

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA TECHNICKÁ

Návrh inovace technologické linky na zpracování
granulátů z plastických hmot a její technické a
ekonomické zhodnocení

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce:
Diplomant:

doc. Ing. Jan Malat'ák, Ph.D.
Kristýna Kotrčová

Praha 2012

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra technologických zařízení staveb

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Kotrčová Kristýna

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Návrh inovace technologické linky na zpracování granulátů z plastických hmot a její technické a ekonomické zhodnocení

Anglický název

Design innovation of technological lines on processing of granulates from plastic mass and technical and economics estimation

Cíle práce

Seznámit se s problematikou zpracování granulátů z plastických hmot. Navrhnout inovaci technologické linky na zpracování granulátů z plastických hmot ve vybraném podniku a ekonomicky ji zhodnotit.

Metodika

1. Charakteristika dosavadního zpracování granulátů z plastických hmot
2. Řešení inovačního stupně a změny dosavadního stavu výběrem technologického systému
3. Výběr sledovaných parametrů navrhovaného zařízení
4. Ekonomické posouzení návrhu

Osnova práce

1. Úvod
2. Přehled poznatků z literatury
3. Výchozí podmínky podniku
4. Návrh řešení a dosažené výsledky
5. Diskuse a závěry

Rozsah textové části

50

Klíčová slova

granulát, plastické hmoty, technologická linka

Doporučené zdroje informací

Andrt, M.; Němec, E.: Obaly v logistice 1. vyd. Praha, skripta ČZU Praha, Syba, 1996, s. 77

Horáček, J.: Zpracovny nekovového odpadu 1. vyd Praha, skripta ČZU Praha, ČZU, 2001, s. 79

Kuraš, M. Odpady, jejich využití a zneškodňování. 1. vyd. Praha: VŠCHT Praha, 1994, s. 55

Muller, M.: Zpracovny nekovového odpadu. vyd. Praha: ČZU v Praze, 2008, s. 154

Nesvatba, J.: Využití odpadu jako sekundární suroviny. INKOTEKA, Praha 1996, s. 56

Vedoucí práce

Malařák Jan, doc. Ing., Ph.D.

Termín zadání

listopad 2010

Termín odevzdání

duben 2012

doc. Ing. Miroslav Příklad, CSc.

Vedoucí katedry

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 8.8.2011

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci, na téma **Návrh inovace technologické linky na zpracování granulátů z plastických hmot a její technické a ekonomické zhodnocení** vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne

.....

Podpis studenta

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Janu Malatřákovi, Ph.D. za odborné vedení a rady při zpracování diplomové práce. Dále také děkuji všem autorům za literaturu a materiály, které jsem použila pro zpracování této práce.

Abstrakt:

Tato práce se zabývá návrhem inovace technologické linky na zpracování granulátu plastických hmot. V teoretické části jsou rozebrány druhy polymerů, způsoby výroby polymerů a také možnosti zpracování polymerů. Následuje seznámení s výchozími podmínkami společnosti, vlastníci technologickou linku, pro kterou bude inovace navržena. Součástí je popis jednotlivých částí strojní linky na zpracování granulátu plastických hmot a specifikace nedostatků dosavadního provozu. Dále je navržena inovace, spočívající v zavedení směšovací jednotky k stávající lince, která by měla vést k efektivnějšímu využití stávající linky a zlepšení vlastností výlisků. Ve výběrovém řízení je vybrán dodavatel, který nejlépe splňuje požadovaná kritéria. Vlastní měření se zabývá posuzováním několika parametrů, ovlivňující délku zatečení taveniny do formy. V teoretickém rozboru je poukázáno na nejdůležitější parametry vstřikovacího stroje. V ekonomické části je na základě odhadu vytvořena bilance nákladů a výnosů na následující léta a stanoveny ukazatelé efektivnosti investic. Nakonec je na základě výpočtu ukazatelů stanovena efektivita zvolené investice.

Klíčová slova: granulát plastických hmot, technologická linka, vstřikování, směšovací jednotka

Design innovation of technological lines on processing of granulates from plastic mass and technical and economics estimation

Summary:

This dissertation deals with the innovation of the technological line for processing of thermoplastics polymers. Types of polymers, technological processes of producing polymers and thermoplastics granulates processing are in the theoretical part. Short information about initial conditions in the company which owns the potentially innovated production line follows in the next part of dissertation. This chapter includes the description of the technological line for thermoplastics polymers processing and the specification of line shortcomings. The proposed innovation based on implementation of the mixing unit to the existing line comes after. This unit should result in higher efficiency of existing lines, improvement of thermoplastics granulates processing in injection machine and additional enhancement of final parts visual characteristics. The potential contractor which meets the required criteria will be selected by the announced tender. The measurement is concerned with the assessment of several parameters influencing the length of melt leaking to the mould. The theoretical analysis concerns with most important parameters of injection moulding machine. There are the balance of costs and revenues based on coming years estimations and the determination of investment efficiency criterions in economic part. Finally the efficiency of investment is determined based on selected indicators calculations.

Key words: thermoplastics granulates, thermoplastics polymers, injection moulding, mixing unit, technological line

OBSAH:

1	Úvod.....	1
1.1	Historie plastů	2
1.2	Polymery	3
1.3	Základní reakce polymerů.....	4
1.3.1	Polymerace	4
1.3.2	Polykondenzace.....	4
1.3.3	Polyadice	5
1.4	Základní způsoby výroby polymerů.....	6
1.4.1	Bloková polymerace.....	6
1.4.2	Roztoková polymerace	6
1.4.3	Suspenzní polymerace.....	6
1.4.4	Emulzní polymerace.....	6
2	Základní syntetické polymery	7
2.1	Termoplasty.....	8
2.1.1	Polyolefiny a fluoroplasty	8
2.1.1.1	Polyethylen (PE)	8
2.1.1.3	Polypropylen (PP)	9
2.1.1.4	Polybuten(PB)	10
2.1.1.5	Fluoroplasty.....	10
2.1.2	Vynilové polymery.....	11
2.1.2.1	Polyvinylchlorid (PVC).....	11
2.1.2.2	Polyvinylacetát (PVAC).....	11
2.1.2.3	Polyvinylalkohol	11
2.1.3	Styrenové a akrylové polymery.....	12
2.1.3.1	Polystyren (PS).....	12
2.1.4	Polyestery a polyethery	13

2.1.4.1	Polyethylentereftalát (PET).....	13
2.1.4.2	Polykarbonáty.....	13
2.4.1.3	Polyethery.....	13
2.1.5	Polyamidy a polyurethany.....	14
2.1.5.1	Polyamidy.....	14
2.1.5.2	Polyurethany.....	15
3	Reaktoplasty	16
3.1	Fenoplasty	16
3.2	Aminoplasty	16
3.3	Epoxidové pryskyřice.....	17
3.4	Polyesterové pryskyřice	17
3.5	Silikonové pryskyřice.....	17
4	Příspěvky do polymerů	18
4.1	Plastikační činidla	18
4.2	Maziva.....	18
4.3	Separáční činidla	18
4.4	Zm�k�vadla	19
4.5	Tepeln� stabilizátory	19
4.6	Antioxidanty.....	19
4.7	Plniva.....	19
4.8	Vyztu�vadla.....	20
4.9	Nadouvadla	20
4.10	Pigmenty	20
4.11	Antistatick� prostředky	20
4.12	Prostředky sni�ujic� hořlavost	20
5	Zpracování polymerů tv�řen�m	21
5.1	Lisování.....	21
5.1.1	Vysokotlak� lisování	21

5.1.2	Nízkotlaké lisování.....	21
5.2	Válcování	22
5.3	Vytlačování	22
5.4	Vstřikování.....	23
5.5	Vyfukování.....	24
5.5.1	Výtlačné vyfukování	24
5.5.2	Vstřikovací vyfukování	25
6	Výchozí podmínky společnosti ing. Petr Gross, s.r.o.	26
6.1	Představení společnosti	26
6.2	Nosný výrobní program	26
6.2.1	Výrobky z plastů	26
6.3	Areál a jeho vybavení.....	27
6.3.1	Pracovní úkony vykonávané v areálu.....	27
6.3.2	Manipulační prostředky.....	28
6.3.3	Provozní zázemí	28
6.4	Popis stávající linky	29
6.4.1	Jednotlivé fáze vstřikovacího cyklu	29
6.4.1.1	Fáze dávkování + plastikace	31
6.4.1.2	Fáze vstřikování taveniny do dutiny formy.....	32
6.4.1.3	Fáze dotlaku	34
6.4.1.4	Fáze chlazení	34
6.5	Nedostatky dosavadního provozu	35
6.6	Cíl projektu.....	35
7	Návrh řešení a dosažené výsledky.....	36
7.1	Popis inovační technologie.....	36
7.2	Změny ve stávající lince.....	37
7.2.1	Výběrové řízení na dodavatele směšovací jednotky	37
7.3	Vlastní měření	42

7.3.1	Vstřikovací rychlost	43
7.3.2	Velikost vtoku	43
7.3.3	Velikost tlaku	44
7.4	Výpočet parametrů vstřikovacího lisu.....	46
7.5	Ekonomické posouzení návrhu	47
7.5.1	Kvalifikovaný odhad nákladů na investiční výdaje.....	47
7.5.2	Financování	47
7.5.3	Odpisový plán	48
7.5.4	Plán výnosů	48
7.5.5	Kvalifikovaný odhad ročních nákladů	49
7.5.6	Bilance nákladů a výnosů.....	50
7.5.7	Výpočet rentability	51
7.5.8	Čistá současná hodnota	51
7.5.9	Zhodnocení.....	53
8	Závěr.....	54
9	Seznam použité literatury.....	55
10	Seznamy	57

1 Úvod

Lidé si odnepaměti zkrátka nevystačí jen s materiály, které jim nabízí příroda, a snaží se vyvíjet látky s vylepšenými vlastnostmi. Plasty a pryže, takzvané polymery, jsou v současné době nejrozšířenějším typem materiálů a neexistuje snad obor, ve kterém by se nepoužívaly. Díky dlouhému vývoji, mají tyto látky řadu velmi dobrých vlastností, a proto nahrazují tradiční materiály jako je kov, dřevo a jiné přírodní zdroje. Jsou totiž lehčí, pevnější, odolné proti korozi, trvanlivé, snadněji zpracovatelné a mají lepší izolační vlastnosti. Z těchto důvodů je použití plastů ve srovnání s klasickými materiály ekonomicky výhodnější.

Podíl Evropy na světové výrobě plastů, které jsou užívány nejvíce při výrobě obalů, ve stavebnictví, v automobilovém průmyslu a v elektrotechnice byl v roce 2011 24% při celkovém objemu 55 milionů tun. Světová spotřeba na hlavu je v průměru 30 kg. Česká republika se výrobou i spotřebou plastů ve výši 1 milionu tun za rok blíží spotřebou 100 kg na člověka. Našimi nejvýznamnějšími obchodními partnery jsou na straně exportu u výrobců plastů Německo a Polsko. Největším výrobcem plastů v České republice je v současné době Unipetrol v Litvínově, jehož aktuální kapacity dosahují 600 tisíc tun. Potenciál růstu spotřeby plastů je značný v sektoru stavebnictví (zateplování budov) a v automobilovém průmyslu.

I situace ve využití plastů po skončení jejich životnosti volá po inovačních řešeních. V České republice je skládkováno 55,8% odpadních plastů, proto je třeba zvýšit podíl využití odpadních plastů mechanickou recyklací nebo energeticky. Polymery, materiály 21. století, totiž vyžadují zvýšenou pozornost od svého vzniku až po skončení životního cyklu.

1.1 Historie plastů

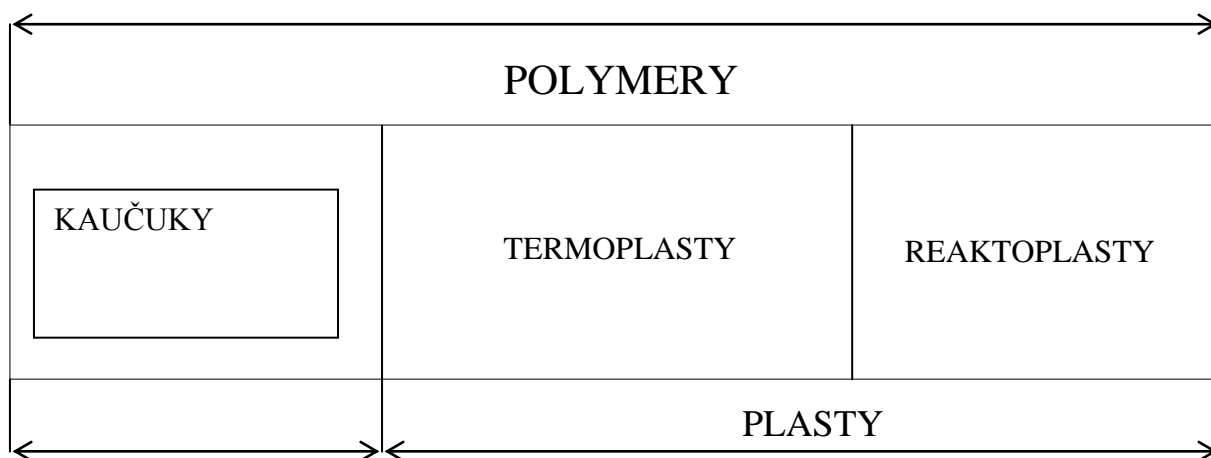
Prvního obchodního využití se dostalo gutaperče, a to v roce 1843, kdy si malajsijský lékař Dr. Villiam Montgomerie všiml, že tamní domorodci z ní vyrábějí rukojeti k nožům a bičům. Z jeho popudu pak byla pryskyřice vytékající po nařiznutí z některých stromů sbírána a zasílána do Anglie k vědeckému zkoumání a průmyslovému zpracování. Znamý fyzik Michael Faraday zjistil, že gutaperča je výborným izolantem elektrického proudu, a to i v prostředí kapalné vody. Pak již nebylo daleko ke gigantickému projektu, propojení Evropy s Amerikou transatlantickým kabelem.

Americkým průkopníkem plastikářského průmyslu se stal John W. Hyatt, tiskař z New Yourku. V roce 1868 ho zaujal inzerát nabízející odměnu za navrzení náhradního materiálu za gutaperču a slonovinu pro výrobu kulečnickových koulí. Hyatt uspěl s hmotou, kterou získal změkčením pyroxidinu kafrem. Nová hmota dostala název Celluloid a brzy nahradila od té doby používané výbušnější nitrocellulozové plasty. J.W.Hyatt se spojil se svým bratrem Isaiahem Smithem Hyattem a získali společně 75 patentů na výrobu nových plastů. První plastikářská továrna v USA nazývaná Celluloid Manufacturing Company se 150 zaměstnanci vznikla roku 1873 v New Jersey.

V roce 1897 izoloval W. Krišche z mléka bílkovinu kasein a objevil, že hnětením kaseinu s formaldehydem vzniká ve vodě nerozpustná hmota zajímavých užitečných vlastností. V roce 1909 si americký výzkumník Leo Hendric Baekelant všiml prací, které v sedmdesátých letech devatenáctého století publikoval Adolf von Baeier. Okamžitě podal několik patentů, které záhy začaly ochraňovat výrobu dalšího nového plastu, a to syntetického reaktoplastu, jehož původní obchodní označení Bakelite, zobecnělo v češtině jako bakelit.

Od počátku 20.tého stolení dochází k explozivnímu rozvoji polymerů. Dnes si běžný život bez polymerních materiálů již vůbec nedovedeme představit.

1.2 Polymery



Obr. 1 Rozdělení polymerů [1]

Polymery jsou chemické látky, neobvyklé šíře vlastností, obsahující ve svých obrovských molekulách většinou atomy uhlíku, vodíku a kyslíku, často dusíku a chlóru i jiných prvků. Polymery jsou ve formě výrobku prakticky v tuhém stavu, ale v určitém stádiu zpracování ve stavu v podstatě kapalném, dovolujícím většinou za zvýšené teploty a tlaku udělit budoucímu výrobku nejrůznější tvar podle předpokládaného použití.

Elastomer, jak název napovídá, vysoce elastický polymer, který můžeme za běžných podmínek malou silou značně deformovat bez porušení, přičemž deformace je převážně vratná. Nejpočetnější podmnožinou elastomerů jsou kaučuky, z nichž se vyrábí pryž.

Plasty jsou polymery za běžných podmínek většinou tvrdé, často i křehké. Při zvýšené teplotě se stávají plastickými a tvarovatelnými. Pokud je změna z plastického tuhého stavu vratná, nazýváme je termoplasty. Pokud jde o změnu nevratnou, protože výsledkem je chemická reakce, mluvíme o reaktoplastech.

1.3 Základní reakce polymerů

1.3.1 Polymerace

Polymerace je řetězová chemická reakce velkého počtu molekul monomeru, při níž vznikají dlouhé makromolekuly polymeru. Při této reakci se nevytvářejí vedlejší produkty, chemické složení polymeru je stejné jako chemické složení monomeru. Produktem polymerace je makromolekulární řetězec, který narůstá do své konečné délky ve velmi krátké době, takže v každém stádiu polymerace existují v reakční hmotě vedle sebe nezreagované molekuly monomeru a makromolekuly polymeru ve své konečné velikosti. Rychlost polymerace a velikost vznikajících makromolekul je dána rychlostmi jednotlivých dílčích dějů, ze kterých se proces polymerace skládá, z počátku reakce (iniciace), jejího růstu (propagace) a končení (terminace). Pro zahájení polymeračního procesu, tak jako každé chemické reakce, je nutno přivést do systému určité množství energie, která převádí částice reagující látky do aktivní formy, v níž jsou schopny příslušné chemické reakce. Molekuly monomeru lze aktivovat účinkem tepla, záření (včetně skla) anebo snadno aktivující látkou, tzv. iniciátorem. Podle aktivátoru rozdělujeme polymeraci na radikálovou, iontovou a koordinační.

1.3.2 Polykondenzace

Polykondenzace je sled stejných opakujících se reakcí funkčních skupin výchozích látek. Ke vzniku polymeru je třeba, aby výchozí sloučeniny měly potřebný počet funkčních skupin, a to nejméně dvě v každé molekule vzájemně reagující komponenty. V takovém případě vzniká lineární polymer. Má-li některá výchozí látka více funkčních skupin v molekule, vznikají produkty se strukturou prostorové sítě. Rozdíl mezi polymerací a polykondenzací je v tom, že produkt polymerace (polymer) má stejné chemické složení jako původní výchozí látka (monomer), kdežto produkt polykondenzace (označuje se také jako polymer, ale správný termín je polykondenzát) má jiné chemické složení než nízkomolekulární látky, ze kterých vznikl.

1.3.3 Polyadice

Sloučeniny, jejichž molekuly obsahují násobné vazby, nebo jsou tvořeny kruhy s malým počtem členů, mohou být mimo vzájemného spojování (řetězení) schopny adičních reakcí se sloučeninami, jejichž molekuly obsahují vhodné funkční skupiny. Mají-li tyto sloučeniny ve svých molekulách alespoň dvě funkční skupiny, může mnohonásobnou adicí vzniknout polymer, proto takové reakci říkáme polyadice. [1]

1.4 Základní způsoby výroby polymerů

1.4.1 Bloková polymerace

Blokovým způsobem se provádí iontová a radikálová polymerace. Technologickou nevýhodou blokové polymerace je nesnadný odvod reakčního tepla. Polymerace je obecně doprovázena zmenšením objemu (zvětšením hustoty). Postupným úbytkem monomeru v bloku by proto mělo docházet ke značnému smršťování výrobku. Vzhledem k malé pohyblivosti makromolekul však nastává ve hmotě také pnutí, které se u velkých předmětů může projevit i trhlinami.

1.4.2 Roztoková polymerace

Při roztokové polymeraci lze již reakční teplo odvádět snadněji. Je to také způsob provádění iontových i radikálových polymerací. Poněvadž je však každé rozpouštědlo přenašečem, byť někdy jen málo aktivním, je molekulová hmotnost výsledného produktu za jinak stejných podmínek nižší než při blokové polymeraci.

1.4.3 Suspenzní polymerace

Suspenzní polymerace, kdy monomer polymeruje radikálově, byla rovněž vypracována jako způsob, odstraňující špatný odvod reakčního tepla při blokové polymeraci. Monomer obsahující iniciátor se rozptýlí mícháním ve vodě na malé částičky. Jejich velikost, správněji distribuce jejich velikostí, je určena podmínkami míchání, jímž se překonává povrchové napětí, směřující ke spojení všech částiček.

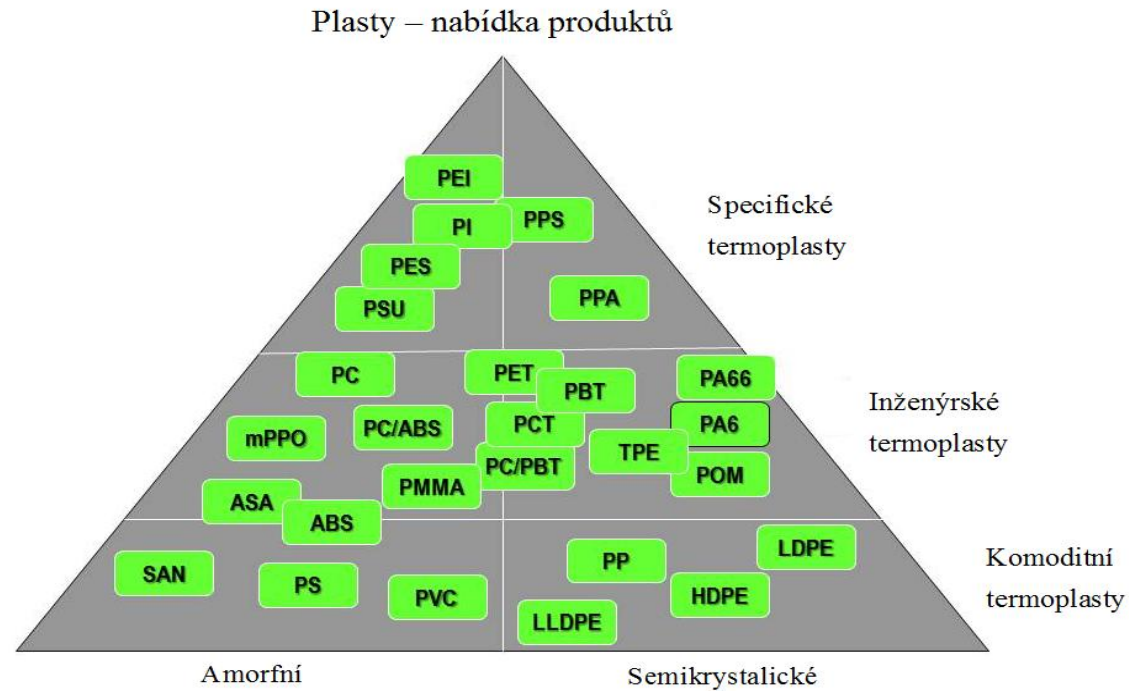
1.4.4 Emulzní polymerace

Emulzní polymerací se rozumí pochod, jímž vzniká polymer z částic monomeru rovněž mechanicky rozptýlených ve vodě, obsahující však emulgátor a iniciátor. Je to velmi složitý pochod probíhající mnoha stádii. [1] [5]

2 Základní syntetické polymery

Polymery označované jako syntetické se v přírodě nevyskytují, vznikají činností člověka.

Obr. 2 Rozdělení plastů



2.1 Termoplasty

2.1.1 Polyolefiny a fluoroplasty

Pod pojmem polyolefiny rozumíme homopolymery a kopolymery olefinů neboli alkenů, tj. uhlovodíků, které obsahují ve svých molekulách jednu dvojnou vazbu. Nejvýznamnějšími deriváty polyolefinů jsou tzv. fluoroplasty, tj. polymery olefinů, v jejichž molekulách byly vodíkové atomy nahrazeny fluorovými buď úplně, nebo jen částečně, a zbývající vodíkové atomy eventuálně nahrazeny atomy choru.

2.1.1.1 Polyethylen (PE)



Pojmem polyethylen označujeme homopolymery etylenu. Jejich vlastnosti jsou silně závislé na molekulové hmotnosti, prostorovém uspořádání merů v řetězci makromolekuly a stupni krystalinity. Existují dva základní typy polyethylenu. Pro jejich rozlišení máme různá kritéria. Prvým byly postupy, použité k jejich výrobě. Tak se rozlišoval nízkotlaký a vysokotlaký polyethylen. Dalším rozšířenějším rozdělením ethylenů bylo na lineární a rozvětvený typ, kde lineární typ je dnes označován jako typ o vysoké hustotě (PE-HD, z anglického slova High Density - vysoká hustota) a rozvětvený naopak jako typ o nízké hustotě (PE-LD, z anglického slova Low Density - nízká hustota).

	Lineární	Rozvětvený
Hustota [kg.m ⁻³]	do 960	do 930
Krystalinita [%]	do 93	do 64
Pevnost v tahu [Mpa]	do 25	do 10
Tažnost [%]	do 1000	do 1000

Tab. 1 Charakteristické vlastnosti polyethylenu

2.1.1.2 Kopolymery ethylenu

Kopolymer ethylenu s vinylacetátem nalezl uplatnění zejména ve formě smrštitelných fólií pro balení potravin a jako modifikátor vlastností rozvětveného polyethylenu, polypropylenu a dalších, především křehkých termoplastů, kterým propůjčuje větší odolnost vůči rázu. Dále byly vyvinuty typy kopolymerů s akrylovou nebo methakrylovou kyselinou, které jsou pro své vynikající adhezivní vlastnosti používány mj. jako přísady do hlinito-křemičitých cementů pro vyplňování zubních dutin. Velice rozšířeným se stal kopolymer ethylenu s propylenem, který vyniká svou odolností vůči působení kyslíku a ozónu.

2.1.1.3 Polypropylen (PP)

Podobně jako polyethylen má i polypropylen prakticky nepolární strukturu. Vzhledem ke stupni krystalinity dosahující 60% - 75% je však neprůhledný. Teplota tání čistého izotaktického polypropylenu je 176 °C, obchodních produktů v rozmezí od 160°C do 170°C. Kromě vyšší teploty měknutí a tím i použitelnosti při vyšších teplotách se polypropylen liší od lineárního polyethylenu nižší hustotou, menší odolností vůči mrazu, oxidaci a povětrnosti, ale na druhou stranu větší pevností, tvrdostí a odolností vůči oděru. Odolnost polypropylenu vůči chemikáliím je ve srovnání s polyethylenem rovněž větší. Polypropylen se zpracovává podobně jako polyethylen, tj. vstřikováním nebo vyfukováním na menší a duté předměty nebo vytlačováním na trubky, desky, profily a na fólie. Využití je v automobilovém a spotřebním průmyslu. Díky odolnosti materiálu vůči sterilizačním teplotám je také uplatnění pro výrobu injekčních stříkaček a jiné zdravotnické techniky.

Hustota [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]	900 až 910
Pevnost v tahu [MPa]	22 až 32
Tažnost [%]	120 až 700
Houževnatost [$\text{kJ}\cdot\text{m}^{-2}$]	10 až 15
Navlhavost [%]	0,1

Tab. 2 Fyzikální vlastnosti polypropylenu

2.1.1.4 Polybuten (PB)



Vyrábí se podobně jako polypropylen za vzniku převážně izotaktického polymeru. Podobně jako při výrobě polypropylenu se také zde odstraňuje ataktický podíl a katalyzátor se rozkládá. Polybuten má desetkrát větší molekulovou hmotnost než PE-HD a může existovat ve třech krystalických formách. Nestabilní krystalická forma vzniká ochlazením taveniny a za běžné teploty během deseti dnů přejde samovolně do formy stabilní. Třetí forma vzniká krystalizací z roztoku. Obsah krystalické fáze pak činí kolem 50%. Mimořádně vysoká molekulová hmotnost ve spojení s krystalinitou je příčinou mimořádné odolnosti polybutenu vůči korozi za napětí a tečení. Polybuten je také za běžné teploty (nikoli však za mrazu) houževnatější než polypropylen. Dlouhodobě odolává teplotě 90 °C. Zpracovává se především na trubky a fólie k výrobě těžkých pytlů.

2.1.1.5 Fluoroplasty

Průmyslově se vyrábí celá řada fluoroplastů, ačkoli zaujímá převážnou většinu jejich produkce polytetrafluorethylen. Pod obecným názvem je dnes můžeme slyšet jako teflon. Kombinace velké tepelné odolnosti a mazací schopnosti učinila tento polymer užitečným v mnoha oblastech. V technické praxi jsou snad nejznámější tvz. samomazná třecí ložiska, v domácnostech se osvědčily poteflované pánve. Polytetrafluorethylen je vysoce krystalický, nerozpustný pod teplotou tání (327 °C). [1] [2]

2.1.2 Vynilové polymery

Získávají se většinou polymerací monomerů obecného vzorce $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{R}$.

2.1.2.1 Polyvinylchlorid (PVC)

Je velmi rozšířeným syntetickým plastem. Příčinou jeho mimořádného rozšíření jsou poměrně levné způsoby výroby a významné vlastnosti jeho polymeru, ať už se jedná o jeho snadnou zpracovatelnost prakticky všemi základními postupy (válcováním, vytlačováním, vstřikováním, vyfukováním atd.), nebo jeho schopnost želatínace s různými změkčovadly, či jeho značnou odolnost. Průmyslově se polyvinylchlorid vyrábí suspenzí, emulzní a blokovou polymerací. Jelikož je nerozpustný v monomeru, je výsledkem jeho výroby jakýmkoli způsobem prášek. Chemicky je polyvinylchlorid odolný především vůči neoxidujícím kyselinám, dobře však odolá i zásadám. Jeho odolnost pochopitelně klesá se vzrůstajícím stupněm změkčení polymeru a zvyšující se teplotou. Důležitým bezpečnostním požadavkem při řadě aplikací je určitá odolnost polymeru vůči ohni, kterou polyvinylchlorid svou špatnou hořlavostí dobře splňuje.

2.1.2.2 Polyvinylacetát (PVAC)

Vyrábí se výhradně radikálovou polymerací, především emulzně a suspenzně, ale i blokově, a také roztokově v prostředí např. alkoholu, benzenu nebo toulenu. Je poměrně stálý i za zvýšených teplot. Na trh je polyvinylacetát dodáván v pevném stavu jako prášek, nebo transparentní hmota, ve formě roztoků v organických rozpouštědlech, nebo jako latex. Používá se především k výrobě lepidel, roztokových nátěrových hmot latexů, které jsou známé jako nátěrové hmoty pro vnitřní použití či disperzní lepidla.

2.1.2.3 Polyvinylalkohol

Je to polymer, který se nezískává z monomeru. Vynilalkohol totiž neexistuje. Produktem všech reakcí, které by jej mohly zdánlivě poskytnout, je acetaldehyd. Polyvinylalkohol je bílý prášek, zřetelně krystalického charakteru. Používá se v potravinářství pro přípravu ovocného želé, v chemickém průmyslu jako ochranný koloid pro suspenzní polymerace, dále jako zahušťovadlo pro barvy a k výrobě lepidel. Vyrábějí se z něj obalové fólie, chirurgické nitě, textilní vlákna a různá těsnění.

2.1.3 Styrenové a akrylové polymery

2.1.3.1 Polystyren (PS)

Polystyren je jedním z nejstarších syntetických polymerů. Polystyren je tvrdý, křehký, vodojasný polymer (viditelné světlo propouští z 90%) vysokého lesku s vynikajícími elektroizolačními vlastnostmi. Za běžných podmínek je dostatečně odolný vůči oxidaci, ale není doporučován pro venkovní použití, protože fotooxidací žloutne a křehne. Rozpouští se v aromatických a chlorovaných uhlovodících, esterech a ketonech. Odolává účinkům alkoholů, minerálních olejů a zásad. Jelikož se polystyren snadno zpracovává především vstříkáním, je bez problému vybarvitelný na pestrou paletu transparentních a krycích odstínů, ale také značně křehký, používá se hlavně k výrobě nenáročného spotřebního zboží, jakým jsou různé kelímky, misky, podnosy, dětské hračky atd. Široké použití našel též pěnový polystyren, zvláště ve stavebnictví (tepelné a zvukové izolace) a v obalové technice. Dle vlastností rozlišuje dva základní druhy polystyrenu a to standardní a houževnatý.

	Standardní	Houževnatý
Hustota [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]	1050	1050
Pevnost v tahu [Mpa]	38 až 40	30 až 35
Pevnost v ohybu [Mpa]	85 až 120	70 až 100
Pevnost v tlaku [Mpa]	120	100
Rázová houževnatost [$\text{KJ}\cdot\text{m}^{-2}$]	16 až 20	25 až 60
Minimální teplota trvalého použití [$^{\circ}\text{C}$]	-10	-30
Maximální teplota trvalého použití [$^{\circ}\text{C}$]	50	65
Navlhavost [%]	0,1	0,2

Tab. 3 Charakteristické vlastnosti polystyrenu [1]

2.1.4 Polyestery a polyethery

2.1.4.1 Polyethylentereftalát (PET)

Tento polyester se vyrábí dvoufázově. V první fázi se dimethyltereftalát transesterifikuje ethylenglykolem za uvolnění metylalkoholu. A ve druhé pak vzniká polymer za vydestilování přebytečného ethylenglykolu. Je surovinou pro výrobu vláken a v menším rozsahu pro výrobu fólií. Vlákna se zpracovávají na spotřební textilie, technické tkaniny a lana, používají se i k oplétání vodičů elektrického proudu a jako jiné výstuže polymerních materiálů (např. kordy pro pneumatiky a dopravní pásy). Fólie se používají v elektrotechnice a jako podložky pro výrobu magnetofonových a videorekordérových pásků a filmů. Ve formě láhvi se s polyethylentereftalátem setkáváme při balení kapalného zboží, především nápojů.

2.1.4.2 Polykarbonáty

Polykarbonáty jsou obecně polyestery kyseliny uhličitě a dihydroxysloučenin. Obsahují dvě fenolická jádra spojená můstkem, odvozeným od alkylu, nebo atomem kyslíku či síry. Spojují řadu velmi dobrých vlastností, kterých nebylo dosud souhrnně dosaženo u žádného dalšího typu termoplastů. Jsou to hlavně výborné mechanické a dielektrické vlastnosti, konstantní v neobvykle širokém rozmezí teplot (od -70°C do 140°C), dále malá nasákavost, značná povětrnostní odolnost a transparence. Tyto vlastnosti jsou spojeny s rozměrovou stabilitou, chemickou odolností a snadnou zpracovatelností. Jsou to plasty fyziologicky nezávadné, bez chuti a zápachu. Kromě v methylenchloridu jsou dobře rozpustné v řadě dalších chlorovaných uhlovodíků a v cyklohexanonu, ale jen ztěžka se rozpouštějí v aromatických uhlovodících, esterech a ketonech. Odolávají ultrafialovému záření, oxidaci do 120°C , dlouhodobému působení vody, páry, amoniaku a solí. Vysokou houževnatost si drží až do velmi nízkých teplot.

2.4.1.3 Polyethery

Tento plast vzniká tepelnou i chemickou odolností a extrémně malou propustností pro plyny. Jelikož si zachovává až do teploty tání krystalickou strukturu beze změny, vykazuje v širokém rozmezí teplot (od běžných až do 120°C) jen nepatrné změny fyzikálních vlastností. Na formaldehyd se rozkládá až při teplotách 220°C . Charakteristický je také jen nepatrnou nasákavostí vody. Používá se především jako tzv. konstrukční plast,

např. k výrobě ozubených kol, ložisek, krytů strojů a přístrojů, uzávěrů benzinových nádrží, ale i pro balení kosmetických přípravků.

2.1.5 Polyamidy a polyurethany

Tato řada polymerů obsahuje ve svých hlavních makromolekulárních řetězcích dusíkaté skupiny.

2.1.5.1 Polyamidy

Vyrábějí se převážně na základě technické realizace tří polyreakcí:

- polykondenzace ω -aminokarboxylových kyselin;
- polymerace jejich cyklických aminů (laktamů);

Významnými reprezentanty této řady jsou např. polykaprolaktam, obecně označovaný jako polyamid 6 (PA-6), dále polyamid 11 (PA-11), polymer laktamu kyseliny 12-aminododekanové, tzv. polyamid 12 (PA-12).

- polykondenzace diaminů s dikarboxylovými kyselinami či jejich dichloridy;

Tuto řadu reprezentují např. polykondenzát hexamethyldiaminu s kyselinou adipovou, známý pod označením polyamid 66 (PA-66).

Čísla za označením polyamid, charakterizují výchozí monomery podle počtu atomů uhlíku v jejich molekulách. Tak např. polymerací kaprolaktamu, cyklické sloučeniny s šesti atomy uhlíku v molekule, získáme polyamid 6, nebo polykondenzací lineárních monomerů hexamethyldiaminu s šesti a kyseliny adipové s rovněž šesti uhlíkovými atomy v molekule získáme polyamid 66 (tj. 6+6), to jsou celosvětově nejrozšířenější polyamidy. Vlastnosti polyamidů jsou malá hořlavost, vysoká odolnost vůči oděru a značná houževnatost. Lze je ještě modifikovat anorganickými plnivými včetně ztužujících skleněných vláken (v koncentraci 6% až 60%). Z polyamidů se vyrábějí především součásti strojů, přístrojů a zařízení, např. pouzdra kluzných ložisek, ozubená kola, řemenice a nosné kladky. [1] [2] [6]

	PA-6	PA-66	PA-610
Hustota [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]	1120	1130	1070
Teplota tání [$^{\circ}\text{C}$]	215 až 220	250 až 260	210 až 215
Modul pružnosti v tahu [Mpa]	1300	1700	1250
Navlhavost [hmot. %]	11	10	4
Teplotní odolnost [$^{\circ}\text{C}$] (krátkodobé použití)	140 až 180	170 až 200	210 až 220
Relativní permitivita [při frekvenci 1 kHz]	5	4	3

Tab. 4 – Fyzikální vlastnosti vybraných polyamidů [2]

2.1.5.2 Polyurethany

Polyurethany patří do rozsáhlé skupiny polyesteramidů, tedy polymerů, které jsou z chemického hlediska kombinací polyesterů a polyamidů. Ve srovnání s polyamidy mají polyurethany nižší navlhavost, lepší elektroizolační vlastnosti a větší odolnost vůči vodě, kyselinám a povětrnosti. Za běžné teploty jsou rozpustné pouze ve fenolech a kyselinách mravenčí a sírové. Zpracovávají se vstřikováním, lisováním a zvlákňováním, ale jen na technická vlákna. Snad nejznámější v široké veřejnosti je použití tohoto materiálu k výrobě lehčených hmot (pěnových materiálů). Lze vyrábět měkké pěny, ale také tvrdé. Vlastnosti tohoto materiálu jsou extrémní odolnost vůči oděru, dobrá adheze k řadě materiálů včetně kovových a polymerních a stálost v prostředí vody a zředěných vodných roztoků kyselin i zásad. Polyurethany dosáhly v krátké době svého vývoje rozsáhlého použití nejen jako lehčené a nelehčené plasty a vlákna, ale také v oblastech elastomerů, porterů, licích pryskyřic, lepidel, nátěrových hmot, dokonce se začínají uplatňovat i jako materiál pro výrobu pneumatik. [1] [5]

3 Reaktoplasty

Jsou takové plasty, které zahřátím nebo přidáním vytvrzovacího prostředku přecházejí do nerozpustného a netavitelného stavu (ztrácejí termoplastický charakter).

3.1 Fenoplasty

Fenoplasty neboli fenolické pryskyřice byly první čistě syntetické pryskyřice, které došly mnohostranného použití a razily tak cestu dalším polymerům. Pod těmito pojmy jsou zahrnuty polykondenzáty aldehydů, nejčastěji formaldehydu s fenolem. Můžeme je klasifikovat na dva základní typy:

- Novolaky, produkty polykondenzace fenolu s nedostatkem formaldehydu, které lze vytvrdit teprve po přidání formaldehydu v množství, které zajistí minimálně ekvimolární poměr obou výchozích složek reakční směsi.
- Rezoly, produkty polykondenzace fenolu s přebytkem formaldehydu, které působením tepla anebo kyselin, můžeme snadno převést v nerozpustnou a netavitelnou hmotu zvanou rezit.

3.2 Aminoplasty

Pod pojmem aminoplasty rozumíme kondenzátory formaldehydu s látkami obsahujícími aminové nebo amidové skupiny. Největší význam mají produkty na bázi močoviny a melaminu. Hlavními druhy aminopryskyřic jsou močovinoformaldehydové a melaminoformaldehydové. Aminopryskyřice můžeme z hlediska jejich přípravy a vlastností rozdělit na tyto typy:

- čisté aminopryskyřice, tj. reakční produkty jedné aminosloučeniny s formaldehydem;
- směsné aminopryskyřice, tj. reakční produkty několika aminosloučenin s formaldehydem, nebo jedné aminosloučeniny a několika aldehydy;
- modifikované aminopryskyřice, tj. reakční produkty aminosloučeniny s aldehydem a další látkou (např. alkoholem, kyselinou nebo solí);

Mezi aminopryskyřice zahrnujeme lepidla, pojiva, pryskyřice impregnační, lakařské a licí, a také pryskyřice používané jako pomocné prostředky k úpravě textilu a papíru.

3.3 Epoxidové pryskyřice

Pod pojmem epoxidové pryskyřice rozumíme sloučeniny, které obsahují v molekule více než jednu epoxidovou (oxiranovou) skupinu. Tato skupina je velmi reaktivní a na její reaktivitě s velkým počtem látek, vedoucí k zesíťovaným makromolekulárním produktům, spočívající aplikace těchto pryskyřic jako lepidel, zalévacích a lisovacích hmot, laminátů a lakařských pryskyřic. Jsou to bezbarvé až nažloutlé hmoty, konzistence kapalin až tvrdých, křehkých látek. Za běžných podmínek jsou prakticky neomezeně skladovatelné. Mají velmi dobré chemické a elektroizolační vlastnosti v poměrně široké oblasti teplot, cenná je i značná odolnost vůči vodě, roztokům a některým rozpouštědlům.

3.4 Polyesterové pryskyřice

Polyesterové pryskyřice jsou produkty polyesterifikace nenasyčených dikarboxylových kyselin nebo jejich anhydridů s dioly (nenasyčené polyestery), rozpuštěné v monomeru schopném kopolymerace, kterou dojde k vytvrzení pryskyřice. Z dikarboxylových kyselin má největší technický význam kyselina fumarová, z anhydridů maleinanhydrid a z diolů propylenglykol. Polyesterové kyseliny se zpracovávají na výrobu nevyztužených výrobků (knoflíky, bižuterie), zalévací hmoty, jako pojivo (k výrobě umělého kamene, obkládaček, plastbetonu), výrobky vyztužené skleněnými vlákny (lamináty), tmely, lepidla a bezrozpouštědlové laky.

3.5 Silikonové pryskyřice

Silikony lze připravit hydrolýzou dischlorsilanů a jejich samovolnou polykondenzací, nebo polymerací cyklosiloxanů. Vyznačují se vysokou tepelnou odolností, výbornými elektroizolačními vlastnostmi a dobrou odolností vůči povětrnosti. Používají se především v elektrotechnice, dále pak v různých průmyslových odvětvích, kde jsou nezbytnou součástí nátěry odolávající vysokým teplotám. [1] [5] [6]

4 Příklady do polymerů

Požadavky kladené na výrobky z polymerů jsou tak různorodé, že nepřichází prakticky v úvahu používání samotných, čistých polymerů, ale jen upravených dalšími přísadami, které společně s polymery tvoří polymerní směsi.

4.1 Plastikační činidla

Tyto činidla zvaná také jako peptizační činidla zvětšují účinnost a rychlost plastikace, protože usnadňují štěpení makromolekul kaučuku, způsobené hnětením.

4.2 Maziva

Maziva nejen usnadňují zpracovatelský proces, ale i zlepšují mnohé vlastnosti výrobků jako např. vzhled povrchu, tepelnou a světelnou stabilitu, ale také odolnost vůči povětrnosti. Podle účinku je můžeme rozdělit do jednotlivých skupin:

- maziva s vnějším účinkem;
- maziva s vnitřním účinkem;
- uhlovodíky;
- mastné kyseliny;
- vosky;
- těžké alkoholy a vícesytné alkoholy;

4.3 Separační činidla

Používají se k usnadnění vyjímání výrobků z forem a mnohdy tak přispívají ke zvýšení produktivity tvářecího zařízení. Hlavními zástupci jsou silikonové oleje a polytetrafluorethylenové disperze ve formě nátěrů nebo nástřiků tvářecích ploch.

4.4 Změkčovadla

Změkčovadla jsou málo těkavé organické látky, které poskytují polymerům ohebnost, tvárnost a vláčnost. Principem působení změkčovadel na polymery je zvyšování tzv. vnitřní pohyblivosti jejich makromolekulárních řetězců, která určuje tuhost a teplotu zesklnění polymerů a která je dána jednak ohebností makromolekul, ale také jejich vzájemnou přitažlivostí. Aby tedy přísada do polymeru účinkovala jako změkčovadlo, musí mít schopnost pronikat mezi makromolekulární řetězce a oddělovat je od sebe.

4.5 Tepelné stabilizátory

Tepelné stabilizátory jsou látky umožňující tvarování za tepla tváření polymerů, jejichž teploty měknutí a rozkladu leží v úzkém rozmezí. Při volbě vhodných stabilizátorů, je důležité mít na zřeteli i další přísady v polymerní směsi, zejména změkčovadla a plniva, která mnohdy destrukční a zbarvovací proces urychlují.

4.6 Antioxidanty

Vzdušný kyslík způsobuje degradaci polymerů. Za běžné teploty, se toto tzv. oxidační stárnutí projeví až po velmi dlouhé době, např. po deseti a více letech. Za zvýšené teploty se však významně urychluje a mluvíme o tzv. tepelně-oxidační stárnutí. Antioxidanty se při svém ochranném působení mění na produkty, které jsou buď bezbarvé, nebo tmavě zbarvené.

4.7 Plniva

Plniva jsou důležité přísady, které významně ovlivňují vlastnosti směsí a ještě více vlastnosti výrobků, jež právě máme možnost volbou kvality a kvantity plniva upravovat v širokých mezích. Jsou to většinou tuhé látky používané ve formě prášku nebo krátkých vláken. Za účelem snížit prášivost a umožnit automatické navažování se prášková plniva stále častěji granulují. Obecně je možno říci, že plnivy lze zlepšovat mechanické vlastnosti materiálu, jeho odolnost vůči teple, ohni, korozi, stárnutí, ovlivňovat vzhled výrobku, ale i jeho cenu.

4.8 Vyztužovadla

Jsou látky, které svým tvarem a strukturou zpevňují polymerní výrobky. Jsou to vláknité a textilní materiály, hlavně na základě bavlny, celulózy, polyamidů, polyesterů, skla, kovů, papíru atd.

4.9 Nadouvadla

Nadouvadla jsou přísady, které se při teplotě tváření polymerních směsí rozkládají za vzniku plyných produktů, jež pak ve výrobku vytvoří uzavřené či otevřené póry. Plynou složkou jejich rozpadu bývá nejčastěji dusík nebo oxid uhličitý.

4.10 Pigmenty

Pigmenty (práškové barvy) jsou barevné prášky nerozpustné v polymerech, kterým jako přísada propůjčují příslušný odstín a kryvost. Rozdělujeme je podle původu na anorganické, organické a bronze (práškové kovy).

4.11 Antistatické prostředky

Okolnost, že většina polymerů je elektricky nevodivá, způsobuje při jejich tření vznik elektrického náboje. Ten se pak stává zdrojem řady nežádoucích jevů. Významným opařením proti elektrostatickému nabíjení polymerních materiálů je zvýšení jejich vodivosti. Pokud to neobstará jiná přísada např. saze, přidáváme za tím účelem do polymerní směsi antistatické prostředky neboli antistatika. Antistatika jsou látky, které ve svých molekulách obsahují kromě uhlíku a kyslíku často dusík, fosfor a síru.

4.12 Prostředky snižující hořlavost

Těchto přísad, někdy také jako retardéry hoření či zhasedla, se používá především k výrobě nehořlavých nátěrových hmot a lehčených polymerních materiálů určených k aplikacím ve stavebnictví a obalové technice a také některých pryžových výrobků. Jako přísada snižující hořlavost je pro plasty použitelný oxid antimonitý. Z plniv ke snížení hořlavosti přispívá kromě slídy také např. kaolin, křída, křemičitany, grafit, síran barnatý a hořečnatý. [1][2]

5 Zpracování polymerů tvářením

Pod pojmem tvářením rozumíme zpracování polymerů v plastickém stavu. Používá se pro elastomery, termoplasty i reaktoplasty.

5.1 Lisování

Lisování je nejstarším způsobem zpracování polymerů. Lisování je tvářením polymerů při zvýšených teplotách a tlacích, při čemž žádaný tvar dává materiálu forma. Podle velikosti použitých tlaků se rozlišuje lisování vysokotlaké a nízkotlaké.

5.1.1 Vysokotlaké lisování

Vysokotlaké lisování rozdělujeme podle způsobu provádění na lisování přímé, lisování rázem a lisování nepřímé. K vysokotlakému přímému lisování se dnes používají téměř výhradně pístové hydraulické lisy. Tvar výlisku vymezuje lisovací forma, která je vhodným způsobem umístěna v lisu. Potřebné množství polymerní směsi se předem prakticky vyzkouší pro každý konkrétní výrobek.

5.1.2 Nízkotlaké lisování

Nízkotlakého lisování se používá hlavně k tvářením reaktoplastů, především fonoplastů a aminoplastů, v největší míře však k výrobě vyztužených polyesterů. Před nanesením pryskyřice se výztuž upraví tak, aby byla v hotovém výrobku rovnoměrně rozložena. Existuje několik typických způsobů nízkotlakého lisování, které se liší především používanými formami:

- výrobky z lisů s pevnými formami;
- lisování pomocí pružných dílců;
- lisování pomocí pružných vaků nebo plachetky;
- velkoobjemové nádoby; [3]

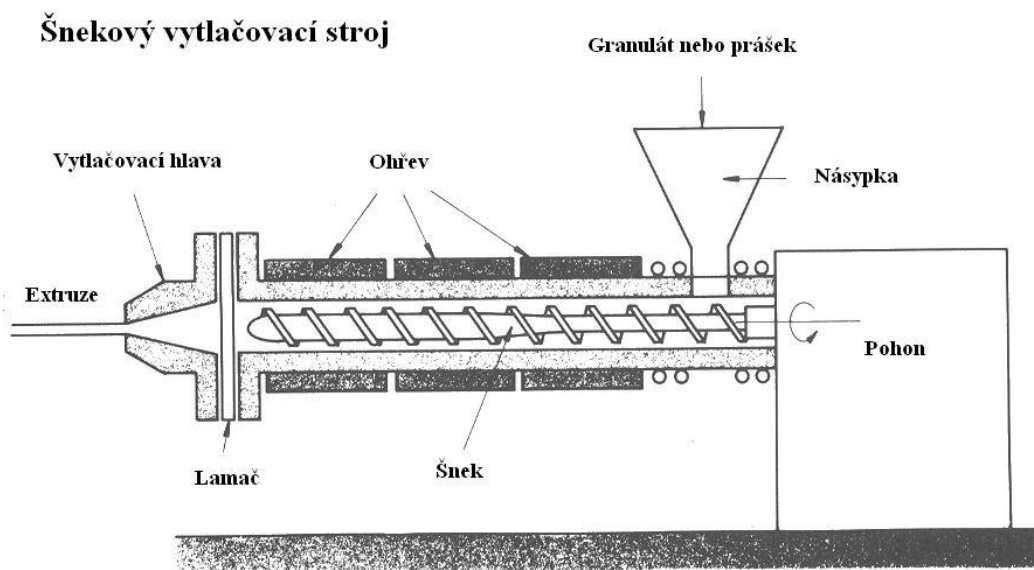
5.2 Válcování

Válcování, neboli kalandrování je způsob tváření polymerů, kterého se používá k výrobě fólií a desek a k nanášení polymerů na textilní podložky mezi vyhřívanými válci válcových strojů, neboli kalandrů.

Princip válcování je následující: prvá štěrbina mezi válci je zásobována páskem polymerní směsi z míchacího dvouválce nebo kontinuálního hnětače. Všechna přiváděná hmota však nemůže projít úzkou štěrbinou a hromadí se před ní v otáčející se rolničce. Proudění v ní je takové, že spodní část fólie vystupuje ze štěrbiniky prakticky nezměněna, zatímco horní část je strhávána do středu rolničky a znovu hnětena. Protože rolničky vznikají před všemi štěrbinami kalandru, vytváří se průchodem mezi každou dvojicí válců na fólii kvalitnější povrch. Pro nejrůznější účely se vyrábějí různé typy kalandrů, které lze nejjednodušeji klasifikovat podle počtu válců na: dvouválcové kalandry, tříválcové kalandry a čtyřválcové. Čtyřválcové můžeme dle vzájemné polohy válců dále rozdělit na kalandry tvaru I, L, F, Z.

5.3 Vytlačování

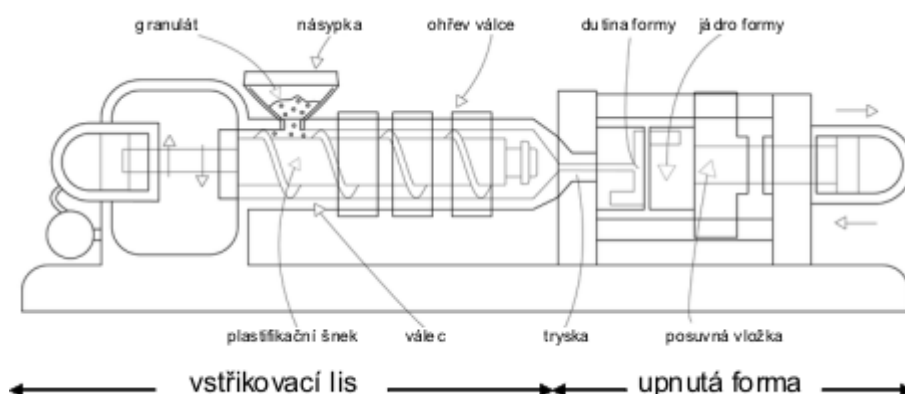
Vytlačování je nepřetržitý způsob tváření, při kterém je zplastikovaný polymer vytlačován z tlakové komory profilovacím zařízením, tzv. hubicí. Zpracováním makromolekulární látky na výrobky „nekonečné řady“ se podobá válcování. O něj se liší tím, že z hubice je polymer vytlačován do volného prostoru nikoli do formy. Tvar mu totiž uděluje už vytlačovací hubice. [3][16]



Obr. 3 Schéma šnekového vytlačovacího stroje [16]

5.4 Vstřikování

V současné době se vstřikováním zpracovává asi čtvrtina polymerů a význam této technologie neustále vzrůstá. Pečlivě navržená a vyrobená forma může totiž eliminovat opracování výstřiku. Vtoky a vtokové zbytky můžeme v případě termoplastů rozemlít a znovu vstřikovat, v případě pryže snadno zpracovat na regenerát. Ztráty polymeru jsou tedy minimální. Vstřikovací cyklus je rychlý, lze jej zautomatizovat. Je založen na vstříknutí taveniny polymeru do formy, chlazené při zpracování termoplastů a vyhřívané při zpracování kaučukových směsí.



Obr. 4 Princip vstřikování plastů [15]

Vstřikovací lis (injection press) je mechanický tvářecí stroj, který slouží k mechanickému zpracování různých produktů tlakem nebo tlakovým rázem. Při výrobě touto technologií se surovina (plastový granulát) plní do násypky vstřikovacího lisu. Odtud padá do komory, kde je plastifikačním šnekem tlačena do válce, ve kterém se ohřívá a ve formě taveniny vstupuje do trysky, kterou je vstřikována do formy. Po vychlazení se forma otvírá, výrobek se vyhazuje a celý cyklus se opakuje. Stejný postup se děje i v případě, když do formy před vstřiknutím založíme kovový nebo plastový díl. Forma se nám s dílem zavře a lis obstříkne či zastříkne kovový nebo plastový kus dle potřeby a nastavených parametrů lisu - vstřikovací tlak, dotlaky, dávkovací dráhy a rychlosti dávkování. Rychlost vstřiku, dekomprese atd. záleží též na teplotě chlazení obou půlek formy. [15]

Vstřikovací stroje rozdělujeme dle konstrukce vstřikovacích jednotek:

- Stroje bez předplastikace, kde se materiál plastikuje v tavné komoře a do formy je vstřikován pístem, nebo se plastikuje i vstřikuje pístem.
- Stroje s předplastikací mají plastikací jednotku oddělenou od vstřikovací.

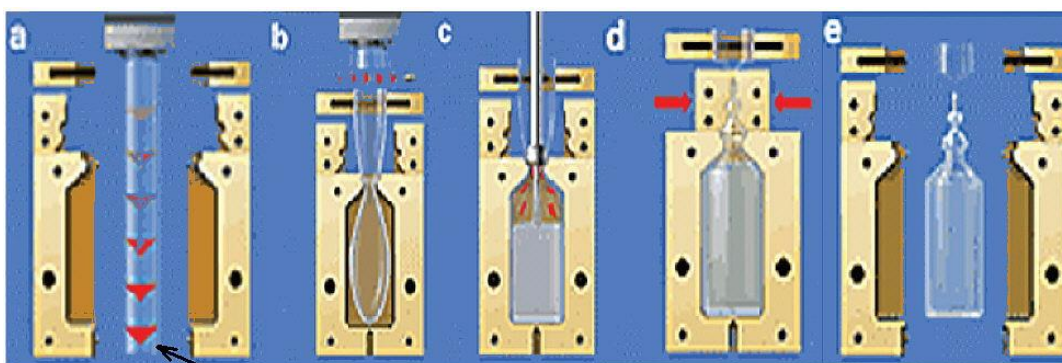
Pracovní cyklus trvá obvykle několik sekund až desítek sekund, podle tloušťky stěny a celkové velikosti výrobku. U tenkostěnných výrobků se dosahuje velkého výkonu na moderních automatických strojích se samočinně pracujícími formami. Takové zařízení vstříkne 5 až 15 výrobků za minutu zcela automaticky, takže jeden pracovník může obsluhovat několik stojů najednou.

5.5 Vyfukování

Vyfukování je technologický postup výroby dutých předmětů (láhví, tub, konví, popelnic apod.).

5.5.1 Výtlačné vyfukování

Základem výtlačného vyfukování je vytlačování polymeru kruhovou štěrbinou. Průměr a tloušťka vytlačované hadice jsou regulovány seřízením štěrbinové vytlačovací hlavy. Vytlačená hadice je pak sevřena do formy a tlakem vzduchu rozfouknuta do tvaru, který jí udělí forma.

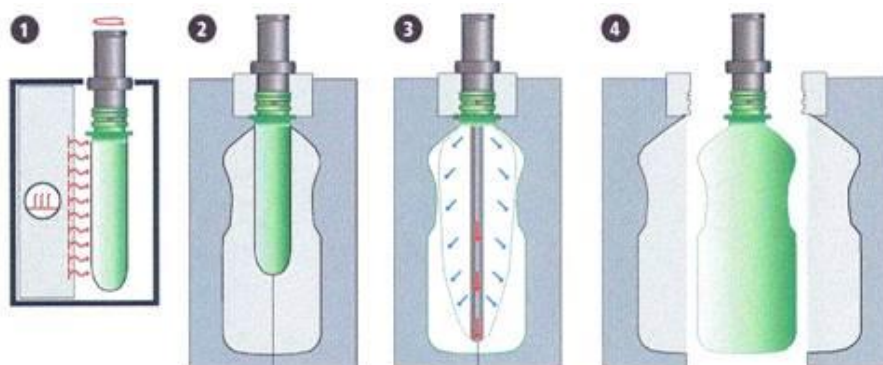


Vytlačovací vyfukování — PARIZON

Obr. 5 Princip vytlačovacího vyfukování [17]

5.5.2 Vstřikovací vyfukování

Uplatňují se při výrobě dutých předmětů. Principiální rozdíl s výtlačným vyfukováním je především v přípravě předlisku, který se nevytlačuje, ale vstříkuje na trn vstřikovacím strojem. Výstřík se dopravuje revolverovým systémem nebo kývavým pohybem k vyfukovací části zařízení, kde se po umístění ve formě vyfoukne do žádaného tvaru. [3] [16]



1 – ohřev tvarové části předlisku, 2 – přesun do vstřikovací formy, 3 – vyfukování, 4 – chlazení, vyhození

Obr. 6 Princip vstřikovacího vyfukování s přerušovaným procesem [16]

6 Výchozí podmínky společnosti ing. Petr Gross, s.r.o.

6.1 Představení společnosti

Firma Ing. Petr Gross s.r.o. byla založena v roce 2001, za účelem rozšíření aktivit v oblasti výroby plastových komponentů pro bílou techniku a také díly pro automobilový průmysl. Firma sídlí na vlastních pozemcích v Miloticích nad Bečvou, v areálu firmy E-technik a.s., jednoho ze svých významných zákazníků. Nástrojárna firmy se nachází ve Vrbně pod Pradědem. V současné době firma zaměstnává cca 40 zaměstnanců a disponuje 10 moderními vstřikovacími stroji s uzavírací silou 35 až 500 t od firem Arburg a Krauss Maffei.

6.2 Nosný výrobní program

6.2.1 Výrobky z plastů

Firma ing. Petr Gross se zabývá výrobou plastových komponentů jak pro spotřební, tak i pro automobilový průmysl. Vstupní surovinou jsou granuláty plastických hmot, které firma získává nákupem přímo od výrobce, nebo v menších množstvích od maloobchodníků či distributorů v zastoupení pro Českou republiku a Slovensko. [10]



Obr. 7 Výroba plastových dílů a výrobků pro spotřební průmysl [10]

Materiál použitý pro výrobu je polypropylen s vysokou odolností vůči vysokým teplotám, s obchodním názvem BOREALIS HF700SA natur (příloha 2,3,4) dodávaný společností Borealis.



Obr. 8 Výrobek z plastů pro automobilový průmysl [10]

Pro tento výlisek se používá materiál polykarbonát se speciálními vlastnostmi, které jsou nezbytné pro účelné použití výrobku.

6.3 Areál a jeho vybavení

Firma sídlí na vlastních pozemcích v Miloticích nad Bečvou. Nástrojárna firmy se nachází ve Vrbně pod Pradědem.

6.3.1 Pracovní úkony vykonávané v areálu

- nákup granulátů plastických hmot
- recyklace či regranulace odpadů z výlisků
- výroba plastových výlisků dle stanované formy
- odvoz a skladování již hotových výrobků
- opravy zařízení

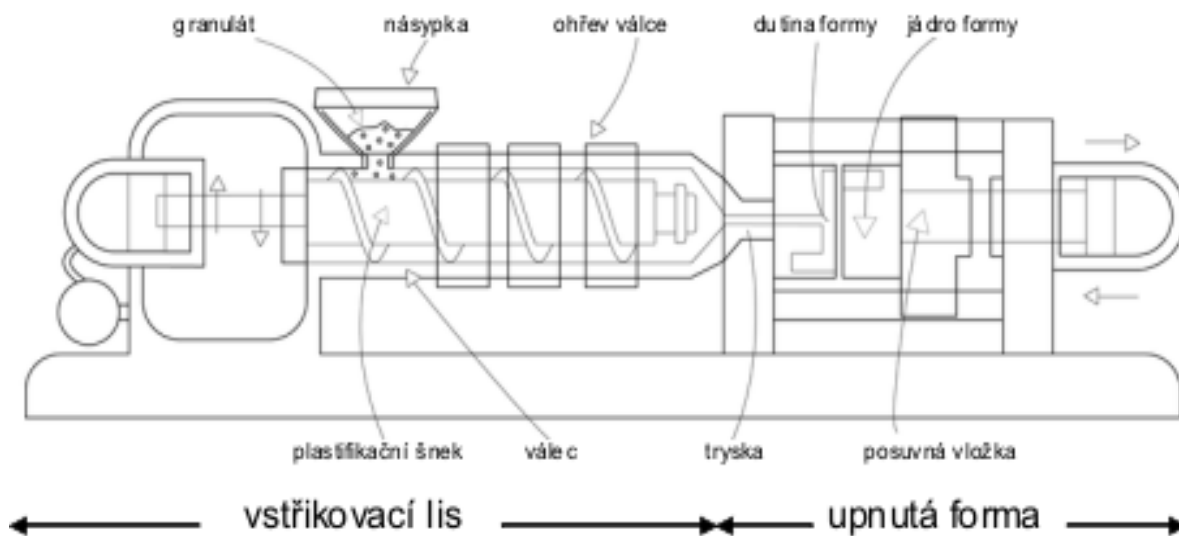
6.3.2 Manipulační prostředky

- 2 x nákladní vůz AVIA – 3,5t; 6t
- valník 3,5t
- 2 x vysokozdvizný vozík Linde 1,8t; 2t
- 1 x nízkozdvizný vozík Linde 1t
- 3 x osobní automobil Škoda Octavia

6.3.3 Provozní zázemí

- Hala I (vstříkolisy)
- Hala II (sklad s materiálem)
- Hala III (sklad s hotovými výrobky)
- Obytná buňka pro příjem zboží
- Trafostanice
- Požární železobetonová nádrž [10]

6.4 Popis stávající linky



Obr. 9 Schéma vstřikování plastů [15]

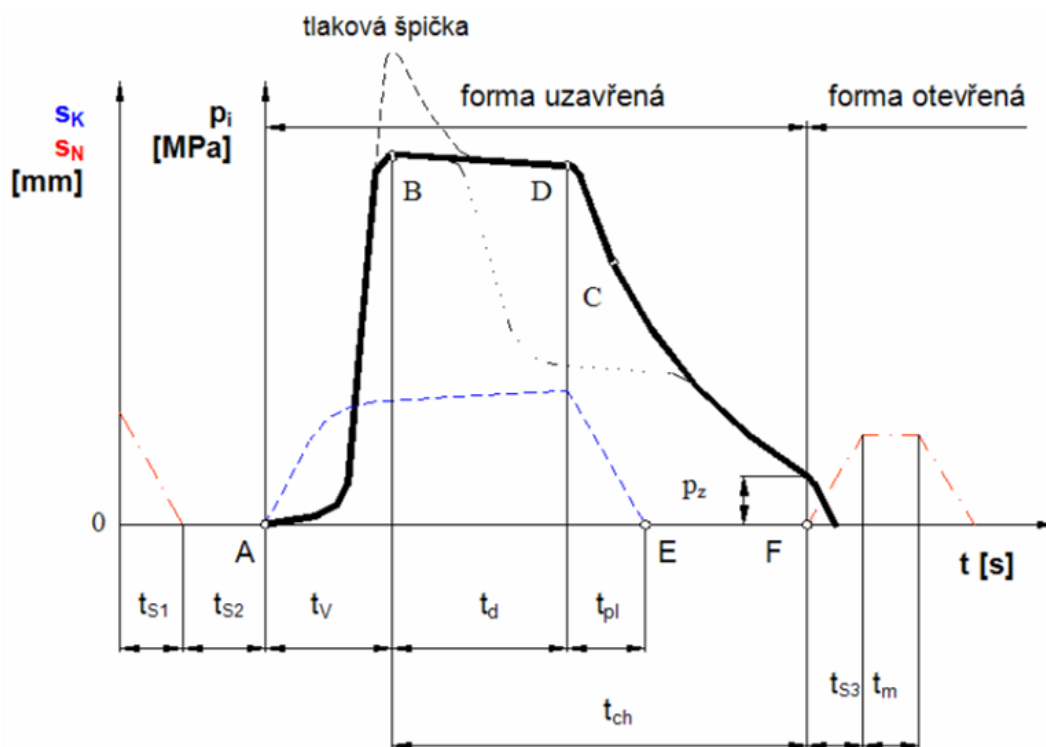
6.4.1 Jednotlivé fáze vstřikovacího cyklu

Plast v podobě granulí (válečky, čočky, krychličky, kuličky) je přenesen do násypky přetlakovým nebo podtlakovým systémem z granulátovny. Granule mohou mít různé barevné odlišení. Originál barevné od výrobce, dále černé provedení, nebo nejstandardněji provedení naturální, kdy pro docílení námi stanovené barvy musíme nadávkovat určité procento masterbatche (barvy), k určitému množství dávkovaného granulátu. U každé masterbatche je přímo od výrobce řečeno, kolik procent je nutné nadávkovat k určitému objemu granulátů.



Obr. 10 Masterbatche - barvivo [23]

Pomocí pracovního elementu vstřikovacího stroje, tedy šnekem, dříve pístem, je hmota dopravena do tavicí komory, kde se mění v taveninu za spolupůsobení tepelného a třecího účinku. Tavenina je následně vstřikována do dutiny nástroje, kde zaujme její tvar. Pro snížení smrštění a zamezení rozměrových změn je aplikována tlaková fáze. V průběhu této fáze již tavenina předává teplo formě a dochází tak ke ztuhnutí plastu ve finální výrobek. Následně je výrobek vyhozen z nástroje a proces se opakuje. Cyklus vstřikovacího procesu je složen z přesně stanovených operací. Pro možnost následného popisu vstřikovacího cyklu je stanoven jako počátek celého vstřikovacího cyklu okamžik započetí uzavírání nástroje. Pro snazší názornost a vizualizaci celého vstřikovacího cyklu je využit diagram průběhu tlaku v dutině formy na čase. Tento tlak je nazýván vnitřním tlakem se značením p_i . Je to tlak vztažený na jednotku plochy průřezu šneku. [19] [20] [21]



Obr. 11 Diagram průběhu tlaku během vstřikovacího cyklu [21]

— — — pohyb šneku — — — — — pohyb formy (nástroje) — — — — — vnitřní tlak
 t_{s1} -doba uzavírání formy, t_{s2} -doba přisuvu vstřikovací jednotky k formě, t_{s3} -doba otevírání formy, t_m -doba otevření formy, t_v -doba vstřikování, t_d -doba dotlaku, t_{pl} -doba plastikace, t_{ch} -doba chlazení

6.4.1.1 Fáze dávkování + plastikace

Účelem plastikace je připravit homogenní taveninu plastu a nahromadit tak výrobní dávku do prostoru před čelo šneku pro možnost následného vstřiknutí zhomogenizované taveniny do dutiny formy.

Možnosti ovlivnění homogenity taveniny:

- konstrukcí šneku;
- otáčkami šneku;
- zpětným tlakem;
- objemem vstřikovací dávky;

Pro dokonalost procesu musí být zajištěn vhodný objem zplastikované dávky pro vyplnění tvarové dutiny formy i vtokového systému a postupným doplňováním taveniny tak eliminovat objemové změny dílce při smršťování vlivem ochlazování. Objem dávky je nutné navýšit o 5 až 10 % z důvodů vytvoření materiálového “polštáře“ před čelo šneku v přední poloze ke konci vstřikovací fáze. Při plastikaci šnek nabírá granulovaný plast z násypky a pomocí rotace kolem vlastní osy se současným posuvem vzad, je hmota plastikována a přemísťována do prostoru před čelo šneku. Ohřev granulátu potřebného pro plastikaci jedné dávky je vyvinut přibližně ze dvou třetin pomocí frikčního tepla vznikajícího třením hmoty o stěny komory a povrch šneku a z jedné třetiny z elektrického odporového topení ve stěnách válce. Teplotu taveniny je nutné dodržovat, protože přímo ovlivňuje viskozitu taveniny, průběh tlaku a jeho velikost, dobu chladnutí výstřiku a orientaci makromolekul. V případě vybavení tavicí komory samouzavírací tryskou, je plastikace možná i při otevřené formě.

6.4.1.2 Fáze vstřikování taveniny do dutiny formy

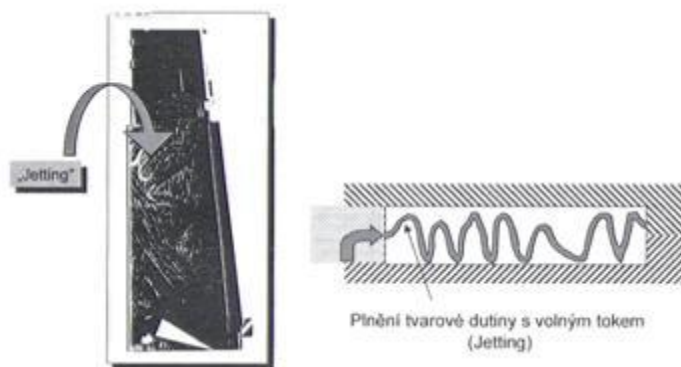
V této fázi celého vstřikovacího cyklu je nejdůležitější dokonale vyplnit dutinu formy taveninou pomocí vstřikovacího šneku, který vykonává axiální pohyb a plní tak funkci pístu.

Vstříknutí je možné rozdělit na:

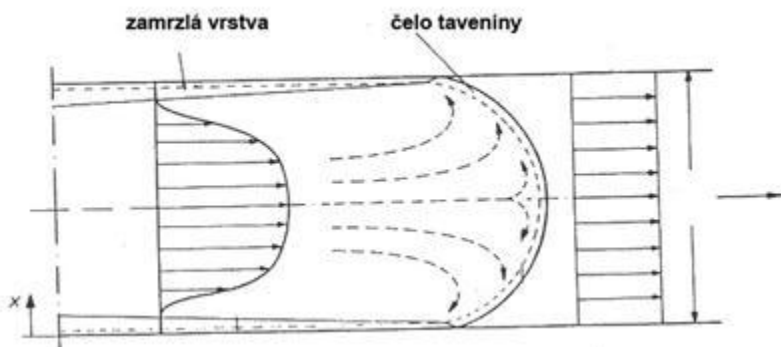
- objemové plnění tvarové dutiny taveninou;
- komprese taveniny;

Objemové plnění tvarové dutiny taveninou - plnění se volí pokud možno v co nejkratším čase, protože v okamžiku první interakce taveniny s povrchem dutiny formy dochází k okamžitému předávání tepla z taveniny na formu. Tavenina tak začne ihned tuhnout na stěnách dutiny formy a vytvoří tak nepohyblivou vrstvu hmoty, která izoluje zbytek proudící taveniny. To znamená, že směrem k ose vstřikovací dutiny vzniká zóna nazývaná plastické jádro. Plastické jádro má nižší viskozitou taveniny, která umožňuje další průtok taveniny do dutiny formy směrem ke stěnám dutiny formy, než dojde k celkovému vyplnění dutiny. Z důvodu zvyšování viskozity taveniny směrem ke stěně formy dochází ke zmenšování příčného průřezu vtoku. To vede k rostoucí rychlosti plastického jádra a k zakřivení čela taveniny. Je možné říci, že závislost mezi rychlostí plnění dutiny formy

a rychlostí ochlazování, tedy tuhnutí taveniny je rozhodující pro možnost vyhotovení konečného výrobku požadovaného tvaru. Vstřikovací rychlost je závislá na technologických podmínkách, převážně na teplotě taveniny T_{tav} , na tlaku vstřikování p , teplotě přehřáté formy, objemu a tloušťce výstřiku a v neposlední řadě na složitosti geometrického tvaru, druhu plastu i rozmístění vtoků. Je ale také důležité si uvědomit možnosti kombinace nastavených parametrů. Ke zvolené vstřikovací rychlosti musíme také volit vhodný tlak vstřiku. Z uvedeného je zřejmá nemožnost nastavení diametrálně rozdílných parametrů. Přínosem vysoké vstřikovací rychlosti je sice vhodná orientace makromolekul, na druhou stranu je nutné pamatovat na možnost vzniku spálení, resp. přehřátí a následnou degradaci taveniny. [19] [20] [21]



Obr. 12 Postup plnění tvarové dutiny taveninou [15]



Obr. 13 Laminární tok taveniny [15]

6.4.1.3 Fáze dotlaku

Po vyplnění celé dutiny formy následuje komprese hmoty. V tom okamžiku tlak ve formě tedy i v hydraulice stroje skokově vroste a rychlost náhle klesne. V případě setrvání na hodnotě vstřikovacího tlaku by došlo ke vzniku kompresní špičky. To by mělo za následek nadměrné namáhání formy v podobě pružného prohnutí formy. To by vedlo ke vzniku nežádoucích přetoků na dílci v místech dělicí roviny. Je proto důležité v určitém okamžiku celého vstřikovacího procesu přepnout na dotlak. Předčasného přepnutí vstřikovacího tlaku na dotlak-nízký dotlak v tvarové dutině formy může vyvolat hlavně u tlustostěnných výstřiků nebo jeho částí vznik propadlin, vnitřních staženin či mikropórů. Pozdní okamžik přepnutí vstřikovacího tlaku na dotlak v tvarové dutině formy je příčinou omezení pohyblivosti makromolekul v tavenině v průběhu chlazení. Tím vyvolá vnitřní napětí v tavenině. Dotlak tedy kompenzuje rozměrové změny vyvolané při smrštění výrobku ve formě v průběhu ochlazování dotlačením malého množství taveniny (polštáře) umístěného před čelem šneku do dutiny formy. Proto je dotlak důležitý z hlediska budoucích vlastností výrobku. V okamžiku ztuhnutí ústí vtoku je dotlačování již neúčinné.

6.4.1.4 Fáze chlazení

Jedná se o nejdélší část celého cyklu závisující na několika faktorech. U tenkostěnných výstřiků se chlazení pohybuje okolo několika sekund, u tlustostěnných výstřiků několik minut. Dobu chlazení dále ovlivňuje druh plastu, teplota taveniny, teplota formy a teplota výstřiků při vyjímání z formy. Je žádoucí chladící fázi zkrátit na co nejkratší dobu za pomoci chlazení formy v místech, kde je větší množství taveniny, resp. v místech, kde hmota chladne nejpomaleji. [21]

6.5 Nedostatky dosavadního provozu

Produkce firmy ing. Petr Gross, jak bylo již několikrát zmíněno, se zaměřuje nejvíce na výrobu produktů pro spotřební průmysl. Jelikož poptávka po spotřebním zboží do domácností je velice různorodá a technologické linky byly nakoupeny s nedostatečným vybavením automatického dávkování, proto je třeba inovace dané části výrobní linky.

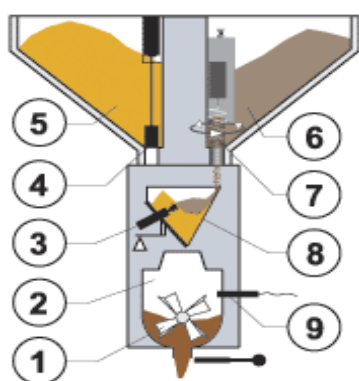
6.6 Cíl projektu

Cílem projektu inovace technologické linky je zavedení automatického dávkovače granulátů a příslušné barvy dle požadavku na konkrétní barevný odstín výlisku. Tato technologie může zvýšit efektivitu práce výrobní linky, docílení přesné barvy výlisku, tak i časové úspory stávající linky.

7 Návrh řešení a dosažené výsledky

7.1 Popis inovační technologie

Do výrobních závodů se pro další zpracování granulátů z plastických hmot (výchozí surovina) dodává buď v pytlích, vážících 25 kg, nebo v octabinech o váze 1000–1100 kg anebo v cisternách. Vlastní manipulace s materiálem je manuálně jednoduchá a vyndávání materiálu nemá vliv na kvalitu plastu. Zásobníky jsou vybaveny zařízením pro kontrolu množství materiálu a zařízením pro vyprazdňování zbytkového materiálu. Přísady, které jsou používány v menších množstvích, jsou nejčastěji dodávány v pytlích. Volba dopravního zařízení závisí na typu materiálu (granule, prášek, atd.), množství dopravovaného materiálu, vertikální a horizontální vzdálenosti dopravy, dalších požadavcích na úpravu granulátu (barvení, sušení, přidávání regenerátu, apod.). K pneumatické dopravě se používají buď vakuové nebo tlakové systémy, nebo jejich kombinace. Potrubí mají většinou průměr do 100 mm a jsou buď z oceli, nebo ze slitin hliníku s možným vločkováním proti opotřebení. Vakuový systém je možno použít do vzdálenosti 100 m, zatímco přetlakový systém, pracující s větším tlakem vzduchu, lze použít až do vzdálenosti 200 m. Je zde však mnohem větší opotřebení potrubí, zvýšené tření může způsobit měknutí granulí, příp. jejich drcení. Moderní dopravní systémy umožňují provádět úpravy granulátu automaticky. Tak např. nebarvený polymer lze barvit přímo na stroji v plnicím zařízení pomocí pigmentů (masterbatche), kdy odpadá nutnost skladovat velké množství granulátů různých barev.



- 1 – míchání, 2 – mísící prostor, 3 – píst, 4 – uzávěr,
 5 – polymer, 6 – barvivo (masterbatch),
 7 – odměřování barviva, 8 – prostor vážení, 9 – čidlo

Obr. 14 Směšovací jednotka pro barvení [22]

7.2 Změny ve stávající lince

Aplikace technologie je možná na stávající technologickou linku, je nutné pouze přidat směšovací jednotku pro dávkování granulátu a příslušného barviva. Výměna bude provedena pro zvýšení efektivity linky.

7.2.1 Výběrové řízení na dodavatele směšovací jednotky

Podmínky výběrového řízení

- snadné začlenění do stávající linky
- bezproblémový přístup k dávkovači
- možnost úpravy kombinace granulátu a barviva
- výkon
- rychlost dodání
- servis
- cena

Účastníci výběrového řízení

- 1. MAGUIRE, USA**
- 2. TECHNOLOGY PRODUCT TRADE, ČR**
- 3. PIOVAN, Itálie**

1) MAGUIRE – WSB 420

Technické informace:

Dávka - 6 [kg]

Komponent - 2

Počet ventilů - 2

Počet šneků - 1

Výkon - do 750 [kg . hod⁻¹]

Rozměry - 826 x 673 x 1220 [mm]

Hmotnost - 125 [kg]



Obr. 15 Směšovací jednotka WSB 420 [7]

Tab. 5 Kritéria výběru směšovací jednotky WSB 420

Kritéria	Technické vlastnosti
začlenění do linky	ANO
snadný přístup k dávkování	ANO
možnosti kombinace	ANO
výkon [kg . hod ⁻¹]	do 750
rychlost dodání [měsíce]	2
servis [hod]	24
cena [kč]	750 000

2) TECHNOLOGY PRODUCT TRADE – GRAMIX E

Technické informace:

Dávka - 15 [kg]

Komponent - 3

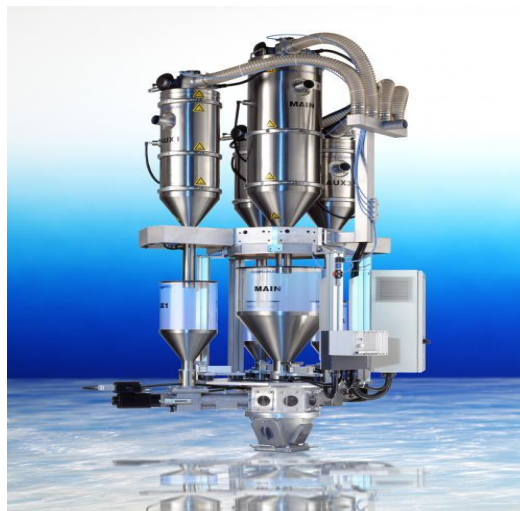
Počet ventilů - 4

Počet šneků - 1

Výkon - 200 [kg . hod⁻¹]

Rozměry - 652 x 756 x 710 [mm]

Hmotnost - 200 [kg]



Obr. 16 Směšovací jednotka GRAMIX E [8]

Tab. 6 Kritéria výběru směšovací jednotky GRAMIX E

Kritéria	Technické vlastnosti
začlenění do linky	ANO
snadný přístup k dávkování	ANO
možnosti kombinace	ANO
výkon [kg . hod ⁻¹]	200
rychlost dodání [měsíce]	2
servis [hod]	48
cena [kč]	1 000 000

3) PIOVAN – MDP 300

Technické informace:

Dávka - 6 [kg]

Komponent - 4

Počet ventilů - 4

Počet šneků - 1

Výkon - do 700 [kg . hod⁻¹]

Rozměry - 808 x 787 x 891 [mm]

Hmotnost - 100 [kg]



Obr. 17 Směšovací jednotka MDP 300 [9]

Tab. 7 - Kritéria výběru směšovací jednotky MDP 300

Kritéria	Technické vlastnosti
začlenění do linky	ANO
snadný přístup k dávkování	ANO
možnosti kombinace	ANO
výkon [kg . hod ⁻¹]	do 700
rychlost dodání [měsíce]	3
servis [hod]	48
cena [kč]	850 000

Vyhodnocení výběrového řízení

1 - nejhorší

5 - nejlepší

Tab. 8 Vyhodnocení výběru směšovací jednotky

Kritéria	MAGUIRE – WSB 420	TECHNOLOGY PRODUCT TRADE	PIOVAN – MDP 300
začlenění do linky	5	5	5
snadný přístup k dávkování	5	5	4
možnosti kombinace	4	5	5
výkon	4	4	4
rychlost dodání	4	3	3
servis	4	5	3
cena	5	2	3
Počet bodů	31	29	27

Z výběrového řízení na dodavatele směšovací jednotky vyšla nejlépe společnost MAGUIRE s modelem WSB 420. Hlavním kritériem, které ovlivnilo rozhodování, byla rychlost servisu v případě poruchy a v neposlední řadě cena.

7.3 Vlastní měření

Vlastní měření bylo rozděleno do tří částí. Ke zkoušce byl použit stroj Arburg Allrounder S. Byly použity tyto parametry:

Maximální zdvihový objem 71 [cm³]

Maximální plastikační výkon stroje 9,5 [kg·hod⁻¹]

Maximální uzavírací síla stroje 2200 [KN]

Maximální vstřikovací tlak stroje 139 [MPa]

Průměr šneku 30 [mm]

Maximální zdvih vyhazovače 200 [mm]

Maximální vyhazovací síla 70 [KN]

Vzdálenost mezi vodícími sloupy 570 x 570 [mm]

Příkon stroje 30 [KW]

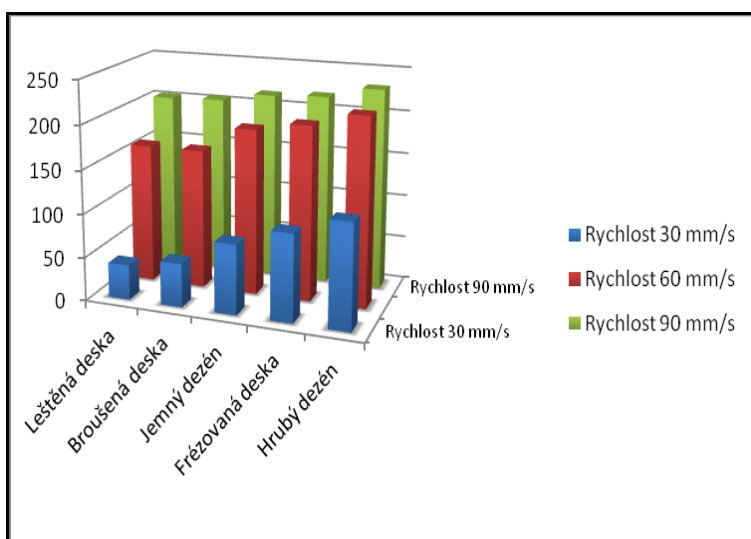
Zkoušenými materiály byly: PP s označením MOSTEN GB 003 (ITT 3,6 g/10 min), HDPE s označením BRALEN VA 20-60 (ITT 3,6 g/10 min). Technické specifikace materiálů v příloze 3,4.



Obr. 18 ARBURG ALLROUNDER S [18]

7.3.1 Vstřikovací rychlost

V první části byl zkoumán vliv vstřikovací rychlosti na délku zatečení. Vstřikovací rychlost se podobně jako vstřikovací tlak významně podílí na ovlivnění vstřikovacího procesu. Pro přípravu vzorků byly použity tři vstřikovací rychlosti a to 30, 60 a 90 mm·s⁻¹. Předpoklad lepšího zatečení se zvyšující se vstřikovací rychlostí se potvrdil. Při sledování délky zatečení s ohledem na drsnost povrchu se jevila tendence lepšího zatečení u desek s vyšší hodnotou drsnosti povrchu.



Graf 1 Vliv vstřikovací rychlosti na délku zatečení taveniny

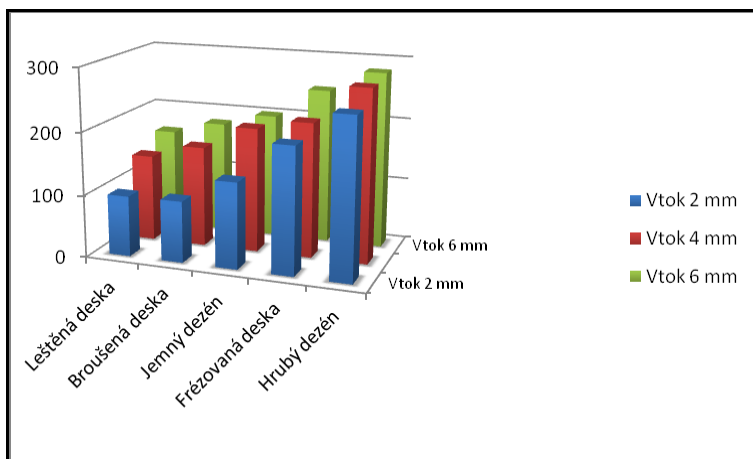
Výpočet vstřikovací rychlosti

$$V_s = \frac{V_D}{t_v} \text{ [cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}\text{]} \quad (3)$$

kde: t_v – doba vstřikování [s], V_D – velikost objemu vstřikovaného plastu [cm³] [4]

7.3.2 Velikost vtoku

Druhá zkouška byla zaměřena na vliv velikosti vtoku na délku zatečení. Byly použity tři různé velikosti vtoku a sice 2,4 a 6 milimetrů. Obecně platí, že čím větší vtok, tím lépe tavenina teče, což se potvrdilo.



Graf 2 Vliv velikosti vtoku na délce zatečení taveniny

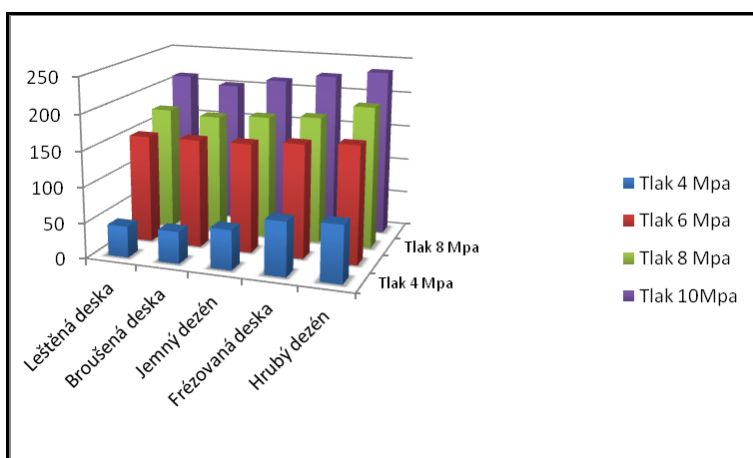
Výpočet velikosti vtoku

$$V_k = 0,5 \cdot n \cdot V \text{ [cm}^3\text{]} \quad (4)$$

kde: n násobnost formy, V objem součásti, koeficient 0,5 znázorňuje, že vtoková soustava zaujímá 50% objemu součásti [24]

7.3.3 Velikost tlaku

V poslední části měření, byl měřen vstřikovací tlak, který také hraje významnou roli na zatékavosti polymerního materiálu do dutiny formy. Při nižších tlacích nedocházelo k zatečení materiálu do dutiny formy a při tlacích vyšších docházelo k pootevření formy. Z výsledků měření bylo zjištěno, že se zvyšujícím tlakem jednoznačně dochází ke zvýšení délky zatečení.



Graf 3 Vliv vstřikovacího tlaku na délku zatečení taveniny

Výpočet vstřikovacího tlaku

$$P_n = \frac{F}{S_p} \text{ [Mpa]} \quad (5)$$

kde: F síla vyvozená tlakem uvnitř tvarové dutiny, S_p styčná plocha [4]

7.4 Výpočet parametrů vstřikovacího lisu

Množství a kvalita plastového vylisku zpracovaného jednošnekovým vstřikovacím strojem závisí na konstrukci stroje, geometrii šneku, nastavení technologického režimu zpracování a také na vlastnostech polymerního materiálu.

Výpočet minimální vstřikovací kapacity stroje

$$C_v \geq 1,1 \cdot n \cdot (V + V_k) \quad (6)$$

kde: C_v [cm³] minimální vstřikovací kapacita

Výpočet minimální plastikační kapacity stroje

$$C_p \geq \frac{4 \cdot n \cdot \rho \cdot (V + V_k)}{t_c} \quad (7)$$

kde: C_p [kg·hod⁻¹] minimální plastikační kapacita stroje

Výpočet minimální přidržovací síly

$$F_p \geq 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot n \cdot P_v \cdot (0,7854 \cdot D_p^2 + D_k \cdot L) \quad (8)$$

kde F_p [KN] minimální přidržovací síla, D_p největší průměr krytky

Výpočet průměru šneku

$$7,5 \cdot \sqrt[3]{V_D} \leq D_s \leq 10,5 \cdot \sqrt[3]{V_D} \quad (9)$$

kde D_s [mm] průměr šneku, V_D vstřikovaný objem dávky [10]

Výpočet maximálního vstřikovacího objemu

$$V_D = n_p \cdot (V + V_k) \quad [cm^3] \quad (10)$$

kde: n_p násobnost formy

7.5 Ekonomické posouzení návrhu

7.5.1 Kvalifikovaný odhad nákladů na investiční výdaje

Směšovací jednotka	750 000,- Kč
Školení, montáž a doprava	600 000,- Kč

CELKEM **1 350 000,- Kč**

7.5.2 Financování

Náklady na inovaci ve výši 1 350 000,- Kč budou hrazeny částečně z cizího kapitálu a také z vlastních zdrojů. Bude využit investiční úvěr ve výši 1 000 000,- Kč a zbývající částku firma bude hradit z vlastních zdrojů.

Parametry BÚ:

- Úrok 11%
- Délka splácení 3 roky
- Začátek splácení leden 2014
- Forma splácení anuitní splátky 1 x ročně

Výpočet anuitní splátky:

$$A = 1000000 \cdot \frac{1,11^3 \cdot (1,11 - 1)}{1,11^3 - 1} = 409214 \text{ Kč}$$

Tab. 9 Splátkový kalendář

Rok	Počáteční stav [Kč]	Úrok [Kč]	Splátka [Kč]	Anuitní splátka [Kč]	Konečný stav [Kč]
2014	1 000 000	110 000	299 214	409 214	700 786
2015	700 786	77 087	332 127	409 214	368 661
2016	368 661	40 553	368 661	409 214	0

7.5.3 Odpisový plán

Pořizovací cena $P_c = 1\,350\,000,-$ Kč

Odpisová skupina 2 (doba odepisování – 5 let)

Roční odpisová sazba p: 1. rok 11, následující roky 22,25

$$\text{Odpisy: } o = \frac{PC}{100} \cdot ROS \quad (11)$$

kde: ROS Roční odpisová sazba

$$\text{Zůstatková cena: } ZC = ZC_{(\text{min. rok})} - \text{oprávky} \quad (12)$$

$$\text{Stupeň opotřebení [\%]: } S_o \cdot \frac{D_z}{D_p} \cdot 100 \quad (13)$$

kde: D_z doba životnosti, D_p doba používání

Tab. 10 Odpisový plán

Rok	Odpis [Kč]	Oprávky [Kč]	Zůstatková cena [Kč]	Stupeň opotřebení [%]
2013	148 500	148 500	1 201 500	20
2014	300 375	448 875	901 125	40
2015	300 375	749 250	600 750	60
2016	300 375	1 049 625	300 375	80
2017	300 375	1 350 000	0	100

7.5.4 Plán výnosů

Kalkulace výnosů vychází z předpokládané výroby a ceny materiálu na trhu. Linka bude pracovat v dvousměnném provozu. Cena granulátu je na trhu proměnlivá. Mění se měsíčně, dle cen vstupních surovin (ropa). Z tohoto důvodu je počítáno s cenou za granulát 20,00 Kč/kg. Pro případ odstávky linky, započítáváme do 1 roku pouze 11 měsíců.

Tab. 11 Plán tržeb

produkce	350
dny/měsíc	26
celkem hodin za měsíc	312
roční produkce	1 201 200
cena za 1kg granulátu [kč]	20,00
tržby za měsíc [kč]	2 184 000
tržby za rok [kč]	24 024 000

7.5.5 Kvalifikovaný odhad ročních nákladů

Při provozu technologické linky na výrobu plastových dílů pro spotřební průmysl je počítáno s následujícími výrobními náklady.

- Nákup granulátu na výlisky 5 000 000,- Kč/rok (odhadovaný trend nárůstu ceny 2%)
- Ostatní materiál 1 200 000,- Kč/rok (odhadovaný trend nárůstu 3%)
- Elektrická energie 3 500 000 Kč/rok (odhadovaný trend nárůstu ceny 3,5%)
- Mzdové náklady 4 500 000 Kč/rok (odhadovaný trend nárůstu ceny 2%)
- Ostatní náklady 2 000 000 Kč/rok (odhadovaný trend nárůstu ceny 3%)

7.5.6 Bilance nákladů a výnosů

Tab. 12 Bilance nákladů a výdajů

Rok	2013	2014	2015	2016	2017
Investiční náklady [Kč]	1350 000	0	0	0	0
Tržby celkem [Kč]	24 024 000	24 504 480	24 994 569	25 494 460	26 004 349
Náklady vstupní suroviny [Kč]	5 000 000	5 100 000	5 202 000	5 306 040	5 412 161
Elektrická energie [Kč]	3 500 000	3 622 500	3 749 288	3 880 513	4 016 330
Ostatní náklady [Kč]	2 000 000	2 060 000	2 121 800	2 185 454	2 251 018
Ostatní materiál [Kč]	1 200 000	1 224 000	1 248 480	1 273 449	1 298 919
Mzdové náklady [Kč]	4 500 000	4 590 000	4 681 800	4 775 436	4 870 945
Úroky z úvěru [Kč]	0	110 000	77 087	40 553	0
Odpisy strojů [Kč]	148 500	300 375	300 375	300 375	300 375
Odpisy budov [Kč]	0	0	0	0	0
Σ Nákladů [Kč]	16 348 500	17 006 875	17 380 830	17 761 820	18 149 748
Hospodářský výsledek [Kč]	7 675 500	7 497 605	7 613 739	7 732 640	7 854 601
Hrubý zisk před zdaněním [Kč]	7 527 000	7 197 230	7 313 364	7 432 265	7 554 226
Daň z příjmu (19 %) [Kč]	1 430 130	1 367 474	1 389 539	1 412 130	1 435 303
Čistý zisk [Kč]	6 096 870	5 829 756	5 923 825	6 020 135	6 118 923
Cash - flow	6 245 370	6 130 131	6 224 200	6 320 510	6 419 298

7.5.7 Výpočet rentability

Rentabilita tržeb

$$R_T = \frac{\check{z}}{T} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (14)$$

kde: \check{z} čistý zisk, T tržby

Tab. 13 Rentabilita tržeb

Rok	2013	2014	2015	2016	2017
R_T	0,254	0,237	0,237	0,237	0,237

Rentabilita nákladů

$$R_N = \frac{\check{z}}{N_c} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (15)$$

kde: \check{z} čistý zisk, N_c náklady celkem

Tab. 14 Rentabilita nákladů

Rok	2013	2014	2015	2016	2017
R_N	0,37	0,34	0,34	0,34	0,34

7.5.8 Čistá současná hodnota

Čistá současná hodnota je definována jako rozdíl mezi současnou hodnotou očekávaných výnosů a nákladů na investici.

$$\check{C}SH = \sum_{n=1}^m \frac{\check{C}V_n}{(1+i)^n} - I \quad (16)$$

kde: $\check{C}V_n$ čistý výnos z investice (cash – flow) v jednotlivých letech životnosti

i požadovaná úroková sazba

I počáteční investovaný kapitál na začátku 1. roku

m doba životnosti

Současná hodnota cash flow se vypočte dle vzorce:

$$SH = \frac{V_1}{q^1} + \frac{V_2}{q^2} + \frac{V_3}{q^3} + \dots + \frac{V_n}{q^n} \quad (17)$$

kde: V_n roční výnos [Kč], q^n úročitel (1,11 pro zvolenou roční úrokovou míru 11%),

n doba životnosti stroje

Tab. 15 Současné hodnoty jednotlivých roků

Rok	2013	2014	2015	2016	2017
cash - flow	6 245 370	6 130 131	6 224 200	6 320 510	6 419 298
úročitel	1,11	1,232	1,368	1,518	1,685
SH [Kč]	5 626 459	4 975 756	4 549 854	4 163 709	3 809 672

SH = 23 125 450,- Kč

Čistá současná hodnota cash – flow je pak rozdíl současné hodnoty a investičních nákladů:

$$\check{C}SH = SH - IN \text{ [Kč]} \quad (18)$$

kde: SH současná hodnota cash – flow [Kč], IN investiční náklad [Kč]

Dle vzorce (17) je $\check{C}SH = 23\,125\,450 - 1\,350\,000 = 21\,775\,450,-$ Kč

Přičemž musí být splněna podmínka efektivnosti investice: $\check{C}SH > 0$, což naše investice splňuje bohatě.

7.5.9 Zhodnocení

Dle vypočtených ekonomických ukazatelů vychází investice jako ekonomicky velmi efektivní. Jak rentabilita nákladů, tak i rentabilita tržeb vykazují nadmíru uspokojivé hodnoty. Investice se jeví po každé stránce jako velmi výhodná, a nelze jinak než ji doporučit. Skutečnost, že ukazatele efektivnosti investice vykazují nadmíru uspokojivé výsledky, je zapříčiněna tím, že investice v poměrně malé výši neovlivní chod výrobní linky.

8 Závěr

Tato diplomová práce je zaměřená na návrh inovace výrobní linky na zpracování granulátů plastických hmot, ve společnosti Ing. Petr Gross, s. r. o., sídlící v Miloticích nad Bečvou.

Inovace má za cíl, přizpůsobit linku pro zavedení technologie, která umožňuje automatické dávkování granulátu a příslušného barviva. Doposud byl granulát a barvivo míchány před nasypáním do násypky na lince ručně pracovníky skladu, dle pokynů od výrobce. Přidáním automatického dávkovače k výrobní lince umožňuje přesnější barevnost vylisku a časové úspory. Při výběrovém řízení na směšovací jednotku byla mezi třemi dodavateli vybrána společnost MAGUIRE s výrobkem WSB 420. Tato společnost nejlépe vyhovovala všem stanoveným kritériím výběru.

Vlastní měření bylo rozděleno do třech zkoušek měření. První část se zabývá posouzením vlivu vstřikovací rychlosti na délku zatečení, druhá část je zaměřena na vliv velikosti toku na délku zatečení a v poslední části vliv velikosti tlaku na délce zatečení. Z výsledků měření vyplývá, že vlastní dutiny forem, u nichž nejsou kladeny vysoké nároky, mohou být obráběny běžnými technologiemi. V odborné praxi převládá názor, že čím lepší kvalita povrchu, tím lepší budou podmínky pro tok taveniny. Z vlastního měření se tyto předpoklady nepotvrdily a měly tendenci zcela opačnou.

Investiční nároky na zavedení inovace jsou 1 350 000,- Kč, většina této částky bude financována pomocí bankovního úvěru na 3 roky. Linka v průměru produkuje 1 201 tun granulátu ročně. Dle výpočtů vykazuje ekonomické hodnocení této investice nadmíru uspokojivé výsledky. Čistá současná hodnota je 21 775 450,- Kč, a průměrný cash-flow za období 2013-2017 je 6 267 902,- Kč.

9 Seznam použité literatury

- [1] Ducháček V.: *Polymery – výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. 2. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 2006. ISBN 80-7080-617-6
- [2] Mleziva J., Šnupárek J.: *Polymery – výroba, struktura vlastností a použití*. Sobotáles, 2010. ISBN 80-85920-727
- [3] Kuta A.: *Technologie a zařízení pro zpracovávání kaučuků a plastů*. VŠCHT v Praze, Praha 1999, ISBN 80-7080-367-3
- [4] Kandus B.: *Přednášky a podklady do cvičení – HTZ Technologie zpracování plastů*. 2009
- [5] Kovačic Ľ., Bína, J.: *Plasty*. Bratislava, Alfa 1974
- [6] Kuta A., Štěpek J., Zelinger J.: *Technologie zpracování a vlastnosti plastů*, ALFA 1989
- [7] Materiály firmy MAGUIRE
- [8] Materiály firmy TECHNOLOGY PRODUCT TRADE
- [9] Materiály firmy PIOVAN
- [10] Materiály firmy Ing. Petr Gross, s.r.o.
- [11] Štohl P.: *Učebnice účetnictví 2011*. Štohl-vzdělávací středisko Znojmo, Znojmo 2011. ISBN 978-80-87237-37-3
- [12] Rosochotecká Eva a kol.: *Ekonomika podniků*, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 2006. ISBN 978-80-213-1879-3
- [13] Brydson J. A.: *Flow properties of polymer melts*, London (1970)

- [14] Cowie J.M.G.: *Polymers: Chemistry and Physics of Modern Materials*. International Texbook Company, London 1973.
- [15] Vstřikování plastů [online]. [cit. 2011-10-30]. Dostupný z www.a3.cz/vstrikovani-plastu-informace.php
- [16] Vyfukování [online]. [cit. 2011-10-30]. Dostupný z www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/07-vyfukovani/
- [17] Vytlačování [online]. [cit. 2011-10-30]. Dostupný z www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/06-vytlacovani/
- [18] Arburg [online]. [cit. 2011-02-19]. Dostupný z www.arburg.com/com/CZ/cs/index.jsp
- [19] Kolouch J.: *Strojírenské výrobky z plastů vyráběné vstřikováním*. Praha: SNTL, 1986.
- [20] Sova M., Krebs J. a kol.: *Termoplasty v praxi I, II*. Praha: Nakladatelství s.r.o. v Praze, 1999-2004. CD
- [21] Lenfeld P.: *Technologie II.-2 část*. Liberec, TU v Liberci, 2005. 139 s. ISBN 80-7372-037-X
- [22] Vstřikování [online]. [cit. 2011-02-19]. Dostupný z www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/05.htm
- [23] Masterbatch [online]. [cit. 2011-02-19]. Dostupný z goldcolor.en.alibaba.com/product/351569128-0/Polypropylene_Masterbatch.html
- [23] Hasco [online]. [cit. 2011-02-19]. Products. Dostupný z www.hasco.com/gb/Products
- [24] Kupcová L.: *Aplikace moderních metod pro sledování změn plastového dílu po výrobě*. Liberec, TU v Liberci, 2009. 68 s.

10 Seznamy

Seznam obrázků

- Obr. 1 Rozdělení polymerů
- Obr. 2 Rozdělení plastů
- Obr. 3 Schéma šnekového vytlačovacího stroje
- Obr. 4 Princip vstřikování plastů
- Obr. 5 Princip vytlačovacího vyfukování
- Obr. 6 Princip vstřikovacího vyfukování s přerušovaným procesem
- Obr. 7 Výroba plastových dílů a výrobků pro spotřební průmysl
- Obr. 8 Výrobek z plastů pro automobilový průmysl
- Obr. 9 Schéma vstřikování plastů
- Obr. 10 Masterbatche – barvivo
- Obr. 11 Diagram průběhu tlaku během vstřikovacího cyklu
- Obr. 12 Postup plnění tvarové dutiny taveninou
- Obr. 13 Laminární tok taveniny
- Obr. 14 Směšovací jednotka pro barvení
- Obr. 15 Směšovací jednotka WSB 420
- Obr. 16 Směšovací jednotka GRAMIX E
- Obr. 17 Směšovací jednotka MDP 300
- Obr. 18 ARBURG ALLROUNDER S

Seznam grafů

- Graf 1 Vliv vstřikovací rychlosti na délku zatečení taveniny
- Graf 2 Vliv velikosti vtoku na délce zatečení taveniny
- Graf 3 Vliv vstřikovacího tlaku na délku zatečení taveniny

Seznam tabulek

- Tab. 1 Charakteristické vlastnosti polyetylenů
- Tab. 2 Fyzikální vlastnosti polypropylenu
- Tab. 3 Charakteristické vlastnosti polystyrenů
- Tab. 4 Fyzikální vlastnosti vybraných polyamidů
- Tab. 5 Kritéria výběru směšovací jednotky WSB 420
- Tab. 6 Kritéria výběru směšovací jednotky GRAMIX E
- Tab. 7 Kritéria výběru směšovací jednotky MDP 300
- Tab. 8 Vyhodnocení výběru směšovací jednotky
- Tab. 9 Splátkový kalendář
- Tab. 10 Odpisový plán
- Tab. 11 Plán tržeb
- Tab. 12 Bilance nákladů a výdajů
- Tab. 13 Rentabilita tržeb
- Tab. 14 Rentabilita nákladů
- Tab. 15 Současné hodnoty jednotlivých roků

Seznam zkratek

ABS	Akrylonitril-butadien-styren
ASA	Akrylonitril-styren-akrylát
HDPE	Polyethylen o vysoké hustotě
LDPE	Polyethylen o nízké hustotě
LLDPE	Lineární polyethylen o nízké hustotě
mPPO	Polyfenylenoxid
PA6/66	Polyamid
PB	Polybuten
PBT	Polybutyltereftalát
PC	Polykarbonát
PCT	Polycyklohexylendimethylen tereftalat
PE	Polyethylen
PEI	Polyeterimid
PES	Polyetersulfon
PET	Polyethyltereftalát
PMMA	Polymethylmetakrylát
POM	Polyformaldehyd
PP	Polypropylen
PPA	Polyftalamid
PPS	Polyfenylsulfid
PS	Polystyren
PSU	Polysulfon
PV	Polyvinylchlorid
PVAC	Polyvinylacetát
SAN	Kopolymer styren-akrylonitril
TPE	Termoplastický elastomer

Seznam příloh

Příloha 1: Fotografie stávající strojní linky společnosti ing. Petr Gross s.r.o. v provozovně Milotice nad Bečvou

Příloha 2: Technická specifikace BOREALIS HF 700SA

Příloha 3: Bezpečnostní list BOREALIS HF 700SA

Příloha 4: Certifikát jakosti BOREALIS HF 700 SA

Příloha 5: Technická specifikace BRALEN VA 20-60

Příloha 6: Technická specifikace MOSTEN GB 003

Příloha 1
Vstřikovací linka



Hala II – sklad s materiálem



Příloha 2

Technická specifikace – BOREALIS HF 700SA

EA 0980 22.07.2004 Ed.8



Description

HF700SA is a high melt flow polypropylene homopolymer equipped for very good long term heat resistance.

Due to its formulation is **HF700SA** especially suitable for high-speed injection moulding of technical articles demanding easy flow and very good thermal stability. **HF700SA** has very good antistatic properties and is tested and approved according to UL standard.

Applications

HF700SA is designed for the following applications

- Appliances like toaster, irons, kettles, coffee machines and food processors
- Parts used in hot water boilers
- Parts used in demanding thermal and/or chemical environment

Physical Properties¹⁾

	Typical Value ²⁾	Unit	Test Method
Melt Flow Rate (230°C/2,16kg)	21	g/10 min	ISO 1133
Density	908	kg/m ³	ISO 1183
Tensile Modulus (1mm/min)	1500	MPa	ISO 527-2
Tensile Stress at Yield (50 mm/min)	34	MPa	ISO 527-2
Tensile Strain at Yield	8	MPa	ISO 527-2
Charpy impact, unnotched (23°C)	80	kJ/m ²	ISO 179/1eU
Charpy impact, V-notched (23°C)	3,5	kJ/m ²	ISO 179/1eA
Hardness, Ball indentationH358/30	70	MPa	ISO 2039
Hardness, Rockwell	102	R-Scale	ISO 2039-2
Heat Deflection Temp. (1.80 MPa)	53	°C	ISO 75-2
(0.45 MPa)	94	°C	ISO 75-2
Vicat softening temp. A (10N)	153	°C	ISO 306
B (50N)	91	°C	ISO 306

1): Values determined on standard injection moulded specimens conditioned at 23°C and 50% relative humidity after at least 96 hours storage time.

2): Data should not be used for specification work.

Borealis A/S
 Parallevej 16
 DK-2800 Kongens Lyngby (Denmark)
 Telephone: +45 45 96 60 00
 Fax : +45 45 96 61 23
www.borealisgroup.com



 **Polypropylene**
HF700SA

Application Related Tests

	Typical Value	Unit	Test Method
Gloss 20° on 2 mm plaque	70	%	DIN 67530
Shrinkage on Testbox	1,5	%	Borealis
Flammability at thickness 0,8-3 mm	HB		UL 94 ³⁾
Relative Temperature Index at thickness 0,8-3 mm			
<ul style="list-style-type: none"> • Electric • Mechanical with impact • Mechanical without impact 	120	°C	UL 746B ³⁾
	120	°C	UL 746B ³⁾
	120	°C	UL 746B ³⁾
Glow wire test at thickness 2mm	750	°C	IEC 695-2-1
Ball pressure test at thickness 2mm	125	°C	IEC 335-1

³⁾ UL registered under File E108112

Processing

HF700SA is easy to process with standard injection moulding machines. Following moulding parameters should be used as guidelines:

Polymer mass temperature	210 -260°C
Mould temperature	30 - 40°C
Injection speed	Very high
Screw RPM	Slow to medium speed
Holding pressure	50 - 70 % of the injection pressure

Storage and handling

HF700SA should be stored in dry conditions at temperatures below 50°C and protected from UV-light. Improper storage can initiate degradation which results in odour generation and colour changes and can have negative effects on the physical properties of this product.

Safety

HF700SA is not classified as a dangerous product.

Dust and fines from the product carry a risk for dust explosion. All equipment should be properly earthed. Inhalation of dust should be avoided as it may cause irritation of the respiratory system. Small amounts of fumes are generated during processing of the product. Proper ventilation is therefore required.

 **Polypropylene**
HF700SA

Recycling

The product is suitable for recycling using modern methods of shredding and cleaning. In-house production waste should be kept clean to facilitate direct recycling.

A Safety Data Sheet is available on request. Please contact your Borealis representative for more details on various aspects of safety, recovery and disposal of the product.

Related Documents

The following related documents are available on request, and represent various aspects on the usability, safety, recovery and disposal of the product.

Recovery and disposal of Polyolefins

Safety Data Sheet, SDS

Environmental Fact Sheet

Liability Statements on

- Compliance to food contact regulations
- Statement on heavy metals

Disclaimer

The information contained herein is to our knowledge accurate and reliable as of the date of publication. Borealis extends no warranties and makes no representations as to the accuracy or completeness of the information contained herein, and assumes no responsibility regarding the consequences of its use or for any printing errors. Our products are intended for sale to industrial and commercial customers. It is the customer's responsibility to inspect and test our products in order to satisfy himself as to the suitability of the products for the customer's particular purpose. The customer is also responsible for the appropriate, safe and legal use, processing and handling of our products. Nothing herein shall constitute any warranty (express or implied, of merchantability, fitness for a particular purpose, compliance with performance indicators, conformity to samples or models, non-infringement or otherwise), nor is protection from any law or patent to be inferred. No statement herein shall be construed as an endorsement of any product or process. Insofar as products supplied by Borealis or its subsidiary companies are used in conjunction with third party materials, it is the responsibility of the customer to obtain all necessary information relating to the third party materials and ensure that Borealis' products when used together with these materials are suitable for the customer's particular purpose. No liability can be accepted in respect of the use of Borealis' products in conjunction with other materials. The information contained herein relates exclusively to our products when not used in conjunction with any third party materials.

Borealis A/S

Parallevej 16
DK-2800 Kongens Lyngby (Denmark)
Telephone: +45 45 96 60 00
Fax : +45 45 96 61 23
www.borealisgroup.com



Příloha 3

Bezpečnostní list BOREALIS HF 700SA

Produktsicherheitsinformationsblatt

29.07.2008 Ed.1



1. Bezeichnung des Stoffes bzw. der Zubereitung und Firmenbezeichnung

Handelsname: HF700SA
Materialverwendung: Rohstoff für die Kunststoffindustrie
Hersteller: Borealis
E-Mail-Adresse: product.safety@borealisgroup.com

2. Mögliche Gefahren

Gesundheit: Das Produkt ist nicht als gefährlicher Stoff klassifiziert. Beim Einatmen von Pulverstaub kann es jedoch zu einer Reizung der Atemwege kommen. Längeres Einatmen größerer Mengen von Zersetzungsprodukten kann zu Kopfschmerzen und einer Reizung der Atemwege führen.

Brand: Das Produkt brennt, ist aber nicht als entzündlich klassifiziert.

Umwelt: Das Produkt ist nicht als umweltschädlich eingestuft.

3. Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

Dieses Produkt ist ein Polypropylen Polymer.

Das Produkt enthält keine als gefährlich eingestuften Stoffe über der Berücksichtigungsgrenze nach EG-Richtlinie.

4. Erste-Hilfe-Massnahmen

Keine besonderen Anweisungen notwendig.

Hautkontakt: Geschmolzenes Produkt auf der Haut mit viel kaltem Wasser abkühlen. Erstarrtes Produkt nicht von der Haut abziehen.

5. Massnahmen zur Brandbekämpfung

Geeignete Löschmittel: Nebel, Trockenpulver, Schaum oder Kohlendioxid.

Besondere Gefahren beim Kontakt: Vorherrschendes Gift im Rauch ist Kohlenmonoxid.

6. Massnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

Aufsaugen oder aufkehren von auf dem Boden verschütteten Granulat. Auf dem Boden verschüttetes Material muß sofort entfernt werden, damit es nicht zu Unfällen durch Ausrutschen kommt.

 **Polypropylen**
HF700SA

7. Handhabung und Lagerung

Handhabung: Bei der Verarbeitung und thermischer Behandlung werden nur geringe Mengen flüchtiger Kohlenwasserstoffe frei. Für gute Lüftung sorgen. Lokale Absaugvorrichtung kann notwendig sein. Das Einatmen von Staub und Dämpfen ist zu vermeiden. Stäube von diesem Produkt stellen immer ein Risiko für Staubexplosionen dar. Alle Maschinen sind zu erden.

Lagerung: Aus Sicherheitsgründen sind keine spezifischen Vorkehrungen hinsichtlich der Lagerung erforderlich.

8. Expositionsbegrenzung und persönliche Schutzausrüstung

Für gute Lüftung sorgen. Lokale Absaugvorrichtung kann notwendig sein.

9. Physikalische und chemische Eigenschaften

Aussehen: fest, natur
Geruch: geruchlos

Schmelzpunkt/Schmelzbereich: 130 – 170 °C
Dichte: 0,9 - 1,0 g/cm³

Zündtemperatur: > 320 °C
Löslichkeit: unlöslich im Wasser

10. Stabilität und Reaktivität

Das Produkt ist ein stabiler Thermoplast und chemisch inert.

11. Angaben zur Toxikologie

Das Produkt ist im Sinne der Richtlinie 1999/45/EG als nicht gefährliche Zubereitung klassifiziert. Beim Einatmen von Pulverstaub kann es jedoch zu einer Reizung der Atemwege kommen. Längeres Einatmen größerer Mengen von Zersetzungsprodukten kann zu Kopfschmerzen und einer Reizung der Atemwege führen.

12. Angaben zur Ökologie

Das Produkt ist nicht als umweltschädlich eingestuft.

13. Hinweise zur Entsorgung

Nicht verunreinigte Abfälle können wiederaufbereitet werden. Das Produkt kann entsprechend örtlicher Vorschriften verbrannt, oder auf einer Müllhalde deponiert werden. Die sachgemäße Verbrennung des Produktes erfordert keine besonderen Technologien für Überwachung der Abgase. Auf Mülldeponien wird keine Verunreinigung des Sickerwassers hervorgerufen. Maßnahmen: In Übereinstimmung mit den örtlichen und nationalen gesetzlichen Bestimmungen.



14. Angaben zum Transport

Keine besonderen Sicherheitsvorkehrungen erforderlich (ADR/RID, IMDG oder IATA).

15. Vorschriften

Klassifizierung und Kennzeichnung gemäß Annex I, Directive 67/548/EWG.

Kennzeichnung:

Handelsname:	HF700SA
Hersteller:	Borealis

16. Sonstige Angaben

Herausgegeben in Übereinstimmung mit Artikel 32 von Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 und seinen Berichtigungen.

Aussteller: Borealis Group Product Stewardship / Mikaela Eriksson

Haftungsausschluss

Die im vorliegenden Dokument beschriebenen Informationen sind nach den uns bekannten Angaben entsprechend dem derzeitigen Veröffentlichungsstand korrekt und vertrauenswürdig, jedoch übernehmen wir keinerlei Verantwortung für die Korrektheit und Vollständigkeit der Information.

Borealis übernimmt keinerlei Wartungspflichten, die die Beschreibung im vorliegenden Dokument überschreiten. Kein Teil von diesem Dokument ist als Garantie dafür, dass das Produkt zum Verkauf geeignet oder für einen bestimmten Zweck verwendbar ist, zu interpretieren.

Für das Prüfen und Testen unserer Produkte übernimmt der Kunde die Verantwortung, um festzustellen, ob die Produkte zum vom Kunden gewünschten Zweck einsetzbar sind. Der Kunde ist verantwortlich für die sichere, zweck- und gesetzmäßige Bearbeitung, den Umgang und den Einsatz unserer Produkte.

Wir haften nicht für das Verwenden der Borealis-Produkte zusammen mit den anderen Materialien. Im vorliegenden Dokument beschriebene Information gilt für unsere Produkte nur in dem Fall, wenn sie nicht zusammen mit den anderen Materialien eingesetzt werden.

Příloha 4

Certifikát jakosti BOREALIS HF 700SA



Ing. Petr GROSS
Milotice nad Becvou 86
CZ-753 68 MILOTICE NAD BECVOU
E-mail: nexeborealiscoa@nexeosolutions.com

Inspection Certificate 3.1 EN 10204	
Order number/date 2000799384/17.10.2011	Page 1/1
Delivery no. / date 82717440/18.10.2011	
Product HF700SA Bag Polypropylene	
Batch number B2-10715	
Quantity 23.375 KG	
Date 21.10.2011	Production date 02.10.2011
Contact person 03 Ashland Iserrano@ashland.com	
Tel:	
Fax:	
Your reference 4522092762CZ* BSH	
Shipping unit 5T9 05 01,4T9 46 44	

Property	Reference test method	Unit	Value
Melt flow rate 230/2.16	ISO 1133	g/10min	20,9

The actual method used, may differ from the mentioned reference method. The obtained results are equal to those of the reference method and are traceable via an established and documented correlation.

Quality Control Department, Heidi L'hoëst, Beringen (Belgium)
For questions regarding the certificate, please contact your Borealis Sales Representative.

Borealis AG
Wagramerstrasse 17-19, A-1220 Vienna, Austria, Tel.: + 43 1 22 400 300, Fax.: + 43 1 22 400 333

Příloha 5

Technická specifikace BRALEN VA 20 – 60

Technical Data Sheet

TWO COLOURS



ONE DIRECTION

Polyethylene
BRALEN VA 20-60
 LDPE for injection moulding

Description

BRALEN VA 20-60 is an injection moulding grade of low density polyethylene, characterized by good flow. This grade is additives free.

Applications

BRALEN VA 20-60 is designed for production of household goods and technical items of complicated shapes. It is suitable for toys production. It is not recommended for articles exposed to corrosive media and mechanical stress.

BRALEN VA 20-60 is suitable for food contact. The product complies with Food Contact Regulations. The grade is suitable for manufacturing of pharmaceutical packing-product.

Properties

	Test method	Unit	Typical value
MFR (190 °C /2.16 kg)	ISO 1133	g/10 min	20
Density (23°C) *	ISO 1183-1 method C	kg/m ³	914
Tensile strength *	ISO 527-1,2	MPa	9
Vicat softening temperature *	ISO 306/A 50	°C	85
Shore D hardness *	ISO 868	-	42

* Typical properties, not to be used as specification. Average mechanical property values of several measurements carried out on standard injection-moulded test specimens prepared in accordance with ISO 1872-2.

TIPELIN TIPOLEN TIPLLEN TATREN BRALEN

The joint product portfolio of TVK and Slovnaft Petrochemicals provide infinite opportunities

MEMBERS OF THE MOL GROUP



Příloha 6

Technická specifikace MOSTEN GB 003

Mosten GB 003

Charakteristika

Polypropylen Mosten GB 003 je víceúčelový homopolymer se střední distribucí molekulových hmotností a základní aditivací. Typ je vhodný pro vstřikování, pro výrobu tkacích pásek, provazů a motouzů, pro výrobu fólií s následným tvarováním a pro vyfukování dutých obalů.

Typické vlastnosti a použití

Vlastnost	Jednotka	Typická hodnota	Zkušební metoda
INDEX TOKU TAVENINY (230/2,16)	g/10 min	3.2	ISO 1133
NAPĚTÍ NA MEZI KLUZU	MPa	35	ISO 527
CELKOVÁ TAŽNOST	%	>100	ISO 527
OHYBOVÝ MODUL	MPa	1600	ISO 178
NAPĚTÍ NA MEZI KLUZU	MPa	35	ISO 527
VRUBOVÁ HOUŽEVNATOST CHARPY 23°C	kJ/m ²	5.0	ISO 179
VRUBOVÁ HOUŽEVNATOST CHARPY -20°C	kJ/m ²	-	ISO 179
TEPLOTA MĚKNUTÍ DLE VICATA	°C	158	ISO 306
HDT (1,8 MPa)	°C	57.000	ISO 75