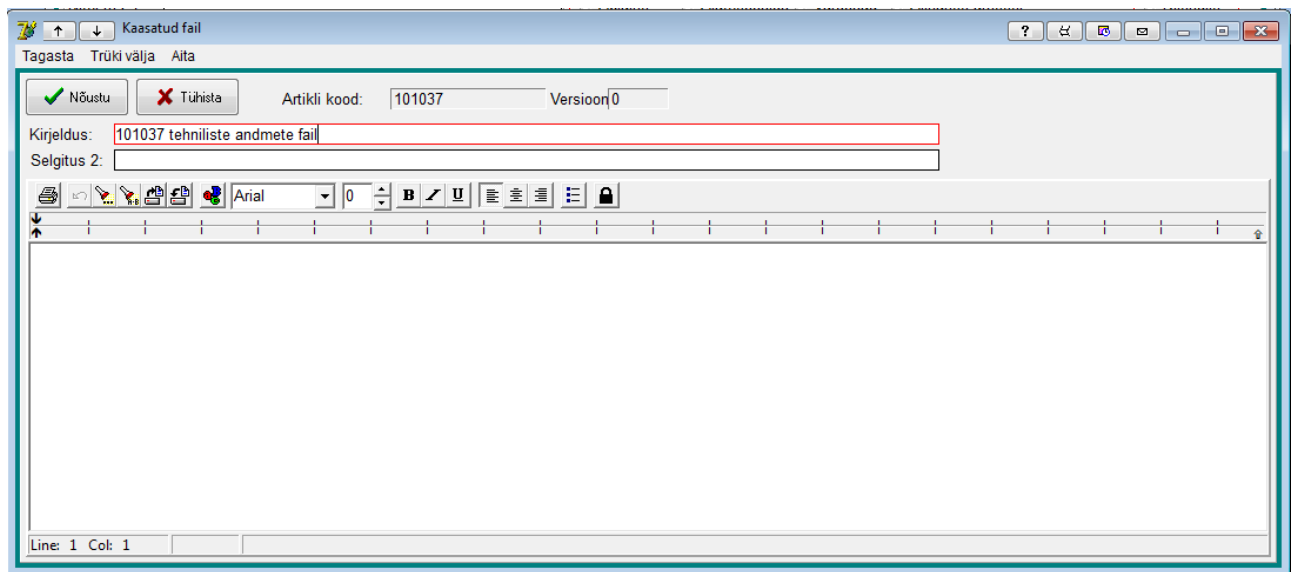
Ava Ctrl+Enter

Ava fail Ctrl+T

Ava polku

Kustuta Del

Joonis 4. Artikli informatsioon [2]



Joonis 5. Kaasatud fail [2]

3. POLÜMEERMATERJALIDE ÜLDISELOOMUSTUS

Polümeermaterjalideks (Lisa 3) nimetatakse füüsikalise koosmõjujõuga omavahel seotud erineva suurusega makromolekulide segu. Temperatuurikäitumise alusel liigitatakse polümeermaterjalid – termoplastideks, termoreaktiivideks ja elastomeerideks ehk elastoplastideks. Termoplastid muutuvad kuumutamise tagajärjel voolavaks ning jahtudes taastuvad uuesti oma esialgsed omadused. Termoreaktiivid muutuvad kuumutamisel või kõvendi toimel ruumilise struktuuriga võrestikpolümeerideks, mis ei sula ega lahustu. Molekulaarse struktuuri järgi jaotatakse polümeermaterjalid kolme tüüpi – plastid, kiud ja elastomeerid. [3], [4]

Kuna polümeermaterjalid on valdavalt plastid, siis samastatakse mõnikord polümeermaterjali ja plasti mõiste [5]. Erinevate plastide võrdlus on ära toodud kolme protsessi alusel, milleks on töötlemine, valmistamine ja taaskasutus (Tabel 1).

Tabel 1

Erinevate plastiliikide võrdlus [6]

Protsess	Termoplastid	Reaktoplastid	Elastoplastid
Töötlemine	Kuumvormitav Keevitatav Üldjuhul liimitav Lõiketöödeldav	Ei ole kuumvormitav Ei ole keevitatav On võimalik liimida Lõiketöödeldav	Ei ole kuumvormitav Ei ole keevitatav On võimalik liimida Madalatel temperatuuridel lõiketöödeldav
Valmistamine	Survevalu Injektsioon-puhumisvormimine Ekstrudeerimine	Survepressimine Reaktsioon-survevormimine Survevalu Lamineerimine	Survepressimine Survevalu Ekstrusioon
Taaskasutus	Hõlpsasti ümbertöödeldav	Ei ole ümbertöödeldav, kuid võimalik kasutada täitematerjalina	Ei ole ümbertöödeldav

Sõltuvalt tarbimisväärtusest liigitatakse plastid [3], [5]:

- tarbeplastid, kuhu alla kuuluvad – PE, PP, PS – nad on massiliselt toodetavad, samal ajal odavad ning nende mehaanilised ja termilised omadused on tagasihoidlikud.
- konstruktsiooniplastid, kuhu alla kuuluvad – termoplastid PA ja PC, stüreeni kopolümeer ABS ja polüsegu ABS/PC. Tavaliselt on need plastid kallimad ja toodetakse väiksemates kogustes. Peamiselt kasutatakse konstruktsiooniplaste komposiitmaterjalide sideainena, kuna nende omadused võrreldes tarbeplastidega on paremad. Nad kannavad paremini koormusi, neil on väike roome ja sitkus/jäikus ning madal temperatuuri- ja ilmastikukindlus.

3.1. Polümeermaterjalide tähtsamad omadused

Omavahel saab võrrelda lisakomponentidest moonutamata polümeeride omadusi, mistõttu nende tegelikud omadused võivad oluliselt erineda. Tähtsamad omadused polümeermaterjalide puhul on [3], [7], [8], [9]:

- tihedus – füüsikaline suurus, mis näitab aine massi ruumalaühikus, polümeermaterjalidel väike, umbes $0,9\text{--}2,2\text{ g/cm}^3$;
- veeimavus – väljakuivatatud täitematerjali proovi massi juurdekasv avatud terasiseste tühimike veega täitumisel, oleneb polümeeri polaarsusest, muutub piirides $0,01\text{--}8,5\%$;
- tõmbeelastsusmoodul – iseloomustab polümeeri jäikust, muutub vahemikus $1\text{--}12\text{ GPa}$;
- elastsuspiir – suurim pinge, mille saavutamiseni ei teki kehas olulisi jääkdeformatsioone, mis polümeermaterjalidel muutub vahemikus $17\text{--}95\text{ MPa}$;
- tõmbetugevus – tõmbekatsel esinev suurim pinge, mille korral katsekeha veel ei purune, muutub vahemikus $15\text{--}165\text{ MPa}$;
- pikenemine purunemisel – deformatsioon tõmbel iseloomustab polümeeri energia absorbeerimis- ehk neeldumisvõimet purunemiseni (sitkus), polümeermaterjalidel $< 1000\%$;
- lõõgisitkus – iseloomustab polümeeri sitkust, polümeermaterjalidel $< 950\text{ J/m}$;
- sulamistemperatuur – temperatuur, millest alates tahked amorfsed ja poolkristallilised ained hakkavad vedelduma, polümeermaterjalidel madal $< 400^\circ\text{C}$;
- maksimaalne töötemperatuur – kõrgeim temperatuur, mille juures materjal säilitab oma tööomadusi, polümeermaterjalidel muutub vahemikus $60\text{--}145^\circ\text{C}$;
- soojusjuhtivus – soojusenergia spontaanne kandumine kuumemalt kehalt külmemale kehale aineosakeste vastastikmõju tagajärjel, polümeeridel muutub vahemikus $0,15\text{--}0,6\text{ W/m}\cdot\text{K}$;

- erisoojusmahtuvus – soojushulk, mis on vajalik ühe massiühiku polümeeri temperatuuri tõstmiseks ühe kraadi võrra, muutub vahemikus 1500–1960 J/kg °C;
- soojuspaisumine – keha mõõtmete suurenemine soojenemisel, polümeeridel on temperatuuri muutumisel madal dimensiooniline püsivus, muutub vahemikus 30–220 µm/m°C;
- permeatsioon – materjali omadus, mille korral on nii auru, gaasi kui ka tahke aine molekulidel võimalus liikuda vabalt läbi materjali, sealjuures ei toimu materjalis füüsikalisi ega keemilisi muutusi, polümeermaterjalidel madal;
- elektrijuhtivus – aine võime juhtida elektrivoolu ja elektritakistuse pöördväärtusega võrduv füüsikaline suurus;
- termostabiilsus – maksimaalne temperatuur, mida polümeer talub degradeerumata (ilma väärtuste kahanemata), polümeermaterjalidel suhteliselt hea.

3.2. Plasttoodetel ilmnevad talitlusomadused

Plasttoodetel nagu ka teistel materjalidel ilmnevad talitlusomadused saab laias laastus jagada kuueks suuremaks rühmaks. Nendeks on [10]:

- mehaanilised (vastupanu mehaanilistele mõjuritele – tõmbele, survele, paindele, löögile, kõvadus ja kulumiskindlus),
- füüsikalised (sooja/külmakindlus, soojusjuhtivus ja soojuspaisumine),
- elektrilised (vastupanu elektrivälja toimele ja dielektriline läbitavus),
- optilised (läbipaistvus, valguse neeldumine/peegeldumine),
- keemiline vastupidavus,
- sanitaar-hügieenilised.

3.3. Peamised plastide kasutamise põhjused

Plastide kasutamiseks on mitmeid olulisi põhjuseid. Esiteks on plastidel madalam töötlemistemperatuur, võrreldes nii metallide kui keraamikaga, millest tulenevalt on ka plastide energiakulu väiksem. Teiseks on plastid ja polümeerid võrreldes teiste materjalidega kergemad, mahu ja massi suhe on nende kasuks. Kolmandaks on plastidel minimaalne viimistlemise vajadus, mistõttu on tooted odavamad. Lisaks on plastid hästi töödeldavad, hea korrosioonikindluse ja eritugevusega (hea tugevuse ja tiheduse suhe). Tänu sellele tagavad plastid ühtlaselt vaikse töö ja hea müra summutatuse. Samuti on plastid head elektri- ja soojusisolaatorid. [8]

4. POLÜAMIID (PA)

4.1. Omadused

PA-i ehk nailonit (Lisa 4) saadakse kahealuseliste hapete ja diamiinide polükondensatsioonil esimeses astmes tekkiva nailonsoola lobris ja edasi sulami vee eraldumisel temperatuuri tõstmisel kuni 290°C-ni. Reaktsiooni kiirendamiseks kasutatakse dihappe dikloriide. Nimetus nailonid viitab plastirühmale, mida teatakse ka PA-na. Nailon on painduva ahelaga kristalliline regulaarse struktuuriga termoplast. PA on tugev materjal, millel on hea soojusvastupidavus ja keemiline vastupidavus. Nailonit kasutatakse kile ja kiudaine tootmises, aga ka valuseguna. [6]

Põhiomadustelt on PA-d polaarsed, mistõttu ei sobi nad kasutamiseks kõrgsagedustehnikas. Samuti on PA halvasti lahustuv, lahustiks sobivad ainult happed ja fenoolid. PA-d on hügroσκοopsed, neil on suur veeimavus, kuni 8,5%, mis muudab klaasistumistemperatuuri ebamääraseks. Kõrge sulamistemperatuur tagab nende hea kuumuskindluse. Samuti on hea ilmastikukindlus, kuid on hüdroolüüsitundlikud vormimisel. Mehaanilised omadused on head, samuti hea löögitugevus, madal hõõrdetegur, hea abrasioonikindlus ja sitkus, töötemperatuur -30...100°C ja omadused on tundlikud veesisalduse suhtes. Nailonid neelavad ümbritsevast keskkonnast niiskust. See neeldumine jätkub kuni tasakaaluolekuni ning sellel võib olla negatiivne mõju mõõtmete stabiilsusele. Üldiselt kipuvad nailoni löögikindlus ja paindlikkus niiskusesisalduse kasvades suurenema, samas tugevus ja jäikus allpool klaasistumistemperatuuri (50–80°C) vähenevad. Niiskusesisaldus sõltub temperatuurist ja kristallilisusest. Eelkonditsioneerimisega saab ennetada niiskuse neeldumisest tekkivaid negatiivseid mõjusid töötlemisel.

PA töödeldavus on hea, sulamine toimub kitsas temperatuurivahemikus ja sulaviskoossus on madal. Väga oluline on PA kuivatamine enne töötlemist, tema mahukahanemine on 0,5–2,2%. Töötlemiseks sobivad survevalu, ekstrusioon, puhumine ja rotovormimine. Kompaundidesse lisatakse ka määrdeaineid, stabilisaatoreid, täiteaineid, nukleatsiooniatente, plastifikaatoreid ja leegiaeglusteid.

Nailonid on vastupidavust enamikele kemikaalidele, kuigi võivad kahjustuda kokkupuutel tugevate hapete, alkoholide ja leelistega. Nailoneid võid kasutada kõrge temperatuuriga keskkondades. Kuumust stabiliseerivad süsteemid lubavad püsivat vastupidavust temperatuuril kuni 185°C. PA on homopolümeer, kopolümeer või tugevdatud. Nailonid võivad olla segatud teiste tehniliste plastmassidega, et parandada kindlaid tootmisomadusi. [11]

4.2. Rakendused

Nailonkiude kasutatakse tekstiilitööstuses, näiteks kiu ketramiseks kas tekstiilikangana või koordina. PA-kiud kopeerib looduslikku valkainet. Määravad omadused on kuumakindlus, veekindlus, vastupidavus kemikaalidele, kulumiskindlus ja värvidega sobivus.

Survevalutooted, mida PA-st valmistatakse on erinevad ajamid, laagrid, hammasrattad ja rullikud. Ekstrusioonpuhumise teel saadakse pakendikiled ning keetmis- ja küpsetuskotid. Siinkohal on määravaks madal permeatsioon ning oma sitkuse tõttu on materjalil madal gaasi läbilaskvus. Monokiududest valmistatakse harjad, vaibad, parukad, kunstkarusnahad, kirurgilised niidid ning kalanduses kasutatavad tamiilid ja võrgud. Selle isemäärivad omadused teevad sellest kasulikud püügivahendid ja laagrid.

Lisaks valmistatakse ka ekstrudeeritud torusid, voolikuid, tõmblukke, pihustatavad pinnakatteid ja kuumsulamliime. Paremate tugevusomaduste pärast kasutatakse klaaskiuga armeeritud tooteid, nagu kodumasinade korpused ja autoosad. PA leiavad palju rakendust asendamaks näiteks auto mootori metallosi. Sisselaskekollektorid on tugevamad, korrosioonikindlamad, kergemad ning odavamad kui alumiiniumist ja pakuvad paremat õhu läbilaskvust. Hea elektriisolatsioon, korrosioonikindlus ja sitkus teevad nailonist hea valiku suure koormuse all töötavate elektriseadmete osad, nagu isolaatorid, lülitid korpustes ja üldlevinud sidemetes. Lisaks kasutatakse seda ka elektriliste tööriistade korpustes. [11]

4.3. Tootekirjeldus

Ettevõttes nimetatakse PA-st enimtoodetavaks tooteks pistikupesa lapseluku ümbrist, mille ettevõttesiseseks tootekoodiks on 101037 (Tabel 2), (Lisa 5). Toodet valmistatakse kuumkanalitega varustatud 16–pesalise vormiga ning pingis, mille sulgemisjõuks on 1500 kN. Ettevõttes toodetakse detaili masinaga Arburg 150t. Kui tootmises tekib paus, siis tootmise uuesti käivitamine võib olla raskendatud, kuna kõik kuumkanalid ja kogu vorm ei pruugi korralikult materjaliga täituda. Sellest

tulenevalt võib masin peale tööpausi toota rohkem praaki, kui tavaliselt. Lisaks PA-le sisaldab toode ka klaasfiibrit, mis lendub tootmise käigus ning see võib kahjustada töötajate silmi. Toote valmistamisel on lubatud kasutada 30% puru, ehk varem kasutatud ja purustatud praakmaterjali. Materjali ei saa töödelda niiskena, sest siis voolab see vormist välja. Peamiselt valmistatakse toodet ettevõttele Schneider Electric (Foto 1).



Foto 1. Polüamiidist valmistatud tootenäidis

Tabel 2

Polüamiidist tootenäidise tootmisinformatsioon [2]

Plastitöötlemise juhend		Toode:		101037	Mat Partii nr.	
Vormi nr.	101037	Vasukoht	F904A			
Materjal	PA6 Bergamid B70 G30 VN4388			Värv	Valge	
Det kaal [g]	Jääte kaal [g]	Tsükli aeg [s]	Pesasid	Kasti [tk]	Kast	Puru [%]
2,23	0	18	16	4000	Roh.plast kast	30
Pink nr	Masina mark	Kuivatamine	Kuivati	TK tunnis	Mat.Kulu kg/h	Robot
4	Arburg 150t	4-5h 80°C	KJ - 10	3600	8,0	Ei saa
Termostaat	Kuumkanal	Suuline	1. tsoon	2. tsoon	3. tsoon	4. tsoon
liik vesi/80C	265-320	260	255	250	245	240
Prits. Surve 1	Prits. Surve 2	Prits. Surve 3	Jahutusaeg [s]	1.Järels./aeg	2.Järels./aeg	Vastusurve
1500	1400	1300	8	600/1	25/0,1	50
1.Kiirus - matk	2.Kiirus - matk	3.Kiirus - matk	Ports	Dekomp.	Järels. Punkt	Vormi lj.
35	35	35	41	6	12	1000
Erimärkused					Pingi tsüklilugeja näit	
Kasti panna võimalikult täpne kogus detaile.					Algnäit.	
Kasti tuleb pritsida destilleeritud vett (5ml)					Tsüklite arv	

5. POLÜETÜLEEN (PE)

PE markeeritakse tavaliselt tiheduse järgi kolmeks suuremaks rühmaks, milleks on: madaltihe (LDPE), kõrgtihe (HDPE) ja lineaarne madaltihe (LLDPE). PE kolme põhimarkeeringu peamised omadused, mille alusel saab antud materjale võrrelda (Tabel 3).

Tabel 3

PE põhimarkide iseloomustus [3]

Omadus / [mõõtühik]	LDPE	HDPE	LLDPE
Molekulaarstruktuur	Tugevalt hargnenud	Keskmiselt hargnenud	Vähehargnenud
Tihedus [g/cm ³]	0,91...0,925	0,915...0,93	0,94...0,97
Kristallilisus [%]	40...55	55...65	60...80
Sulamistemperatuur [°C]	108...115	120...130	130...138
Molaarmass [g/mol]	50...100 tuhat	150...250 tuhat	200...500 tuhat
Töötemperatuur [°C]	-60...70	-50...80	-40...80
Tõmbetugevus [MPa]	8...23	15...30	18...35
Tõmbeelastsusmoodul [GPa]	0,2...0,4	0,5...0,9	0,6...1,5
Pikenemine purunemisel [%]	300...1000	kuni 1000	100...1000
Soojuspaisumistegur [µm/mK]	100...220	80...150	60...110

5.1. Omadused

PE (Lisa 6) on kristalliline polümeer, mille omadused sõltuvad eelkõige lineaarsest ehk teisisõnu hargnenud struktuurist ja sellest tulenevast kristallide sisaldusest. PE on väikse tugevusega, sitke ja veniv materjal ning lineaarsuse suurenemisel kasvab tema tugevus. Lisaks on PE keemiliselt inertne, lahustub soojendamisel süsivesinikes, madala veeimavusega ning madala veeauru permeatsiooniga. Tänu apolaarsusele on materjalil suurepärased elektriisolatsiooni omadused. PE on hea töödeldavuse, suur sulami tugevuse ja erisoojusmahtuvusega, madala sulatöötlemistemperatuuri, hea voolavuse,

lühikese pingete relaksatsiooniaja ning suure mahukahanemisega materjal. Selle omadused on sünteesil kergesti varieeritavad sõltuvalt morfoloogilisest koostisest ja tiheduses. [3], [12]

5.2. Rakendused

PE leiab väga laialdast kasutust. Sellest on võimalik valmistada mitmesuguseid survevalutooteid, nagu näiteks erinevad torud, kaabliisolatsioonid ja lehtmaterjalid ekstrusioonil. See kujutab endast termoplastide töötlemise viisi tehnikas, mille käigus muudetakse plast plastseks, surutakse läbi kindla suurusega ava ja jahutatakse. Mitmesuguseid tooteid on võimalik valmistada kas keemiliselt või füüsikaliselt vahustatud PE-st. Lisaks valmistatakse pudeleid ja mahuteid ekstrusioon (survevalu)- puhumisvormimisel. Suured tooted, nagu näiteks mahutid valmistatakse PE pulbrite rotovormimisel, ehk rotatsioonvaluga, milles pulbriline plast surutakse tsentrifugaaljõu mõjul vastu kuuma vormi ning jahutades omandab sulanud materjal vormi kuju. PE kasutatakse ka pihustatavate pinnakatete valmistamisel. Samuti ka pulbrite paagutamisel survevormimisel, näiteks laagrid ja tihendid, või aeglasel ekstrusioonil. Ristseotud PE (kiiritamisel või keemiliselt) elektriisolatsiooni- või pakkematerjalina. [12]

HDPE-d kasutatakse peamiselt tööstuses, näiteks tööstuslike vedelike käsitlemiseks mõeldud torud ja ventiilid, ladustamispurgid, kemikaalide paagid ja jäätmekonteinerid. Infrastruktuuris kasutatavad vee ja reovee veotorud, gaasitorud, geomembraanid ja torustikud nafta transpordiks. Toiduainetööstuses puhumisvormimisel valmistatakse joogimahutid, kaaned ja korgid, lõikelauad ja salved. Autotööstuses kütusepaakide ja kütusetäitmistorud. Majapidamises prügikonteineri, torud ja tiigid.

LDPE-d kasutatakse peamiselt pakendamisega seotud valdkondades, näiteks kiled, kokkutõmbavad mähised, kilekotid, pudelid, prügikotid, katematerjalidena pappjoogipakenditele nagu piim ja mahlad. Samuti ka tööstuses, kus valmistatakse suured mahutid, mis on rotovormimisel või löökvormimisel toodetud, lisaks ka kuumsulatusliimid. Laborites kasutatavad LDPE-st tooted on pesupudelid ja kemikaalide ladustamise pudelid. Elektroonikas kasutatakse seda ka kaabli isolatsioonina. Põllumajanduses kasutatakse LDPE-d põllumajanduslike kilede, aga ka kütte- ja niisutussüsteemide torustike valmistamiseks.

LLDPE peamine kasutuskoht on filminduses, aga ka torude, voolikute ja kaablite isolatsioonimaterjalina. Pakendamisel kasutatakse seda kilede, kokkutõmbavate mähiste, kilekottide, pudelite, prügikottide ja katematerjalidena pappjoogipakenditele nagu piim ja mahlad

valmistamiseks. Samuti kasutatakse seda põllumajanduslike kilede, torude, painduvate kütte- ja niisutussüsteemide ning geomembraanide valmistamiseks. [13]

5.3. Tootekirjeldus

Ettevõttes on toote nimetus kaablitoru jätk, mille ettevõttesiseseks tootekoodiks on 130493500 (Tabel 3). Toote valmistamiseks kasutatakse 6-pesalist vormi, mille vormi numbriks on 13049. Toote materjaliks on PE Borealis MG 9641S ning detaili värvus on valge. Detaili valmistamiseks on vaja pinki, mille sulgemisjõud on alates 1500 kN. Ettevõttes toodetakse seda detaili masinaga Arburg 150t. Detaili kaal on 7,5 g ning jäadet tootmisel ei teki. Ühe tootmistsükli pikkus on 24 s. Toote valmistamisel on lubatud kasutada 30% puru, ehk juba varem kasutatud ja purustatud praakmaterjali. Konkreetset toodet ei kuivatata. Detailid pakendatakse 900 kaupa kastidesse. Peamiselt valmistatakse seda toodet ettevõttele Schneider Electric (Foto 2).



Foto 2. Polüetüleenist valmistatud tootenäidis

Tabel 3

Polüetüleenist tootenäidise tootmisinformatsioon [2]

Plastitöötlemise juhend		Toode:		130493500	Mat Partii nr.		
Vormi nr.	13049	V.asukoht	B902A				
Materjal	PE Borealis MG 9641S			Värv	15% 60353500 Valge		
Det kaal [g]	Jääte kaal [g]	Tsükli aeg [s]	Pesasid	Kasti [tk]	Kast	Puru [%]	
7,5	0	24	6	900	S. Return box	30	
Pink nr	Masina mark	Kuivatamine	Kuivati	TK tunnis	Mat.Kulu kg/h	Robot	
1	Arburg 150t	Ei kuivata	-	864	6,5	Ei saa	
Termostaat	Kuumkanal	Suuline	1. tsoon	2. tsoon	3. tsoon	4. tsoon	
50	vt märkusi	175	170	165	160	155	
Prits. Surve 1	Prits. Surve 2	Prits. Surve 3	Jahutusaeg [s]	1.Järels./aeg	2.Järels./aeg	Vastusurve	
1300	1300	1300	12	1000/1	900/3,5	25	
1.Kiirus - matk	2.Kiirus - matk	3.Kiirus - matk	Ports	Dekomp.	Järels. Punkt	Vormi lj.	
32 - 25	32 - 20	31 - 15	85	2	15	1400	
Erimärkused					Pingi tsükli lugeja näit		
Põletus ja määrimine on lubatud!					Algnäit.		
					Tsükli arv		

6. POLÜKARBONAAT (PC)

6.1. Omadused

PC (Lisa 7) on amorfne termoplast, mis on oma nime saanud karbonaatrühma järgi. Tema struktuurile annab jäikuse kõrge aromaatikasisaldus. PC-le on iseäralik funktsionaalne rühm, mis muudab ahela painduvaks. Ahelatevahelised mõjud on minimaalsed steeriliste takistuste tõttu. See tingib materjali madala tiheduse, milleks on $1,22 \text{ g/cm}^3$. Klaasistumistemperatuur võrreldes sulamistemperatuuriga (230°C) on ebareeglipäraselt kõrge, 145°C . PC on polaarne polümeer, mis on tundlik aromaatikale, halogeensüsivesinikele ja leelistele. Lisaks on PC ka ilmastikukindel, kuid tundlik UV-kiirguse suhtes. PC on läbipaistev ja kuumuskindel. Materjali töötemperatuur on vahemikus $-100\dots130^\circ\text{C}$. Materjali miinuseks on probleemid mõranemisega, kokkupuutel lahustitega. PC on jäik, kuid samas erakordselt sitke ja löögikindel, selle mehaanilised omadused on väga head ja samuti on materjalil suur dimensiooniline stabiilsus. PC-d nimetatakse ka klassikaliseks inseneriplastiks. PC on isekustuv, veel parem kui materjali on halogeenidega muudetud. [3]

PC-d on võimalik töödelda survevalu, ekstrusioonil temperatuuril $280\text{--}320^\circ\text{C}$, rotovormimise ja termovormimisega temperatuuril $170\text{--}205^\circ\text{C}$. Oluline on peale töötlemist materjali kuivatada, seejuures mahukahanemine on suhteliselt väike ($0,5\text{--}0,7\%$). PC kasutamist piiravad madal kemikaali- ja kriimustuskindlus ning kalduvus muutuda kollaseks, UV-kiirgusega kokkupuute järel. Neid piiranguid saab kergesti ületada, lisades kompaundile õigeid lisaaineid. [6]

Läbipaistvus, suurepärane sitkus, termiline stabiilsus ja väga hea mõõtmete stabiilsus teevad PC-st ühe levinuima termoplasti tootmises. PC tüüpilisemad kasutuskohad on: CD-d, kaitsekilbid politsei töös, purunemiskindel klaas, lutipudelid, elektrilised komponendid, kaitsekiivrid ja pealambi läätsed. PC on endiselt üks kõige kiiremini kasvav tehniline plastmass, millel on täheldatud uusi rakendusi; globaalne PC nõudlus ületab 1,5 miljonit tonni. [11]

6.2. Rakendused

Viimastel aastatel on PC segud muutunud kaubanduslikus mõttes aina olulisemaks. PC on laialdaselt segudes kasutusel oma suurepärase ühildumise tõttu polümeeridega. Tüüpilised segud sisaldavad kummist muundatud PC-d, millel on parandav mõju omadustele. Sealhulgas on kõige olulisemad segud need, mis sisaldavad ABS-i. PC/ABS ühendab kõrge sulavoolavuse, väga kõrge sitkuse madalatel temperatuuridel ja täiustatud vastupidavusega pingele võrreldes puhta PC-ga.

Kõik segud toodetakse kasutades liitmise astet polümeeride seguga. Selline liitmistehnoloogia on väga oluline selleks, et luua optimaalne morfoloogia ja interaktsioon ehk vastastikmõju nende kahe faasi vahel. PC leiab kasutust erinevatel turgudel, eelkõige auto-, klaasimise-, elektroonika-, masinate-, optiliste andmekandjate-, meditsiini-, valgustuse- ja seadmeturgudel.

Survealumeteodil toodetakse näiteks: lüliteid, releesid, arvuteid, telefone, laserplaate, elektrimasinate ja aparatuuride korpuseid, kaitsekiivreid ja sporditarbeid. Lehtmaterjalist toodetakse näiteks: kasvuhooneklaase, telefoniputkasid, ootepaviljone ja aknaid. Lisaks ka termovormimisel saadud läbipaistvad tooted, milleks on: kuplid, kaitsekilbid, valgustid ja liiklusemärgid. [3]

6.3. Tootekirjeldus

Toote nimetus on põrandakütte või konditsioneeris esipaneel, mille ettevõttesiseseks tootekoodiks on XKA123M (Tabel 4), (Lisa 8). Toote valmistamiseks kasutatakse 2-pesalist vormi, mille vormi numbriks on M079. Toote materjaliks on PC UV V0 Makrolon 6557 010180 ning detaili värvus on valge. Detaili valmistamiseks on vaja pinki, mille sulgemisjõud on alates 2000 kN. Ettevõttes toodetakse seda detaili masinaga Arburg 200t. Detaili kaal on 26,62 g ning jääte kaal 9,64 g. Ühe tootmistsükli pikkus on 45 s. Toote valmistamisel on lubatud kasutada 30% puru, ehk varem kasutatud ja purustatud praakmaterjali segu. Konkreetset toodet kuivatatakse 110°C juures, 2–3 h. Detailid pakendatakse 500 kaupa kastidesse. Peamiselt toodetakse seda toodet ettevõttele Ouman (Foto 3).



Foto 3. Polükarbonaadist valmistatud tootenäidis

Tabel 4

Polükarbonaadist tootenäidise tootmisinformatsioon [2]

Plastitöötlamise juhend		Toode:		XKA123M	Mat Partii nr.	
Vormi nr.	M079	V.asukoht	E903B			
Materjal	PC UV V0 Makrolon 6557 010180 (RAL9003)			Värv	Valge	
Det kaal [g]	Jääte kaal [g]	Tsükli aeg [s]	Pesasid	Kasti [tk]	Kast	Puru [%]
26,62	9,64	45	2	500	M ja P	30
Pink nr	Masina mark	Kuivatamine	Kuivati	TK tunnis	Mat.Kulu kg/h	Robot
17	Arburg 200t	2-3h 110°C		160	5,0	Jääte ja detaili
Termostaat	Kuumkanal	Suuline	1. tsoon	2. tsoon	3. tsoon	4. tsoon
75	puudub	285	280	275	270	250
Prits. Surve 1	Prits. Surve 2	Prits. Surve 3	Jahutusaeg [s]	1.Järels./aeg	2.Järels./aeg	Vastusurve
1900	1850	1800	35	1000/1	900/2	325
1.Kiirus - matk	2.Kiirus - matk	3.Kiirus - matk	Ports	Dekomp.	Järels. Punkt	Vormi lj.
50	45	40	63	0	8	1500
Erimärkused					Pingi tsüklilugeja näit	
Juhendis Arburg 150t (pink nr.1) andmed					Algnäit.	
Lõikame ja laome papid vahele (70tk kastis, alla ja peale ka)					Tsükli te arv	

7. POLÜPROPÜLEEN (PP)

7.1. Omadused

PP (Lisa 9) on kristalliline ja madala tihedusega materjal. Tema töötemperatuur on 0–100°C ning võrreldes PE-ga kõvem ja jäigem. Kuigi PP omadused on sarnased PE omadustega, ilmnevad siiski mõned spetsiifilised erinevused. Need hõlmavad madalamat tihedust, kõrgemat pehmenemispunkti (PP ei sula alla 160°C, PE kui tavalisem plastik sulab umbes 100°C juures), jäikust ja kõvadust. Lisandeid lisatakse kõigile kaubanduslikult toodetud PE vaikudele, et kaitsta polümeeri töötlemisel ja suurendada kasutuse tulemuslikkust. Lisaks on PP veniv, vastupidav pingepragunemisele ja paindumisele. Materjal on pooljäik, poolläbipaistev, vastupidav kemikaalidele, sitke, hea väsimus- ja kuumakindlusega. PP peamiseks probleemiks on rabadus madalal temperatuuril. PP-l ei ilmne pingepragunemise probleeme ja see pakub suurepäraselt elektri- ja kemikaalikindlust kõrgetel temperatuuridel. Dielektriline konstant on madal, lisaks on ta hea isolator ning sellel on väike veeimavus. Materjal on küll keemiliselt inertne, kuid termooksüdeeruv (eriti vormimisel). PP-l on hea töödeldavus sulas olekus. PE-ga võrreldes kulub vähem energiat (soojusmahtuvus väiksem ja nihkevedeldumine intensiivsem) ning kahanemine vormimisel on väiksem. [3], [11], [14]

7.2. Rakendused

PP-d saab töödelda praktiliselt kõikide termoplasti töötlemise meetoditega. Kõige tüüpilisemalt on tooted valmistatud survevalu või ekstrusiooni teel [3], [14]:

- survevalutooted nagu näiteks: autoosad, lauad, toolid, kohvrid, akukorpused, konteinerid, majapidamistarbed, steriliseeritav meditsiiniaparatuur, hingedega tooted;
- kiled puhumiseekstrusioonil, ka biaksiaalselt orienteeritud termokiled (eelkõige pakkekiled ja kleeplintide alused);
- külmkedratud orienteeritud kiudlindist kootakse kotte, vaibaaluseid, kiust valmistatakse köisi, võrke, pakendinööri, vaibalõnga, puhutud staapelkiust mittekoatud materjale;

- ekstrusioonil isoleeritakse traati, saadakse lehtmaterjali, torusid;
- ekstrusioon-puhumisvormimisel valmistatakse mahuteid [15].

7.3. Tootekirjeldus

Toote nimetuseks on abivahend 3–Thorsmani paigaldamiseks, mille ettevõttesiseseks tootekoodiks on 200331379 (Tabel 5). Toote valmistamiseks kasutatakse 1–pesalist vormi, mille vormi numbriks on 20033137. Kasutatavaks materjaliks on PP GB 364 WG 30% gf ning detaili värvus on valge. Detaili valmistamiseks on vaja pinki, mille sulgemisjõud on alates 1000 kN. Ettevõttes toodetakse seda detaili masinaga Arburg 150t. Detaili kaal on 20 g ning jääte kaal 2 g. Ühe tootmistsükli pikkus on 25 s. Toote valmistamisel on lubatud kasutada 30% puru, ehk varem kasutatud ja purustatud praakmaterjali. Konkreetset toodet ei kuivatata. Detailid pakendatakse 150 kaupa kastidesse. Peamiselt toodetakse seda toodet ettevõttele Schneider Electric (Foto 4).



Foto 4. Polüpropüleenist valmistatud tootenäidis

Tabel 5

Polüpropüleenist tootenäidise tootmisinformatsioon [2]

Plastitöötlemise juhend		Toode:		200331379	Mat Partii nr.	
Vormi nr.	20033137	V.asukoht	B909B			
Materjal	PP GB 364 WG 30% gf			Värv	3% 60909000 Valge	
Det kaal [g]	Jääte kaal [g]	Tsükliaeg [s]	Pesasid	Kasti [tk]	Kast	Puru [%]
20	2	25	1	150	V. Return box	30
Pink nr	Masina mark	Kuivatamine	Kuivati	TK tunnis	Mat.Kulu kg/h	Robot
4	Arburg 150t	Ei kuivata	-	144	3,2	Detaili või jääte
Termostaat	Kuumkanal	Suuline	1. tsoon	2. tsoon	3. tsoon	4. tsoon
35	puudub	220	215	210	205	200
Prits. Surve 1	Prits. Surve 2	Prits. Surve 3	Jahutusaeg [s]	1.Järels./aeg	2.Järels./aeg	Vastusurve
1050	1125	1200	10	850/1	750/0.5	70
1.Kiirus - matk	2.Kiirus - matk	3.Kiirus - matk	Ports	Dekomp.	Järels. Punkt	Vormi lj.
55 - 10	25 - 13	13	35	2	10	310
Erimärkused					Pingi tsüklilugeja näit	
					Algnäit.	
					Tsüklite arv	

8. POLÜSTÜREEN (PS)

8.1. Omadused

PS-il (Lisa 10) põhinevaid plaste on mitut liiki. Puhas PS on ideaalselt läbipaistev, kõva, kuid rabe ja väikese löögitugevusega materjal. Levinuim on EPS, mida saadakse, kui lisada tootmisel stüreenile vahustavaid lisandeid, näiteks CO₂. EPS-il on väike tihedus ja head soojusisolatsiooniomadused.

Kahes suunas venitatud polüstüreenist kile on läbipaistev ja laseb hästi õhku läbi. Selleks, et vähendada PS-i rabadust, lisatakse materjali sünteesil reaktorisse ka elastomeere ehk kummi. Sel viisil saadakse löögikindel PS (PS-HI), mis on tunduvalt sitkem, parema vastupanuga orgaaniliste lahustitele, õlidele ja rasvadele, kui puhas PS. Võrreldes puhta PS-ga väheneb materjali tõmbetugevus ja läbipaistvus. PS ja PS-HI iseloomustab hea gaaside (näiteks CO₂, veeauru) permeatsioonivõime.

PS on süsivesinikes ja õlides lahustuv, kuna on vähepolaarne. Materjalil on head elektriisolatsiooniomadused. PS on ideaalselt läbipaistev, kuid eksitav on seda nimetada kristalseks. Materjali suureks miinusteks on oksüdatsioonitundlikkus, kehv ilmastikukindlus ja madal temperatuurikindlus. PS on mõõduka tugevusega, jäik, kuid rabe plast. Madala pehmenemistemperatuuri ja madalatemperatuurilise rabaduse tõttu on selle töötemperatuur kitsas vahemikus: -10...70°C. [3], [11]

8.2. Rakendused

Puhtast PS-st valmistatakse topse toidu säilitamiseks ja ka ühekordseid plastklaase. EPS-ist valmistatakse aluseid, millesse pakendatakse tavaliselt kaubanduskeskustes puuvilju, juurvilju, liha, kala ja kanaliha.

Lisaks tehakse sellest ühekordselt kasutatavaid joogitopse, näiteks kohvitopse. Kahes suunas venitatud polüstüreenist kilet kasutatakse tihti värske toodangu pakkimisel, nt lehtsalat.

Löögikindlat PS-i kasutatakse piimatoodete pakendamisel, näiteks jogurtitopsid või joogitopside valmistamisel. Enamasti kasutatakse PS-il põhinevaid plastid toiduga kokkupuutes pikaajaliselt ja madalal temperatuuril (näiteks liha) või lühiajaliselt ja kõrgel temperatuuril (näiteks kohv). Viimasel ajal on hakanud PP asendama mõningaid löögikindla PS kasutusvaldkondi [11]:

- Survevalutooted, nagu majapidamistarbed, kassetid, mänguasjad, lülitid, korgid jm,
- survevalu-puhumismeetodil saadavad õõnsad tooted (pudelid jm.),
- ekstrusioonil mullilised pakkimiskiled ja lehtmaterjalid termovormimiseks (nõud, pakendid).

8.3. Tootekirjeldus

Toote nimetus on tuletõrje luku klaas, mille ettevõttesiseseks tootekoodiks on 1000204 (Tabel 6). Toote valmistamiseks kasutatakse 1–pesalist vormi. Valmistamisel kasutatavaks materjaliks on PS Empera >GP332 Si 3,1 (S42100) ning detail on läbipaistev. Detaili valmistamiseks on vaja pinki, mille sulgemisjõud on alates 450 kN. Ettevõttes toodetakse seda detaili masinaga BA 45t. Detaili kaal on 18 g ning jääte kaal 1,2 g. Ühe tootmistsükli pikkus on 50 s. Toote valmistamisel on lubatud kasutada 30% puru, ehk varem kasutatud ja purustatud praakmaterjali. Materjal on hea selle poolest, et seda võib lõpmatult uuesti purustada ja taaskasutada. Võrreldes teiste materjalidega säilitab see oma omadused. Teised materjalid võivad määrduda (kas halliks või kollaseks). Konkreetset toodet ei kuivatata. Toodang läheb ettevõttele Harju Elekter Teletehnika AS (Foto 5).

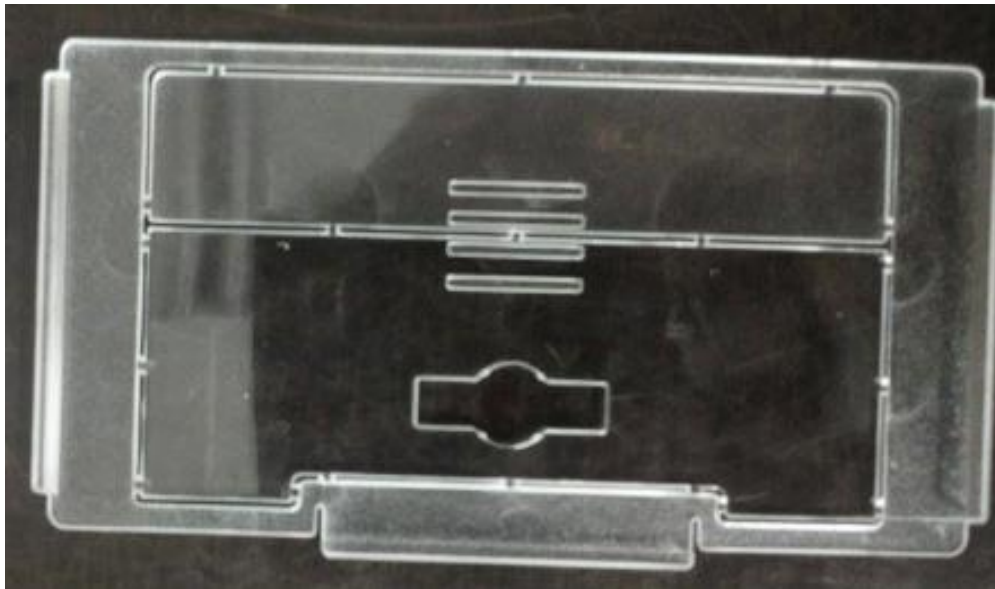


Foto 5. Polüstüreenist valmistatud tootenäidis

Tabel 6

Polüstüreenist tootenäidise tootmisinformatsioon [2]

Plastitöötlemise juhend		Toode:		1000204	Mat Partii nr.		
Vormi nr.	Tuletõrje	V.asukoht	B901C				
Materjal	PS Empera >GP332 Si 3,1 (S42100)				Värv	Läbipaistev	
Det kaal [g]	Jääte kaal [g]	Tsükliaeg [s]	Pesasid	Kasti [tk]	Kast	Puru [%]	
18	1,2	50	1			30	
Pink nr	Masina mark	Kuivatamine	Kuivati	TK tunnis	Mat.Kulu kg/h	Robot	
7	BA 45t	Ei kuivata		72	1,4		
Termostaat	Kuumkanal	Suuline	1. tsoon	2. tsoon	3. tsoon	4. tsoon	
50	puudub	255	255	250	245	235	
Prits. Surve 1	Prits. Surve 2	Prits. Surve 3	Jahutusaeg [s]	1.Järels./aeg	2.Järels./aeg	Vastusurve	
1650	1600	1500	17	850	700	40	
1.Kiirus - matk	2.Kiirus - matk	3.Kiirus - matk	Ports	Dekomp.	Järels. Punkt	Vormi lj.	
7	10	10	30	2	10	500	
Erimärkused					Pingi tsüklilugeja näit		
Juhendis Arburg 100t (pink nr.2) andmed					Algnäit.		
					Tsüklite arv		

9. AKRÜÜLNITRIILBUTADIEENSTÜREEN (ABS)

9.1. Omadused

ABS (Lisa 11) on ideaalne materjal, kasutamiseks kohtades, kus on nõutud suurepärase pinna kvaliteeti, värvipüsivust või läiget. ABS on kahefaasiline polümeerisegu. Kestev stüreeni-akrülonitriil kopolümeer annab materjalile jäikust, kõvadust ja kuumakindlust.

ABS-i standardklassid on spetsiaalselt välja töötatud vastamaks klientide nõudmistele. ABS on kergesti muudetav nii lisaainete lisamise kui ka kolme monomeeri (akrülonitriil, stüreen ja butadieen) suhte variatsioonil. Kiu tugevdamise võib materjalile lisada selleks, et suurendada selle jäikust ja mõõtmete stabiilsust. ABS on kergesti segatav või sulanduv teiste polümeeridega, suurendamaks ja parendamaks veelgi erinevaid materjali omadusi. Looduslik materjal on läbipaistmatu, elevandiluu värvi või kergelt pigmentidega värvitud. Samuti on olemas läbipaistvad ABS-i liike. Erinevatel ABS-i klassidel on erinevad kasutuskohad. Materjal on tavaliselt töödeldud survevalu meetodil või pressimise teel. [11]

9.2. Rakendused

Tänu oma heale omaduste tasakaalule – sitkusele, tugevusele, temperatuurikindlusele – on ABS lihtsasti vormitav ning lõpptootel on väga kvaliteetne pealispind, mis ei vaja lisatöötlust. ABS-il on väga palju kasutusvaldkondi. Nende hulka kuuluvad näiteks: kodumasinad, telefonid, arvutite ja muu kontoritehnika korpused, muruniiduki korpused, kaitsekiivrid, reisipagasi ümbrised, torud ja liitmikud, samuti leiab ABS kasutust ka autotööstuses.

Silmapaistvad tooted, elegantse disaini ja kõrge kvaliteediga, loovad heaolu tunde nii kodus kui kontoris. ABS-ga saab luua põnevaid ja vaheldusrikkaid värvilahendusi. Olenevalt vormimiseks kasutatavast seadmest võib materjali pealispind olla matt, läikiv või satiin.

Elektri- ja elektroonikatööstused nõuavad aina enam materjali puhul pealispinda, mis ei oleks ainult kriimustus- ja kulumiskindel, vaid ka dekoratiivne ja lihtne hooldada. Suurt rolli mängib ka see, et ABS on antistaatiline.

Autotööstus seab materjalile aga eriti kõrged nõudmised. Äärmusliku pinge all peavad need olema stabiilsete mõõtmetega ega tohi deformeeruda, isegi kui toimub suur temperatuuride kõikumine. [11]

9.3. Tootekirjeldus

Toote nimetus on lüliti või pistikupesa ümbrisraam, mille tootekoodiks on BBV10546 (Tabel 7), (Lisa 12). Toode on ühtlasi ka disainielement ja kuna detail on kõrgläikeline, siis pakendatakse detailid kandikutele, vältimaks defektide, nagu kriimustused, teket. Toote valmistamiseks kasutatakse vormi, mis on 4-pesaline ja mille vormi numbriks on BBV49575. Toote materjaliks on ABS HF380LK color 09467 ning detaili värvus on valge. Detaili valmistamiseks on vaja pinki, mille sulgemisjõud on alates 2000 kN. Ettevõttes toodetakse seda detaili masinaga Arburg 200t. Detaili kaal on 16 g ning tekkiva jääte kaal 1,8 g. Tsükliaja pikkus on 32 s. Toote valmistamisel on lubatud kasutada 30% puru, ehk varem kasutatud ja purustatud praakmaterjali. Konkreetset toodet kuivatatakse 80°C juures, 2–3 h. Detailid pakendatakse 500 kaupa kastidesse. Osa toodangust jääb Eestisse, kuid peamiselt eksporditakse toodet ettevõttele Schneider Electric (Foto 6).

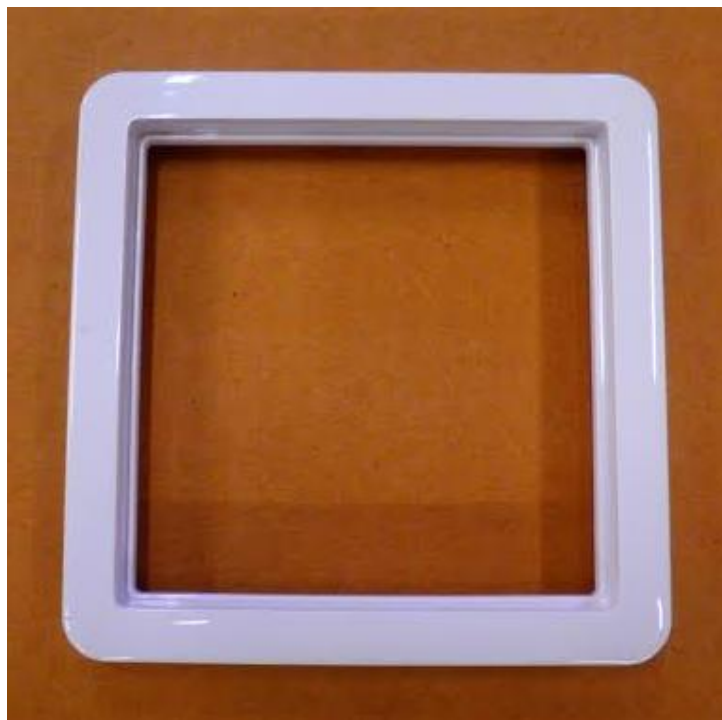


Foto 6. ABS-st valmistatud tootenäidis

Tabel 7

ABS-ist tootenäidise tootmisinformatsioon [2]

Plastitöötlemise juhend		Toode:		BBV10546	Mat Partii nr.	
Vormi nr.	BBV49575	V.asukoht	määramata			
Materjal	ABS HF380LK color 09467				Värv	
Det kaal [g]	Jääte kaal [g]	Tsükli aeg [s]	Pesasid	Kasti [tk]	Kast	Puru [%]
16,4	1,8	32	4	500	S. Return box	30
Pink nr	Masina mark	Kuivatamine	Kuivati	TK tunnis	Mat.Kulu kg/h	Robot
18	Arburg 200t	2-3h 80°C		450	7,6	Detailid
Termostaat	Kuumkanal	Suuline	1. tsoon	2. tsoon	3. tsoon	4. tsoon
liik 100/55	5*230	230	230	225	225	220-210
Prits. Surve 1	Prits. Surve 2	Prits. Surve 3	Jahutusaeg [s]	1.Järels./aeg	2.Järels./aeg	Vastusurve
1500	1500	1500	12	756/1	540/8	52
1.Kiirus - matk	2.Kiirus - matk	3.Kiirus - matk	Ports	Dekomp.	Järels. Punkt	Vormi lj.
35 - 80	35 - 46	35 - 39,3	106	7,7	39,3	1000
Erimärkused					Pingi tsüklilugeja näit	
Kasuta siidikindaid!					Algnäit.	
Pingi küte: 1-pesa nr1. 2-nr2. 3-nr3. 4-nr4. 5-üld					Tsüklite arv	

10. ABS/PC POLÜSEGU

10.1. Omadused

ABS/PC (Lisa 13) on segu ABS-ist ja PS-ist. See on hea näide kahe polümeeri segust. See on erinev tavalisest kopolümeerist, milles kaks või enam erinevat monomeeri on ühendatud ühes polümeeriahelas. Neid segutüüpe kasutatakse tihti sellepärast, et kombineerida kahe erineva polümeeri häid omadusi. Enamik polümeere ei segune molekulaarsel tasandil (kuigi on ka erandeid) nii, et nad moodustaks kahefaasilise süsteemi. ABS/PC puhul annab ABS materjalile suurepäraseid töötlemisomadused ja PC annab head mehaanilised omadused nagu hea plastsus ja kõrge maksimaalne töötemperatuur. Mõlemad, nii ABS kui PC on amorfsed. ABS/PC on läbipaistmatu, kreemikas-valge värvusega materjal. [13]

10.2. Rakendused

ABS/PC-d kasutatakse peamiselt autotööstuses, näiteks: armatuurilauad, võred ning erinevad väli- ja sisekujunduse detailid. Samuti kasutatakse ABS/PC-d telekommunikatsioonis, peamiselt mobiiltelefonides. Materjali kasutatakse ka meditsiinis, peamiselt elektroonilise meditsiinitehnika korpuste valmistamiseks. Laialdast kasutust leiab ABS/PC ka elektroonikatööstuses, peamiselt näiteks: elektrooniliste seadmete korpustes, lülitites, pistikutes ja pistikupesades. Lisaks kasutatakse materjali veel ka kontoritehnikas, näiteks: arvuti korpused, monitorid, koopiaamasinad ja printerid, samuti ka kodutehnikas näiteks mikrolaineahju korpused, pesumasinate ja kuivatite komponendid. [13]

10.3. Tootekirjeldus

Toote nimetus on pistikupesa pealne, mille ettevõttesiseseks nimetuseks on 3–Thorsman ning tootekoodiks on 137079400 (Tabel 8). Toote valmistamiseks kasutatakse 2–pesalist vormi, mille vormi numbriks on 13707 ja mis kaalub ligi 485 kg. Toote materjaliks on PC/ABS C2800 WH9263 CYCLOY ning detaili värvus on valge. Detaili valmistamiseks on vaja pinki, mille sulgemisjõud on

alates 1500 kN. Ettevõttes toodetakse seda detaili masinaga Arburg 150t. Detaili kaal on 52 g ning tekkiva jääte kaal 6 g. Ühe tootmistsükli pikkus on 65 s. Toote valmistamisel on lubatud kasutada 30% puru, ehk varem kasutatud ja purustatud praakmaterjali. Konkreetset toodet kuivatatakse kuivatis KJ-9, 90°C juures, 2–3 h. Detailid pakendatakse 100 kaupa kastidesse. Osa toodangust jääb Eestisse, kui peamiselt valmistatakse toodet ettevõttele Schneider Electric (Foto 7).



Foto 7. ABS/PC polüsegust valmistatud tootenäidis

Tabel 8

ABS/PC polüsegust tootenäidise tootmisinformatsioon [2]

Plastitöötlemise juhend		Toode:		137079400	Mat Partii nr.	
Vormi nr.	13707	V.asukoht	B901A			
Materjal	PC/ABS C2800 WH9263 Cycloy				Värv	Valge
Det kaal [g]	Jääte kaal [g]	Tsükli aeg [s]	Pesasid	Kasti [tk]	Kast	Puru [%]
52	6	65	2	100	V. Return box	30
Pink nr	Masina mark	Kuivatamine	Kuivati	TK tunnis	Mat.Kulu kg/h	Robot
17	Arburg 200t	2-3h 90°C	KJ - 9	110	6,1	Detailid
Termostaat	Kuumkanal	Suuline	1. tsoon	2. tsoon	3. tsoon	4. tsoon
40/liikuv vesi	puudub	270	270	265	260	250
Prits. Surve 1	Prits. Surve 2	Prits. Surve 3	Jahutusaeg [s]	1.Järels./aeg	2.Järels./aeg	Vastusurve
1500	1500	1450	30	1200/1	1000/3	80
1.Kiirus - matk	2.Kiirus - matk	3.Kiirus - matk	Ports	Dekomp.	Järels. Punkt	Vormi lj.
40 - 80	35 - 46	30	112	2	8,5	1500
Erimärkused					Pingi tsükli lugeja näit	
Värvimisele kood 137079400M, 70tk kastis, Pehmed papid vahele (9tk)					Algnäit.	
Juhendis Arburg 150t (pink nr.1) andmed					Tsükli lte arv	

11. POLÜURETAAN (PUR)

11.1. Omadused

PUR-i (Lisa 14) saamise reaktsioon on polüliitumine, mis tähendab et kahe funktsionaalse rühma omavahelisel reageerimisel toimub vesiniku üleminek ning ei eraldu midagi.

PUR-d on suur polümeerigrupp, mis põhinevad saaduse orgaanilist isotsüanaati sisaldaval hüdroksüülrühmal, millel on suures vahemikus muutuvad omadused ning rohkesti kasutusalasid. PUR-d võivad olla termoreaktiivid või termoplastid, jäigad ja kõvad või paindlikud ja pehmed, tahked või poorsed laia omaduste dispersiooniga. Peamised rakendused on katematerjalid, elastomeerid või vahud. PUR-il on suurepärane kulumiskindlus, aga kõrge hüsterees (süsteemi või keha omadus, mis aeglustab süsteemi muutumist või takistab selle ennistumist esialgsesse olekusse).

Paindumatud PUR vahud on muutunud laialdaselt kasutatavateks isolatsioonimaterjalideks, tänu nende kombinatsioonile madalast soojusjuhtivusest ja heast kuluefektiivsusest. PUR kasutamine isolatsioonimaterjalide ja muude rakendustena on piiratud ülemise temperatuuriga, milles materjal vastu peab. Selleks on umbes 121°C. PUR ei pea hästi vastu otsese päikesevalguse käes ehk neil on kehv vastupidavus ilma suhtes või kokkupuutel orgaaniliste lahustega. Tüüpilised on kahte tüüpi PUR-d: polüestri ja polüetri baasil, nende põhistruktuur sisaldab olulist osa – polüuretaanvaiku. Polüuretaan on tuleohtlik. [16], [17]

11.2. Rakendused

PUR-i kasutatakse peamiselt autotööstuses, elektri- ja elektroonikatööstuses, pinnakatematerjalidena, prototüüpimisel ja tekstiilitööstuses. PUR-st on valmistatud näiteks: pakendid, jooksujalatsite tallad, rehvid, veljed, hammasrattad, laagrid, autode pörkerauad, liimid, kangas-katetena, ülekanderihmad, membraanid, katted, mööbel, külmikute ja sügavkülmikute soojustus. [16]

11.3. Tootekirjeldus

Toote nimetus on harutoosi või pinnapealse lüliti tolmukaitsekumm, mille ettevõttesiseseks tootekoodiks on 133439000 (Tabel 9), (Lisa 15). Toote valmistamiseks kasutatakse 4–pesalist vormi, mille vormi numbriks on 13343. Valmistatava toote materjaliks on PUR Irogran A 87 H 4615 ning detaili värvus on valge. Detaili valmistamiseks on vaja pinki, mille sulgemisjõud on alates 500 kN. Ettevõttes toodetakse seda detaili masinaga BA 60t. Detaili kaal on 1,8 g ning jääte kaal 8,5 g. Ühe tootmistsükli pikkus on 25 s. Toote valmistamisel on lubatud kasutada 30% puru, ehk varem kasutatud ja purustatud praakmaterjali. Konkreetset toodet ei kuivatata. Detailid pakendatakse 5000 kaupa kastidesse. Peamiselt valmistatakse toodet ettevõttele Schneider Electric (Foto 8).



Foto 8. Polüüretaanist valmistatud tootenäidis

Tabel 9

Polüüretaanist tootenäidise tootmisinformatsioon [11]

Plastitöötlemise juhend		Toode:		133439000	Mat Partii nr.	
Vormi nr.	13343	V.asukoht	B908C			
Materjal	PUR Irogran A 87 H 4615				Värv	
Det kaal [g]	Jääte kaal [g]	Tsükli aeg [s]	Pesasid	Kasti [tk]	Kast	Puru [%]
1,8	8,5	25	4	5000	S. Return box	30
Pink nr	Masina mark	Kuivatamine	Kuivati	TK tunnis	Mat.Kulu kg/h	Robot
11	BA 60t	Ei kuivata	-	530	2,1	Jääte
Termostaat	Kuumkanal	Suuline	1. tsoon	2. tsoon	3. tsoon	4. tsoon
40 või vesi	Puudub	210	200	200	190	
Prits. Surve 1	Prits. Surve 2	Prits. Surve 3	Jahutusaeg [s]	1.Järels./aeg	2.Järels./aeg	Vastusurve
100			8	50/2	40/1	10
1.Kiirus - matk	2.Kiirus - matk	3.Kiirus - matk	Ports	Dekomp.	Järels. Punkt	Vormi lj.
15			30	2	8	140
Erimärkused					Pingi tsüklilugeja näit	
Juhendis BA 50t (pink nr.12) andmed					Algnäit.	
					Tsüklite arv	

KOKKUVÕTE

Ettevõtte peamiseks tegevusvaldkondadeks on elektrimaterjalide ja survevalumeetodil plasttoodete valmistamine ning elektroonikaseadmete ja kaablikõidikute koostamine. Tulenevalt ettevõtte suurest plastmaterjalide kasutamisest ja tootmisest, tekkis vajadus ettevõttesisese registri järele, mis hõlmaks plastide olulisemaid tehnilisi andmeid ja mida oleks võimalik siduda olemasoleva TP-ga.

Käesoleva lõputöö alguses püstitatud eesmärk, milleks oli luua ettevõttele MPN tootmises kasutatavate plastide tehniliste andmete register, mis võimaldaks töötajatel kiiresti tootmise käigus plastmaterjalidega seotud vajalikke tehnilisi andmeid TP-st leida, sai täidetud. Autor hindab, et tehtud töö hõlmab ~ 90% ettevõttes kasutatavatest plastmaterjalidest.

Autor jagas lõputöö osadeks, milleks olid käsitletava ettevõtte põhjalik tutvustus, tehniliste andmete registri loomise järk-järguline kirjeldus, polümeermaterjalide üldtutvustust ja erinevate plastmaterjali rühmade tehniliste omaduste kirjeldused koos tootekirjeldustega. Lisadesse pani autor ettevõtte struktuuri illustreeriva joonise, valminud registri failipõhja, näidised ja tootejoonised.

Töö käigus kirjeldas autor põhjalikult ettevõtet, mille jaoks register vajalik oli. Lähemalt kirjeldas autor MPN peamisi tegevusvaldkondi ja klientuuri, samuti ka ettevõtte tööstruktuuri, kasutatavaid kvaliteedistandardeid, TP-d millega koos register funktsioneerima hakkab ja tootmisest tsehhide kaupa.

Järgnevalt kirjeldas autor tehniliste andmete registrifaili loomise töö käiku, alustades ettevõttelt saadud plastmaterjalide nimekirja analüüsiga ja lõpetades valmis registrifailiga. Autor jagas ettevõtte töös kasutatavad ligikaudu 125 toormaterjali kaheksasse suuremasse plastirühma, nagu PA, PE, PC, PP, PS, ABS, ABS/PC ja PUR, selleks, et materjalide seas oleks lihtsam orienteeruda.

Autor pani kokku registrifaili põhja, mis sisaldab materjali nimetust ja lühendit ning olulisemaid füüsikalisi, mehaanilisi, termilisi, tehnoloogilisi, elektrilisi, optilisi ja ökoloogilisi omadusi, lisaks ka peamisi ohutusnõudeid ning toetava informatsioonina tüüpilisemaid materjali kasutuskohhti.

Järgmiseks koostas autor, toetudes töös kirjeldatud polümeermaterjalide üldtutvustusele, üldise polümeermaterjalide andmeid sisaldava registrifaili. Seejärel koostas autor kaheksa suurema plastirühma registrifailid. Kuna enamus tootmises kasutatavatest materjalidest oli võimalik jagada kaheksasse suuremasse gruppi, siis sellest tulevalt sai töö käigus kaetud suurem osa ettevõtte töös kasutatavatest materjalidest.

Kuna koostatud registrifaili põhi ning lõputöö käigus koostatud failid antakse ettevõtte igapäevasesse kasutusse, saavad nad soovi korral alarühmadesse jaotatud plastmaterjalide andmete sisestamisega ning ka kajastamata jäänud üksikute spetsiifilisemate materjalide andmete sisestamisega igal ajal jätkata.

SUMMARY

„Database of Plastic Materials Technical Properties Used in Production of the Company M & P Nurst AS“ is necessary according to company's large use and production of plastic materials, there emerged a need to create a database, which includes the most important technical properties of plastics and at the same time could be linked with an existing production program. Main operation areas of the company MPN are production of electrical materials, injection moulding of plastic products, compiling electronic equipment and cable ties.

The aim of thesis, which was to create a database of plastic materials technical properties, that are used in the production of MPN and what would allow employees quickly find necessary technical data from production program, was fulfilled. The author estimates, that during the thesis was completed ~ 90% of the database.

Author divided thesis into parts, which were company's exhaustive presentation, gradual description of creating technical properties database, description of polymer materials and general introduction of technical properties of various plastic material groups together with product description. In addition author put an illustrative drawing of business structure, samples of completed database files and product drawings.

During the work, author described thoroughly a company, for which the database was created. Also described accurately main areas of business and main customers of MPN, also working structure, quality standards that company uses, production program with which the database will start to function and about the production in workshops.

Next author described a workflow of creating database file, starting with the analysis of the list of plastic materials provided from company and ending with final database file. Author divided approximately 125 raw materials that are used in company's work, into eight large groups of plastics, such as PA, PE, PC, PP, PS, ABS, ABS/PC and PUR so that it would be easier to navigate among materials.

Author compiled filebase for the database, which contains the name and abbreviation, most important physical, mechanical, thermal, technological, electrical, optical and ecological properties, also the basic safety requirements and typical material uses as a supporting information.

Author compiled general database file of polymeric materials, based on the general presentation of polymeric materials that is described in thesis. Then the author compiled database files for eight major groups of plastics. Since the majority of raw materials could be divided into those eight major categories, according to this, major part of used materials in company's work got covered.

As the drafted database file bottom and the files created during the thesis are given to the company's daily use, they can, if they want and need to, continue entering plastic materials data that are divided into subgroups and also the individual specific materials remained unrecognized, at any time.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] M ja P Nurst AS, „M j P Nurst AS ettevõtte koduleht,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://mpnurst.ee/>. [Kasutatud 2. märts, 2015].
- [2] M ja P Nurst AS tootmisprogramm Wise ERP 7, 2015.
- [3] P. Christjanson, Polümeermaterjalid II. Saamine, omadused ja kasutamine, Tallinn: TTÜ Kirjastus, 2007, p. 10-17, 20-21, 33-34, 56-57, 68-70.
- [4] P. Christjanson, Polümeeriteadus, TTÜ Kirjastus, 2008, p. 17-18, 91-94, 143-145, 188.
- [5] Veinthal R., Kers J., Polümeermaterjalid ja polümeerkomposiitmaterjalid valmistustehnoloogia ja omadused, Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 2012, p. 3-4, 11, 15-17, 20-26, 27, 29-30.
- [6] P. Kulu, R.-B. Nava, Tehnoplastid, Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 1999, p. 26-30.
- [7] P Christjanson, Polümeermaterjalid I. Üldised alused, Tallinn: TTÜ Kirjastus, 2006, p. 8, 12, 26, 29, 38, 113-114, 117-118.
- [8] U. Fischer, R. Gomeringer, M. Heinzler, R. Kilgus, F. Näher, S. Oesterle, H. Paetzold, A. Stephan, Mehaanikainseneri käsiraamat, Tallinn: TTÜ Kirjastus, 2012, p. 214-224.
- [9] P. Kulu, J. Kübarsepp, A. Laansoo, R. Veinthal, Materjalitehnika: õpik kõrgkoolidele. I, Tehnomaterjalid, Tallinn: TTÜ Kirjastus, 2015, p. 6-11, 39-42,
- [10] Eesti Lennuakadeemia, „Plastide liigitus ja omadused,“ [Võrgumaterjal]. Available: http://www.eava.ee/opiobjektid/mto/materjalid/plastide_liigitus_ja_omadused.html. [Kasutatud 10. märts, 2015].

- [11] British Plastic Federation, „Polymers – thermoplastics,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.bpf.co.uk/plastipedia/polymers/polymer-thermoplastics.aspx>. [Kasutatud 07. aprill, 2015].
- [12] Veterinaar- ja toiduamet, „Veterinaar- ja toiduamet, polüetüleen,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.vet.agri.ee/static/body/files/881.Polyetyleen.pdf>. [Kasutatud 5. märts, 2015].
- [13] Promoulding, „Polycarbonat – Acrylonitril-Butadiene-Styrene,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://promolding.nl/materiaal-munt.php?lan=uk&c=201>. [Kasutatud 10. märts, 2015].
- [14] Veterinaar- ja toiduamet, „Veterinaar- ja toiduamet, polüpropüleen,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.vet.agri.ee/static/body/files/883.Polypropyleen.pdf>. [Kasutatud 10. märts, 2015].
- [15] Estplastic PP ja PVC tooted, „Polüpropüleen,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.estplastic.ee/polupropuleen/>. [Kasutatud 10. märts, 2015].
- [16] Prospector, „Polüurethane (PUR) Plastic,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://plastics.ulprospector.com/generics/45/polyurethane-pur>. [Kasutatud 10. märts, 2015].
- [17] PPC, „Polymer plastic company,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.polymerplastics.com/msds.htm>. [Kasutatud 07. mai, 2015].

LISAD

Lisa 1. Ettevõtte struktuur

Lisa 2. Tehniliste andmete põhifaili näidis

Lisa 3. Polümeermaterjalide registrifail

Lisa 4. PA registrifail

Lisa 5. 101037 tootejoonis

Lisa 6. PE registrifail

Lisa 7. PC registrifail

Lisa 8. XKA123M tootejoonis

Lisa 9. PP registrifail

Lisa 10. PS registrifail

Lisa 11. ABS registrifail

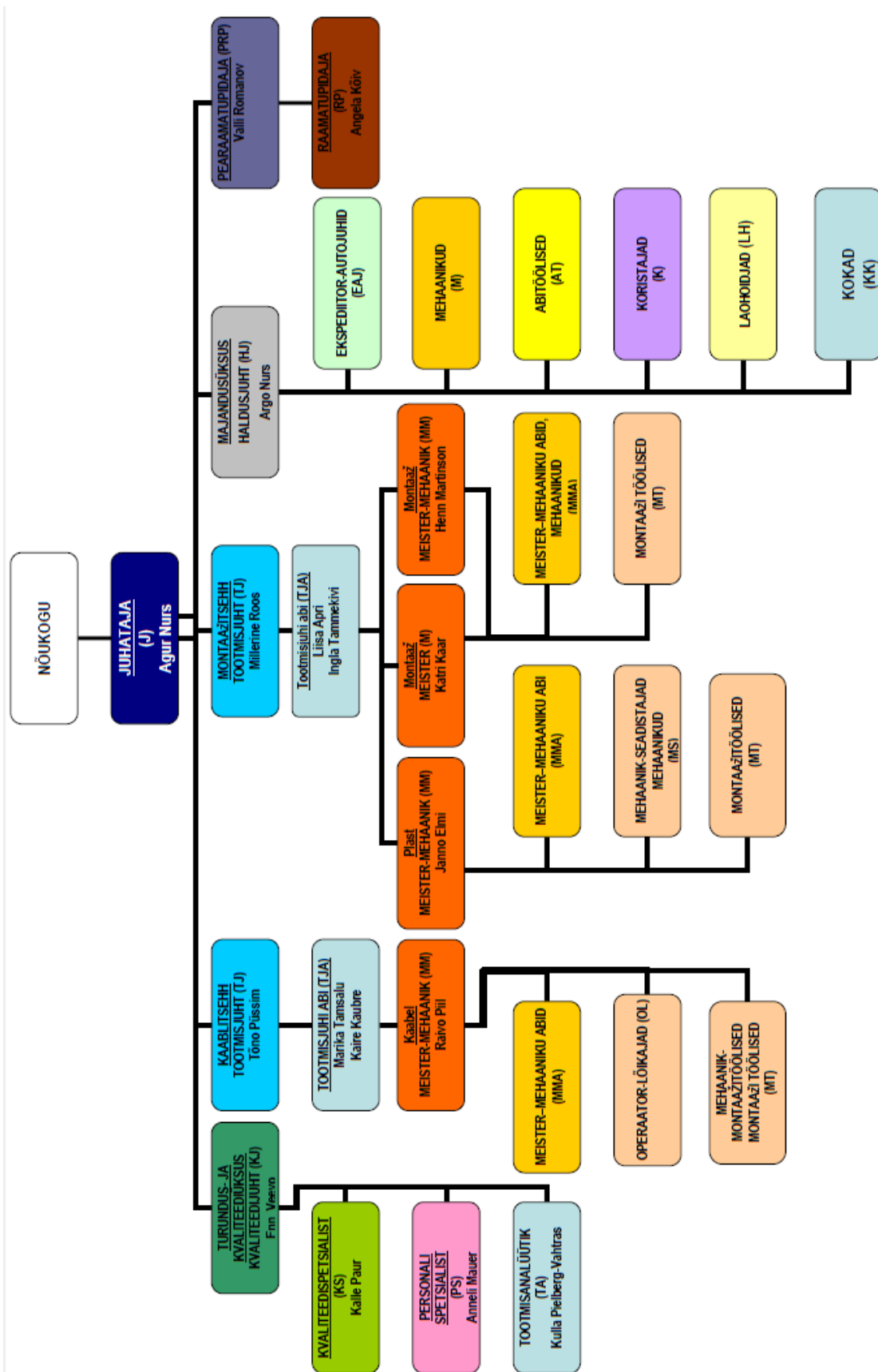
Lisa 12. BBV10546 tootejoonis

Lisa 13. ABS/PC registrifail

Lisa 14. PUR registrifail

Lisa 15. 133439000 tootejoonis

Lisa 1. Ettevõtte struktuur [1]



Lisa 2. Tehniliste andmete failipõhja näidis

MilP

NURST

Materjali nimetus ja lühend:

OHUTUS MATERJALI TÖÖTLEMISEL

Töötaja on kohustatud tervise kaitsmiseks kasutama isikukaitselahendeid:

• kõrvaklapid või kõrvatropid – kaitsmaks töötajat tootmise käigus tekkinud müra eest, mis võib kuulmisteravust kahjustada;

• kaitseprillid – vältimaks tootmise käigus lenduvatematerjaliosakeste sattumist silma;

• kaitsekindad – vältimaks vigastusi, mis võivad tekkida teravatest tooteservadest;

• respiraator – kasutada töötlemisel, et kaitsta hingamisteid.

Põlumeermaterjale saab üldiselt kustutada vee, suitsihappegaasi, kuivade kemikaalide ja vahuga.

TOETAV INFORMATSIOON

Tüüpilised kasutuskohad

Enisoojusmahuvus [J/kg*°C]:

Soojuspaisumistegur [µm/m*°C]:

Permeatsioon:

ELEKTRILISED OMADUSED

Elektrijuht/isolaator:

OPTILISED OMADUSED

Läbipaistvus: läbipaistvad, poolläbipaistvad, läbipaistmatud ehk opaaksed

ÖKOLOOGILISED OMADUSED

Siseenergia või esmatootmine [MJ/kg]:

CO₂ jalajärg esmatootmisel [kg/kg]:

Taaskasutus:

Taaskasutuse määrgis:

TEHNOLOOGILISED OMADUSED

Niiskusesisaldus [%]:

Termostabiilsus:

Kahanemine [%]:

Kuivatamistemperatuur / aeg [°C / h]:

Materjali nimetus ja lühend:

FÜÜSIKALISED OMADUSED

Tihedus [g/cm³]:

Veeimavus 24 h jooksul [%]:

MEHAANILISED OMADUSED

Tõmbetugevustegur [GPa]:

Elastuspiir [MPa]:

Tõmbetugevus [MPa]:

Pikenemine purunemisel [%]:

Kõvadus (Vickers) [HV]:

Väsimustugevus [MPa]:

Purunemissisik [MPa. m^{0.5}]:

Löögisik [J/m]:

TERMILISED OMADUSED

Sulamistemperatuur [°C]:

Max. töötetemperatuur [°C]:

Soovitav vormitemperatuur [°C]:

Vastusurve:

Tootmistemperatuur (soovitav) [°C]:

Soojajuht/isolaator:

Soojusjuhtivus 23°C juures [W/m*K]:

Lisa 3. Polümeermaterjalide registrifail

Materjali nimetus ja lühend: POLÜMEERMATERJAL <u>FÜSIKALISED OMADUSED</u> <u>Tihedus</u> [g/cm³]: 0,9 – 2,2 Veeimavus 24 h jooksul [%]: < = 8,5 <u>MEHAANILISED OMADUSED</u> Tõmbelaastusmoodul [GPa]: 1 – 12 Elastuspiir [MPa]: 17 – 95 Tõmbetugevus [MPa]: 15 – 165 Pikenemine purunemisel [%]: < = 1000 Kõvadus (Vickers) [HV]: 5,4 – 30 Väsimustugevus [MPa]: 11 – 66 Purunemissitkus [MPa·m^{0,5}]: 0,7 – 5,26 Löögisitkus [J/m]: < 950 <u>TERMILISED OMADUSED</u> Sulamistemperatuur [°C]: < 400 Max. töötetemperatuur [°C]: 60 – 145 Soovitussilk vormitemperatuur [°C]: 20 – 120 Tootmistemperatuur (soovitussilk) [°C]: 175 – 320 Soojajuhtr/isolaator: isolaator Soojusjuhtivus 23°C juures [W/m²K]: 0,15 – 0,6 Erisoojusnähuvus [J/kg·°C]: 1500 – 1960	 OHUTUS MATERJALI TÖÖTLEMISEL Töötaja on kohustatud tervise kaitsmiseks kasutama isikukaitselahendaid: • kõrvaklapid või kõrvatropid – kaitsmaks töötajat tootmise käigus tekkinud müra eest, mis võib kuulmisteravust kahjustada; • kaitseprillid – vältimaks tootmise käigus lenduvate materjaliosakeste sattumist silma; • kaitsekindad – vältimaks vigastusi, mis võivad tekkida teravatest tooteservadest; • respiraator – kasutada töötlemisel, et kaitsta hingamisteid. Polümeermaterjale saab üldiselt kasutada vee, süsihappegaasi, kuivade kemikaalide ja vahuga tulekahju korral tuleb kasutada täiskaitsevarustust (prillid, kindad, respiraator, kaitserüüd). Keemiliselt stabiilne materjal. Töötlemisel ei tohi ületada sulamistemperatuuri. Puhkida või koguda materjaliosakesed ettenähtud konteinerisse, jääkide eemaldamiseks. Hoiustada kuivas kohas, eemal niiskusest, liigest soojusest ja tuleallikatest. Raskuste teiseldamiseks kasutatakse õiged tööõõretid, et mitte kahjustada oma tervist. Vibratsiooni vähendamiseks mitte viibida töötava masina juures kauem kui lubatud. Optimaalne töökeskonna temperatuur 18 – 24°C ja õhuniiskus 40 – 60%. Töökeskonna valgustus peab olema ühtlaselt jaotunud, ei tohi olla varje, keelatud ainult kohrvalgustuse kasutamine, valgustatuse piirväärtus olenevalt tööst kuni 1500 lx. Võimalusel muuta tööasendit, mitte viibida sundasendis liialt kaua, kui pole võimalik siis pisavalt puhkepause tööaja sees. TOETAV INFORMATSIOON Tüüpilised kasutuskohad Plastide kasutamiseks on mitmeid olulisi põhjuseid. Esiteks on plastide madalam töötlemistemperatuur, võrreldes nii metallide kui keraamikaga, millest tulenevalt on ka plastide energiakulu väiksem. Teiseks on plastid ja polümeerid võrreldes teiste materjalidega kergemad, mahu ja massi suhe on nende kasuks. Kolmandaks on plastidel minimaalne viimistlemise vajadus, misõttu on tooted odavamad. Lisaks on plastid hästi töödeldavad, hea korrosioonikindluse ja eritugevusega (hea tugevuse ja tiheduse suhe). Tänu sellele tagavad plastid ühtlaselt väikse töö ja hea müra summutatuse. Samuti on plastid head elektri- ja soojusisolaatorid.	<u>ELEKTRILISED OMADUSED</u> Elektrijuhtiv/isolaator: isolaator <u>OPTILISED OMADUSED</u> Läbipaistvus: läbipaistvad, poolläbipaistvad, läbipaistmatud ehk opaaksed <u>ÖKOLOOGILISED OMADUSED</u> Siseenergia või esmatootmine [MJ/kg]: 76 – 135 CO₂ jalajärg esmatootmisel [kg/kg]: 1,9 – 5,9 Taaskasutus: Jah Taaskasutuse määrgis:  <u>TEHNOLOOGILISED OMADUSED</u> Niiskusesisaldus [%]: < = 0,1 Termostabiilsus: hea Kahenemine [%]: 0,3 – 2,5 Kuivatamistemperatuur / aeg [°C / h]: 60 – 120 / 1 – 8

Lisa 4. PA registrifail



Materjali nimetus ja lühend:

POLÜAMIID (PA)

FÜÜSIKALISED OMADUSED

Tihedus [g/cm³]: 1,12 – 1,14

Veemavus 24 h jooksul [%]: < 8,5

MEHAANILISED OMADUSED

Tõmbeelastsusmoodul [GPa]: 2,62 – 3,2

Elastuspiir [MPa]: 50 – 94,8

Tõmbetugevus [MPa]: 90 – 165

Pikenemine purunemisel [%]: 30 – 100

Kõvadus (Vickers) [HV]: 25,8 – 28,4

Väsimustugevus [MPa]: 36 – 66

Purunemissifkus [MPa. m^{0,5}]: 2,22 – 5,26

Löögisifkus [J/m]: 32 –116

TERMILISED OMADUSED

Sulamistemperatuur [°C]: 210 – 220

Max. töötetemperatuur [°C]: 110 – 140

Soovitavlik vormitemperatuur [°C]: 80 – 120

Vastusurve: 50

Tootmistemperatuur (soovitavlik) [°C]: 210 – 290

Soojajuhtr/isolaator: hea isolaator

Soojusjuhtivus 23°C juures [W/m²K]:

0,23 – 0,25

OHUTUS MATERJALI TÖÖTLEMISEL

Töötaja on kohustatud tervise kaitsmiseks kasutama isikukaitselahendeid:

- kõrvaklapid või kõrvatrohid – kaitsmaks töötajat tootmise käigus tekkinga müra eest, mis võib kuulmisteravust kahjustada;
- kaitseprillid – vältimaks tootmise käigus lenduvatematerjaliosakeste sattumist silma;
- kaitsekindad – vältimaks vigastusi, mis võivad tekkida teravatest tooteservadest.

PA saab kasutada kuivade kemikaalide, süsishappegaasi, vahu või veeaga. Tulekahju korral tuleb kasutada hingamismaski, vältida suitsu sissehingamist, kuna see võib olla mürgine. Tulekahju korral eemalda tooted tulealast, kui võimalik, vältimaks degradeerumist. Lagunemisel tekivad ammoniaagi, süsinikoksiidi, lämmastiku, vesinikbromiidi ja stüreeni osakesed. Kui tootmishoone on korralik ventilatsioon, ei ole vaja respiraatorit kasutada. Materjali hoida eemal sädemetest ja lahtistest leekidest, väldi silma sattumist, peale kokkupuudet pesta käsi.

Raskuste teisaldamiseks kasutama õigeid töövõtteid, et mitte kahjustada oma tervist. Vibratsiooni vältendamiseks mitte viibida töötava masina juures kauem kui lubatud. Optimaalne töökeskonna temperatuur 18 – 24°C ja õhuniiskus 40 – 60%. Töökeskonna valgustus peab olema ühtlaselt jaotunud, ei tohi olla varje, keelatud ainult kohvalgustuse kasutamine, valgustatuse piirväärtus olenevalt tööst kuni 1500 lx. Võimalusel muuta töösündit, mitte viibida sündasendis liialt kaua, kui pole võimalik siis piisavalt puhkepause tööaja sees.

TOETAV INFORMATSIOON

Tüüpilised kasutuskohad

Nailonkinnude kasutatakse tekstiilitööstuses, näiteks kiu ketramiseks kas tekstiilikangana või koordina.

Survevalutooted: erinevad ajamid, laagrid, hammasrattad ja nullikud.

Ekstrusioopuhumise teel: pakendikiled, keetmis- ja küpsetuskotid.

Monokindudest valmistatakse: harjad, vaibad, parukad, kumiskarusnahad, kirurgilised midid ja kalanduses kasutatavad tamulid ja võrgud. Lisaks valmistatakse ka ekstrudeeritud torusid, voolikuid, tõmblukke, pilustatavad pinnakatted ja kumisolulimine. Paremaste tugevusomaduste pärast kasutatakse klaaskinga armeeritud tooted, nagu: kodumasinat korpused ja autoosad.

Elektroonika: isolaatorid, lülitid korpuses ja üldlevinud sidemetes. Lisaks kasutatakse seda ka elektriliste tööriistade korpuses.

Kuivatamistemperatuur / aeg [°C / h]: 80 – 100 ja 4 – 5



TEHNOLOOGILISED OMADUSED

Niiskusesisaldus [%]: < 0,04

Termostabiilsus: hea

Kahanemine [%]: 0,5 – 2,2

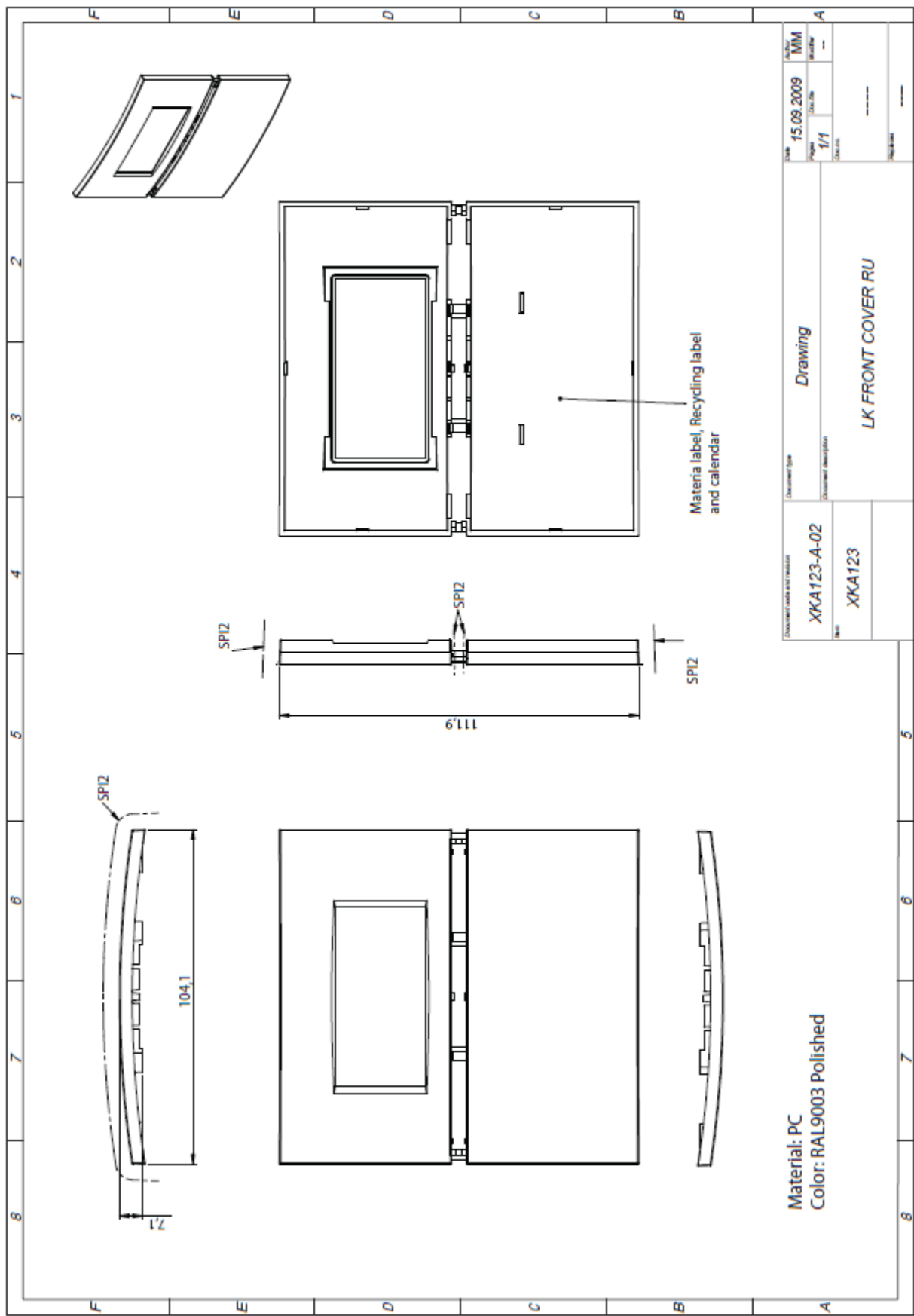
Lisa 6. PE registrifail

Materjali nimetus ja lühend: POLÜETÜLEEN (PE) FÜÜSIKALISED OMADUSED Tihedus [g/cm³]: 0,94 – 0,96 Veeimavus 24 h jooksul [%]: 0,01	 Ensoojusmahuvus [J/kg·°C]: 1810 – 1880 Soojuspausimistegur [µm/m·°C]: 126 – 189 Permeatsioon: madal	OHUTUS MATERJALI TÖÖTLEMISEL Töötaja on kohustatud tervise kaitsmiseks kasutama isikukaitsevahendeid: • kõrvaklapid või kõrvatropid – kaitsmaks töötajat tootmise käigus tekkiwa müra eest, mis võib kuulmisteravust kahjustada; • kaitseprillid – vältimaks tootmise käigus lenduvatematerjaliosakeste sattumist silma; • kaitsekindad – vältimaks vigastusi, mis võivad tekkida teravatest tooteservadest; • lungamisseadmed – tuleb kasutada tulekahju korral. PE-d saab kasutada süsihappegaasi, kuivade kemikaalide, vee ja vahuga. Toimiva ventilatsiooni korral ei ole vaja respiraatorit kasutada.	MEHAANILISED OMADUSED Tõmbelastatusmoodul [GPa]: 0,621 – 0,896 Elastuspiir [MPa]: 17,9 – 29 Tõmbetugevus [MPa]: 20,7 – 44,8 Pikenemine purunemisel [%]: 200 – 800 Kõvadus (Vickers) [HV]: 5,4 – 8,7 Väsimustugevus [MPa]: 21 – 23 Purunemissitkus [MPa·m^{0,5}]: 1,44 – 1,72 Löögisitkus [J/m]: 210	ELEKTRILISED OMADUSED Elektriijuht/isolaator: hea isolaator OPTILISED OMADUSED Läbipaistvus: poolläbipaistev ÖKOLOOGILISED OMADUSED Siseenergia või esmatootmine [MJ/kg]: 76,9 – 85 CO₂ jalajärg esmatootmisel [kg/kg]: 1,95 – 2,16 Taaskasutus: Jah Taaskasutuse määrgis:  HDPE LDPE TEHNOLOOGILISED OMADUSED Niiskusesisaldus [%]: – Termostabiilsus: hea Kahanemine [%]: 0,3 – 0,6 Kuivatamistemperatuur / aeg [°C / h]: 90 / 1 – 2	TERMILISED OMADUSED Sulamistemperatuur [°C]: 125 – 135 Max. töötetemperatuur [°C]: 90 – 100 Soovitulik vormitemperatuur [°C]: 20 – 70 Vastusurve: 25 Tootmistemperatuur (soovitavlik) [°C]: 160 – 300 Soojajuhut/isolaator: isolaator Soojusjuhtivus 23°C juures [W/m²K]: 0,4 – 0,44	TOETAV INFORMATSIOON Tüüpilised kasutuskohad Mõnemesuguseid survevalutooteid: torud, kaabliisoleerid ja lehtmaterjalid ekstrusioonil. Mõnemesuguseid tooteid on võimalik valmistada vahustatud PE-st. Lisaks valmistatakse pudelid ja mahuteid ekstrusioon (survevalu)-puhumisvormimisel. Suured tooted, nagu näiteks mahutid valmistatakse PE pulbrite rotoformimisel. PE kasutatakse ka pihustatavate pinnakatete valmistamisel. Samuti ka pulbrite paigutamisel survevormimisel, näiteks: laagrid ja tihendid, või aeglasel ekstrusioonil.
---	---	---	---	--	--	---

Lisa 7. PC registrifail

Materjali nimetus ja lühend: POLÜKARBONAAT (PC) FÜSIKALISED OMADUSED Tihedus [g/cm³]: 1,14 – 1,21 Veeimavus 24 h jooksul [%]: 0,1	OHUTUS MATERJALI TÖÖTLEMISEL Töötaja on kohustatud tervise kaitsmiseks kasutama isikukaitselahendeid: • kõrvaklapid või kõrvatropid – kaitsmaks tööajat tootmise käigus tekkinga müra eest, mis võib kuulmisteravust kahjustada; • kaitseprillid – vältimaks tootmise käigus lenduvatematerjaliosakeste sattumist silma; • kaitsekindad – vältimaks vigastusi, mis võivad tekkida teravatest tooteservadest; • respiraator – vältimaks materjali osakeste sattumist hingamisteedesse. PC saab kasutada vee, stisihappegaasi, kuivade kemikaalide ja vahuga. Tulekahju korral tuleb kasutada täiskaitsevarustust (prillid, kindad, respiraator, kaitseriided). Materjali tuleb hoida puhtas ja kuivas keskkonnas ning enne töötlemist tuleb seda kuivatada.
MEHAANILISED OMADUSED Tõmbeelastsusmoodul [GPa]: 2 – 2,44 Elastuspäri [MPa]: 59 – 70 Tõmbetugevus [MPa]: 55 – 75 Pikenemine purunemisel [%]: 80 – 150 Kõvadus (Vickers) [HV]: 17,7 – 21,7 Väsimustugevus [MPa]: 22,1 – 30,8 Purunemissõtkus [MPa. m^{0,5}]: 2,1 – 4,6 Lõõgisõtkus [J/m]: 630 – 950	ELEKTRILISED OMADUSED Elektrijuht/isolaator: hea isolaator OPTILISED OMADUSED Läbipaistvus: optilise kvaliteediga ÖKOLOOGILISED OMADUSED Siseenergia või esmatootmine [MJ/kg]: 105 – 116 CO₂ jalajärg esmatootmisel [kg/kg]: 5,4 – 5,9 Taaskasutus: Jah Taaskasutuse määrgis:  OTHER TEHNOLOOGILISED OMADUSED Niiskusesisaldus [%]: < 0,03 Termostaabiõõlus: hea Kahanemine [%]: 0,5 – 0,7 Kuivatamistemperatuur ja aeg [°C ja h]: 100 – 120 / 8
TERMILISED OMADUSED Sulamistemperatuur [°C]: 155 Max. töõtemperatuur [°C]: 101 – 144 Soovituslik vormitemperatuur [°C]: 80 – 120 Vastusurve: 325 Tõõtmistemperatuur (soovituslik) [°C]: 280 – 320	TOETAV INFORMATSIOON Tüüpilised kasutuskohad PC on laialdaselt segudes kasutusel, enamasti kummist muundatud. PC leiab kasutust auto-, klaasimise-, elektroonika-, masinate-, optiliste andmekandjate, meditsiini-, valgustuse- ja seadmeturgudel. Survevalumeetodil toodetakse näiteks: lüliteid, releesid, arvuteid, telefone, laserplaate, elektrimasinate ja aparaatide korpuseid, kaitsekiivreid ja sporditarbeid. Lehtmaterjalist toodetakse näiteks: kasvuhooneklaase, telefonipunktsid, ootepaviljone ja aknaid. Lisaks ka termovormimisel saadud läbipaistvad tooted, milleks on: kuplid, kaitsekiivid, valgustid ja liuklusmärgid.
SOOJUSJUHIVUS Soojusjuhtivus 23°C juures [W/m*K]: 0,19 – 0,22	SOOJUSJUHIVUS Soojusjuhtivus 23°C juures [W/m*K]: 0,19 – 0,22

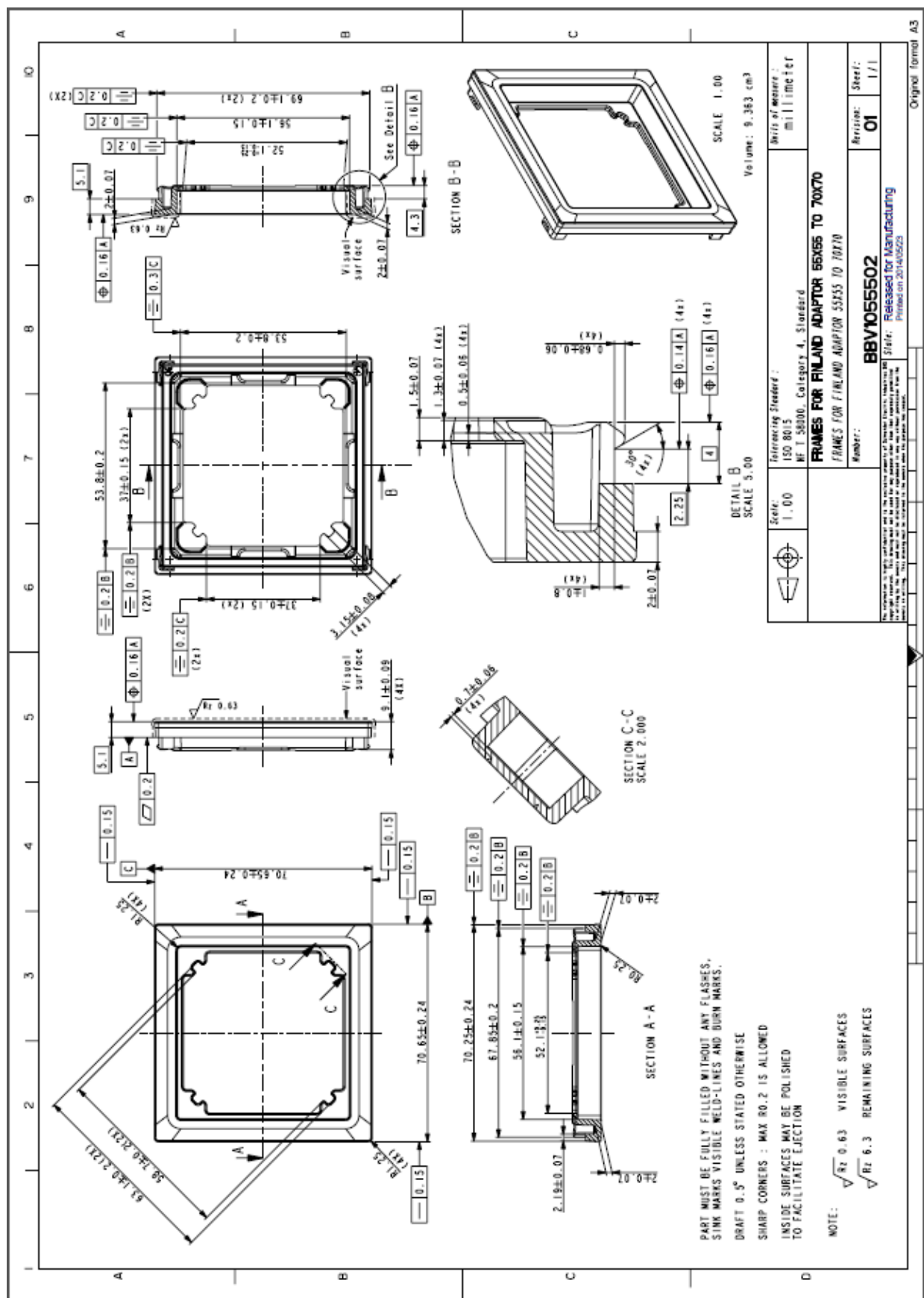
Lisa 8. XKA123M tootejoonis



Lisa 11. ABS registrifail

Materjali nimetus ja lühend: AKRÜÜLNITRIILBUTADIEENSTÜREEN (ABS) FÜSIKALISED OMADUSED Tihedus [g/cm³]: 1,01 – 1,21 Veeimavus 24 h jooksul [%]: 0,3	OHUTUS MATERJALI TÖÖTLEMISEL Töötaja on kohustatud tervise kaitsmiseks kasutama isikukaitsevahendeid: • kõrvaklapid või kõrvatroppid – kaitsmaks töötajat tootmise käigus tekkinud müra eest, mis võib kuulmiseravust kahjustada; • kaitseprillid – vältimaks tootmise käigus lenduvatematerjaliosakeste sattumist silma; • kaitsekindad – vältimaks vigastusi, mis võivad tekkida teravatest tooteservadest; • kaitseriietus ja respirator – tulekahju tekkinise korral, kuna tekkinud suits võib sisaldada tervisele kahjulikke süsteeni, akrüülonitrili, akroleiini, atsetofenooli, etüülbenseeni ja fenooli osakesi. Süttimise korral kustutada veega Keemiliselt stabiilne materjal. Töötlisel ei tohi ületada sulamistemperatuuri. Puhkida või koguda materjaliosakesed ettenähtud konteinerisse, jääkide eemaldamiseks. Hoiustada kuivas kohas, eemal niiskusest, liigest soojusest ja tuleallikatest. Raskuste teistsaldamiseks kasutama õiged töövõtteid, et mitte kahjustada oma tervist. Vibratsiooni vältendamiseks mitte viibida töötava masina juures kauem kui lubatud. Optimaalne töökeskkonna temperatuur 18 – 24°C ja õhuniiskus 40 – 60%. Töökeskkonna valgustus peab olema ühtlaselt jaotunud, ei tohi olla varje, keelatud ainult kohrvalgustuse kasutamine, valgustatuse piirväärtus olenevalt tööst kuni 1500 lx. Võimalusel muuta tööasendit, mitte viibida sundasendis liialt kaua, kui pole võimalik siis piisavalt puhkepause tööaja sees. TOETAV INFORMATSIOON Tüüpilised kasutuskohad Tänu omaduste tasakaalule – sitkusele, tugevusele, temperatuurikindlusele – on ABS lihtsasti vormitav ning lõpptootel on väga kvaliteetne pealispind, mis ei vaja lisatöötlust. ABS-il on väga palju kasutusvaldkondi – kodumasinad, telefonid, arvutite ja muu kontortehnika korpused, muruiiduki korpused, kaitsekiivid, reispagasi ümbrised, torud ja liimikud ja autotööstus (äärmusliku pinge all peavad olema stabiilsete mõõtmetega ja ei toli deformeeruda). ABS tooted on silmapaistvad, elegantse disaini ja kõrge kvaliteediga, vaheldusrikaste värvilahendustega, dekoratiivsed ja lihtsasti hooldatavad. Olenevalt vormimisest võib materjali pealispind olla matt, läikiv või satiin.	MEHAANILISED OMADUSED Tõmbetugevusmoodul [GPa]: 1,1 – 2,9 Elastuspiir [MPa]: 18,5 – 51 Tõmbetugevus [MPa]: 27,6 – 55,2 Pikenemine purunemisel [%]: 1,5 – 100 Kõvadus (Vickers) [HV]: 5,6 – 15,3 Väsimustugevus [MPa]: 11 – 22,1 Purunemissitkus [MPa. m^{0,5}]: 1,19 – 4,29 Löögisitkus [J/m]: 130 – 640 TERMILISED OMADUSED Sulamistemperatuur [°C]: – Max. töötetemperatuur [°C]: 61,9 – 76,9 Soovitustlik vormitemperatuur [°C]: 40 – 85 Vastusurve: 52 Tootmistemperatuur (soovituslik) [°C]: 210 – 275 Soojajuht/isolaator: isolaator Soojusjuhtivus 23°C juures [W/m*K]: 0,188 – 0,335	ELEKTRILISED OMADUSED Elektrijuht/isolaator: hea isolaator OPTILISED OMADUSED Läbipaistvus: läbipaistmatu ÖKOLOOGILISED OMADUSED Siseenergia või esmatootmine [MJ/kg]: 91 – 102 CO₂ jalajärg esmatootmisel [kg/kg]: 3,27 – 3,62 Taaskasutus: Jah Taaskasutuse määrgis:  TEHNOLOOGILISED OMADUSED Niiskusesisaldus [%]: < 0,1 Termostabiilsus: hea Kahanemine [%]: 0,4 – 0,9 Kuivatamistemperatuur / aeg [°C / h]: 70 – 80 / 4

Lisa 12. BBV10546 tootejoonis



Lisa 13. ABS/PC registrifail



OHUTUS MATERJALI TÖÖTLEMISEL

Töötaja on kohustatud tervise kaitsmiseks kasutama isikukaitsevahendeid:

- **kõrvaklapid või kõrvatropid** – kaitsmaks töötajat tootmise käigus tekkiva müra eest, mis võib kuulmisteravust kahjustada;
- **kaitsesprillid** – vältimaks tootmise käigus lenduvatematerjaliosakeste sattumist silma;
- **kaitseskindad** – vältimaks vigastusi, mis võivad tekkida teravatest tooteservadest;
- **respiraator** – kasutada töötlemisel, et kaitsta hingamisteid

Sittumise korral saab ABS/PC-d kasutada vee, stishappegaasi, kuivade kemikaalide ja vahuga Tulekahju korral tuleb kasutada täiskaitsevarustust (prillid, kindad, respiraator, kaitseriided). Keemiliselt stabiilne materjal. Töötlemisel ei tohi ületada sulamistemperatuuri. Puhkida või koguda materjaliosakesed ettenähtud konteinerisse, jääkide eemaldamiseks. Hoiustada kuivas kohas, eemal niiskusest, liigsest soojusest ja tuleallikatest.

Raskuste teiseldamiseks kasutama õiged töövõtteid, et mitte kahjustada oma tervist. Vibratsiooni vähendamiseks mitte viibida töötava masina juures kauem kui lubatud. Optimaalne töokeskkonna temperatuur 18 – 24°C ja õhuniiskus 40 – 60%. Töokeskkonna valgustus peab olema ühtlaselt jaotunud, ei tohi olla varje, keelatud ainult kohtvalgustuse kasutamine, valgustatuse piirväärtus olenevalt tööst kuni 1500 lx. Võimalusel muuta töoasendit, mitte viibida suunasendis liialt kaua, kui pole võimalik siis pisavalt puhkepause tööaja sees.

TOETAV INFORMATSIOON

Tüüpilised kasutuskohad

Autotööstuses – armatuurilauad, võred, vali- ja sisekujundus

Telekommunikatsioon – mobiiltelefonid

Meditsiin – elektroonilise meditsiintehnika korpused

Elektroonika – elektrooniliste seadmete korpused, elektriarvestite korpused, lülid, pistikud, pistikupesad

Kontoritehnika – arvutikorpused, monitorid, koopiamasinad ja printerid

Kodumasinad – mikrolaineahju korpused, pesumasinad ja kuivatite komponendid.

Materjali nimetus ja lühend:

POLÜSEGU (ABS/PC)

FÜÜSIKALISED OMADUSED

Tihedus [g/cm³]: 1,11 – 1,16

Veeumavus 24 h jooksul [%]: 0,4 – 0,6

MEHAANILISED OMADUSED

Tõmbeelastsusmoodul [GPa]: 2,1 – 2,4

Elastuspää [MPa]: 34,8 – 55

Tõmbetugevus [MPa]: 41

Pikenemine purunemisel [%]: 50

Löögisitkus [J/m]: 45

TERMILISED OMADUSED

Sulamistemperatuur [°C]: 120

Max. töötemperatuur [°C]: 105 – 110

Soovituslik vormitemperatuur [°C]: 50 – 70

Vastusurve [MPa]: 80

Tootmistemperatuur (soovituslik) [°C]: 210 – 320

Soojajuhtivisolaator: hea isolaator

Soojusjuhtivus 23°C juures [W/m²K]: 0,22

Erisoojusmahuvus [J/kg·°C]: –

Soojuspausumistegur [µm/m·°C]: 60 – 110

Permeatsioon: madal

ELEKTRILISED OMADUSED

Elektrijuhtivisolaator: isolaator

OPTILISED OMADUSED

Läbipaistvus: läbipaistmatu

ÖKOLOOGILISED OMADUSED

Siseenergia või esmatootmine [MJ/kg]: 100 – 110

CO₂ jalajärg esmatootmisel [kg/kg]: 3,2 – 3,6

Taaskasutus: Jah

Taaskasutuse märgis:



OTHER

TEHNOLOOGILISED OMADUSED

Niiskusesisaldus [%]: 0,2

Termostabiilsus: hea

Kahanemine [%]: 0,3 – 0,9

Kuivatamistemperatuur ja aeg [°C ja h]: 90 – 100 / 2 – 3

Lisa 14. PUR registrifail



Materjali nimetus ja lühend:

POLÜURETAAN (PUR)

FÜSIKALISED OMADUSED

Tihedus [g/cm³]: 1,12 – 1,24

Veemavus 24 h jooksul [%]: 1,5

MEHAANILISED OMADUSED

Tõmbeplastusnoodul [GPa]: 1,31 – 2,07

Elastuspiir [MPa]: 40 – 53,8

Tõmbetugevus [MPa]: 31 – 62

Pikenemine purunemisel [%]: 60 – 550

Kõvadus (Vickers) [HV]: 16,1 – 22,7

Väsimustugevus [MPa]: 16 – 20

Purunemissiskus [MPa·m^{0,5}]: 1,84 – 4,97

TERMILISED OMADUSED

Sulamistemperatuur [°C]: 74,8 – 137

Max. töötemperatuur [°C]: 64,9 – 80

Soovituslik vormitemperatuur [°C]: 40 – 50

Vastusurve: 10

Tootmistemperatuur (soovituslik) [°C]: 175 – 260

Soojajuhivt/isolaator: hea isolaator

Soojusjuhtivus 23°C juures [W/m²K]:

0,24 – 0,244

OHUTUS MATERJALI TÖÖTLEMISEL

Töötaja on kohustatud tervise kaitsmiseks kasutama isikukaitsevahendeid:

- kõrvaklapid või kõrvatrobid – kaitsmaks töötajat tootmise käigus tekkinud müra eest, mis võib kuulmistervist kahjustada;
- kaitseprillid – vältimaks tootmise käigus lenduvatematerjaliosakeste sattumist silma;
- kaitsekindad – vältimaks vigastusi, mis võivad tekkida teravatest tooteservadest;
- respiraator – kuna tootmise käigus lendub tolm, mis võib kahjustada hingamisteid.

PUR-i saab kasutada pihustades vee, kuiva kemikaali, vahu või süslahappegasiga. Tulekahju korral tuleb kindlasti kasutada hingamisaparaati. Üldiselt on PUR keemiliselt stabiilne. Põlemisel eraldub süsinoksiid, vesi ja suits, muud põlemisproduktid nagu vesinik, aroomaatsed ja alifaatsed süsivesinikud. Materjali säilitada eemal otsestest kuumuseallikast.

Raskuste teiseldamiseks kasutama õigeid töövõtteid, et mitte kahjustada oma tervist. Vibratsiooni vähendamiseks mitte viibida töötava masina juures kauem kui lubatud. Optimaalne töökeskkonna temperatuur 18 – 24°C ja õhuniiskus 40 – 60%. Töökeskkonna valgustus peab olema ühtlaselt jaotunud, ei tohi olla varje, keelatud ainult kohrvalgustuse kasutamine, valgustatuse piirväärtus olenevalt tööst kuni 1500 lx. Võimalusel muuta tööasendit, mitte viibida sundasendis liialt kaua, kui pole võimalik siis piisavalt puhkepause tööaja sees.

TOETAV INFORMATSIOON

Tüüpilised kasutuskohad

PUR kasutatakse peamiselt autotööstuses, elektri- ja elektroonikatööstuses, pinnakattematerjalidena, prototüüpimisel ja tekstiilitööstuses.

PUR-st on valmistatud näiteks pakendid, jooksujalatsite tallad, rehvid, veljed, hammasrattad, laagrid, autode põreraud, liinid, kangas-katetena, ülekanderihmad, membraanid, katted, mööbel, külmikute ja sügavkülmikute soojustus.



OTHER

TEHNOLOOGILISED OMADUSED

Niiskusesisaldus [%]: < 0,02

Termostabiilsus: hea

Kahanevuse [%]: 0,4 – 1

Kuivatamistemperatuur ja aeg [°C ja h]: 90 – 100 / 2 – 3

Lisa 15. 133439000 tootejoonis

