

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Substituce celulóзовých a nejedlých kolagenových  
střev plastovými střevy v masném průmyslu v ČR

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: Ing. Dana Jirotková

Autor: Bc. Rudolf Burian

České Budějovice, duben 2013

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Rudolf BURIAN  
Osobní číslo: Z11692  
Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství  
Studijní obor: Agropodnikání  
Název tématu: Substituce celulóзовých a nejedlých kolagenových střev plastovými střevy v masném průmyslu v ČR  
Zadávací katedra: Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

**Cílem práce** je posoudit možnosti náhrady uvedených typů střev v masném průmyslu v ČR.

**Hypotéza:** Změna typu obalu vede k optimalizaci výrobního postupu.

**Výsledky:** Tabulkové a grafické zpracování zjištěných údajů a jejich vyhodnocení.

**Diskuse:** Porovnání dosažených výsledků se zjištěnými literárními údaji.

**Závěr:** Přehledné shrnutí nejdůležitějších výsledků a doporučení vyplývajících z řešené problematiky.

**Seznam použité literatury:** V abecedním řazení podle ČSN 01 01 97 Bibliografická citace.

**Obsah:** Uvedení stran jednotlivých kapitol práce.

Rozsah grafických prací: 10-20 stran (tabulky, grafy)

Rozsah pracovní zprávy: 30-40 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Steinhauser, L. et al.: Produkce masa. LAST, 2000, 464 s.
- Valchař, P.: Kvalita surovin v masné výrobě. Praha: FPBT - VŠCHT, 2003 184 s.
- <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>
- Odborné články týkající se sledované problematiky v časopisech: Agromagazín, Perspektivy jakosti, Journal of the Science of Food and Agricultural, Fleischwirtschaft International, Maso a ze sborníků z odborných konferencí
- Internetové databáze: ISI Web of Knowledge (Current Contents), Agroweb,

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

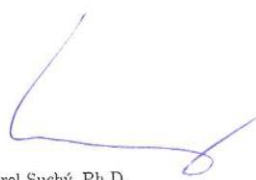
Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů

Konzultant diplomové práce: Ing. Dana Jirotková

Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů


Datum zadání diplomové práce: 12. března 2012

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2013

  
Ing. Karel Suchý, Ph.D.

proděkan pověřený vedením ZF

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentů 13  
370 05 České Budějovice

  
prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 12. března 2012

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Datum: 2. 4. 2013

.....

Bc. Rudolf Burian

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Pavlu Smetanovi Ph.D. za cenné rady a odborné vedení při zpracování práce. Dále bych také chtěl poděkovat své rodině za podporu během studia a společnosti VISCOFAN CZ s.r.o. České Budějovice za poskytnuté vzorky střev, podklady a za odborné připomínky.

## **ABSTRACT**

Cílem této diplomové práce je posoudit možnost substituce celulóзовých a nejedlých kolagenových střev plastovými střevy v masném průmyslu v ČR. V první části jsou zachyceny vybrané typy střev, jejich základní definice, technologické vlastnosti a možnosti použití, tak jak je popisuje literatura. Druhá část popisuje průběh provádění vlastní analýzy od výběru vhodných typů střev vyráběných společností Viscofan CZ s.r.o. České Budějovice, přes měření jejich vybraných technologických vlastností, po vyhodnocení získaných výsledků.

**Klíčová slova:** typy střev, celulóзовá, nejedlá kolagenová, polyamidová střeva, výroba, technologické vlastnosti, použití.

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis is to assess the possibility of substitution of cellulose and non – edible collagen casings by plastic casings. The first part deals with selected types of casings, as well as their basic definitions, technological properties and applications, as described in literature. The second part describes the process of carrying out the analysis itself, from the selection of appropriate types of casings produced by Viscofan CZ Ltd. České Budějovice, through the measurement of their chosen technological properties, to the data evaluation.

**Key words:** types of casings, cellulose, non – edible collagen, plastic casings, extrusion, technological properties, applications.

## **OBSAH**

1. ÚVOD.....	9
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	10
2.1 Charakteristika celulózových střev .....	11
2.1.1 Způsob výroby .....	11
2.1.2 Vlastnosti a použití střev .....	13
2.1.3 Celulózová střeva společnosti VISCOFAN CZ s.r.o .....	14
2.2 Charakteristika nejedlých kolagenových střev.....	16
2.2.1 Způsob výroby .....	17
2.2.2 Vlastnosti a použití střev .....	19
2.2.3 Nejedlá kolagenová střeva společnosti VISCOFAN CZ s.r.o ....	20
2.3 Charakteristika plastových (polyamidových) střev .....	21
2.3.1 Způsob výroby .....	23
2.3.2 Vlastnosti a použití střev .....	25
2.3.3 Plastová polyamidová střeva společnosti VISCOFAN CZ s.r.o	27
2.4 Technologické vlastnosti střev .....	28
2.4.1 Propustnost kyslíku.....	28
2.4.2 Propustnost vodní páry .....	29
2.4.3 Pevnost v tahu.....	29
2.4.4 Určování tlaku při prasknutí .....	30
2.4.5 Tloušťka stěny a ložená šířka .....	30
2.4.6 Aplikační zkoušky .....	30
3. CÍL PRÁCE .....	32
4. METODIKA .....	33
4.1 Charakteristika firmy.....	33
4.2 Charakteristika použitých střev .....	33

4.3	Sledované vlastnosti střev .....	34
5.	VÝSLEDKY A DISKUZE .....	40
5.1	Měření a vyhodnocení vybraných vlastností .....	40
5.1.1	Propustnost kyslíku .....	44
5.1.2	Propustnost vodní páry .....	52
5.1.3	Pevnost v tahu .....	61
5.1.4	Určování tlaku při prasknutí .....	80
5.1.5	Tloušťka stěny a ložená šířka .....	88
5.1.6	Aplikační zkoušky .....	89
6.	ZÁVĚR .....	94
7.	SUMMARY .....	96
8.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	98
9.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	102
10.	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ .....	105



# 1. ÚVOD

Používání střev jako obalů na masné výrobky je ve světě známo již více než 4000 let a bylo vždy spojováno se zajišťováním výživy. V českých zemích bylo zaznamenáno již ve 14. století, kdy proběhl největší rozvoj řeznických cechů. Tento rozvoj byl na jedné straně vyvolán snahou výrobců představit své výrobky v takové formě, která by vyvolala zvýšení zájmu spotřebitelů a na straně druhé snahou výrazně prodloužit údržnost těchto výrobků. Střevo jako obal masného výrobku určuje jeho tvar, zajišťuje ochranu obsahu před kontaminací z vnějšího prostředí během výroby, skladování a transportu, zachovává organoleptické vlastnosti výrobku a také výrazně ovlivňuje jeho prodejnost.

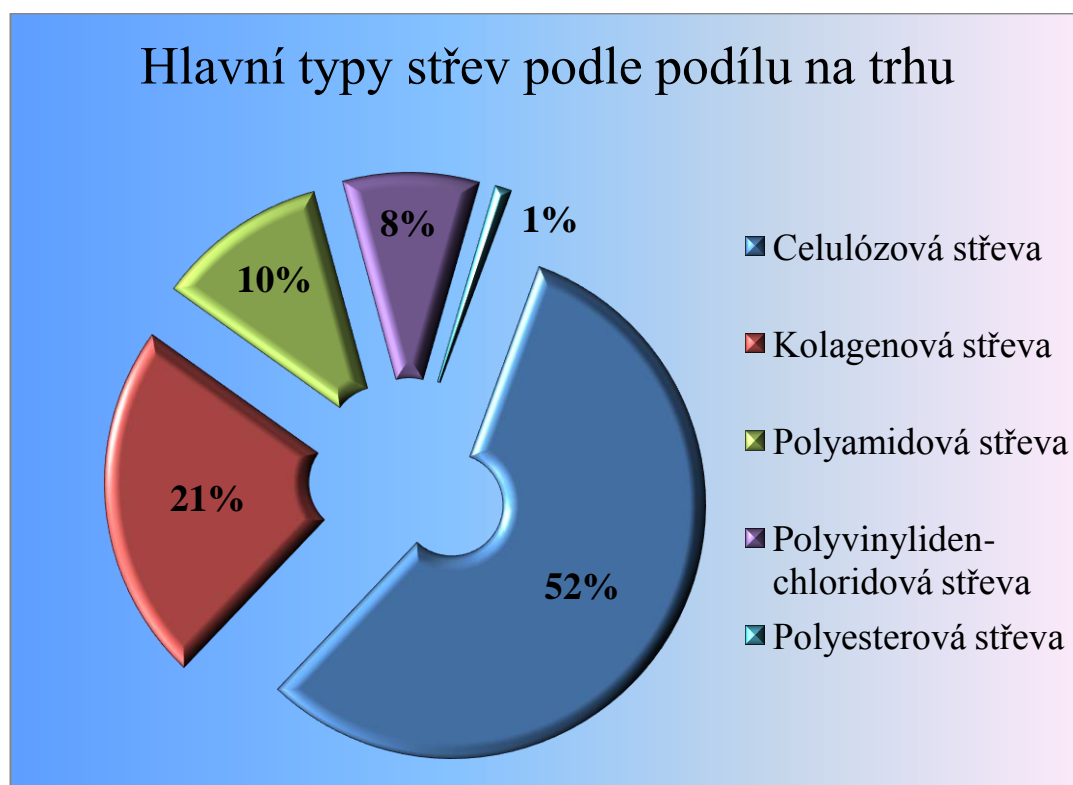
Na samém začátku byla nejvíce používána střevo přírodního charakteru (skopová, hovězí, vepřová). S narůstající oblibou a spotřebou masných výrobků tato střevo nemohla krýt všechny požadavky trhu na množství a rozsah sortimentu. Z těchto důvodů byly intenzivně hledány náhrady. Začátkem 20. let 20. století bylo používáno pro výrobu střev různými způsoby impregnovaného papíru. Tyto náhražky se ukázaly být nedokonalé. Následkem toho začal intenzivní vývoj střev umělých. Ve 30. letech 20. století byla nejdříve vyvinuta celulózová střevo a poté střevo kolagenová. Používání plastových střev začalo o něco později, teprve ve 2. polovině 20. století. Plastová střevo umožňují výrobu obalů masným výrobkům takzvaně na míru. Vyznačují se vysokou mírou variability sortimentu, jako je velký rozsah kalibrů a možnost výroby v mnoha barevných variacích.

## 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

S neustále se zvyšující spotřebou masných výrobků po celém světě a s ubývajícími zdroji pro výrobu celulózových a kolagenových střevek obecně dochází v posledních 50. letech k masivnímu rozvoji vývoje plastových střevek. Cílem tohoto vývoje je vyvinout taková plastová střeveka, která by dokázala nahradit předešlé dva typy střevek. To předpokládá vznik plastových střevek, která by si zachovala své nejdůležitější vlastnosti a navíc by převzala nejdůležitější vlastnosti střevek nahrazovaných. Podle Wilfera (2004) jsou střeveka důležitým faktorem, který výrazně ovlivňuje kvalitu a zdravotní nezávadnost masných výrobků.

V této diplomové práci je nejvíce citován František Kučera, protože jeho práce z roku 2005 je v tomto oboru jediná a jedinečná.

Graf 1: Hlavní typy střevek podle podílu na trhu



Zdroj: Kučera 2005

## 2.1 Charakteristika celulóзовých střeв

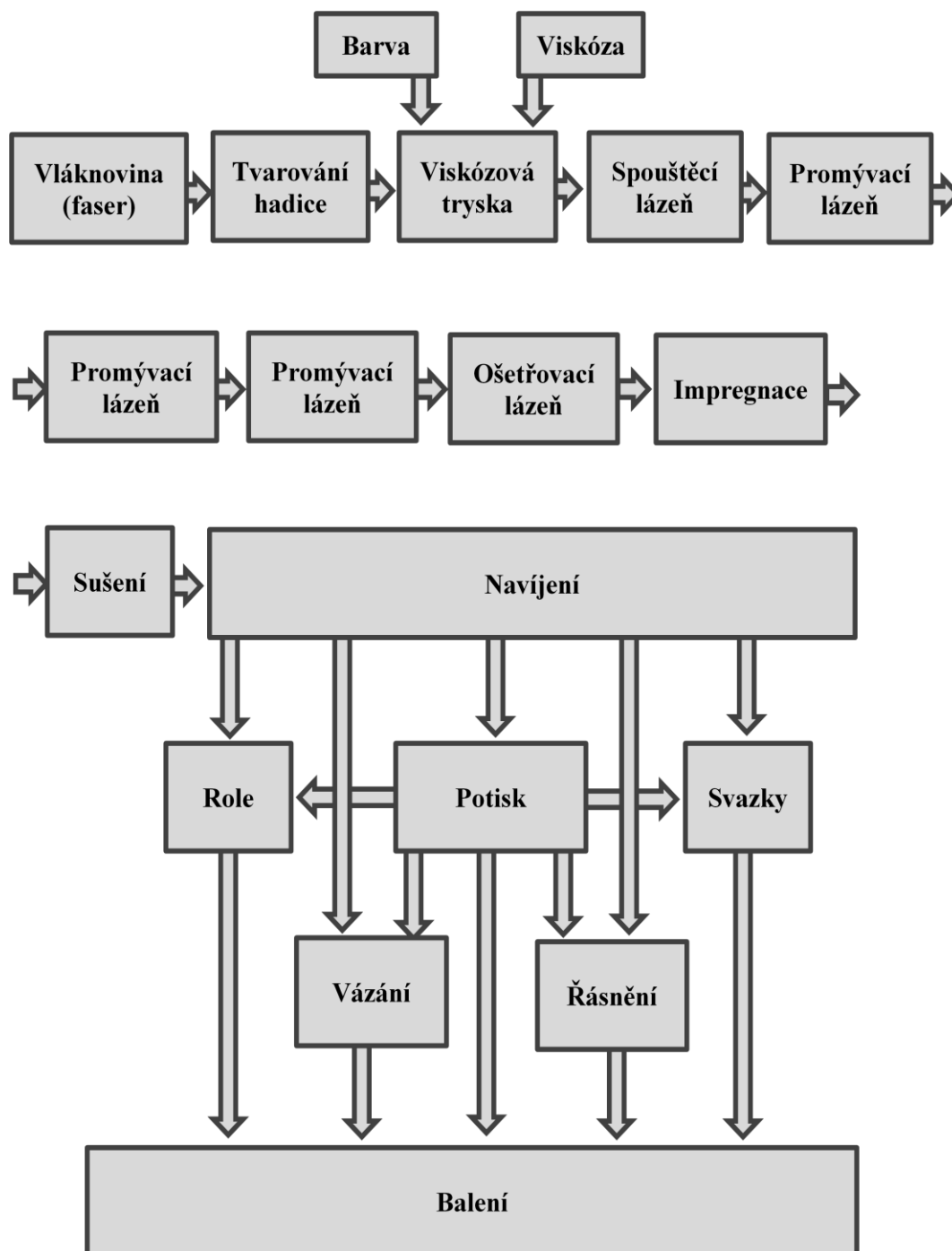
Základní surovinou k jejich výrobě je přírodní materiál – celulóza. Ta je získávána z bavlny nebo dřeva (Kučera, 2005). Podle Ducháčka (2006) obsahuje bavlna v suchém stavu 90 % celulózy a dřevo přibližně 50 % celulózy. Celulóзовá střeва byla vyvinuta za účelem pokrytí narůstající oblíby a spotřeby masných výrobků. Vzhledem k tomu, že zdroje přírodních střeв jsou omezené, jsou neustále hledány jejich možné plnohodnotné náhrady. První celulóзовé střevo bylo uvedeno na trh v roce 1928 (Kučera, 2005). V některých materiálech jsou tato střeва také nazývána celofánová. Tento typ střeв je recyklovatelný, protože použitý obal se po vhození do domovního odpadu nebo do kompostu rozkládá na oxid uhličitý a vodu, což jsou základní stavební kameny přírody (<http://www.svetbaleni.cz/baleni-v-obchode/balen-v-obchod-obal-jako-soucast-vyrobku.htm>, staženo 2.9.2012). Na současném trhu jim podle Kučery (2005) patří 52 % (graf 1).

### 2.1.1 Způsob výroby

Kučera (2005) respektive Kačeňák (1990) uvádějí, že se celulóзовá střeва převážně vyrábějí viskózním způsobem z hydrátu celulózy. Hydrát celulózy je jedním z nejstarších výchozích materiálů pro výrobu. Při tomto způsobu výroby se celulóza nejdříve zvlákní a maceruje louhem sodným. V této fázi jsou vyplaveny nežádoucí zbytky dřeva např. hemicelulóza, a poté je lisováním odstraněn louh. Vzniklá alkaliceleulóza je podrobena předzrání při vyšší teplotě. Po ochlazení se převede do sulfidačních hnětačů, kde dochází k sulfidizaci, tj. převedení alkaliceleulózy pomocí sirouhlíku na xantogenát celulózy. Tento produkt je poté v míchacích kotlích homogenizován a rozpouštěn v sodném louhu. Vznikne žlutooranžová viskóza, která je filtrována a pak několik dní zraje ve zrácích kotlích. Dalším krokem výroby je odvzdušnění a opětovná filtrace. Teprve nyní je viskóza vedena do extruzního stroje, kde je vytvořeno bezešvé celulóзовé střevo. Celý proces je znázorněn na obrázku 1. Toto střevo musí po extruzi projít několika upravovacími lázněmi, kde je zpevňováno. V těchto lázních je také odstraňována síra, probíhá bělení, praní a impregnace hydrofilním prostředkem. Tímto se střevo stává plastickým. V poslední fázi výroby je střevo sušeno na požadovaný stupeň vlhkosti.

Následují ještě další operace směřující ke konečné úpravě – potisk, řásnění, řezání a vázání.

Obrázek 1: Postup výroby celulóзовých stře



Zdroj: Kučera 2005

Celulóзовá střeва se vyrábí v sortimentu kalibrů od 15 do 245 mm, bezbarvá, v kouřové nebo černé barvě. Velmi často jsou potiskována různými motivy. Mohou

mít také uzavřený konec (CE – close end) pro použití na automatických narážecích strojích. Jsou dodávána hlavně řádně (Lát, 1984; Kučera, 2005).

### 2.1.2 Vlastnosti a použití střev

Podle Ingra (2003) jsou celulósová střeva elastická, po oschnutí se dobře smršťují a vytvářejí hladký povrch výrobku. Vyznačují se dobrou propustností pro vodní páru a kouř, ale nízkou propustností pro kyslík. Podle Wu a Chi (2007) vykazují větší pevnost a elasticitu než například střeva nejedlá kolagenová.

Podle Českého svazu zpracovatelů masa (2002) jsou velmi vhodným střevem pro výrobu trvanlivých masných výrobků, vykazují totiž snadnou loupateľnost. Toto je důležitá vlastnost pro přípravu salámů ke krájení.

Kučera (2005) a Steinhauser *et al.* (2000) doporučují následující:

- **Skladování** – párková střeva jsou klimatizována a speciální balení zajišťuje zachování jejich vlhkosti. Skladovat na chladném a suchém místě při teplotě 15 – 20 °C. Stejně podmínky platí i pro široká salámová střeva. Relativní vlhkost vzduchu se doporučuje 60 – 70 %.
- **Namáčení** – párková střeva balená v klimatizovaných krabicích se nenamáčejí. Široká salámová střeva se namáčí 15 – 30 minut před použitím ve vodě o teplotě 15 – 20 °C. Dojde-li vlivem špatného namáčení k zaschnutí střeva, stane se střevo víceméně nepropustným pro plyny a páru. Střeva se nenamáčí při specifických aplikacích na tepelně nepracované masné výrobky, např. čajovky.
- **Narážení** – střeva určená pro párky se narážejí ihned po vyjmutí z krabice. Naopak střeva určená pro salámy se narážejí ihned po vyjmutí z narážecí lázně. Naráží se na předepsaný kalibr podle druhu výrobku.
- **Zpracování** – masné výrobky se vaří a udí na požadovanou teplotu v jádře podle druhu výrobku. Vlhkost při výrobním procesu musí být vyšší než 50 % relativní vlhkosti, aby se nezhoršovala loupateľnost a sušení, které

určuje vybarvení výrobku. Udržováním předepsané vlhkosti dojde k otevření pórů. Je to nezbytné pro prodyšnost střev.

- **Chlazení** – po tepelném opracování je nutné ochladit vodou na teplotu v jádře cca 25 °C, aby se zabránilo zvrásnění povrchu. Rychlé ochlazení pod 30 °C v jádře a následný odvoz do chladírny vedou k prodloužení údržnosti masných výrobků.

Celulózová střeva se podle Ingra (1996) respektive i podle Barbuta (2011) nejčastěji používají na lahůdkové loupací párky, koktejlové loupací párečky, trvanlivé salámy. Žižková (2009a) také doporučuje používat na „hot dog“ párečky. Pro narážení pivních koulí a mortadel se používají celulózová střeva větších kalibrů (Ingr, 1996; Budig, 2009). Pipek (1998) doplňuje, že snadného loupání na loupacích automatech se docílí vyložením vnitřní stěny homogenní směsí, která obsahuje derivát celulózy rozpustný ve vodě. Tímto se nechá loupateľnost nastavit. Kučera (2005) konstatuje, že tato střeva jsou obecně vhodná pro veškeré druhy tepelně opracovaných i neopracovaných výrobků. S tím souhlasí i Steinhauser *et al.* (1995), kteří ještě uvádějí použití těchto střev při výrobě mini-sýrových salámů ve formě tyčinek. Tato střeva se také používají jako obaly určené pouze pro výrobu masného výrobku, tzn. například jen pro vaření párků, kde je pak obal odstraněn a párky jsou následně plněny do konzerv a expedovány k zákazníkovi. Ingr (1978) to nazývá přechodným obalem pro některé výrobní operace (vaření, chlazení), který ale není součástí hotového výrobku. Trešl (2008) napsal, že tato celulózová střeva lze použít také na výrobu různých druhů métských a pivních salámů. Reimold *at al.* (2010) testovali jejich vhodnost i pro fermentované klobásy.

### **2.1.3 Celulózová střeva společnosti VISCOFAN CZ s.r.o**

Celulózová střeva vyráběná ve společnosti VISCOFAN CZ s.r.o, jsou rozdělena na malé a velké kalibry. Každý z těchto typů je určen pro jiný okruh použití. Tyto obaly nabízejí kombinaci vysoké elasticity a extrémní stálosti kalibru. Výborně zajišťují přenos kouřového aroma za použití přírodního nebo kapalného kouře a barvy během uzení, na druhou stranu vytvářejí bariéru jiným, z pohledu aroma nežádoucím látkám. Jejich vynikající loupateľnost umožňuje bezproblémové

průmyslové zpracování. Masné výrobky v těchto obalech jsou dokonale identické s přirozeným a na pohled chutným vzhledem (Viscofan CZ, 2012).

#### a) Malé kalibry

- **Sortiment** – střeva se označují EUR a USA. Vyrábějí se v kalibrech 12 – 44 mm.
- **Vlastnosti a použití** – vylepšená loupateľnost pro zauzené a nezauzené masné výrobky, pro sušené výrobky. Možnost loupání na vysokorychlostních loupacích strojích. Tato střeva jsou potiskovatelná. Stálost kalibru zaručuje výrobu vždy zopakovatelného výrobku.
- **Barevná provedení** – s přenosem na povrch výrobku – červená, oranžová, nepřenosné na povrch výrobku – světle kouřová, modrá, červená, oranžová, lososově červená.
- **Proužky** – v barvě černé, modré, bílé a červené. Mohou být podle velikosti kalibru 3 nebo 4 proužky. Tyto proužky jsou na střevě vytvářeny již při jeho extruzi. Slouží usnadnění loupání na loupacích strojích a identifikaci výrobků při využití různých barev.
- **Zpracování** – narážet bez předchozího namáčení označeným směrem, dodržovat předepsaný plnicí kalibr, maximální teplota při tepelném opracování by neměla přesáhnout 80 °C. Vhodné pro veškeré standardní udící, zrací a varné systémy (Viscofan CZ, 2012).

#### b) Velké kalibry

- **Sortiment** – střeva se označují LC a Delipak-C. Vyrábějí se v kalibrech 35 – 60 mm (LC) a 65 – 135 mm (Delipak-C).
- **Vlastnosti a použití** – LC je dobře klipsovateľné střevo pro vařené a trvanlivé masné výrobky velkých kalibrů. Ideální pro Teewursty, uzene nebo neuzene vařené produkty, šunky a fermentované výrobky. Vyznačuje se nízkou elasticitou. Není vhodné pro plátkové aplikace. Je snadno potiskovatelné.

Delipak-C je dobře klipsovatelné střevo pro vařené, uzené a neuzené masné výrobky velkých kalibrů. Je vysoce elastické a lehce potiskovatelné.

- **Barevná provedení** – jsou hlavně vyráběna v transparentní barvě tak, aby vynikl výrobek. Střeva LC mohou být vyráběna i v barvách.
- **Zpracování** – LC střevo je RTU, Delipak-C musí být namáčen v čisté vodě. Oba typy jsou vhodné pro automatické narážecí a klipsovací systémy umožňující vysokou produktivitu. Je nutno dodržovat plnicí kalibr. Vhodné pro veškeré standardní udící, zrací a varné systémy (Viscofan CZ, 2012).

## 2.2 Charakteristika nejedlých kolagenových střev

Nejedlá kolagenová střeva jsou vyráběna ze štípenkové klišovky, což je spodní vrstva hovězí kůže. Tato štípenková klišovka je získávána v koželužnách a to při ručním štípání hovězích kůží (Ingr, 1996). Wu a Chi (2007) uvádějí, že dnes se pro výrobu těchto střev začínají používat také kůže vepřové.

S narůstající spotřebou masných výrobků byla hledána náhrada za přírodní střevo, která již nemohla pokrýt rostoucí požadavky trhu. Jak publikoval Kučera (2005), nejdříve bylo používáno pro výrobu střev papíru, který byl různými způsoby impregnován. Ale tato cesta se ukázala být nesprávnou. Proto se v roce 1926 započalo s pokusy vyrobit umělé střevo z bílkovinných látek, tedy z látek, ze kterých je složeno střevo přírodní. Až v roce 1932, 4 roky po uvedení celulósových střev na trh, vyrobil německý vynálezce dr. W. Becker v Hamburku první umělé kolagenové střevo.

Kolagenová střeva jsou dnes velmi rozšířeným typem obalů. Jsou plnohodnotnou náhradou střev přírodních a v mnohých případech je i svými vlastnostmi předčí. Jsou vyráběny jedlé a nejedlé formy kolagenových střev, tato vlastnost je dána způsobem přípravy vstupní suroviny (Ingr 2003; Kučera 2005). Na současném trhu jim podle Kučery (2005) patří 21 % (graf 1).



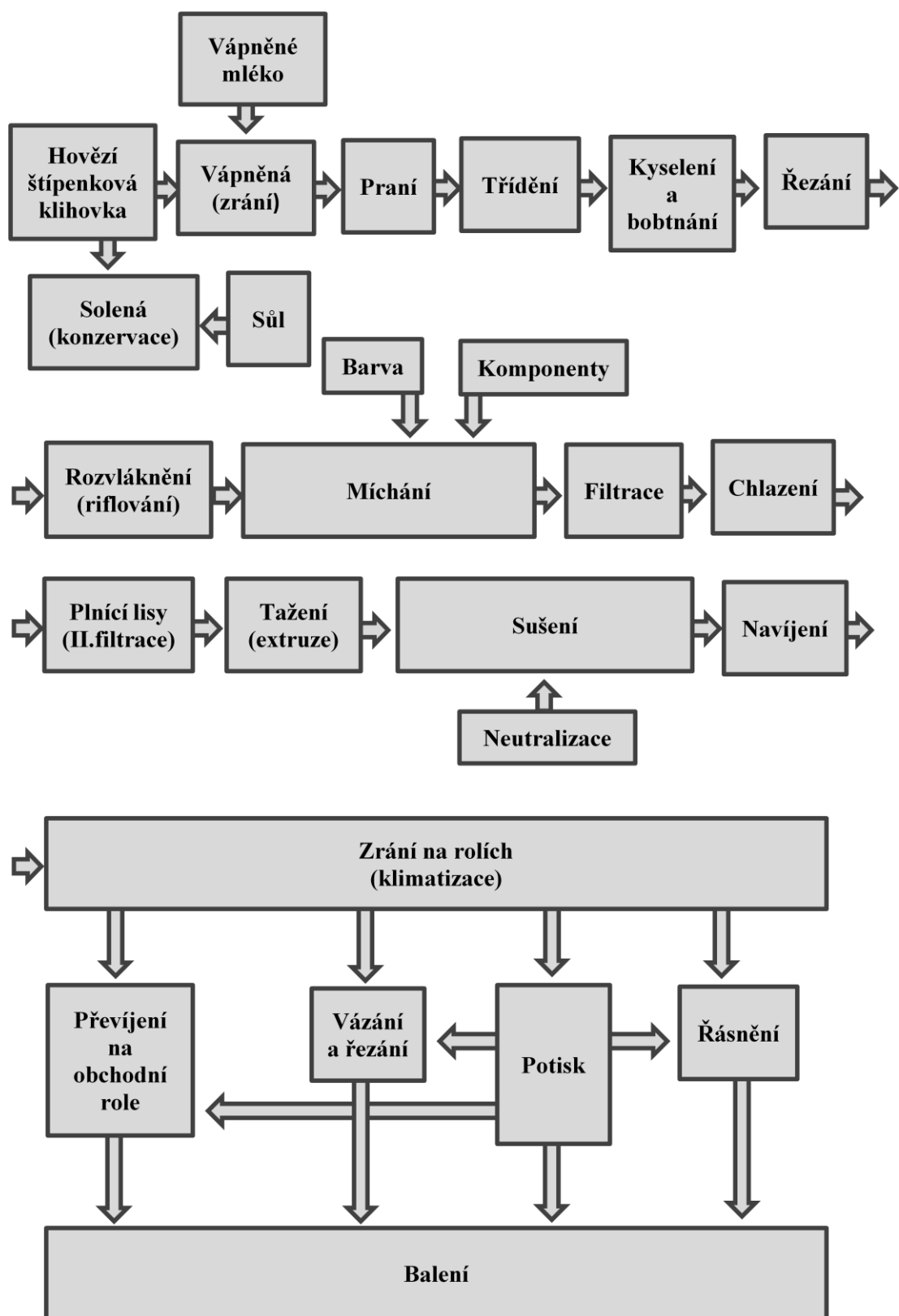
### 2.2.1 Způsob výroby

Jak bylo uvedeno výše, kolagenová střeva jsou vyráběna ve dvou formách, a to jedlé a nejedlé. Vzhledem k tomu, že náplní této práce jsou kolagenová střeva nejedlá. Výroba jedlých kolagenových střev zde nebude zmíněna. Duan *et al.* (2010) dokonce uvádějí, že jako alternativního zdroje kolagenu by bylo možné použít kolagen získaný ze šupin kaprů. Tuto myšlenku, ale prezentuje jen jako úvahu. Naproti tomu Zhang *et al.* (2010) publikovali, že používání kolagenu získaného ze šupin kaprů, představuje menší zdravotní riziko než použití kolagenu z hovězích kůží. Ryby totiž nejsou postihovány takovými skandály jako skot, např. nemocí šílených krav.

Výrobní proces nejedlých kolagenových střev popisuje Kučera (2005). Hovězí kůže jsou namáčeny, louženy a mizdřeny. Poté je kůže štípáním rozdělena na lícovou (papilární) vrstvu a spodní (retikulární) štípenkovou vrstvu. Tato spodní vrstva, která má řidší strukturu, slouží jako základní surovina. Tato surovina musí odpovídat všem hygienickým podmínkám a nesmí obsahovat jiné druhy klišovek a nečistoty. Samozřejmostí je používání kůží ze zdravých zvířat.

Nejedlá kolagenová střeva jsou vyráběna z těstovinové hmoty kolagenu. Celý proces je znázorněn na obrázku 2. Po zrání, třídění a kyselém opracování se zbobtnalá klišovka v několika stupních mechanicky opracovává. Po homogenizaci se získává tvárná hmota s vhodnou strukturou kolagenních vláken, která se stabilizuje za účelem zvýšení pevnosti a elasticity. Po filtraci a chlazení je hmota extrudována do bezešvého kolagenního střeva, které je pak sušeno. Vyrábí se v kalibrech od 28 do 120 mm, bezbarvé nebo barevné a na přání mohou být i potiskována. Po extruzi následují další operace směřující ke konečné úpravě – potisk, řásnění, řezání a vázání. Jsou dodávána na rolích, v přířezech nebo řásněná (Lát, 1984; Kučera, 2005).

Obrázek 2: Postup výroby kolagenových střev



Zdroj: Kučera 2005

## 2.2.2 Vlastnosti a použití střev

Podle Steinhausera *et al.* (1995) jsou kolagenová střeva tlustší a méně elastická než střeva přírodní a při sesychání vytvářejí na povrchu záhyby. Podle Barbuta (2010) mají tato střeva hustší koncentraci kolagenových vláken než střeva přírodní. Pipek a Jirotková (2001) zmiňují dobrou propustnost vodní páry, udíciho kouře, což je dobré při výrobě trvanlivých salámů. Ale naopak při výrobě měkkých salámů dochází k vysokým hmotnostním ztrátám, právě únikem vodní páry z výrobku. Vysoká propustnost kyslíku zase snižuje údržnost výrobků. Ingr (2003) k tomu uvádí, že právě z tohoto důvodu jsou kolagenová střeva nahrazována střevy plastovými.

Mezi další vlastnosti těchto střev patří dobrá odolnost při zpracování, dobrá pevnost. Trešl (2008) napsal, že tato střeva mají vynikající zauditelnost a regulovanou loupateľnost definovanou vnitřní vrstvou. Mezi nevýhody lze zařadit určitou hranici kalibrového rozsahu a menší varuvzdornost. Také se tato střeva vyznačují přirozeným vzhledem a barvou Ingr (2003). Makovec (2010) také uvádí, že tato střeva výborně přijímají barvu a aroma kouře. Podle Harpera *et al.* (2012) vykazují střeva větší pevnost než střeva přírodní.

Kučera (2005) doporučuje následující:

- **Skladování** – v suchých místnostech při teplotě 5 – 25 °C bez rizika mechanického poškození.
- **Namáčení** – 15 – 20 minut v nasyceném roztoku soli (cca 20%) a teplotě 20 – 25 °C. Střeva musí být do lázně zcela ponořena. Někteří výrobci dodávají střeva již předmáčena v solném roztoku. Takto upravená střeva se nazývají RTU (ready to use) a nenamáčejí se.
- **Narážení** – provádí se ihned po vyjmutí a okapání z namáčecí lázně. U RTU střev se naráží ihned po vyjmutí z krabice. U výrobků opracovávaných studeným kouřem lze přerážet až o 8 % při teplotě díla -4 °C. Podle Českého svazu zpracovatelů masa (2002) by při nižší teplotě naráženého díla hrozilo praskání střev.

- **Zpracování** – uzení teplým kouřem až do maximální teploty okolí 90 °C. Vaření v páře začínat na teplotě 65 °C do max. teploty okolí 75 °C. U střev určených pro výrobky tepelně neopracované zauzovat studeným kouřem o teplotě do 28 °C.
- **Chlazení** – výrobky je možno po tepelném opracování zchladit osprchováním studenou vodou, tím se zamezí případné vrásčitosti povrchu.

Nejedlá kolagenová střeva jsou vhodná pro všechny druhy vařených nebo vařených a uzeneých měkkých masných výrobků nebo tepelně, či studeným kouřem opracovaných trvanlivých a polotrvanlivých masných výrobků, např. fermentované salámy (Kučera, 2005; Trešl, 2008). Jako příklady lze uvést sušené maďarské salámy, italské klobásky typu „Calabrese“ nebo „Napoletana“, turistický salám ([http://www.hscasings.it/en/applicazioni/index\\_applicazioni.html](http://www.hscasings.it/en/applicazioni/index_applicazioni.html), staženo 9.9.2012).

### 2.2.3 Nejedlá kolagenová střeva společnosti VISCOFAN CZ s.r.o

Nejedlá kolagenová střeva vyráběná ve společnosti VISCOFAN CZ s.r.o. (obrázek 7) se vyznačují dobrou jednotností a stálostí kalibru. Jejich vynikající propustnost pro kouř a vodní páry je předpokladem pro vyváženou chuť a aroma výrobku. Používáním těchto střev je minimalizován vznik tukových a želatinových kapes. Vyznačují se také dobrou loupateľností. Mohou být rovná nebo věčňitá (Viscofan CZ, 2012).

- **Sortiment** – střeva se označují R2, R2L-D, EW-D, R2L-D-KD, EW-D-KD, KRA-R2L. Vyrábějí se v kalibrech: R2 – 43 – 135 mm, R2L-D a R2L-KD – 32 – 110 mm, EW-D – 42 – 140 mm, R2L-D-KD – 35 – 58 mm, EW-D-KD – 32 – 58 mm, KRA-R2L – 34 – 38 mm.
- **Vlastnosti a použití** – R2 – střevo vhodné pro trvanlivé masné výrobky s dlouhou dobou zrání. Umožňuje růst ušlechtilých plísňí. R2L-D, R2L-KD – střevo vhodné pro trvanlivé masné výrobky i s krátkou dobou zrání. Splňuje nároky na rychlost zpracování. Umožňuje růst ušlechtilých plísňí. EW-D – střevo je vhodné pro tepelně opracované zauzené i neuzené masné výrobky. R2L-D-KD – střevo vhodné pro trvanlivé masné výrobky

ve tvaru podkovy. EW-D-KD – střevo pro tepelně opracované zauzené i neuzené masné výrobky. KRA-R2L – střevo vhodné pro trvanlivé masné výrobky ve tvaru podkovy s menším průměrem zakřivení. Umožňuje růst ušlechtilých plísní.

- **Barevná provedení** – střeva jsou vyráběna v následujících barvách: transparentní, mahagonová, lososová, červená, hnědá.
- **Zpracování** – většina těchto obalů se před narážením namáčí v min. 10% roztoku kuchyňské soli po dobu 5 – 10 minut. R2L-D a R2L-KD se namáčí v 15% roztoku kuchyňské soli po dobu minimálně 1 hodiny. Narážení provádět bez přístupu vzduchu a po narážení řádně zaklipsovat nebo zavázat. Teplota při vaření by po předchozím zasušení a zauzení neměla přesáhnout 75 °C. Po uvaření se doporučuje výrobky zchladit. Vhodné pro veškeré standardní udící, zrací a varné systémy.
- **Zrání** – doporučuje se postupné snižování teploty a vlhkosti z přibližně 22 °C / 95 % relativní vlhkosti na 18 °C / 85 % relativní vlhkosti za nízké rychlosti proudění vzduchu po dobu 7 – 10 dní. Následně výrobky dosoušet a skladovat při 16 °C a vlhkosti 75 – 80 % relativní vlhkosti (Viscofan CZ, 2012).

## 2.3 Charakteristika plastových (polyamidových) střev

Syntetická umělá střevo se používají v masném průmyslu teprve posledních cca 50 let. Předpokladem jejich výroby bylo vyvinutí vhodného extrudéru a příprava extrudovatelných materiálů umělé hmoty (Kučera, 2005). Podle Hendersona a Dietricha (1926) byl nejnáročnější vývoj materiálů vhodných pro výstavbu extruzních linek tzn. s dlouhodobou odolností proti zvýšeným teplotám a tlakům. Lát (1984) zařazuje tato střevo mezi organické látky, které se od sebe liší mechanickými a fyzikálně mechanickými vlastnostmi.

Tři hlavní nejrozšířenější typy umělých střev podle Kučery (2005) a Steinhausera *et al.* (1995) jsou:

- **Polyesterová (PES) střeva** jsou vyráběna s polyesteru. První střeva byla vyrobena v roce 1957. Vyznačují se naprostou nepropustností pro vodní páru a aromatické látky. Orientací lze docílit určité smrštitelnosti tak, aby finální výrobek měl napjatý a bezvrásčitý povrch při současném zachování dobré loupateľnosti.
- **Polyvinylidenchloridová (PVDC) střeva** jsou vyráběna ze směsných polymerů (Ducháček, 2006). První střeva byla vyrobena v roce 1965. Střeva se vyznačují naprostou nepropustností pro vodní páru a aromatické látky, smršťovací schopností a dobrou loupateľností. Navíc ještě zachycují ultrafialové paprsky, takže při použití těchto materiálů nedochází působením přímého světla k barevným změnám výrobků.
- **Polyamidová (PA) střeva** jsou vyráběna v polyamidu. První střeva byla vyrobena v letech 1959 – 1962. Tento typ střev bude v této práci rozepsán podrobněji, protože PA obalům podle Kučery (2005) patří na trhu s plastovými střevy největší 10% podíl (graf 1) a tato práce bude na tento typ dále zaměřena.

Polyamidové obaly používají jako základní materiál polyamid, který je získáván z přírodních surovin a z fyziologického hlediska je neškodný. Polyamid je jedním z mnoha druhů polymerů, které jsou základem pro výrobu plastových střev. U polyamidových střev se používá polyamid 6, 66 (kapitola 2.3.1). Během posledních 30 let zaznamenal trh s těmito střevy velký rozvoj (Kučera, 2005). Wu a Chi (2007) prezentovali, že velký pokrok znamenal rok 1980. V tomto roce byly objeveny biaxiálně, tzn. podélně i příčně, orientovaná střeva. Tato funkce poskytuje určitou míru smrštitelnosti, která je žádoucí hlavně u vařených produktů. V roce 1990 se polyamidová střeva potýkají s určitými problémy, které nakonec vedly k získání žádoucích funkčních vlastností, např. mechanické odolnosti, odolnosti proti nárazu, tepelné smrštitelnosti, přilnavosti k dílu, kyslíkové, vodní a ultrafialové bariéry, při použití jednoho polymeru. Kučera (2005) to doplňuje tím, že poté průmysl začal rozvíjet ko-extruzní stroje. Na těchto strojích lze vyrábět

několikvrstvá vysoce výkonná střeva, ve kterých se kombinují vlastnosti několika polymerů.

### 2.3.1 Způsob výroby

Jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole, slouží jako základ pro výrobu PA (polyamidových) střev polymer nazývaný polyamid 6, 66. Polyamid je řazen podle struktury mezi lineární polymery, charakterizované hlavním polymerním řetězcem, v němž se pravidelně střídají skupiny -CO-NH- s větším počtem skupin -CH<sub>2</sub>-. Jsou vyráběna realizací dvou druhů polyreakcí. Polymerací jejich cyklických aminů vzniká polyamid 6 a polykondenzací diaminů s dikarboxylovými kyselinami nebo jejich dichloridy zase vzniká polyamid 66 (Ducháček, 2006; Dong a Byungrok, 2007). Fink (2005) zařazuje tento polymer mezi reaktivní polymery.

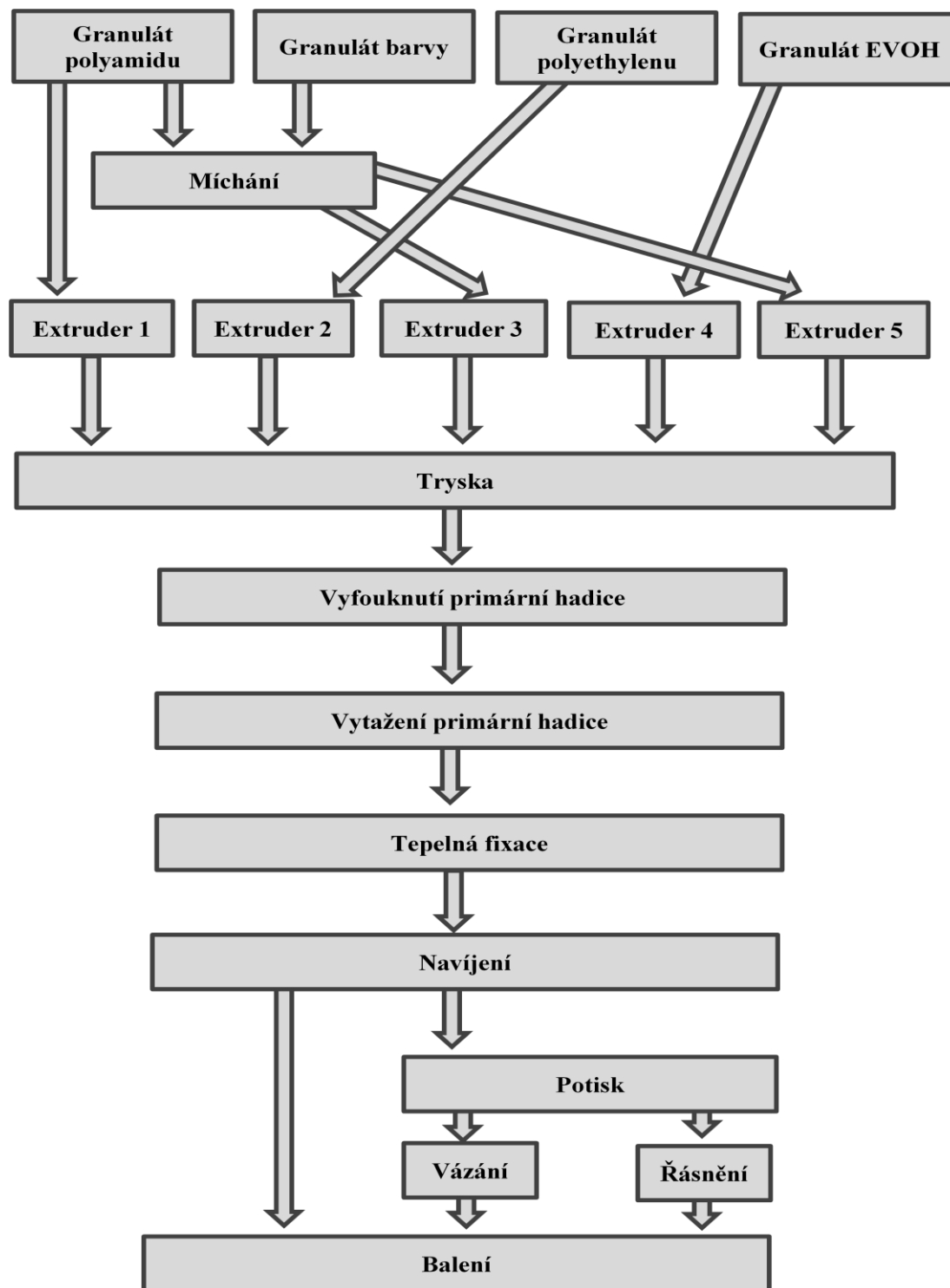
Právě rozvoj ko-extruzních strojů umožnil vyrábět polyamidová střeva buď jednovrstvá a/nebo složená s více vrstev. V dnešní době je maximum 7 vrstev, kde každá vrstva má jasně specifikovaný účel (Kučera, 2005). Budig (2009) i Trešl (2008) napsali, že právě ko-extruzí různých typů materiálů do jednoho obalu se hledá optimální řešení požadavků na finální produkt s přidanou hodnotou. Například vnitřní strana střeva je optimalizována na styk s potravinou, další vrstvy propůjčují střevo pevnost, tvarovou stálost, bariérové vlastnosti pro kyslík a vodní páru.

Výrobní postup, který je znázorněn na obrázku 3. je závislý na počtu vrstev finálního střeva a lze ho podle Ducháčka (2006) respektive Kučery (2005) popsat následovně:

Granulát polyamidu je smíchán s barevnou přísadou a vložen do násypky, v případě vícevrstevých střev má každá vrstva svou násypku. Poté jde směs do šnekového extrudéru, který je nahřátý na předepsanou teplotu. Zde je granulát roztaven a přes trysku je vyfouknuta primární hadice, která je vzduchem rozfouknuta na požadovaný kalibr. Vyfouknutá hadice je stabilizována na požadované parametry a prochází termofixací. Tato termofixace zaručuje požadované vlastnosti, např. smrštitelnost. Na konci linky je střevo navinuto na role. Po extruzi následují

další operace směřující ke konečné úpravě – potisk, řásnění, řezání a vázání. S jejich popisem souhlasí i Žižková (2009b).

Obrázek 3: Postup výroby polyamidových stěv



Zdroj: Kučera 2005



PA střeva se vyrábějí v kalibrech od 20 do 230 mm. Dodávají se s lesklou či matovou povrchovou úpravou, většinou smrštitelná, ale i nesmrštitelná, v široké barevné paletě od transparentní po zlatou, s možností jedno- i vícebarevného potisku. Jsou dodávána na rolích, v přířezech nebo řasněná (Kučera, 2005).

### **2.3.2 Vlastnosti a použití střev**

PA střeva jsou dobře zpracovatelná na všech typech narážecích zařízení, díky velmi dobré podélné a příčné smrštitelnosti udržují hladký povrch bez vrásek a také mají rovnoměrnou přilnavost k dílu. Podle Budiga (2009) mohou polyamidové obaly dosáhnout až na úroveň polokonzervy z pohledu prodloužení údržnosti, a to právě díky vynikajícím bariérovým vlastnostem (vodní pára a kyslík). Toto potvrzuje ve své publikaci i Ingr (2003), který ještě dodává, že tato střeva jsou nepropustná i pro kouř.

Mezi nejdůležitější vlastnosti podle Kučery (2005) patří – nepropustnost pro plyny a vodní páru, stálost kalibru, tepelná samosmrštitelnost, dobrá klipsovateľnost, odolnost vysokým teplotám, vysoká mechanická pevnost umožňující podle Barbuta (2011) výrobu velkých kalibrů nad 100 mm, dobrá potiskovatelnost, dlouhá údržnost hotového výrobku a dobrá loupateľnost. Dong a Byungrok (2007) popsali jako další vlastnosti PA střev vysokou pevnost v tahu a odolnost proti proražení. Podle Kačeňáka (1990) a také podle Kučery (2005) se tato střeva vyznačují vysokou tepelnou odolností (120 – 130 °C), která umožňuje sterilizaci náplně. Ingr (2008) ve svém článku uvádí, že právě při této teplotě se ničí sporulující mikroorganismy a spóry. Naopak přímé inaktivace vegetativních forem mikroorganismů dosáhneme již působením teploty 70 °C po dobu 10 minut v jádře výrobku. Díky jejich bariérovým vlastnostem nedochází ke ztrátám při tepelném opracování a ani při následném skladování. Údržnost masných výrobků, při dodržení všech skladovacích podmínek, se tím prodlužuje až na několik měsíců (<http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=1074>, staženo 4.10.2012).

Kučera (2005) a Steinhauser *et al.* (1995) doporučují následující:

- **Skladování** – většinou výrobců je doporučováno skladování v suché místnosti do maximální teploty 25 °C a relativní vlhkosti 50 – 60 %.
- **Namáčení** – liší se podle typu a značky výrobku, většinou 30 minut, ale u některých obalů i 60 minut, buď ve studené vodě do 20 °C, nebo ve vodě v rozsahu 30 – 45 °C, ale také ve vodě 70 °C jen na pět minut. Jiné je to u vícebarevných potištěných obalů, kde je doporučována dvojnásobná doba namáčení. Některé obaly mohou být perforovány, u jiných je perforování naopak nevhodné. Jednovrstvé obaly v malých kalibrech se nenamáčejí.
- **Narážení** – lze provádět na všech typech narážecích zařízení, a to s přeplněním na předepsaný kalibr. Přerážením průměru střeva obsahem o předepsaná procenta (většinou v rozsahu 5 – 12 %) dojde k žádoucímu pružení a „střevo jde naproti své náplni“ a zabraňuje vzniku podlití tuku u finálního výrobku. Toto je možné zajistit pouze na moderních narážecích strojích ve spojení se spolehlivým automatizovaným klipsovacím zařízením.
- **Zpracování** – vaření může být prováděno na požadovanou teplotu nebo v rozmezí 75 – 110 °C. Někteří výrobci připouštějí vaření až do sterilizovatelné teploty 121 °C. Vše závisí na typu a značce výrobku a doporučení výrobce.
- **Chlazení** – je doporučováno osprchovat hotové výrobky studenou vodou buď po nějakou dobu (v minutách) nebo v intervalech až při vnitřní teplotě díla 55 °C. Lze i ochlazovat pouze vzduchem, protože pro některé výrobky sprchování vodou není nedoporučováno.

Polyamidové obaly jsou dobře použitelné pro všechny masné výrobky, a to vařené výrobky, měkké salámy, paštiky, šunký, omáčky, hotová jídla, mléčné výrobky a také jako obaly potravy pro zvířata (Kučera 2005). Podle Budiga (2009) jsou tyto obaly vhodné i pro tlačanky, játrové salámy. Pro svoji nepropustnost pro kouř je nelze použít pro uzené výrobky (Ingr, 2003). Henze (2002) napsal, že tato střeva jsou ve Skandinávii velmi oblíbená jako obaly na polévky, sýrové pomazánky, marcipán, ale také jako obaly mimo rámeček

potravinářské výroby, např. výbušniny nebo lepidla. Podle Effenbergera (1995) budou v blízké budoucnosti vyráběna plastová střeva vhodná pro výrobu párků a klobás.

### 2.3.3 Plastová polyamidová střeva společnosti VISCOFAN CZ s.r.o

Plastová polyamidová střeva vyráběná ve společnosti VISCOFAN CZ s.r.o (obrázek 8) se vyznačují vynikajícími bariérovými vlastnosti, které pomáhají zachovat aroma, barvu a hmotnost výrobku. Široký sortiment barev a kalibrů umožňuje výrobu střeva na míru masným výrobkům. Vyznačují se velmi dobrou mechanickou odolností s možností změn v podélném a příčném směru. Jsou velmi dobře potiskovatelné až 8 barvami z každé strany. Při správném postupu během tepelného opracování lze dosáhnout údržnosti masných výrobků až 6 měsíců. Mohou být rovná nebo věnčitá (Viscofan CZ, 2012).

- **Sortiment** – střeva se označují Betan, Betan SP, Betan SL, F2-T-KD, F9-T-KD. Vyrábějí se v kalibrech: Betan – 19 – 120 mm, Betan SP – 24 – 92 mm, Betan SL – 14 – 37 mm, F2-T-KD – 36 – 52 mm, F9-T-KD – 36 – 52 mm.
- **Vlastnosti a použití** – Betan – rovné jednovrstvé orientované střevo. Vyznačuje se dobrou kyslíkovou bariérou, přilnavostí k masu, dobrou potiskovatelností, vysokou smrštitelností a elasticitou. Používá se pro výrobu porcí např. boloňských párků, polévek, omáček, marinád a bezvrásčitých masných výrobků, klasických vařených salámu (Gothaj). Betan SP – jedná se o rovné jednovrstvé orientované střevo. Vyznačuje se vynikající loupateľností, propustností pro kouř a vodní páru, dobrou smrštitelností, vysokou elasticitou a stálostí kalibru. Používá se pro výrobu vařených zauzených salámů, šunkových uzených klobás. Betan SL – jedná se o rovné jednovrstvé orientované střevo. Jeho bariérové vlastnosti zajišťují dlouhou údržnost výrobků. Používá se pro výrobu vařených neuzených párků, které jsou prodávány s obalem. F2-T-KD, F9-T-KD – jedná se o věnčená vícevrstvá orientovaná střeva. Mezi jejich vlastnosti patří zejména velká smrštitelnost, dlouhá údržnost, vakuovatelnost, sterilizovatelnost do 121 °C, vysoká mechanická odolnost. Používají

se pro výrobu tepelně opracovaných neuzených masných výrobků, kde požadujeme vakuové balení, dlouhou údržnost a příčné krájení.

- **Barevná provedení** – střeva jsou vyráběna v široké barevné škále např. transparentní, bílé, žluté, v různých odstínech hnědé a červené, černé, zlaté, modré a dalších jiných.
- **Zpracování** – Betan se před narážením namáčí ve studené vodě (20 – 30 °C) po dobu 30 minut. Střevo musí být zcela ponořené. Betan SP, Betan SL, F2-T-KD, F9-T-KD se před narážením nenamáčejí a jsou určena pro použití za sucha. Narážení provádět bez přístupu vzduchu na doporučený plnicí kalibr. Při uzavírání pevně naražený výrobek zasponujte či zavažte. Střeva jsou dostatečně stabilní pro uzavírání na všech klipovacích systémech. Zchlazení po tepelném opracování provádět intervalovým sprchováním, ve vodní lázni nebo vzduchem. Betan SP lze použít pro veškeré standardní udící a varné systémy (Viscofan CZ, 2012).

## 2.4 Technologické vlastnosti střev

### 2.4.1 Propustnost kyslíku

Propustnost kyslíku je důležitým ukazatelem pro použití celulósových, nejedlých kolagenových a plastových střev (Kučera, 2005).

Podle zjištění Valchaře (2003) je přítomnost kyslíku v masných výrobcích způsobena následujícími příčinami:

- propustností obalového materiálu pro kyslík
- vzduchem uzavřeným v masném výrobku a obalovém materiálu
- malým pronikáním kyslíku v důsledku netěsnosti obalu např. klipsu.

Přítomnost kyslíku, který vniká z okolního prostředí do výrobku, v masném výrobku způsobuje oxidaci tuků a olejů, tzn. oxidační změny na povrchu výrobku, kdy dochází ke změně barvy na šedou a bledou, umožňuje růst aerobních bakterií a plísní (<http://messergroup.com/cz/Prospekty/Prospekty-potravinarstvi/C-Prenos-citrix-baleni.X.pdf>, staženo 30.9.2012). Všechny tyto aspekty mají vliv na délku

údržnosti masného výrobku. Ne vždy je, ale propustnost kyslíku nežádoucí, např. u tepelně neopracovaných výrobků je tato propustnost naopak žádoucí.

Hladinu propustnosti kyslíku podle Masseye (2003) ovlivňuje typ použitého střeva a tloušťka jeho stěny. Uvádí se jako množství plynu v  $\text{cm}^3$ , které projde měřeným

vzorkem za 24 hodin při splnění předepsaných podmínek pro daný typ střeva. Kučera (2005) doplňuje, že umělá střeva z regenerovaných přírodních materiálů (celulóza) jsou víceméně propustná, stejně jako nejedlá kolagenová střeva, zatímco střeva plastová jsou téměř nepropustná nebo jen málo propustná.

### **2.4.2 Propustnost vodní páry**

Propustnost vodní páry je dalším z důležitých ukazatelů pro použití střev jako obalového materiálu pro masné výrobky. Tato propustnost ovlivňuje především hmotnostní ztráty a vysušení výrobku při výrobě a skladování, protože vodní pára uniká z výrobku směrem ven. To má za následek i určité ekonomické ztráty. Ne vždy je ale propustnost pro vodní páru nežádoucí, např. u tepelně neopracovaných výrobků je tato propustnost naopak žádoucí (Kučera, 2005). Massey (2003) popisuje propustnost pro vodní páru jako množství vodní páry v g, které projde měřeným vzorkem za 24 hodin, při dodržení předepsaných podmínek. Stejně jako u propustnosti kyslíku je propustnost vodní páry ovlivněna typem použitého střeva a tloušťkou jeho stěny.

### **2.4.3 Pevnost v tahu**

Pevnost v tahu patří mezi vlastnosti, které určují mechanickou pevnost střev. Tato vlastnost je velmi důležitá z hlediska chování střev při procesu narážení díla do obalu. Určuje nám mezní tlak v N a prodloužení v %, které střevo vydrží bez poškození. Pro každý typ střeva a pro každý jednotlivý kalibr jsou hodnoty různé (Kučera, 2005). Wu a Chi (2007) řadí pevnost v tahu mezi základní mechanické vlastnosti obalových materiálů.

#### 2.4.4 Určování tlaku při prasknutí

Tato vlastnost je také řazena mezi mechanické vlastnosti. Kučera (2005) a Henze (2002) publikovali, že tato vlastnost určuje použití jednotlivých typů střev. Při této zkoušce je stanoven tlak vyjádřený v milimetrech vodního sloupce, barech nebo MPa, nutný k prasknutí obalu při daném kalibru. Pro tyto zkoušky se měřený vzorek připravuje podle stejných kritérií jako při standardní výrobě, to znamená, jestliže se před narážením střeva namáčí, musí být namáčen i zkušební vzorek. Hodnoty jsou ovlivněny typem střeva a jeho parametry. Steinhauser *et al.* (1995) to doplňují tím, že takto lze testovat i pevnost úvazků a klipsů, ale také, že ze získaných hodnot lze odvodit kalibr střeva po narážení.

#### 2.4.5 Tloušťka stěny a ložená šířka

Kučera (2005) uvádí, že tyto parametry patří mezi základní údaje, které jsou sledovány během výroby střev. Ovlivňují následné výrobní operace výroby masných výrobků, např. narážení, tepelné opracování.

- **Ložená šířka** – šířka složené tubulární hadice, jedná se vlastně o polovinu obvodu tubulární hadice. Ložená šířka je jednou s možností, jak definovat velikost střev.
- **Tloušťka stěny** – šířka stěny vyrobené tubulární hadice. Je jedním z hlavních parametrů, který ovlivňuje nejen technologické vlastnosti střev, ale také jejich chování během operací v masné výrobě.

#### 2.4.6 Aplikační zkoušky

Podle Steinhausera *et al.* (1995) slouží provádění aplikačních zkoušek ke sledování chování střev při jejich praktickém použití. Tyto zkoušky jsou prováděny podle skutečných výrobních postupů v masné výrobě. Při těchto zkouškách se sledují např. jmenovitý kalibr, kalibr po narážení, kalibr hotového výrobku, loupateľnost dále také vzhled a tvar výrobku, přilnavost střeva k dílu a celkové chování střeva během narážení (Kučera, 2005). V této práci se zaměříme

pouze na základní vlastnosti – jmenovitý kalibr, kalibr po naražení a loupatelnost.

Kučera (2005) popisuje vlastnosti následovně:

- **Jmenovitý kalibr** – je nazýván též nominální a rozumí se tím průměr nenaraženého střeva. Jmenovitý kalibr se může lišit podle jednotlivých typů střev. Uvádí se v milimetrech.
- **Kalibr po naražení** – rozumí se jím průměr naraženého výrobku do střeva (obalu). Někdy je též uváděn jako kalibr plnicí. Podle druhu použitého střeva se liší i rozdíly mezi jmenovitým kalibrem a kalibrem po naražení. Rozdíly jsou závislé na různých faktorech, jsou ovlivněny použitým typem střeva, jeho roztažností, mechanickou pevností, jakož i konzistencí naraženého díla a tlakem při naražení. Uvádí se také v milimetrech.
- **Loupatelnost** – je vlastnost umělého obalu, která znamená lehké odstranění z díla, aniž by docházelo k zachycování díla na obalu. Dnes nabízené umělé obaly tomuto požadavku vyhovují, protože jsou upravovány speciální impregnační nebo nánosem na vnitřní straně obalu či případně přídavkem látky přímo do hmoty, která zaručuje dobrou loupatelnost obalu (Kučera 2005). Steinhauser *et al.* (1995) doplňují, že pro správný výběr obalu musí být zohledněn druh díla a také zabráněno tomu, aby se obal během opracování od díla uvolnil. Správnou a velmi pečlivou volbou impregnace nebo nánosu lze dosáhnout u umělých obalů stejné loupatelnosti jako u přírodního střeva (Kučera, 2005).

### **3. CÍL PRÁCE**

Cílem této práce je provést analýzu vybraného sortimentu celulózových, nejedlých kolagenových a plastových polyamidových střev ve vybrané společnosti zabývající se jejich výrobou a zpracováním. Podle naměřených hodnot posoudit možnost substituce celulózových a nejedlých kolagenových střev plastovými střevy.



## **4. METODIKA**

### **4.1 Charakteristika firmy**

Společnost Viscofan CZ s.r.o. existuje na českém a slovenském trhu od roku 1995. Je součástí španělské skupiny Viscofan Group, největšího světového výrobce umělých střev určených zejména pro masný průmysl. Společnost sídlí v Českých Budějovicích a zaměstnává 750 zaměstnanců. Společnost je výrobcem a dodavatelem kompletního sortimentu umělých střev používaných v masném nebo mlékárenském průmyslu. Její sortiment zahrnuje jedlá kolagenová střeva, nejedlá kolagenová střeva, celulózová (celofánová) střeva, plastová střeva, fibrousová střeva a kolagenové fólie.

Výrobky jsou dodávány do více než 110 zemí celého světa prostřednictvím strategického distribučního centra, které se nachází v Českých Budějovicích. Všechny její procesy podléhají certifikaci dle normy ISO 9001, technické normě pro výrobu a zpracování potravin BRC Food and Packaging a systému kritických kontrolních bodů HACCP.

Sortiment střev vyráběných ve společnosti Viscofan CZ s.r.o. je velmi rozsáhlý. Proto byly vybrány typy střev již popsány kapitole 2.1.3., 2.2.3., 2.3.3. Vhodné typy střev pro zkoušení byly vybrány ve spolupráci s pracovníky Technického servisu a R&D (Research and Development – Výzkum a Vývoj) s ohledem na jejich vhodnost použití a zastoupení na trhu.

### **4.2 Charakteristika použitých střev**

Pro provedení analýzy bylo vybráno celkem 23 vzorků ze všech tří typů střev. Z toho byly 3 vzorky celulózových střev (EUR 36; LC 54,9; CCDelP 85,2), 7 vzorků nejedlých kolagenových střev (KRA-R2L 38; R2L-D-KD 38; R2 65; R2L-D 50; R2L-KD 47; EW-D 45; EW-D-KD 47) a 12 vzorků střev plastových (Betan SP 35; Betan SL 35; Betan SP 55; Betan 55; Betan SP 82; Betan 82; Betan SP 35; F2-T-KD 36; F9-T-KD 38; Betan 65; Betan 50; Betan 47; Betan SP 45).

Tyto vzorky byly seřazeny do celkem 6 skupin podle vhodnosti použití a předpokládané možnosti jejich substituce. Skupiny A, B, C obsahují vzorky celulózových a plastových střev a skupiny D, E, F vzorky nejedlých kolagenových střev a plastových střev.

Rozdělení skupin:

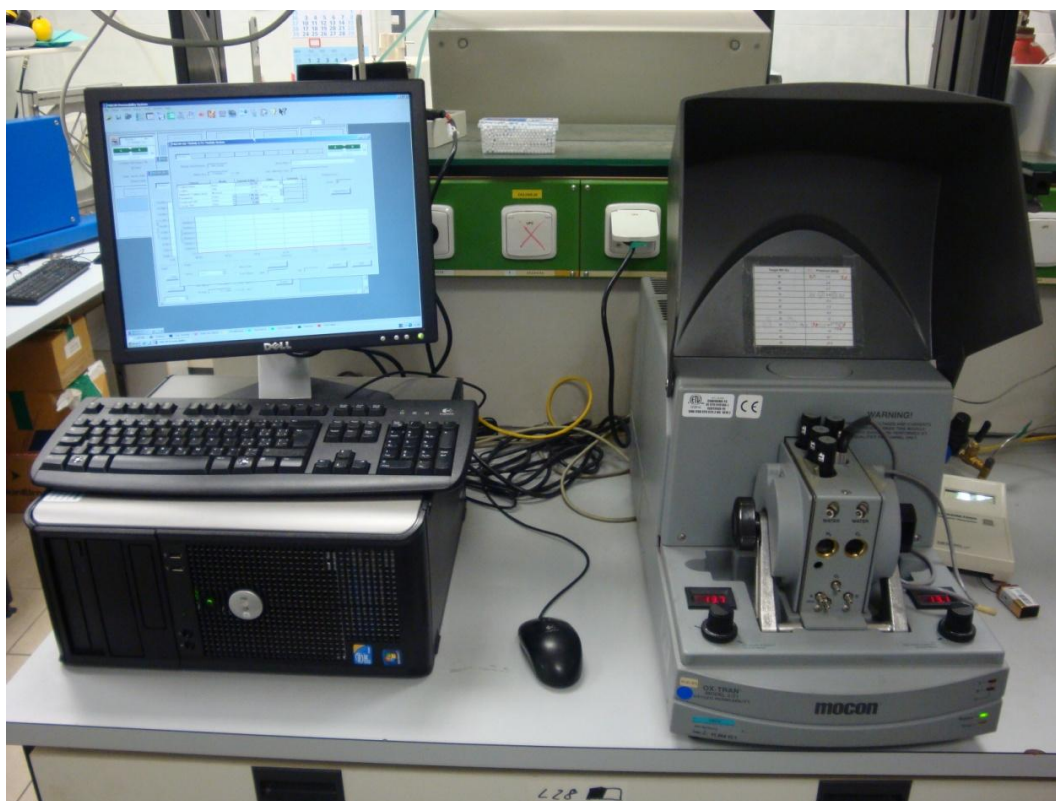
- Skupina A: EUR 36, Betan SP 35, Betan SL 35 (obrázek 8).
- Skupina B: LC 54,9; Betan SP 55, Betan 55 (obrázek 9).
- Skupina C: CCDelP 85,2; Betan SP 82, Betan 82 (obrázek 10).
- Skupina D: KRA-R2L 38, R2L-D-KD 38, Betan SP 35, F2-T-KD 36, F9-T-KD 38 (obrázek 11).
- Skupina E: R2 65, R2L-D 50, R2L-KD 47, Betan 65, Betan 50, Betan 47 (obrázek 12).
- Skupina F: EW-D 45, EW-D-KD 47, Betan SP 45 (obrázek 13).

### 4.3 Sledované vlastnosti střev

#### ➤ Propustnost kyslíku

Měření bylo provedeno podle normy ČSN ISO 15106 část 1, 2 na kalibrovaném zkušebním přístroji Mocon Oxtran 2/21 (obrázek 4) ve zkušební laboratoři. Bylo měřeno množství kyslíku v  $\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , které proniklo prověřovaným vzorkem za předem definovaných atmosférických podmínek (teplota, tlak vzduchu a gradient vlhkosti vzduchu). Velikost vzorků byla připravena podle stanovené šablony o ploše  $50 \text{ cm}^2$  (Viscofan CZ, 2012).

Obrázek 4: Zkušební přístroj Mocon Oxtran 2/21 na měření propustnosti kyslíku



Zdroj: autor

### ➤ Propustnost vodní páry

Měření bylo prováděno podle normy ČSN EN ISO 15106 část 1, 2, 3, 4, 5 na kalibrovaném zkušebním přístroji Mocon Permatran W 1/50 G (obrázek 5) ve zkušební laboratoři. Bylo měřeno množství vodní páry v  $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , které proniklo prověřovaným vzorkem za předem definovaných atmosférických podmínek (teplota, gradient vlhkosti vzduchu). Velikost vzorků byla připravena podle stanovené šablony o ploše  $50 \text{ cm}^2$  (Viscofan CZ, 2012).

Obrázek 5: Zkušební přístroj Mocon Permatran W 1/50 G na měření propustnosti vodní páry



Zdroj: autor

### ➤ Pevnost v tahu

Měření a přípravy vzorků byly provedeny podle normy EN ISO 527 – 3. Měření bylo provedeno ve zkušební laboratoři na kalibrovaném zkušebním přístroji Instron 3365 (obrázek 6). Byla měřena síla, potřebná k měřenému prodloužení délky v N a dosažené prodloužení při přetržení v %. Vzorky byly měřeny v podélném a příčném směru. Vzorky byly připravovány pomocí řezačky na papír 25 mm široké a minimálně 150 mm dlouhé. U kalibrů menších než 50 mm se používal 25 mm široký prstencový vzorek, který byl rozštížen na dvě části. Zkušební rychlost byla určována podle ložené šířky (Viscofan CZ, 2012).

Obrázek 6: Zkušební přístroj Instron 3365 na měření pevnosti v tahu



Zdroj: autor

### ➤ Určování tlaku při prasknutí

Měření bylo prováděno ve zkušební laboratoři. Byl měřen maximální vnitřní tlak, kterému střevo odolalo, než prasklo. Byly prováděny dvě metody zjišťování tlaku – vzduchem do kalibru 43 mm a od kalibru 44 mm vodou.

- a) Zkouška vzduchem byla prováděna na interně sestaveném přístroji. Pro měření byly připraveny vzorky o délce 1 m, které byly poté namáčeny ve vodě po dobu 20 minut. Po vyjmutí z vodní lázně byla kalibrovaným měřítkem změřena ložená šířka střeva, která byla zapsána do počítače. Jeden konec střeva byl zauzlován a druhý byl navlečen na přívod vzduchu. Po otevření přívodu vzduchu byly zaznamenány kalibry při rostoucím tlaku v mm Hg (milimetry rtuťového sloupce). Měření bylo prováděno do doby, než střevo prasklo nebo než bylo dosaženo technických možností přístroje.

b) Zkouška vodou byla také prováděna na interně sestaveném přístroji. Pro měření byly připraveny vzorky o délce 60 cm, které byly namáčeny ve vodě o teplotě 16 – 24 °C po dobu 20 minut. Na přístroji byl nastaven předepsaný průtok vody a střevo bylo do přístroje upevněno. Byla měřena hodnota tlaku v barech, při kterém střevo prasklo. Specifikovaný průtok vody byl: kalibr menší než a včetně 40 mm – 30 l / h, kalibr 41 – 45 mm – 40 l / h, kalibr 46 – 50 mm – 50 l / h, kalibr 51 – 55 mm – 60 l / h, kalibr 56 – 60 mm – 70 l / h, kalibr 61 – 70 mm – 80 l / h, kalibr 71 – 100 mm – 95 l / h (Viscofan CZ, 2012).

### ➤ Tloušťka stěny a ložená šířka

Měření tloušťky stěny bylo prováděno pomocí kalibrovaného tloušťkoměru s rozlišením 0,001 mm nebo optickým mikroskopem. Předpokladem byl plochý vzorek bez záhybů. Měření ložené šířky bylo prováděno u rozprostřeného vzorku pomocí kalibrovaného ocelového pravítka s rozlišením 0,5 mm (Viscofan CZ, 2012).

Obrázek 7: Měření ložené šířky střeva



Zdroj: autor

### ➤ **Aplikační zkoušky**

- a) **Loupatelnost** – bylo posuzováno chování střevo při loupání hotového výrobku, např. jestli bylo střevo dobře podélně nebo příčně loupatelné, jestli se střevo netrhalo, netřepilo nebo podélně nepraskalo. Dále bylo posuzováno, jak bylo střevo oddělováno při loupání od díla, tzn. bez zbytků díla na obalu.
- b) **Jmenovitý kalibr** – kalibr byl měřen již při kontrole během výroby střevo. Měření je prováděno kalibrovaným posuvným měřítkem.
- c) **Kalibr po naražení** – kalibr byl měřen po naplnění díla do střevo, ještě před tepelným opracováním. Měření bylo prováděno pomocí kalibrovaného pásového měřidla nebo posuvného měřítka uprostřed výrobku (Viscofan CZ, 2012).

### ➤ **Statistické vyhodnocení naměřených hodnot**

Výsledky byly statisticky zpracovány pomocí programu STATISTICA, version 10 firmy StatSoft CZ. Pro vliv materiálu byla použita metoda t-test a pro vliv kalibru jednofaktorová ANOVA.

## 5. VÝSLEDKY A DISKUZE

### 5.1 Měření a vyhodnocení vybraných vlastností

V rámci celé analýzy bylo porovnáno 23 vzorků střev, na kterých bylo provedeno 696 měření. Z toho byly 3 vzorky celulózových střev (EUR 36; LC 54,9; CCDelP 85,2), 7 vzorků nejedlých kolagenových střev (KRA-R2L 38; R2L-D-KD 38; R2 65; R2L-D 50; R2L-KD 47; EW-D 45; EW-D-KD 47) a 12 vzorků střev plastových (Betan SP 35; Betan SL 35; Betan SP 55; Betan 55; Betan SP 82; Betan 82; Betan SP 35; F2-T-KD 36; F9-T-KD 38; Betan 65; Betan 50; Betan 47; Betan SP 45).

Tyto vzorky byly seřazeny do celkem 6 skupin podle vhodnosti použití a předpokládané možnosti jejich substituce. Skupiny A, B, C obsahovaly vzorky celulózových a plastových střev a skupiny D, E, F vzorky nejedlých kolagenových střev a plastových střev.

Rozdělení skupin:

- Skupina A: EUR 36, Betan SP 35, Betan SL 35 (obrázek 8).
- Skupina B: LC 54,9; Betan SP 55, Betan 55 (obrázek 9).
- Skupina C: CCDelP 85,2; Betan SP 82, Betan 82 (obrázek 10).
- Skupina D: KRA-R2L 38, R2L-D-KD 38, Betan SP 35, F2-T-KD 36, F9-T-KD 38 (obrázek 11).
- Skupina E: R2 65, R2L-D 50, R2L-KD 47, Betan 65, Betan 50, Betan 47 (obrázek 12).
- Skupina F: EW-D 45, EW-D-KD 47, Betan SP 45 (obrázek 13).



Obrázek 8: Skupina A



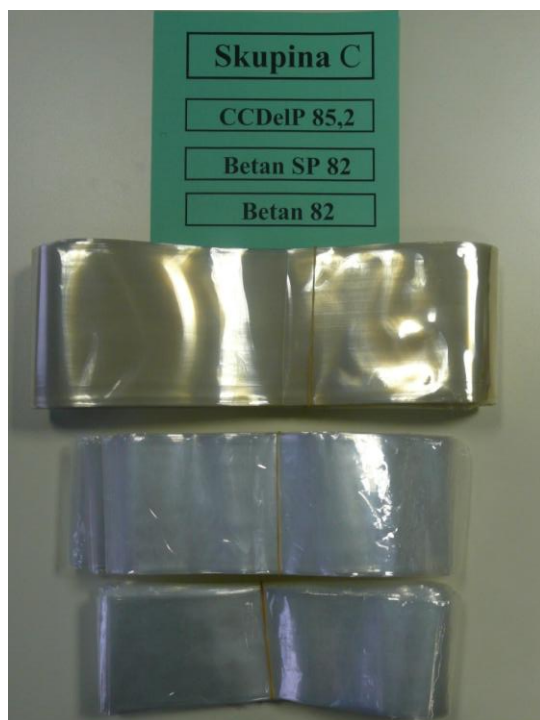
Zdroj: autor

Obrázek 9: Skupina B



Zdroj: autor

Obrázek 10: Skupina C



Zdroj: autor

Obrázek 11: Skupina D



Zdroj: autor

Obrázek 12: Skupina E



Zdroj: autor

Obrázek 13: Skupina F



Zdroj: autor

## 5.1.1 Propustnost kyslíku

### ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny A

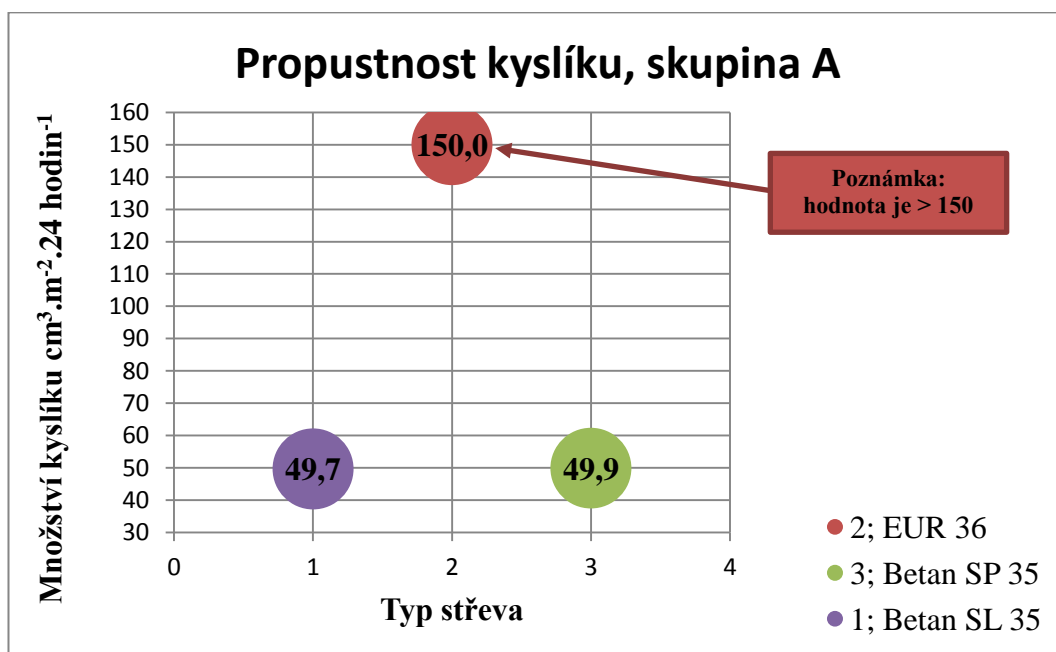
Od každého typu střeva bylo provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 1 a graficky zobrazena v grafu 2. Z provedeného měření vyplynulo, že průměrné hodnoty u vzorků plastových střev 1; Betan SL 35 a 3; Betan SP 35 byly přibližně stejné (49,7 a 49,9  $\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ ). Vzorky vykazovaly téměř stejnou propustnost kyslíku. U vzorku 2; EUR 36 (celulózové střevo) byla použita tabulková hodnota 150  $\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , protože vzorek vykazoval takovou propustnost kyslíku, která nebyla použitým měřicím zařízením změřitelná.

Tabulka 1: Statistické vyhodnocení propustnosti kyslíku v  $\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina A

Typ střeva	$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
2; EUR 36	150,0	150,0	150,0	0,0
3; Betan SP 35	49,9	49,4	50,4	0,4
1; Betan SL 35	49,7	49,0	50,7	0,5

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 2: Grafické vyhodnocení propustnosti kyslíku, skupina A



### ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny B

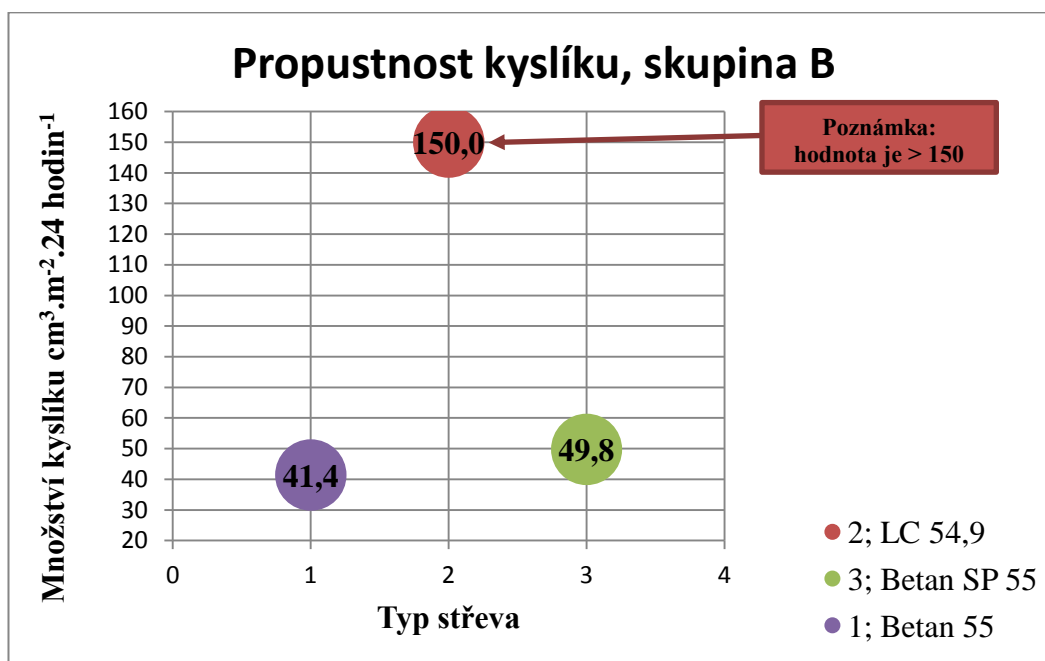
Od každého typu střeva bylo provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 2 a graficky zobrazena v grafu 3. Z provedeného měření vyplynulo, že nejnižší průměrná hodnota propustnosti kyslíku byla u vzorku plastového střeva 1; Betan 55, a to  $41,4 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ . U vzorku plastového střeva 3; Betan SP 55 byla průměrná hodnota propustnosti kyslíku  $49,8 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ . U vzorku 2; LC 54,9 (celulózové střevo) byla použita tabulková hodnota  $150 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , protože vzorek vykazoval takovou propustnost kyslíku, která nebyla použitým měřicím zařízením změřitelná.

Tabulka 2: Statistické vyhodnocení propustnosti kyslíku v  $\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina B

Typ střeva	$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
2; LC 54,9	150,0	150,0	150,0	0,0
3; Betan SP 55	49,8	49,0	50,3	0,4
1; Betan 55	41,4	40,7	41,8	0,4

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 3: Grafické vyhodnocení propustnosti kyslíku, skupina B



### ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny C

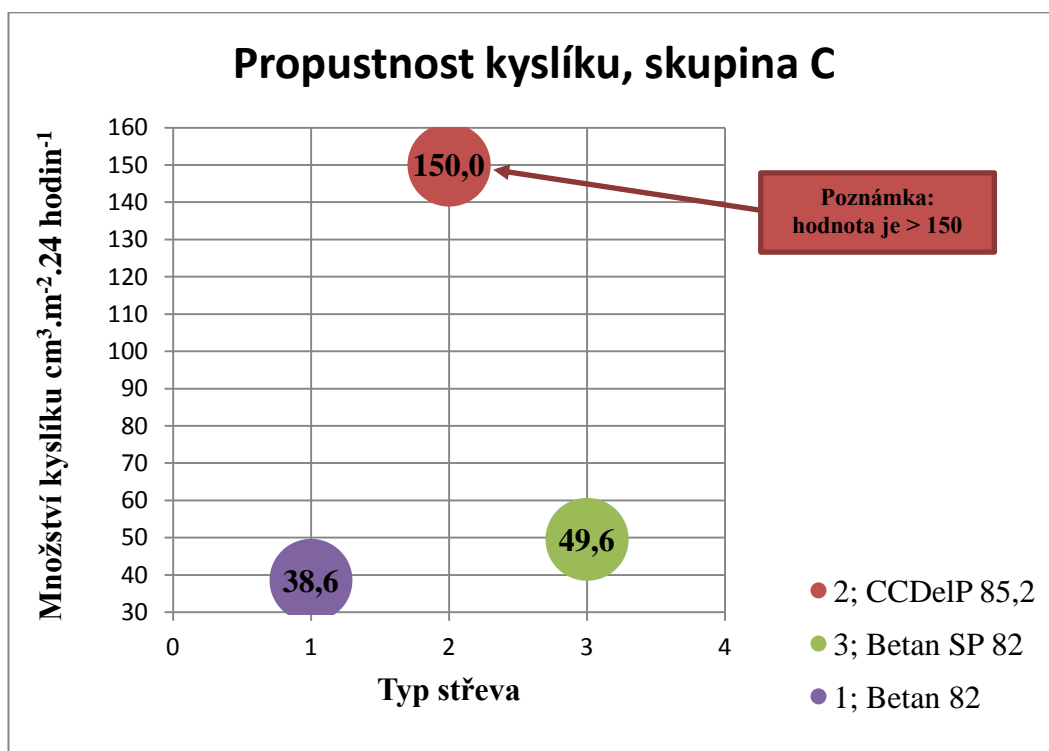
Od každého typu střeva bylo provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 3 a graficky zobrazena v grafu 4. Z provedeného měření vyplynulo, že nejnižší průměrná hodnota propustnosti kyslíku  $38,6 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$  byla u vzorku plastového střeva 1; Betan 82. U vzorku plastového střeva 3; Betan SP 82 byla průměrná hodnota propustnosti kyslíku  $49,6 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ . U vzorku 2; CCDelP 85,2 (celulózové střevo) byla použita tabulková hodnota  $150 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , protože vzorek vykazoval takovou propustnost kyslíku, která nebyla použitým měřicím zařízením změřitelná.

Tabulka 3: Statistické vyhodnocení propustnosti kyslíku v  $\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina C

Typ střeva	$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
2; CCDelP 85,2	150,0	150,0	150,0	0,0
3; Betan SP 82	49,6	49,0	50,1	0,4
1; Betan 82	38,6	37,9	39,3	0,5

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 4: Grafické vyhodnocení propustnosti kyslíku, skupina C



### ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny D

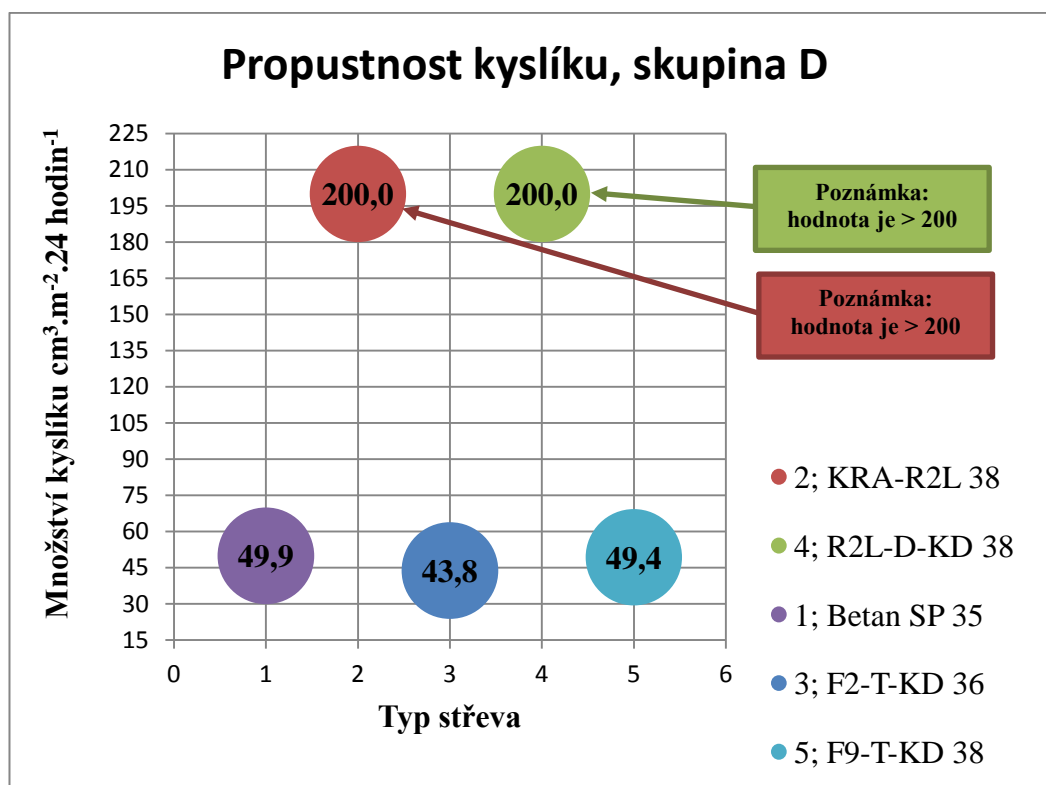
Od každého typu střeva bylo provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 4 a graficky zobrazena v grafu 5. Z provedeného měření vyplynulo, že nejnižší průměrnou hodnotu propustnosti kyslíku  $43,8 \text{ c } \text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$  vykázal vzorek plastového střeva 3; F2-T-KD 36. U vzorků plastových střev 1; Betan SP 35 a 5; F9-T-KD 38 byly průměrné hodnoty propustnosti kyslíku přibližně stejné. U vzorku 1; Betan SP 35 byla průměrná hodnota  $49,9 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$  a u vzorku 5; F9-T-KD 38 byla průměrná hodnota  $49,4 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ . U vzorků 2; KRA-R2L 38 a 4; R2L-D-KD 38, což jsou nejedlá kolagenová střeva, byly použity tabulkové hodnoty  $200 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , protože vzorky vykazovaly takovou propustnost kyslíku, která nebyla použitým měřicím zařízením změřitelná.

Tabulka 4: Statistické vyhodnocení propustnosti kyslíku v  $\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina D

Typ střeva	$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
2; KRA-R2L 38	200,0	200,0	200,0	0,0
4; R2L-D-KD 38	200,0	200,0	200,0	0,0
1; Betan SP 35	49,9	49,4	50,4	0,4
3; F2-T-KD 36	43,8	43,5	44,3	0,3
5; F9-T-KD 38	49,4	49,0	49,9	0,3

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 5: Grafické vyhodnocení propustnosti kyslíku, skupina D



### ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny E

Od každého typu střeva bylo provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 5 a graficky zobrazena v grafu 6. Z provedeného měření vyplynulo, že u vzorků plastových střev 1; Betan 65, 3; Betan 47 a 5; Betan 50 byly průměrné hodnoty propustnosti kyslíku přibližně stejné,



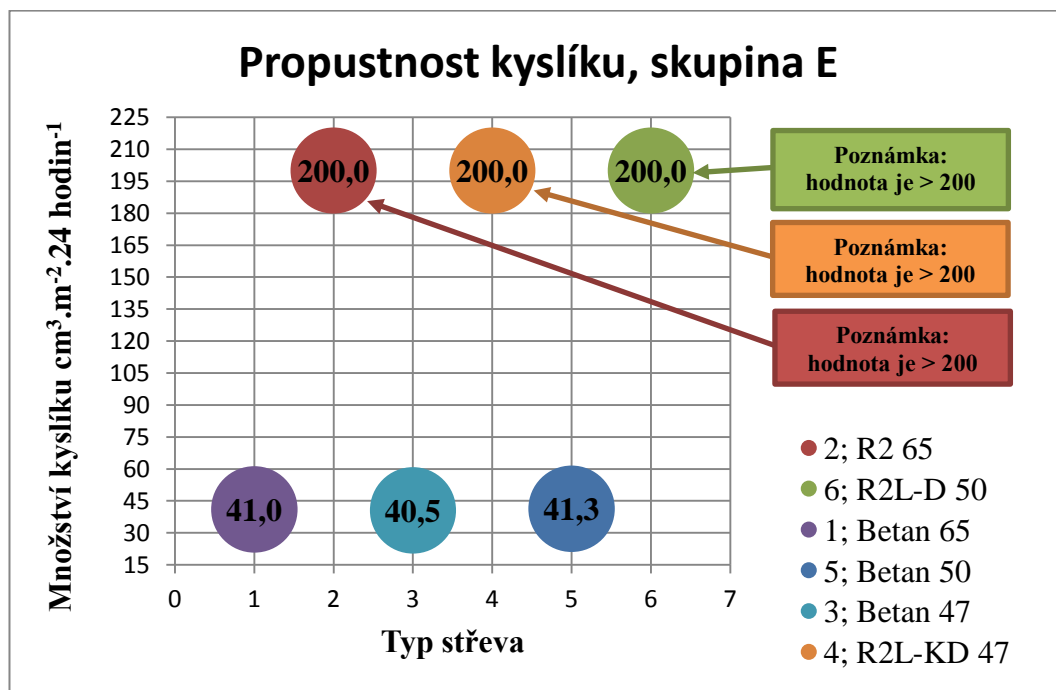
a to  $41,0 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ ,  $40,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$  a  $41,3 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ . U vzorků 2; R2 65, 4; R2L-KD 47 a 6; R2L-D 50 (nejedlá kolagenová střeva) byly použity tabulkové hodnoty  $200 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , protože vzorky vykazovaly takovou propustnost kyslíku, která nebyla použitým měřicím zařízením změřitelná.

Tabulka 5: Statistické vyhodnocení propustnosti kyslíku v  $\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina E

Typ střeva	$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
2; R2 65	200,0	200,0	200,0	0,0
6; R2L-D 50	200,0	200,0	200,0	0,0
4; R2L-KD 47	200,0	200,0	200,0	0,0
1; Betan 65	41,0	40,7	41,6	0,3
5; Betan 50	41,3	41,0	41,6	0,2
3; Betan 47	40,5	40,2	41,6	0,5

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 6: Grafické vyhodnocení propustnosti kyslíku, skupina E



## ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny F

Od každého typu střeva bylo provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 6 a graficky zobrazena v grafu 7. Z tabulky a grafu vyplynulo, že nejnižší průměrná hodnota propustnosti kyslíku  $49,1 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$  byla u vzorku plastového střeva 2; Betan SP 45. U vzorků 1; EW-D 45 a 3; EW-D-KD 47 (nejedlá kolagenová střeva) byly použity tabulkové hodnoty  $200 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , protože vzorky vykazovaly takovou propustnost kyslíku, která nebyla použitým měřicím zařízením změřitelná.

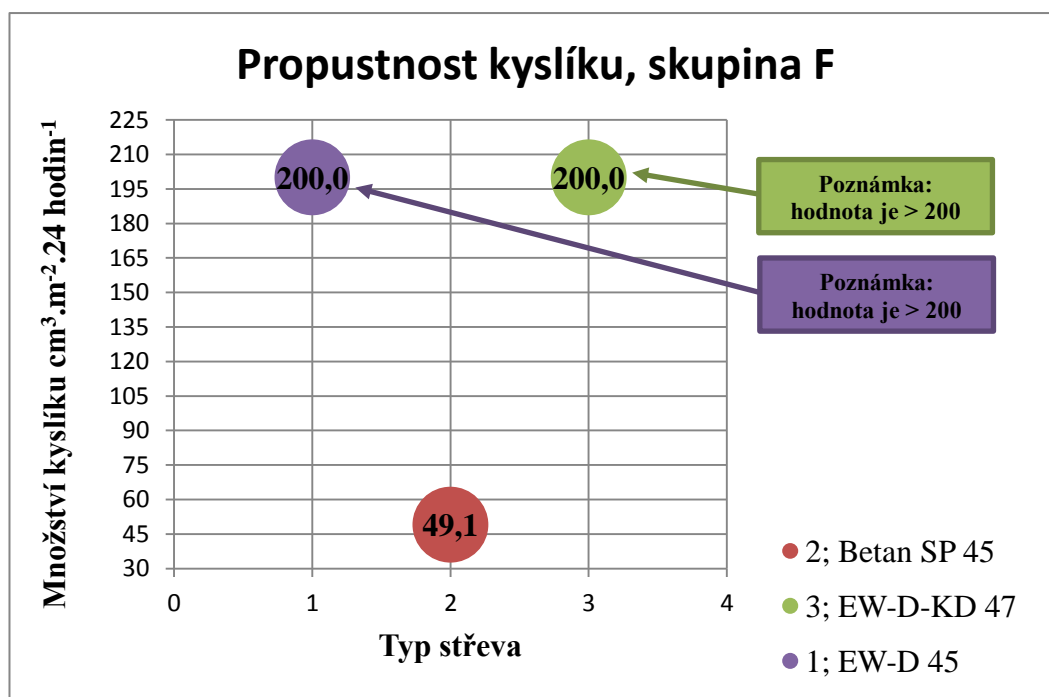
Tabulka 6: Statistické vyhodnocení propustnosti kyslíku v  $\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina F

Typ střeva	$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
1; EW-D 45	200,0	200,0	200,0	0,0
3; EW-D-KD 47	200,0	200,0	200,0	0,0
2; Betan SP 45	49,1	48,8	49,9	0,4

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,

Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 7: Grafické vyhodnocení propustnosti kyslíku, skupina F



Při statistickém vyhodnocení propustnosti kyslíku byl vliv materiálu pro skupiny celulóзовých – plastových střev a nejedlých kolagenových – plastových střev statisticky významný na hladině významnosti  $p < 0,05$  ( $P = 1 \cdot 10^{-6}$ ). Vliv kalibru byl statisticky nevýznamný na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

Provedená měření prokázala značný rozdíl mezi jednotlivými typy střev. Jak uvádí Kučera (2005) patří celulóзовá střeва mezi velmi dobře propustná pro kyslík. Massey (2003) to doplňuje, tím že také nejedlá kolagenová střeва lze zařadit mezi víceméně propustná. Získané hodnoty to potvrzují. U obou typů střev je propustnost tak vysoká, že ji nebylo možné použitými přístroji změřit. Massey (2003) i Kučera (2005) se shodují na velmi dobrých bariérových vlastnostech plastových střev, které potvrdila i naše měření, kdy získané hodnoty byly velmi vyrovnané a nízké.

Můžeme také konstatovat, že vysoká propustnost celulóзовých a nejedlých kolagenových střev může při nedodržení výrobních postupů také znamenat zvýšené riziko vzniku nežádoucích mikroorganismů ve výrobku (Neetoo *et al.*, 2008). Právě na toto riziko a na nutnost dodržovat předepsané výrobní postupy upozorňují ve své práci Holck *et al.* (2011). Hew *et al.* (2006) k tomu ve své studii dodávají, že toto riziko je největší u malovýrobců různých etnických klobás. Právě u těchto malovýrobců nebývá tak důsledná kontrola procesů, která by zamezila možnému vzniku rizika. Podle Djordjevice *et al.* (2003) by důkladná kontrola zabránila vzniku možných epidemií. Výskyt mikroorganismů výrazně ovlivňují také teploty dosažené při tepelném opracování. Z těchto zjištění vyplynulo, že nízká nebo téměř žádná propustnost u střev plastových, by mohla být žádoucí. Mohla by zabránit pronikání kyslíku do výrobků a tím i vzniku nežádoucích mikroorganismů a také výrazně prodloužit dobu udržitelnosti masných výrobků. Na druhou stranu je, ale potřeba zmínit, že u některých masných výrobků narážených zejména do nejedlých kolagenových obalů je činnost některých mikroorganismů žádoucí, např. u ušlechtilých plísň.

Stejnou měrou, jak jsou střeва propustná nebo nepropustná pro kyslík, jsou propustná nebo nepropustná pro ostatní plyny. Mezi tyto plyny patří i udící kouř, který podle Mullera (2000) dává výrobku barvu, chuť, aroma a výrazně prodloužuje jejich udržitelnost. Poehlmann *et al.* (2012) testovali množství polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU), tuku a fenolických sloučenin, které zůstanou

po opracování kouřem ve Frankfurtských párcích, která narazil do kolagenových, celulóзовých a plastových střev. Námi provedená měření se shodují se závěry výše uvedených autorů, když prokázaly velmi dobrou propustnost celulóзовých kolagenových střeva a naopak velmi nízkou u střev plastových. U plastových střev byl naměřen nejmenší obsah polycyklických aromatických uhlovodíků a fenolických sloučenin. Podle těchto zjištění se nelze jednoznačně přiklonit k tomu, který z typů střev je výhodnější. Vždy bude záležet na technologických požadavcích na konkrétní masný výrobek.

## 5.1.2 Propustnost vodní páry

### ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny A

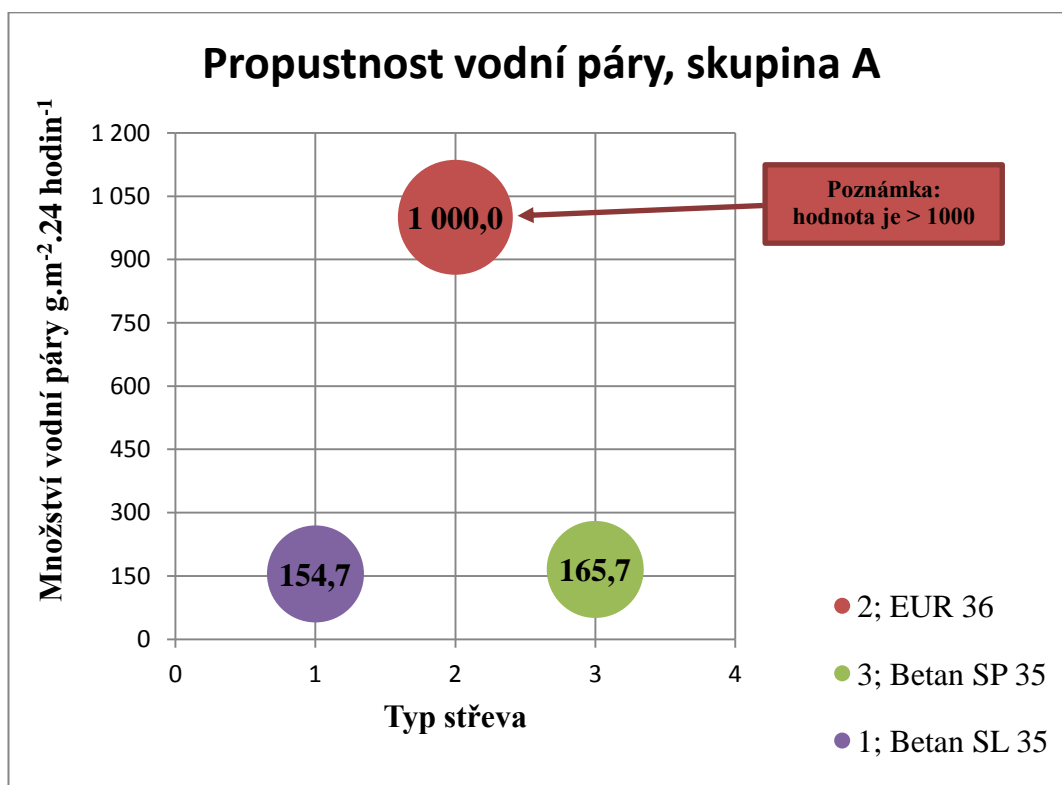
Od každého typu střeva bylo provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 7 a graficky zobrazena v grafu 8. Provedené měření ukázalo, že nejnižší průměrná hodnota propustnosti vodní páry  $154,7 \text{ g.m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$  byla naměřena u vzorku plastového střeva 1; Betan SL 35. U vzorku plastového střeva 3; Betan SP 35 byla průměrná hodnota  $165,7 \text{ g.m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ . Vzorek 2; EUR 36 (celulóзовé střevo) vykazoval při měření tak vysokou propustnost vodní páry, že nebyla použitým měřicím zařízením vůbec změřitelná. Z tohoto důvodu byla použita tabulková hodnota  $1\ 000 \text{ g.m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ . Vzorek vykazoval úplnou propustnost vodní páry.

Tabulka 7: Statistické vyhodnocení propustnosti vodní páry v  $\text{g.m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina A

Typ střeva	$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
2; EUR 36	1 000,0	1 000,0	1 000,0	0,0
3; Betan SP 35	165,7	160,7	169,0	3,0
1; Betan SL 35	154,7	152,4	157,9	1,9

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 8: Grafické vyhodnocení propustnosti vodní páry, skupina A



### ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny B

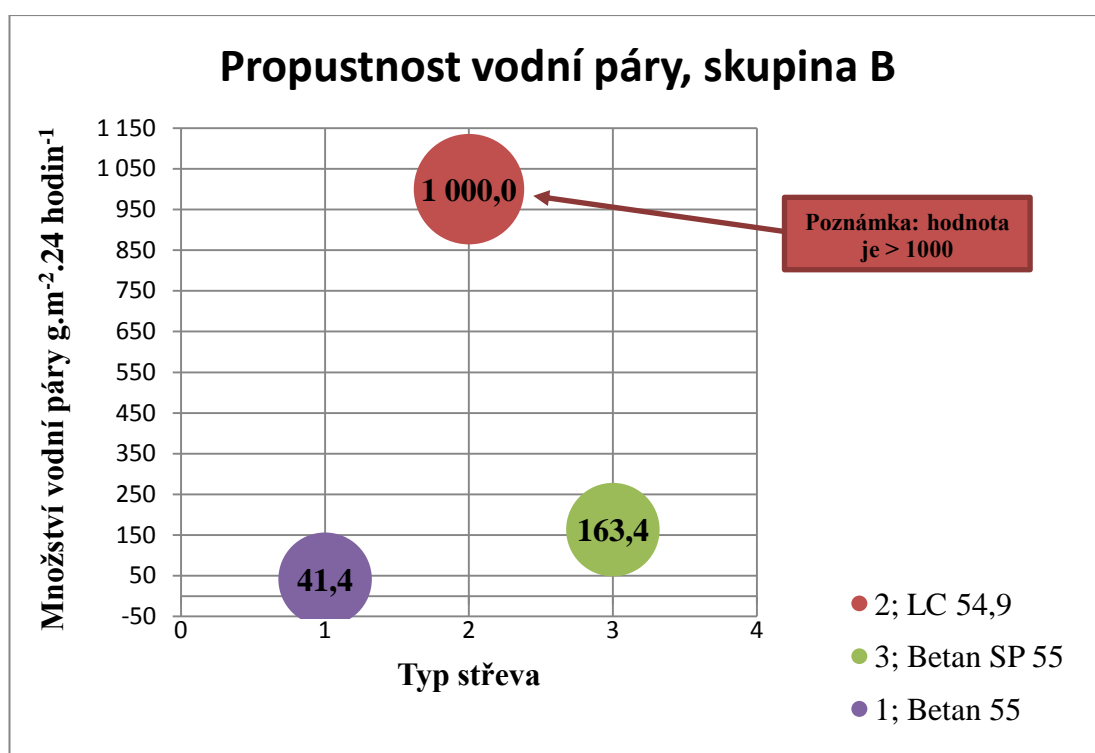
Od každého typu střeva bylo provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 8 a graficky zobrazena v grafu 9. Nejnižší průměrná hodnota propustnosti vodní páry byla u vzorku plastového vzorku 1; Betan 55, u kterého bylo naměřeno  $41,4 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ . To jen potvrdilo velmi dobré bariérové vlastnosti vzorku. U vzorku plastového střeva 3; Betan SP 55 byla průměrná hodnota  $163,4 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ . Vzorek 2; LC 54,9 (celulókové střevo) vykazoval při měření tak vysokou propustnost vodní páry, že nebyla použitým měřicím zařízením vůbec změřitelná. Z tohoto důvodu byla použita tabulková hodnota  $1\,000 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ . Vzorek vykazoval úplnou propustnost vodní páry.

Tabulka 8: Statistické vyhodnocení propustnosti vodní páry v  $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina B

Typ střeva	$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
2; LC 54,9	1 000,0	1 000,0	1 000,0	0,0
3; Betan SP 55	163,4	160,7	166,2	1,6
1; Betan 55	41,4	41,0	41,7	0,2

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 9: Grafické vyhodnocení propustnosti vodní páry, skupina B



### ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny C

Od každého typu střeva bylo opět provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 9 a graficky zobrazena v grafu 10. Vzorek plastového střeva 1; Betan 82 prokázal velmi dobré bariérové vlastnosti, když jeho průměrná hodnota vodní páry byla pouze  $38,4 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ . Průměrná hodnota vzorku plastového střeva 3; Betan SP 82 byla  $162,5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ . Vzorek celulóзовého střeva 2; CCDelP 85,2 vykazoval při měření tak vysokou propustnost vodní páry,

že nebyla použitým měřicím zařízením vůbec změřitelná. Z tohoto důvodu byla použita tabulková hodnota  $1\,000\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24\text{ hodin}^{-1}$ . Vzorek vykazoval úplnou propustnost vodní páry.

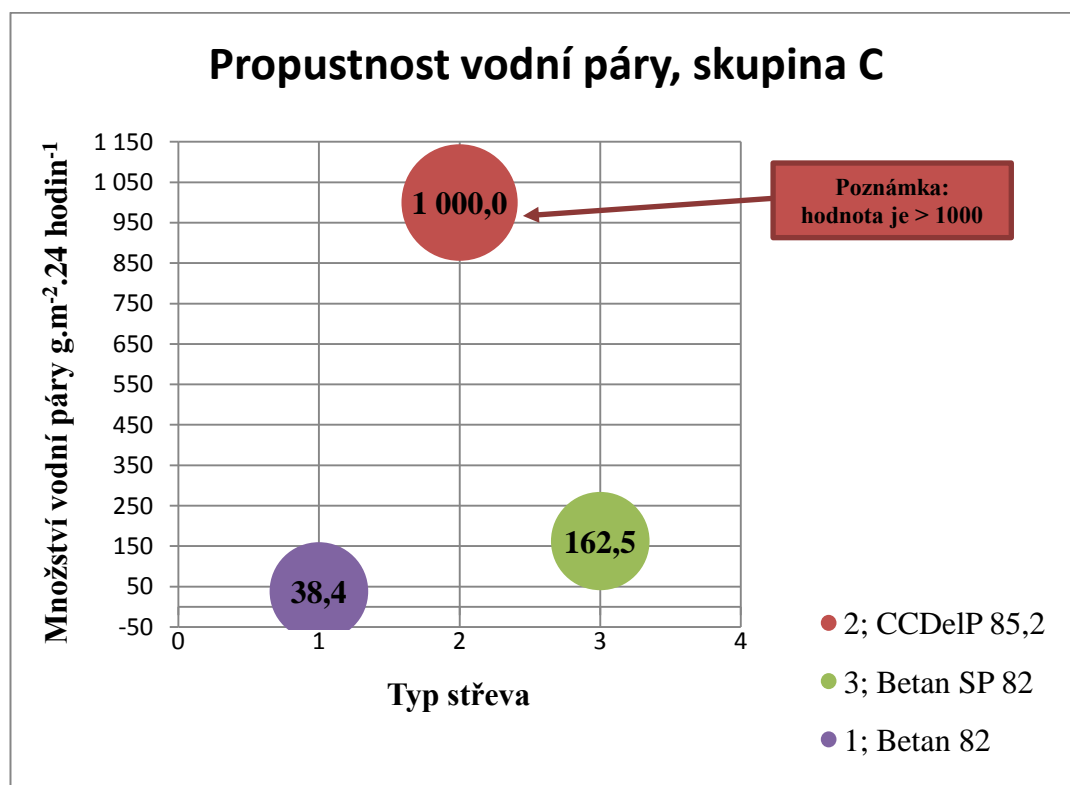
Tabulka 9: Statistické vyhodnocení propustnosti vodní páry v  $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24\text{ hodin}^{-1}$ , skupina C

Typ střeva	$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
2; CCDelP 85,2	1 000,0	1 000,0	1 000,0	0,0
3; Betan SP 82	162,5	160,7	166,2	2,6
1; Betan 82	38,4	37,9	38,8	0,3

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,

Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 10: Grafické vyhodnocení propustnosti vodní páry, skupina C



## ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny D

Od každého typu střeva bylo provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 10 a graficky zobrazena v grafu 11. Z tabulky i grafu vyplynulo, že nejnižší průměrné hodnoty propustnosti vodní páry vykázaly vzorky plastových střev 3; F2-T-KD 36 a 5; F9-T-KD 38, a to  $11,0 \text{ g.m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$  a  $16,5 \text{ g.m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ . To jen potvrdilo jejich velmi dobré bariérové vlastnosti způsobené jejich složením z 5 vrstev. U vzorku plastového střeva 1; Betan SP 35 byla průměrná hodnota  $165,7 \text{ g.m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ . Vzorky 2; KRA-R2L 38 a 4; R2L-D-KD 38 (nejedlá kolagenová střevo) vykazovaly při měření tak vysokou propustnost vodní páry, že nebyla použitým měřicím zařízením vůbec změřitelná. Proto byly použity tabulkové hodnoty  $1\,000 \text{ g.m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ . Vzorky vykazovaly úplnou propustnost vodní páry.

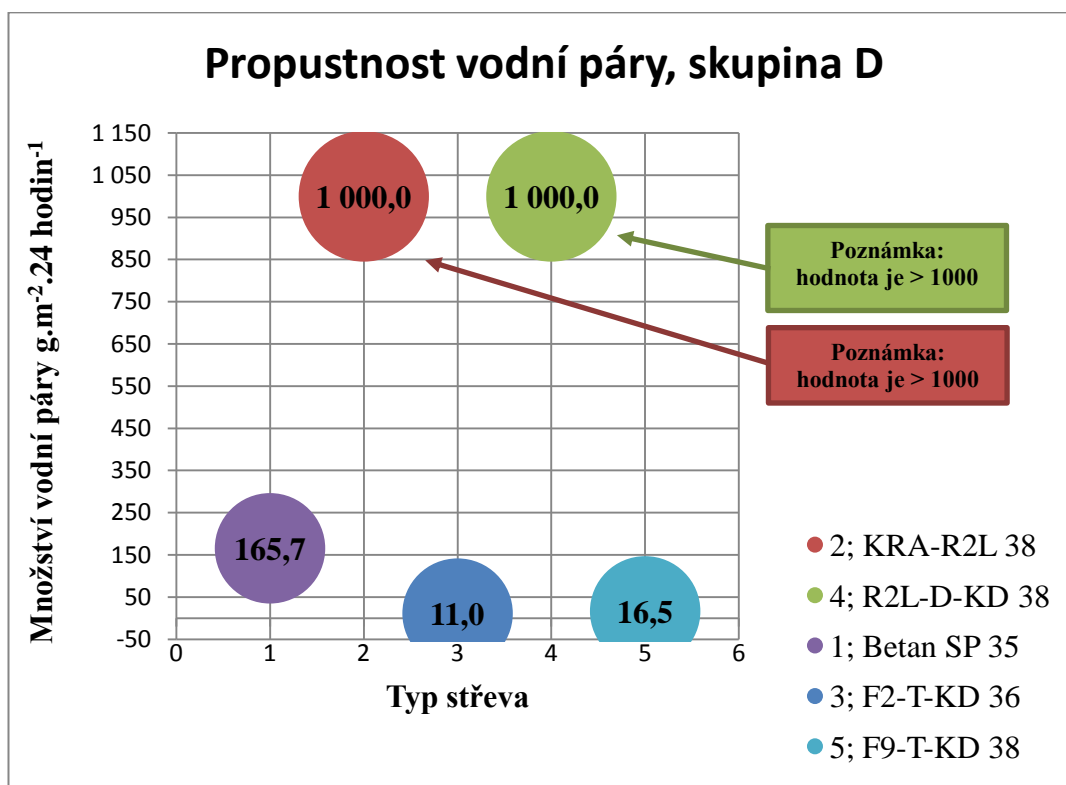
Tabulka 10: Statistické vyhodnocení propustnosti vodní páry v  $\text{g.m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina D

Typ střeva	$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
2; KRA-R2L 38	1 000,0	1 000,0	1 000,0	0,0
4; R2L-D-KD 38	1 000,0	1 000,0	1 000,0	0,0
1; Betan SP 35	165,7	160,7	169,0	3,0
3; F2-T-KD 36	11,0	10,8	11,1	0,1
5; F9-T-KD 38	16,5	16,3	16,6	0,1

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr



Graf 11: Grafické vyhodnocení propustnosti vodní páry, skupina D



### ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny E

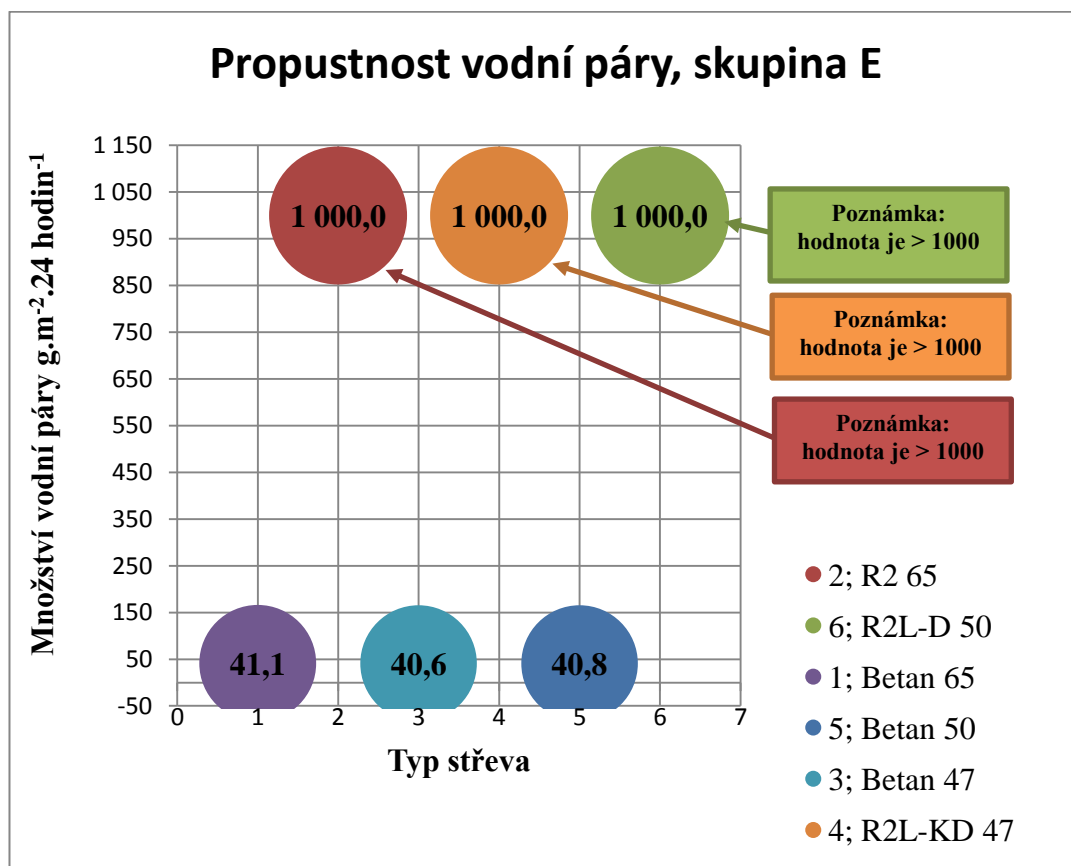
Od každého typu střeva bylo provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 11 a graficky zobrazena v grafu 12. Provedené měření ukázalo, že nejnižší průměrné hodnoty propustnosti vodní páry byly u vzorků plastových střev 1; Betan 65, 5; Betan 50 a 3; Betan 47 ( $41,1 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ ,  $40,8 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$  a  $40,6 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ ). Vzorky 2; R2 65, 4; R2L-KD 47 a 6; R2L-D 50 (nejedlá kolagenová střeva) prokázaly svoji úplnou propustnost vodní páry, protože hodnota nebyla vůbec měřicím zařízením změřitelná. Z tohoto důvodu byly použity tabulkové hodnoty  $1\,000 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ . Vzorky vykazovaly úplnou propustnost vodní páry.

Tabulka 11: Statistické vyhodnocení propustnosti vodní páry v  $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina E

Typ střeva	$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
2; R2 65	1 000,0	1 000,0	1 000,0	0,0
6; R2L-D 50	1 000,0	1 000,0	1 000,0	0,0
4; R2L-KD 47	1 000,0	1 000,0	1 000,0	0,0
1; Betan 65	41,1	40,7	41,6	0,3
5; Betan 50	40,8	40,4	41,6	0,4
3; Betan 47	40,6	40,2	41,6	0,4

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 12: Grafické vyhodnocení propustnosti vodní páry, skupina E



### ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny F

Od každého typu střeva bylo opět provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 12 a graficky zobrazena v grafu 13. Nejnižší průměrná

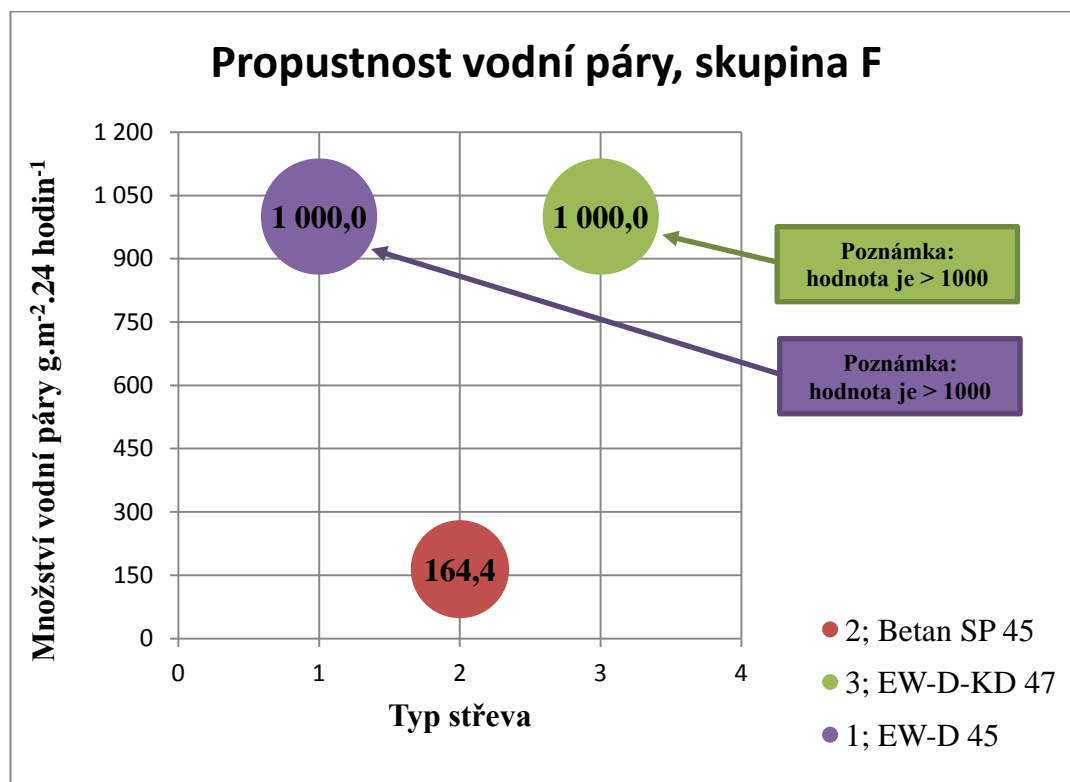
hodnota propustnosti vodní páry  $164,4 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$  byla v této skupině naměřena u vzorku plastového střeva 2; Betan SP 45. U vzorků 1; EW-D 45 a 3; EW-D-KD 47 (nejedlá kolagenová střeva) byla propustnost vodní páry tak vysoká, že nebyla použitým měřicím zařízením vůbec změřitelná. Proto byly použity tabulkové hodnoty  $1\,000 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ . Vzorky nejedlých kolagenových střev byly opět úplně propustné pro vodní páru.

Tabulka 12: Statistické vyhodnocení propustnosti vodní páry v  $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina F

Typ střeva	$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
1; EW-D 45	1 000,0	1 000,0	1 000,0	0,0
3; EW-D-KD 47	1 000,0	1 000,0	1 000,0	0,0
2; Betan SP 45	164,4	160,7	169,0	3,1

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 13: Grafické vyhodnocení propustnosti vodní páry, skupina F



Při statistickém vyhodnocení propustnosti vodní páry byl vliv materiálu pro skupiny celulóзовých – plastových střev a nejedlých kolagenových – plastových střev statisticky významný na hladině významnosti  $p < 0,05$  ( $P = 1 \cdot 10^{-6}$ ). Vliv kalibru byl statisticky nevýznamný na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

Steinhauser *et al.* (1995) stejně jako Kučera (2005) považují propustnost vodní páry za jednu z nejdůležitějších technologických vlastností střev používaných v masném průmyslu (za nejvíce propustná považují celulóзовá a nejedlá kolagenová střeva). Jejich názor potvrzují i Reimold *et al.* (2010). Měřené vzorky celulóзовých a nejedlých kolagenových střev vykazovaly tak vysokou propustnost, že byla za hranici měřitelnosti přístroje. Stejně jako u měření propustnosti kyslíku, tak i u měření propustnosti vodní páry, lze souhlasit s Dongem a Byungrokem (2007), kteří zmiňují velmi nízkou propustnost vodní páry u plastových střev. Z provedených měření vyplynulo, že nejnižší hodnoty byly naměřeny u vícevrstevných plastových střev a pak také u ostatních plastových střev. Zde je na místě souhlasit s Masseyem (2003), který uvádí, že tato vlastnost je významně ovlivněna tloušťkou stěny střeva a typem materiálu. Míra propustnosti vodní páry ukazuje, kolik vodní páry unikne z masného výrobku do ovzduší a to znamená i určité hmotnostní ztráty masných výrobků, které mohou být – podle technologických postupů – žádoucí nebo i nežádoucí. Podle Thiemiga a Kordela (1997) je propustnost vodní páry u masných výrobků narážených do celulóзовých a kolagenových střev žádoucí, zvláště u fermentovaných masných výrobků, např. salámů. Právě ztráta vody dává masnému výrobku tu správnou chuť a vzhled (zvrásněný povrch). Hew *et al.* (2006) ve svém článku uvádějí, že pro správnou fermentaci masných výrobků je důležitá aktivita vody. Podle Pyrcze *et al.* (1994) by použití plastových střev snížilo tvorbu vodní páry, s tím výsledkem, že by ztráta hmotnosti nejen během fermentace, ale také během dalšího skladování byla nižší. Obecně lze s Pyrczem *et al.* (1994) souhlasit pouze za předpokladu, že plastová střeva budou vykazovat určitou minimální propustnost vodní páry, tak aby mohla fermentace vůbec proběhnout.

### 5.1.3 Pevnost v tahu

#### ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny A

Pro každý vzorek bylo provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 13 a graficky zachycena v grafu 14 pro podélný směr a v tabulce 14 a grafu 15 pro příčný směr.

#### Pevnost a prodloužení v podélném směru

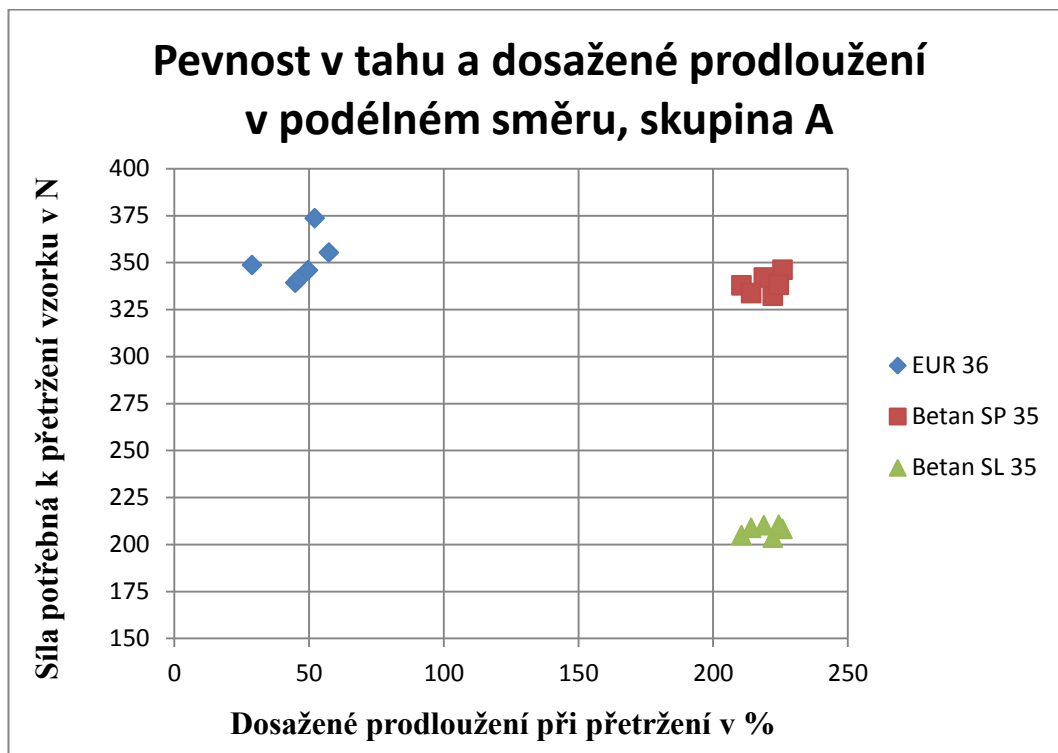
Největší pevnosti v tahu v podélném směru dosáhl vzorek celulózového střeva EUR 36. Průměrná hodnota síly potřebné k jeho přetržení byla 350,7 N. Tento vzorek, ale dosáhl nejmenšího prodloužení před přetržením. Pouze v průměru 46,4 %. Vzorek plastového střeva Betan SP 35 dosáhl téměř stejné síly potřebné k jeho přetržení jako vzorek EUR 36, a to v průměru 338,4 N. Ale na rozdíl od něho dosáhla hodnota prodloužení vzorku v průměru 219,3 %. Síla potřebná k přetržení posledního vzorku plastového střeva Betan SL 35 dosáhla nejnižší průměrné hodnoty 207,8 N a průměrná hodnota dosaženého prodloužení byla 221,9 %.

Tabulka 13: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina A

Typ střeva		$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
EUR 36	Síla v N	350,7	339,3	373,7	11,5
	Prodloužení v %	46,4	28,8	57,3	8,9
Betan SP 35	Síla v N	338,4	332,4	346,3	4,7
	Prodloužení v %	219,3	210,5	225,8	5,5
Betan SL 35	Síla v N	207,8	203,6	210,5	2,6
	Prodloužení v %	221,9	216,1	229,9	4,2

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 14: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina A



#### Pevnost a prodloužení v příčném směru

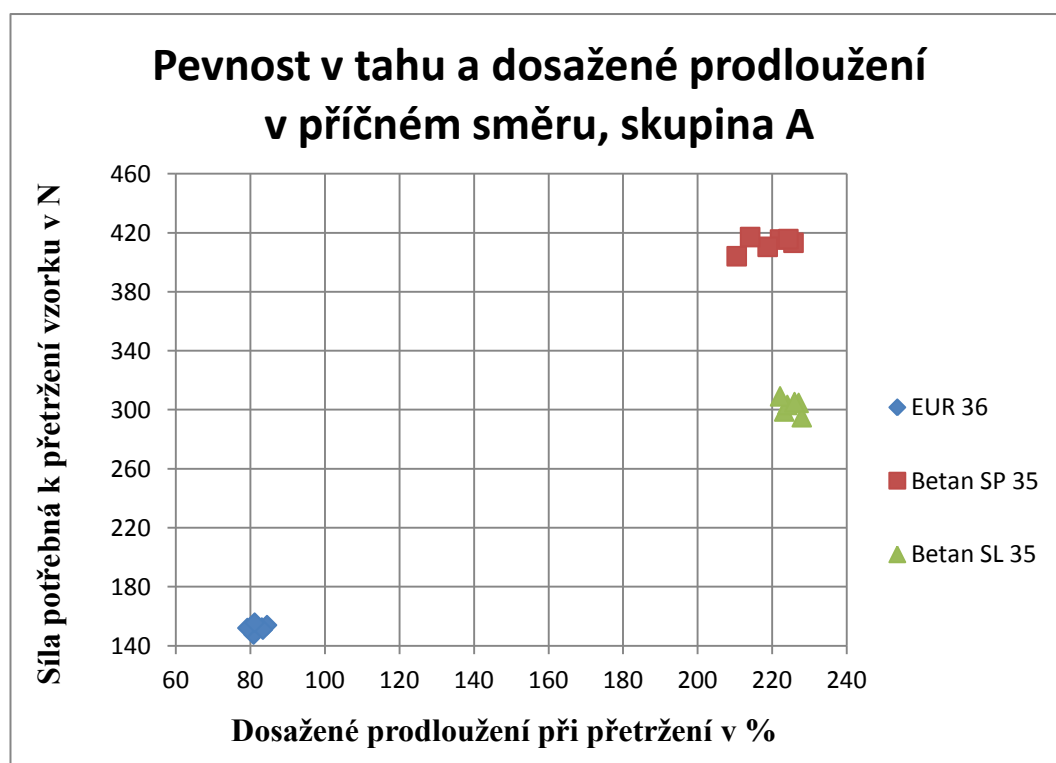
Při těchto měřeních dosáhly vzorky následujících průměrných hodnot. Největší pevnost v tahu v příčném směru prokázal vzorek plastového střeva Betan SP 35, jeho průměrná hodnota byla 412,7 N a prodloužení 219,3 %. Vzorek plastového střeva Betan SL 35 dosáhl průměrné hodnoty 302,7 N a prodloužení 225,1 %. Což je podobná hodnota prodloužení jako u vzorku Betan SP 35. Toto jen potvrzuje velmi dobrou pružnost plastových střev. Nejmenších hodnot dosáhl vzorek EUR 36 (celulókové střevo). Průměrná hodnota síly potřebné k jeho přetržení byla pouze 152,1 N a prodloužení jen 82 %.

Tabulka 14: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina A

Typ střeva		$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
EUR 36	Síla v N	152,1	147,6	155,7	2,5
	Prodloužení v %	82,0	79,2	84,5	1,8
Betan SP 35	Síla v N	412,7	404,1	417,2	4,4
	Prodloužení v %	219,3	210,5	225,8	5,5
Betan SL 35	Síla v N	302,7	295,0	309,1	4,6
	Prodloužení v %	225,1	222,2	228,0	2,1

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 15: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina A



## ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny B

Pro každý vzorek bylo provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 15 a graficky vyhodnocena v grafu 16 pro podélný směr a v tabulce 16 a grafu 17 pro příčný směr.

### Pevnost a prodloužení v podélném směru

V této skupině dosáhly nejvyšší pevnosti vzorky Betan SP 55 (vzorek plastového střeva), kdy jeho průměrná hodnota byla 334,7 N (vzorek plastového střeva) a LC 54,9 (vzorek celulózového střeva) s průměrnou hodnotou 333,5 N. Vzorek LC 54,9, ale dosáhl nejmenšího prodloužení ze všech tří vzorků, průměrná hodnota jen 32,7 %. Zatímco vzorek Betan SP 55 dosáhl průměrné hodnoty prodloužení 222,3 %. Nejmenší průměrné hodnoty síly potřebné k přetržení vzorku 275,6 N dosáhl vzorek Betan 55, který ale dosáhl největšího průměrného prodloužení ze skupiny při průměrné hodnotě 249,2 %.

Tabulka 15: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina B

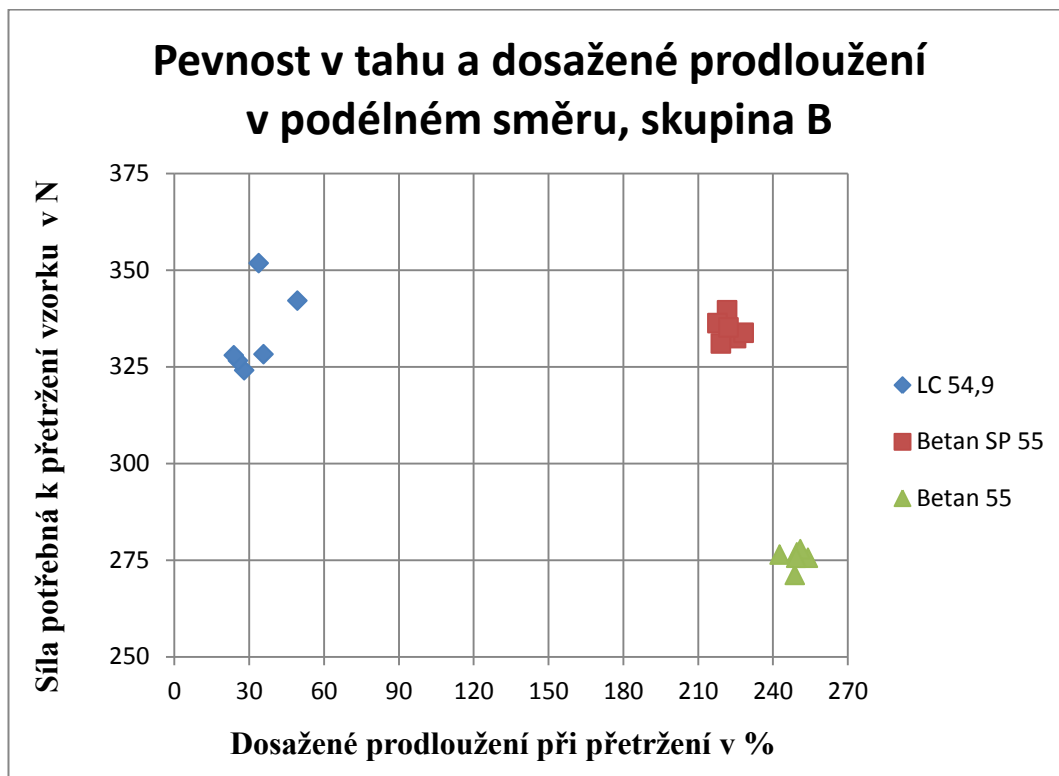
Typ střeva		$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
LC 54,9	Síla v N	333,5	324,1	351,8	10,0
	Prodloužení v %	32,7	23,8	49,3	8,6
Betan SP 55	Síla v N	334,7	331,0	339,6	2,8
	Prodloužení v %	222,3	217,7	228,2	3,5
Betan 55	Síla v N	275,6	271,2	1,0	2,1
	Prodloužení v %	249,2	242,7	254,0	3,4

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,

Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr



Graf 16: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina B



#### Pevnost a prodloužení v příčném směru

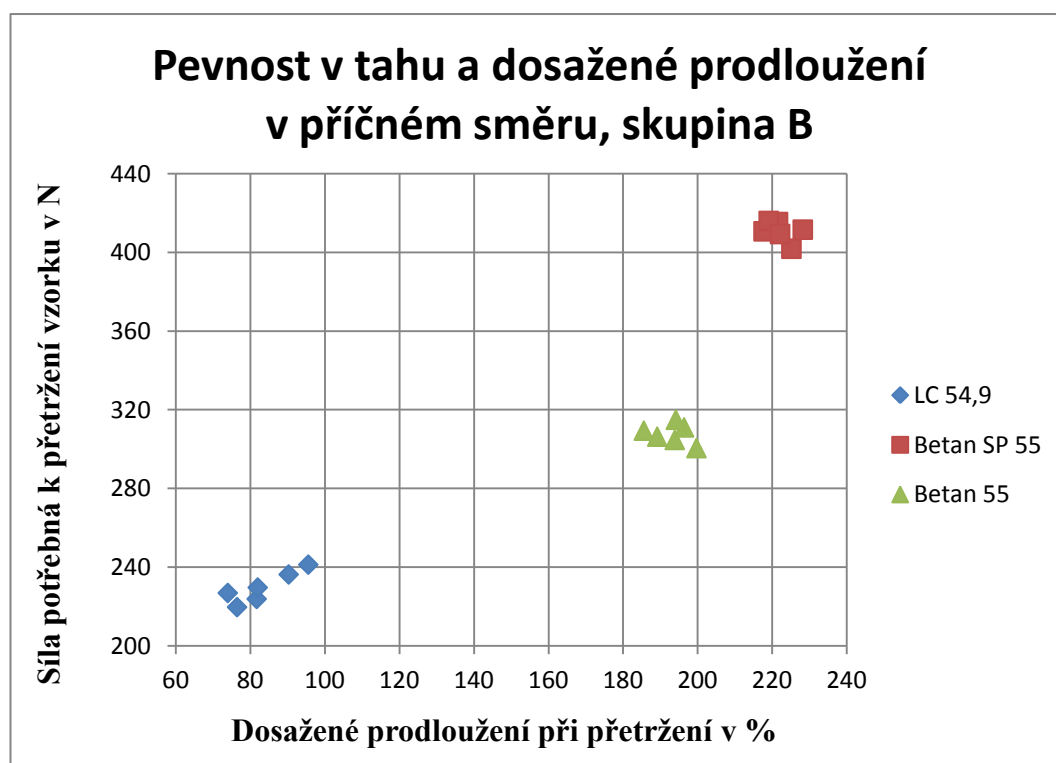
Nejnižší průměrné hodnoty síly potřebné k přetržení vzorku a dosaženého prodloužení 229,6 N a 83,3 % byly naměřeny u vzorku celulózového střeva LC 54,9. Naopak nejvyšších průměrných hodnot 410,9 N a 222,3 % dosáhl vzorek plastového střeva Betan SP 55. Vzorek plastového střeva Betan 55 se svými průměrnými hodnotami 307,8 N a 193,2 % zařadil mezi oba předchozí vzorky.

Tabulka 16: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina B

Typ střeva		$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
LC 54,9	Síla v N	229,6	219,7	241,3	7,3
	Prodloužení v %	83,3	74,0	95,6	7,5
Betan SP 55	Síla v N	410,9	401,9	416,1	4,7
	Prodloužení v %	222,3	217,7	228,2	3,5
Betan 55	Síla v N	307,8	300,5	314,9	4,6
	Prodloužení v %	193,2	185,6	199,7	4,6

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 17: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina B



## ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny C

Pro každý vzorek bylo provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 17 a graficky vyhodnocena v grafu 18 pro podélný směr a v tabulce 18 a grafu 19 pro příčný směr.

### Pevnost a prodloužení v podélném směru

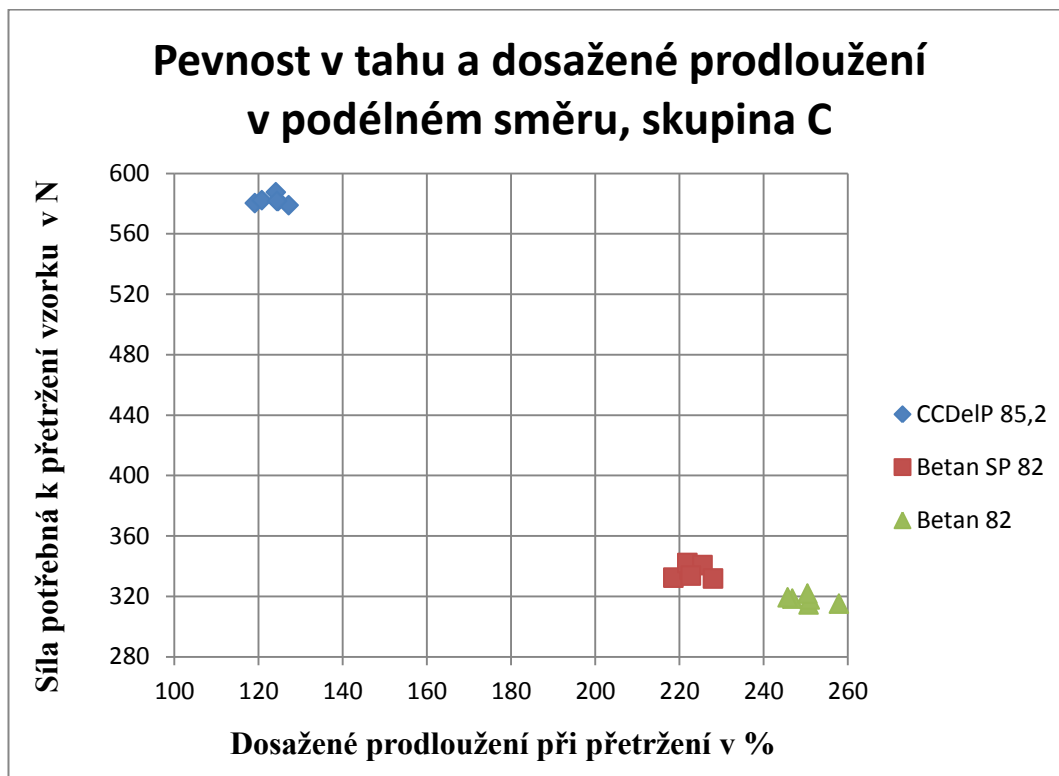
Při tomto měření byly naměřeny nejvyšší hodnoty síly potřebné k přetržení u vzorku celulózového střeva CCDelP 85,2. Síla potřebná k jeho přetržení byla v průměru 582,1 N. Tento vzorek, ale na druhé straně dosáhl nejnižšího průměrného prodloužení 123,4 %. Potřebná síla k přetržení vzorku plastového střeva Betan SP 82 byla naměřena v průměru 336,4 N při dosaženém průměrném prodloužení 223,2 %. Vzorek plastového střeva Betan 82 dosáhl nejvyššího průměrného prodloužení 250,4 % při síle 317,9 N.

Tabulka 17: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina C

Typ střeva		$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
CCDeIP 85,2	Síla v N	582,1	578,9	587,5	2,7
	Prodloužení v %	123,4	119,1	127,1	2,7
Betan SP 82	Síla v N	336,4	331,8	342,1	4,0
	Prodloužení v %	223,2	218,6	228,0	2,9
Betan 82	Síla v N	317,9	314,7	321,9	2,4
	Prodloužení v %	250,4	245,7	257,9	3,9

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 18: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina C



#### Pevnost a prodloužení v příčném směru

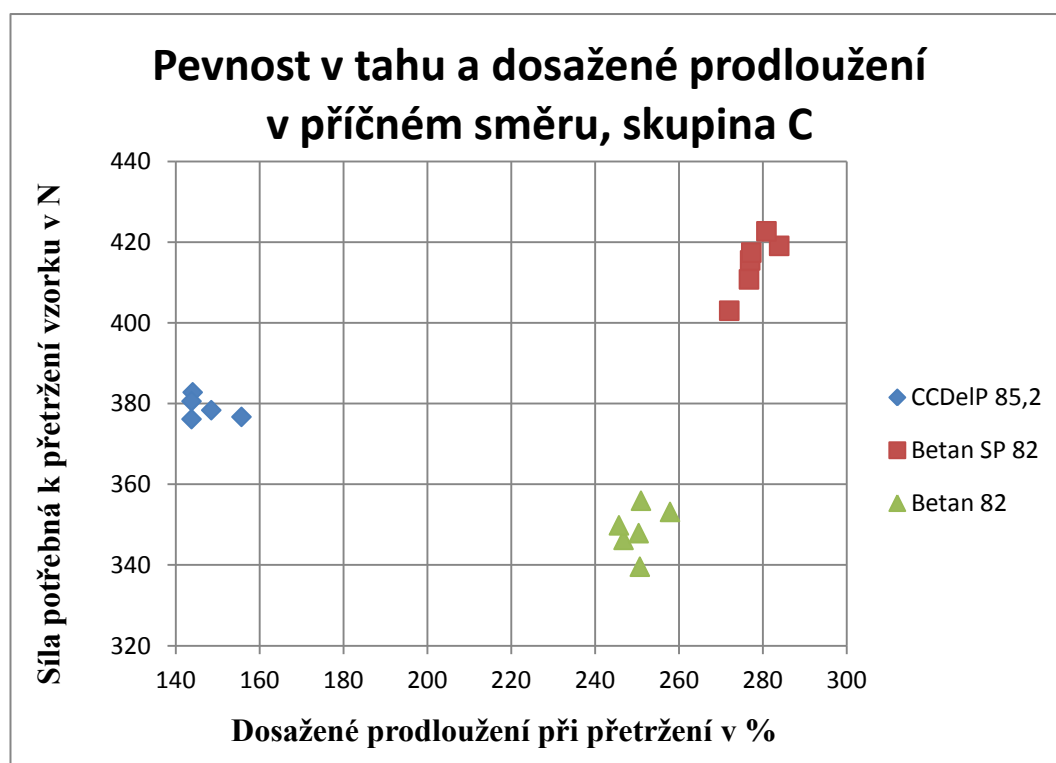
Nejvyšších průměrných hodnot dosáhl vzorek Betan SP 82 – potřebná síla 414,8 N a prodloužení 278,0 %. Naproti tomu u vzorku celulóзовého střeва CCDelP 85,2 byla naměřena druhá nejvyšší průměrná hodnota síly 377,0 N, ale zároveň nejnižší průměrné prodloužení 145,3 %. Vzorek plastového střeва Betan 82 se dosaženým prodloužením 250,4 % přiblížil vzorku Betan SP 82, ale potřebnou silou 348,8 N zase spíše vzorku CCDelP 85,2.

Tabulka 18: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina C

Typ střeva		$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
CCDeIP 85,2	Síla v N	377,0	367,0	382,8	5,0
	Prodloužení v %	145,3	136,0	155,7	5,9
Betan SP 82	Síla v N	414,8	403,0	422,7	6,4
	Prodloužení v %	278,0	272,0	283,9	3,7
Betan 82	Síla v N	348,8	339,6	355,9	5,2
	Prodloužení v %	250,4	245,7	257,9	3,9

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 19: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina C



## ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny D

Pro každý vzorek bylo provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 19 a graficky zachycena v grafu 20 pro podélný směr a v tabulce 20 a grafu 21 pro příčný směr.

### Pevnost a prodloužení v podélném směru

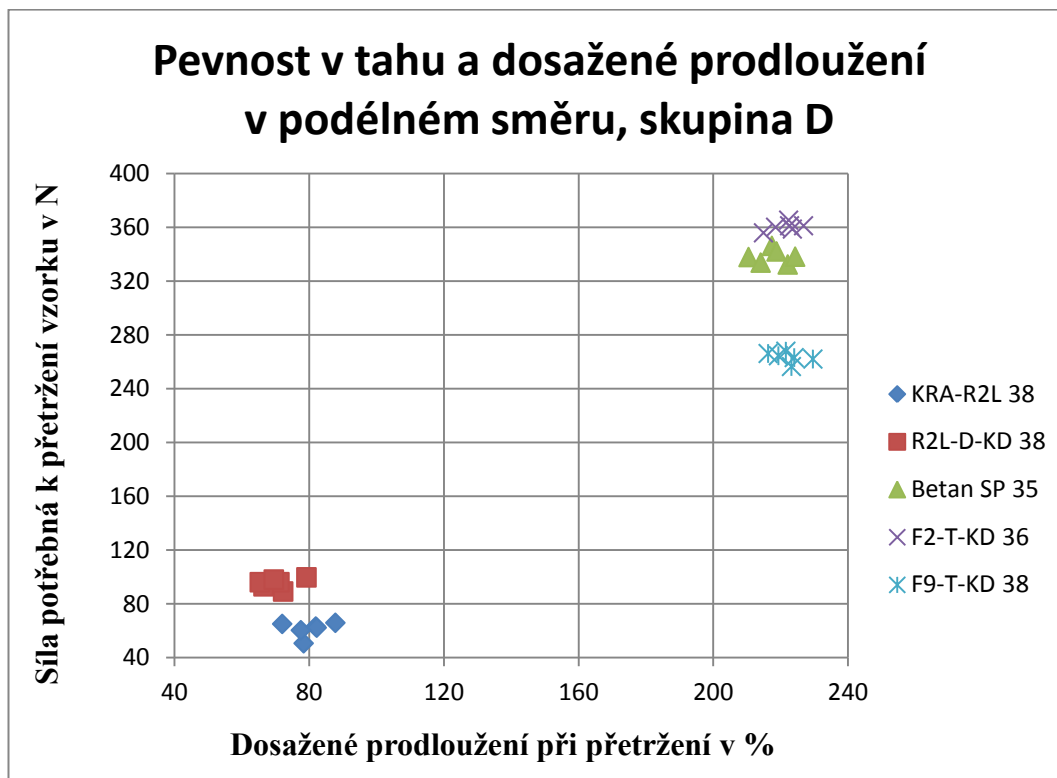
Provedená měření nám rozdělila vzorky do dvou kategorií. V první kategorii byly vzorky nejedlých kolagenových střev KRA-R2L 38 a R2L-D-KD 38. Jejich průměrné hodnoty, 61,3 N a 80,0 % pro KRA-R2L 38 a 95,4 N a 70,7 % pro R2L-D-KD 38, jsou jednoznačně nejnižší. Tyto vzorky nevykazovaly příliš vysokou pevnost a pružnost. Ve druhé kategorii jsou vzorky plastových střev, kdy byly nejvyšší průměrné hodnoty naměřeny u vzorku F2-T-KD 36 (360,4 N a 221,5 %), přibližně stejných průměrných hodnot dosáhl vzorek Betan SP 35 (338,4 N a 217,9 %). U vzorku F9-T-KD 38 byla naměřena v této kategorii nejnižší průměrná hodnota síly z plastových střev, a to 263,4 N, ale dosažené prodloužení 222,4 % bylo na srovnatelné úrovni se vzorky Betan SP 35 a F2-T-KD 36. Vzorky plastových střev prokázaly v této skupině větší pevnost v tahu a pružnost než vzorky střev z nejedlého kolagenu.

Tabulka 19: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina D

Typ střeva		$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
KRA-R2L 38	Síla v N	61,3	50,7	65,9	5,1
	Prodloužení v %	80,0	72,0	87,8	4,9
R2L-D-KD 38	Síla v N	95,4	89,2	99,7	3,4
	Prodloužení v %	70,7	65,4	79,2	4,5
Betan SP 35	Síla v N	338,4	332,4	346,3	4,7
	Prodloužení v %	217,9	210,5	224,4	4,7
F2-T-KD 36	Síla v N	360,4	355,9	365,4	2,8
	Prodloužení v %	221,5	215,0	226,9	3,8
F9-T-KD 38	Síla v N	263,4	256,5	267,9	3,6
	Prodloužení v %	222,4	216,3	229,6	4,1

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 20: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina D



### Pevnost a prodloužení v příčném směru

Stejně jako u měření v podélném směru prokázaly vzorky nejedlých kolagenových střev KRA-R2L 38 a R2L-D-KD 38 při průměrných hodnotách 69,8 N a 69,8 % pro KRA-R2L 38 a 55,4 N a 41,6 % pro R2L-D-KD 38 velmi malou pevnost a pružnost. U vzorků plastových střev byla naměřena nejvyšší průměrná hodnota síly u vzorku F2-T-KD 36 – 419,1 N při prodloužení 194,6 %, Téměř stejné hodnoty dosáhl i vzorek Betan SP 35 – 412,7 N při největším prodloužení v této skupině, a to 219,3 %. U vzorku plastového střeva F9-T-KD 38 byla naměřena nejnižší potřebná síla 319,2 N, ale prodloužení stejné jako u vzorku plastového střeva F2-T-KD 36, a to 194,7 %. Při měřeních této skupiny byla prokázána vynikající pevnost a pružnost vzorků plastových střev.

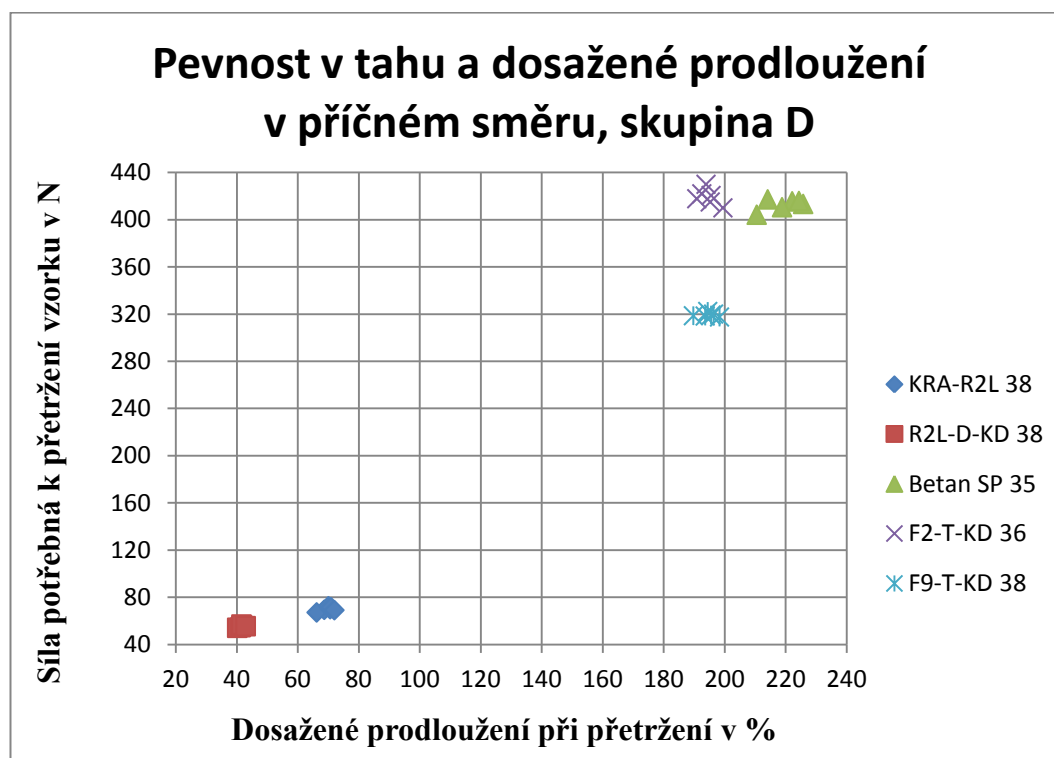
Tabulka 20: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina D

Typ střeva		$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
KRA-R2L 38	Síla v N	69,8	67,0	72,3	1,7
	Prodloužení v %	69,8	66,2	72,0	1,9
R2L-D-KD 38	Síla v N	55,4	54,0	56,8	0,9
	Prodloužení v %	41,6	40,2	42,9	0,8
Betan SP 35	Síla v N	412,7	404,1	417,2	4,4
	Prodloužení v %	219,3	210,5	225,8	5,5
F2-T-KD 36	Síla v N	419,1	410,0	429,9	6,2
	Prodloužení v %	194,6	190,9	199,4	2,7
F9-T-KD 38	Síla v N	319,2	317,4	322,2	1,5
	Prodloužení v %	194,7	189,7	198,3	2,7

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,

Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 21: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina D





## ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny E

Pro každý vzorek bylo provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 21 a graficky zachycena v grafu 22 pro podélný směr a v tabulce 22 a grafu 23 pro příčný směr.

### Pevnost a prodloužení v podélném směru

V této skupině byly nejnižší hodnoty síly jednoznačně naměřeny u vzorku R2L-KD 47 (nejedlé kolagenové střevo) v průměru 84,8 N a 66,2 %. Naopak nejvyšší potřebná síla byla naměřena u vzorku R2L-D 50 (nejedlé kolagenové střevo), kde byla průměrná hodnota 555,9 N při prodloužení jen 41,4 %. Vzorek R2 65 (nejedlé kolagenové střevo) prokázal druhou nejvyšší pevnost, když mu byla naměřena síla 413,0 N při nejmenším prodloužení 24,8 %. Vzorky plastových střev nevykázaly tak vysoké potřebné síly, ale opět potvrdily svoji vynikající pružnost. Průměrné hodnoty byly naměřeny přibližně stejné. Betan 65 (279,4 N a 249,4 %), Betan 50 (274,7 N a 249,3 %) a Betan 47 (262,2 N a 255,9 %).

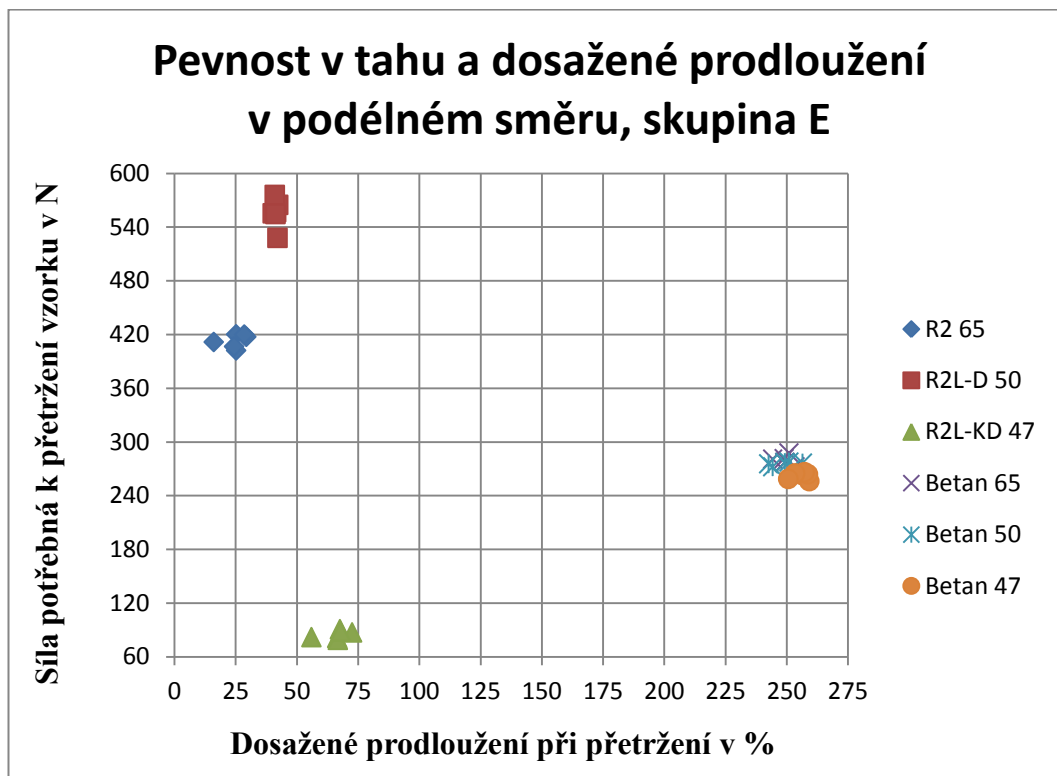
Tabulka 21: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina E

Typ střeva		$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
R2 65	Síla v N	413,0	402,2	420,2	6,8
	Prodloužení v %	24,8	16,1	29,4	4,3
R2L-D 50	Síla v N	555,9	528,0	575,9	14,5
	Prodloužení v %	41,4	40,2	42,4	0,7
R2L-KD 47	Síla v N	84,8	78,9	90,9	4,3
	Prodloužení v %	66,2	56,0	72,6	5,0
Betan 65	Síla v N	279,4	272,3	287,8	4,8
	Prodloužení v %	249,4	244,3	253,5	2,7
Betan 50	Síla v N	274,7	269,5	277,6	2,9
	Prodloužení v %	249,3	242,7	256,5	4,7
Betan 47	Síla v N	262,2	256,2	266,2	3,5
	Prodloužení v %	255,9	250,7	259,3	3,0

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,

Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 22: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina E



### Pevnost a prodloužení v příčném směru

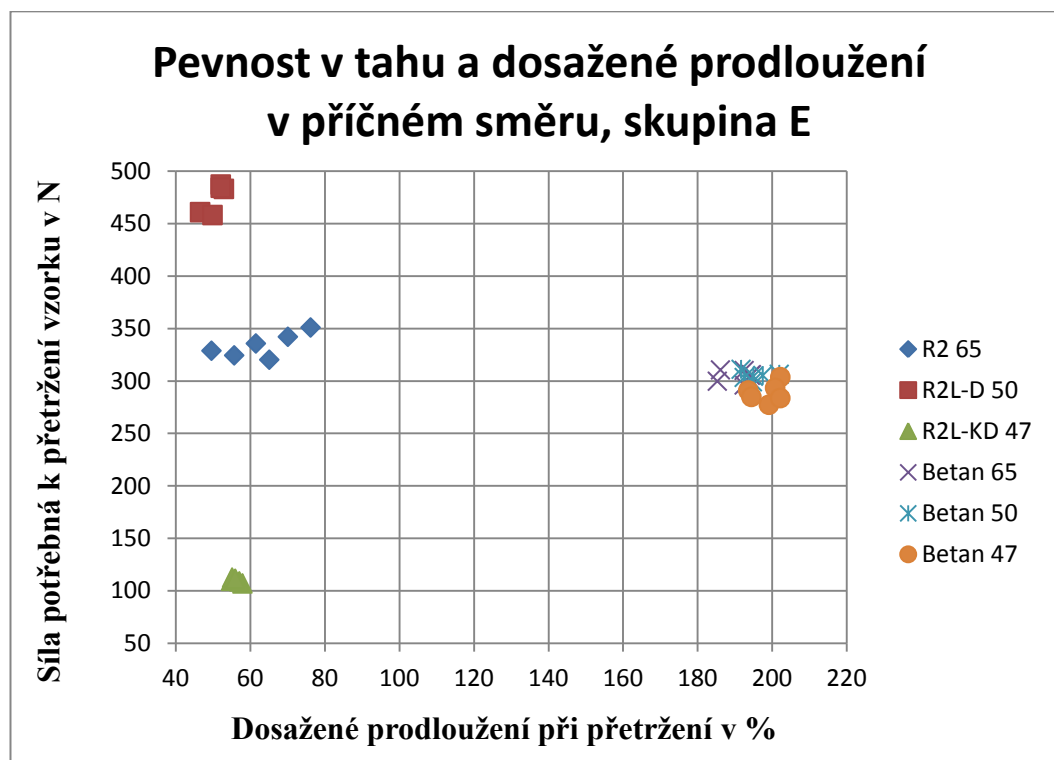
Jednoznačně nejnižší průměrné hodnoty síly 110,0 N při prodloužení 56,1 % byly naměřeny u vzorku R2L-KD 47 (nejedlé kolagenové střevo). Naopak nejvyšší potřebná síla byla naměřena u vzorku R2L-D 50 (nejedlé kolagenové střevo). Průměrná hodnota 472,1 N při nejnižším prodloužení jen 48,5 %. Vzorek R2 65 (nejedlé kolagenové střevo) prokázal druhou nejvyšší pevnost, když mu byla naměřena průměrná síla 333,7 N při prodloužení 63,0 %. Vzorky plastových střev vykázaly o něco nižší potřebné síly, ale opět potvrdily svoji vynikající pružnost. Průměrné hodnoty byly naměřeny přibližně stejné pro Betan 65 (304,6 N a 190,9 %), Betan 50 (304,9 N a 195,6 %) a Betan 47 (288,9 N a 198,7 %).

Tabulka 22: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina E

Typ střeva		$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
R2 65	Síla v N	333,7	320,2	351,0	10,5
	Prodloužení v %	63,0	49,6	76,2	8,8
R2L-D 50	Síla v N	472,1	458,2	487,2	12,9
	Prodloužení v %	48,5	37,4	52,9	5,4
R2L-KD 47	Síla v N	110,0	106,9	112,5	1,8
	Prodloužení v %	56,1	54,8	57,9	1,1
Betan 65	Síla v N	304,6	296,1	310,5	5,2
	Prodloužení v %	190,9	185,3	194,5	3,7
Betan 50	Síla v N	304,9	299,2	311,1	3,6
	Prodloužení v %	195,6	191,7	201,9	3,4
Betan 47	Síla v N	288,9	277,3	303,6	8,4
	Prodloužení v %	198,7	193,6	202,2	3,5

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 23: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina E



## ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny F

Pro každý vzorek bylo provedeno 6 měření. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 23 a graficky vyhodnocena v grafu 24 pro podélný směr a v tabulce 24 a grafu 25 pro příčný směr.

### Pevnost a prodloužení v podélném směru

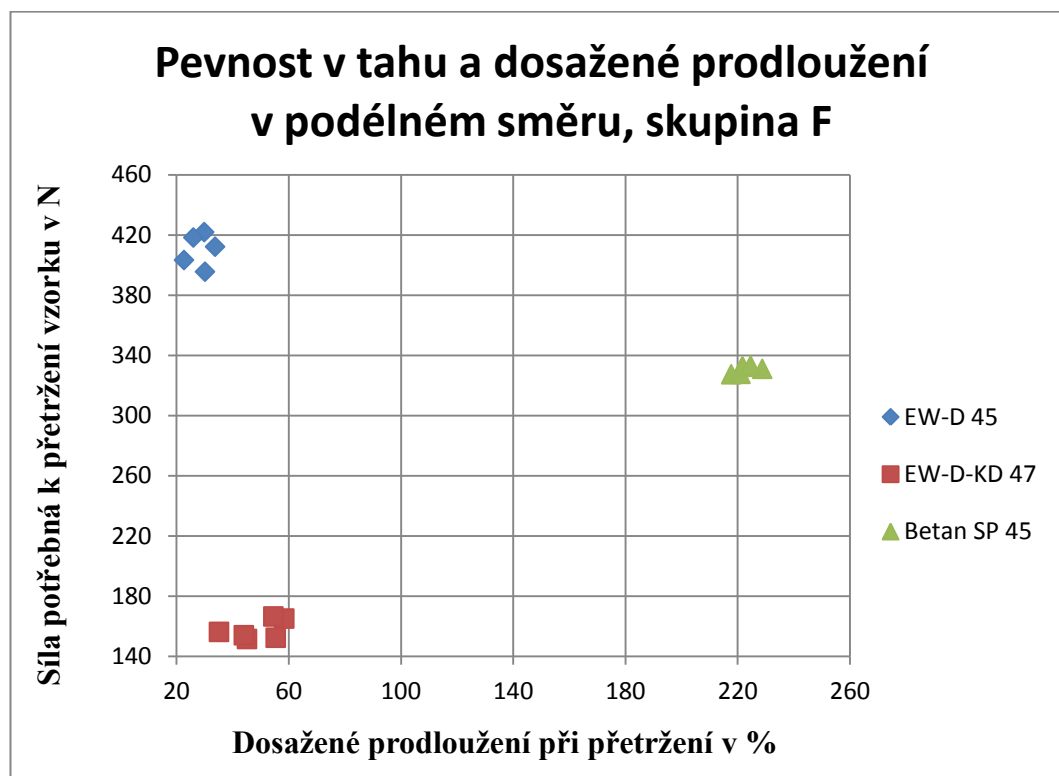
V této skupině byly naměřeny nejvyšší hodnoty síly potřebné k přetržení u vzorku EW-D 45 (nejedlé kolagenové střevo). Průměrná hodnota byla 408,2 N, ale zároveň nejnižší prodloužení jen 27,1 %. Druhý vzorek nejedlého kolagenového střeva EW-D-KD 47 dosáhl nejnižší pevnosti jen 157,6 N a také docela nízkého prodloužení 48,8 %. Naopak u vzorku plastového střeva Betan SP 45 byly naměřeny v průměru druhé nejvyšší hodnoty u potřebné síly, a to 330,7 N a jednoznačně nejvyššího prodloužení 222,6 %.

Tabulka 23: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina F

Typ střeva		$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
EW-D 45	Prodloužení v %	408,2	395,6	421,9	9,9
	Síla v N	27,1	19,7	33,8	4,8
EW-D-KD 47	Prodloužení v %	157,6	151,5	166,5	6,0
	Síla v N	48,8	35,2	58,4	8,1
Betan SP 45	Prodloužení v %	330,7	327,4	333,2	2,3
	Síla v N	222,6	217,7	228,8	3,4

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 24: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina F



#### Pevnost a prodloužení v příčném směru

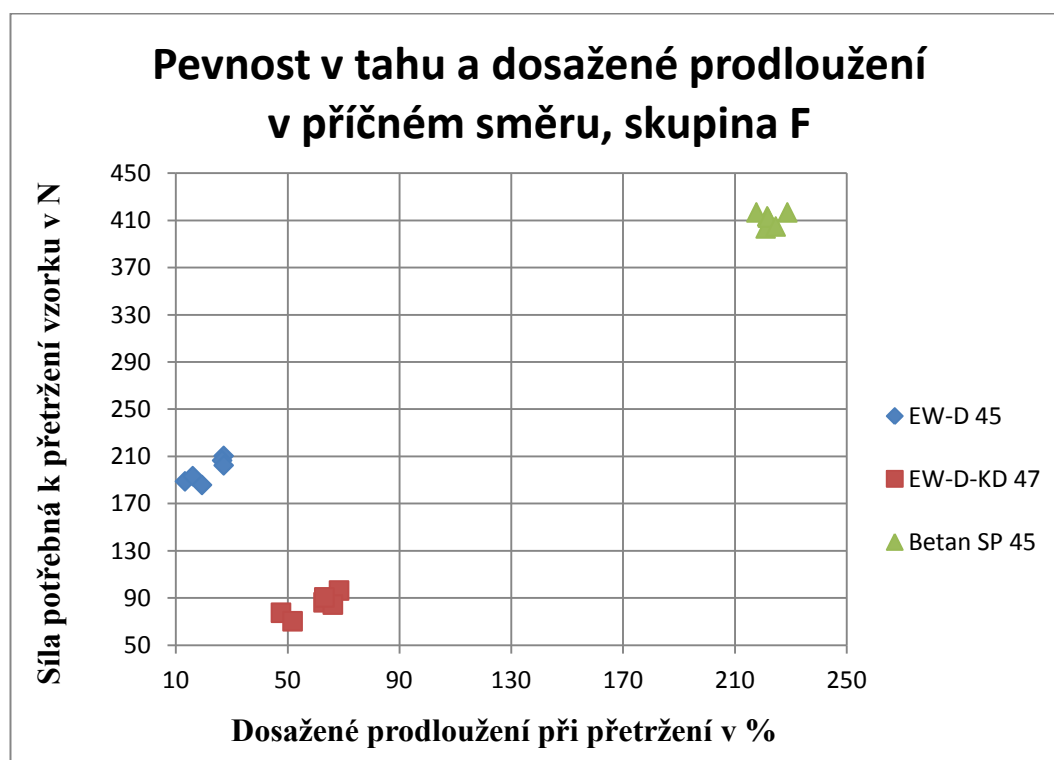
V příčném směru je situace rozdílná. Nejvyšší hodnoty síly potřebné k přetržení a dosaženého prodloužení byly naměřeny u vzorku plastového střeva Betan SP 45, průměrné hodnoty byly 411,3 N a 222,6 %. Naproti tomu oba vzorky nejedlých kolagenových střev vykázaly poměrně nízké průměrné hodnoty. Síla 198,0 N a prodloužení 21,6 %, u EW-D 45, to je nejnižší dosažené prodloužení a 84,3 N a 60,0 % u EW-D-KD 47.

Tabulka 24: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina F

Typ střeva		$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
EW-D 45	Prodloužení v %	198,0	185,9	210,5	9,2
	Síla v N	21,6	13,3	27,1	5,6
EW-D-KD 47	Prodloužení v %	84,3	70,4	96,4	8,5
	Síla v N	60,0	47,6	68,4	7,6
Betan SP 45	Prodloužení v %	411,3	403,3	416,9	5,4
	Síla v N	222,6	217,7	228,8	3,4

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 25: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina F



Při statistickém vyhodnocení pevnosti v tahu v podélném směru byl vliv materiálu pro skupiny celulóзовých – plastových střevas a nejedlých kolagenových – plastových střevas statisticky nevýznamný na hladině významnosti

$p < 0,05$ . Vliv kalibru byl také statisticky nevýznamný na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

Při statistickém vyhodnocení pevnosti v tahu v příčném směru byl vliv materiálu pro skupinu celulóзовých – plastových střev statisticky nevýznamný na hladině významnosti  $p < 0,05$  a pro skupinu nejedlých kolagenových – plastových střev statisticky významný na hladině významnosti  $p < 0,05$  ( $P = 2,6 \cdot 10^{-2}$ ). Vliv kalibru byl statisticky nevýznamný na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

Při statistickém vyhodnocení dosaženého prodloužení v podélném směru byl vliv materiálu pro skupinu celulóзовých – plastových střev statisticky významný na hladině významnosti  $p < 0,05$  ( $P = 9,1 \cdot 10^{-5}$ ) a pro skupinu nejedlých kolagenových – plastových střev statisticky významný na hladině významnosti  $p < 0,05$  ( $P = 1 \cdot 10^{-6}$ ). Vliv kalibru byl statisticky nevýznamný na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

Při statistickém vyhodnocení dosaženého prodloužení v příčném směru byl vliv materiálu pro skupinu celulóзовých – plastových střev statisticky významný na hladině významnosti  $p < 0,05$  ( $P = 6,9 \cdot 10^{-4}$ ) a pro skupinu nejedlých kolagenových – plastových střev statisticky významný na hladině významnosti  $p < 0,05$  ( $P = 1 \cdot 10^{-6}$ ). Vliv kalibru byl statisticky nevýznamný na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

Vzorky celulóзовých střev prokázaly téměř stejnou pevnost v tahu jako vzorky plastových střev. Vzorek celulóзовého střeva CCDelP 85,2 dosáhl dokonce větší pevnosti v tahu. Ale na druhé straně pružnost (dosažené prodloužení) celulóзовých střev byla v porovnání se vzorky plastových střev velmi nízká. Při měření vzorků nejedlých kolagenových střev byla u věčitých střev naměřena nižší pevnost a naopak u rovných střev téměř stejná jako u vzorků plastových střev. Pružnost nejedlých kolagenových střev byla hodnocena jako velmi nízká. Měřením byla prokázána shoda, s tím co uvádějí Reimold *et al.* (2010), kteří potvrzují nízkou pružnost celulóзовých a nejedlých kolagenových střev. Dále popisují i velmi nízkou pevnost v tahu obou typů střev. Shodu s tímto závěrem však naše měření neprokázala, protože některé vzorky celulóзовých a nejedlých kolagenových střev dosahují stejné pevnosti v tahu jako vzorky střev plastových.

Vzorky plastových střev vykazovaly velmi vysokou pevnost v tahu a pružnost. Tato měření prokázala shodu s tím, co uvádějí Kučera (2005) a Steinhauser *et al.* (1995), tedy že plastová střeva mají díky svému složení a vlastnostem použitých polymerů vysokou pevnost v tahu a pružnost. Ducháček (2006) respektive Fink (2005) napsali, že právě použité polymery jsou hlavní příčinou tak vynikající pevnosti a pružnosti. Podle chování jednotlivých typů střev při měření, lze souhlasit s Wu a Chi (2007), kteří zařazují pevnost v tahu a pružnost mezi nejdůležitější technologické vlastnosti s výrazným vlivem na chování střeva při narážení díla. Effenberger (1995) považuje velmi vysokou pevnost a pružnost plastových střev za jejich velkou výhodu. Umožňují například použití vyšších tlaků při plnění díla. Označuje proto plastová střeva jako moderní konzervy z plastu, protože ve spojení s nízkou propustností kyslíku a vodní páry zajišťují dlouhou údržnost masných výrobků.

#### 5.1.4 Určování tlaku při prasknutí

##### ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny A

Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 25 a graficky znázorněna v grafu 26. Při tomto měření byly naměřeny nejnižší hodnoty tlaku při prasknutí u vzorku EUR 36 (celulózové střevo). Vzorek praskl při 693 mm Hg. Vzorky plastových střev Betan SP 35 a Betan SL 35 vydržely shodný tlak 1 379 mm Hg, než došlo k jejich prasknutí. Při měření bylo použito médium vzduch a vyplynulo z něho, že vzorek celulózového střeva EUR 36 má nejnižší odolnost proti prasknutí.

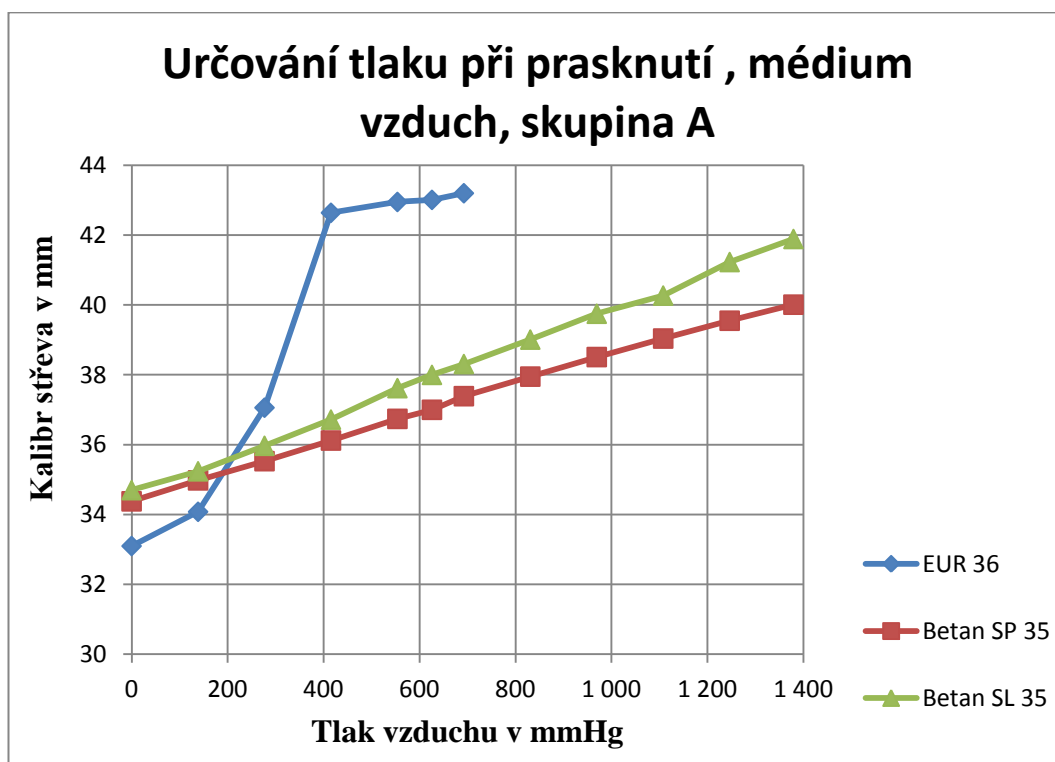
Tabulka 25: Statistické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků, skupina A

Typ střeva	Hodnota tlaku v mm Hg / dosažený kalibr v mm											
	0	139	277	416	554	626	693	831	970	1 108	1 247	1 379
3; EUR 36	33,10	34,08	37,06	42,64	42,95	43,01	43,20					
2; Betan SP 35	34,38	34,98	35,53	36,12	36,74	37,00	37,39	37,95	38,51	39,04	39,55	40,01
1; Betan SL 35	34,70	35,24	35,97	36,72	37,62	38,00	38,31	39,01	39,75	40,27	41,23	41,89

mm Hg – milimetry rtuťového sloupce



Graf 26: Grafické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků, skupina A



### ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny B

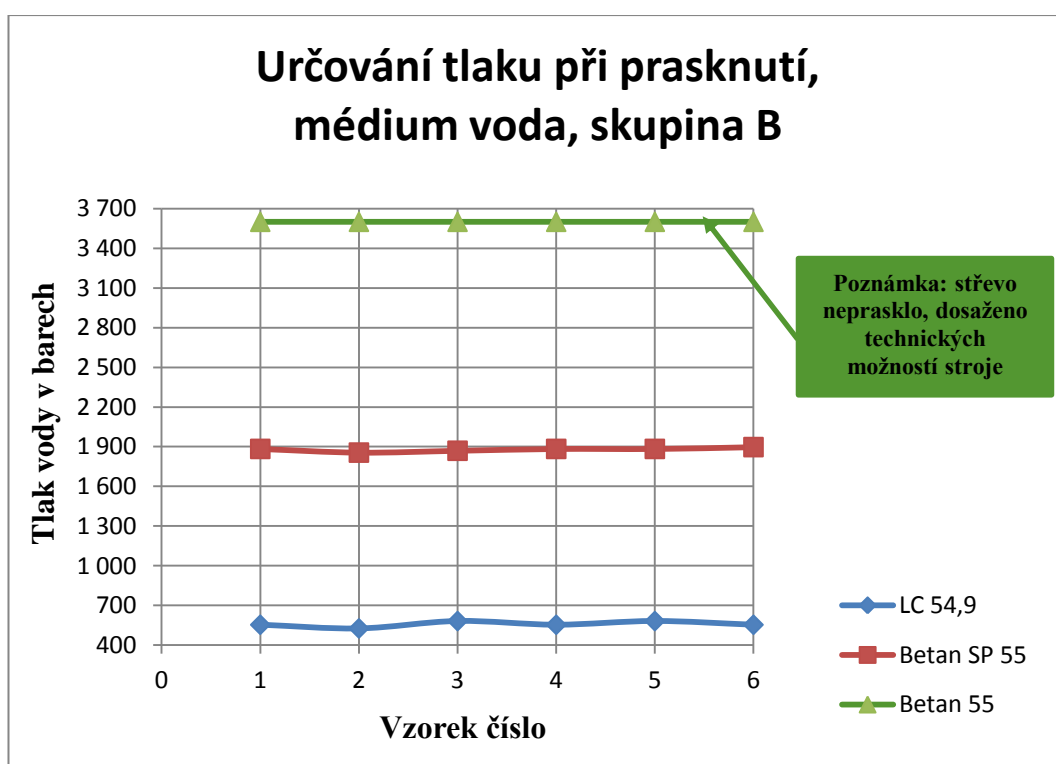
Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 26 a graficky zachycena v grafu 27. Při tomto měření byla použita jako médium voda a bylo provedeno 6 měření od každého vzorku. Nejvyšší pevnost byla naměřena u vzorku plastového střeva Betan 55. K prasknutí vzorku nedošlo, ani při průměrné hodnotě 3 601,0 bar. Hodnota je již na hranici technických možností použitého měřicího přístroje. Vzorek plastového střeva Betan SP 55 vydržel tlak v průměru 1 879,0 bar, než došlo k jeho prasknutí. Nejmenší tlak v průměru 558,6 bar byl naměřen při prasknutí vzorku celulózového střeva LC 54,9.

Tabulka 26: Statistické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků v barech, skupina B

Typ střeva	$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
LC 54,9	558,6	526,3	581,7	19,0
Betan SP 55	1 879,0	1 855,9	1 897,5	13,1
Betan 55	3 601,0	3 601,0	3 601,0	0,0

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 27: Grafické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků, skupina B



### ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny C

Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 27 a graficky znázorněna v grafu 28. Při tomto měření byla použita jako médium voda a bylo provedeno 6 měření od každého vzorku. Nejvyšší odolnost proti prasknutí byla naměřena u vzorku plastového střeva Betan 82, a to v průměru 1 994,4 bar. K prasknutí vzorku nedošlo, protože tato hodnota byla již na hranici technických možností použitého měřicího přístroje. Vzorek plastového střeva Betan SP 82 vydržel tlak v průměru

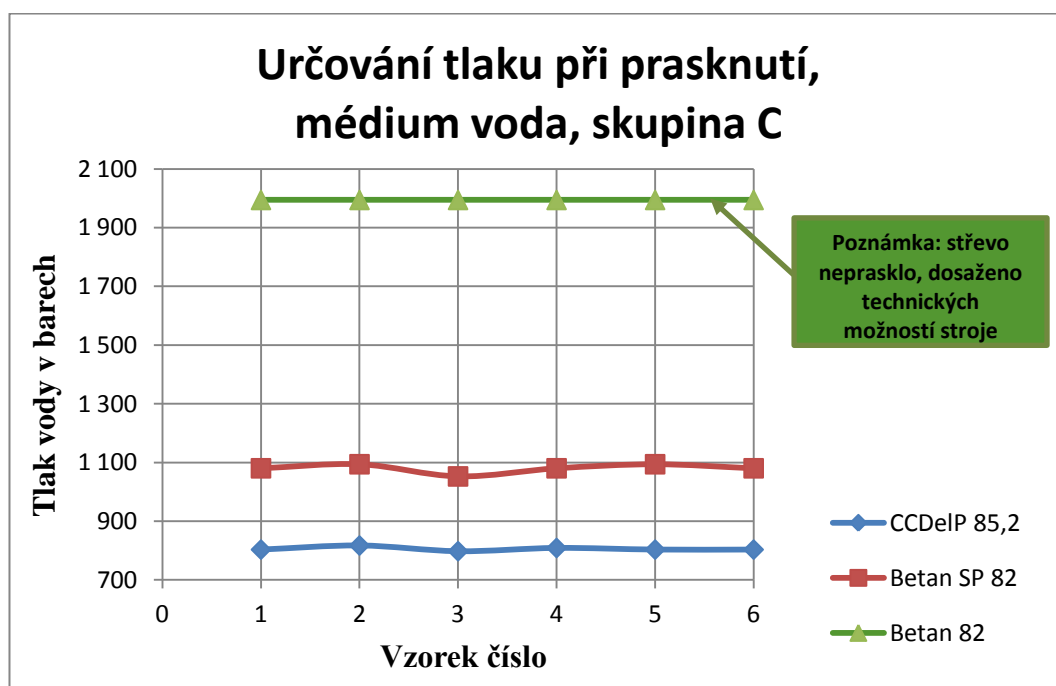
1 080,3 bar, než došlo k jeho prasknutí. Nejnižší odolnost proti prasknutí byla naměřena vzorku celulóзовého střeva CCDelP 85,2, a to v průměru 805,6 bar.

Tabulka 27: Statistické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků v barech, skupina C

Typ střeva	$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
CCDeIP 85,2	805,6	797,8	817,2	6,1
Betan SP 82	1 080,3	1 052,6	1 094,2	13,8
Betan 82	1 994,4	1 994,4	1 994,4	0,0

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 28: Grafické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků, skupina C



### ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny D

Při měření této skupiny byl použit jako médium vzduch. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 28 a graficky znázorněna v grafu 29. Nejvyšší průměrné hodnoty byly naměřeny u vzorků plastových střev Betan SP 35 (1 379 mm Hg) a F9-T-KD 38 (1 379 mm Hg) a F2-T-KD 36

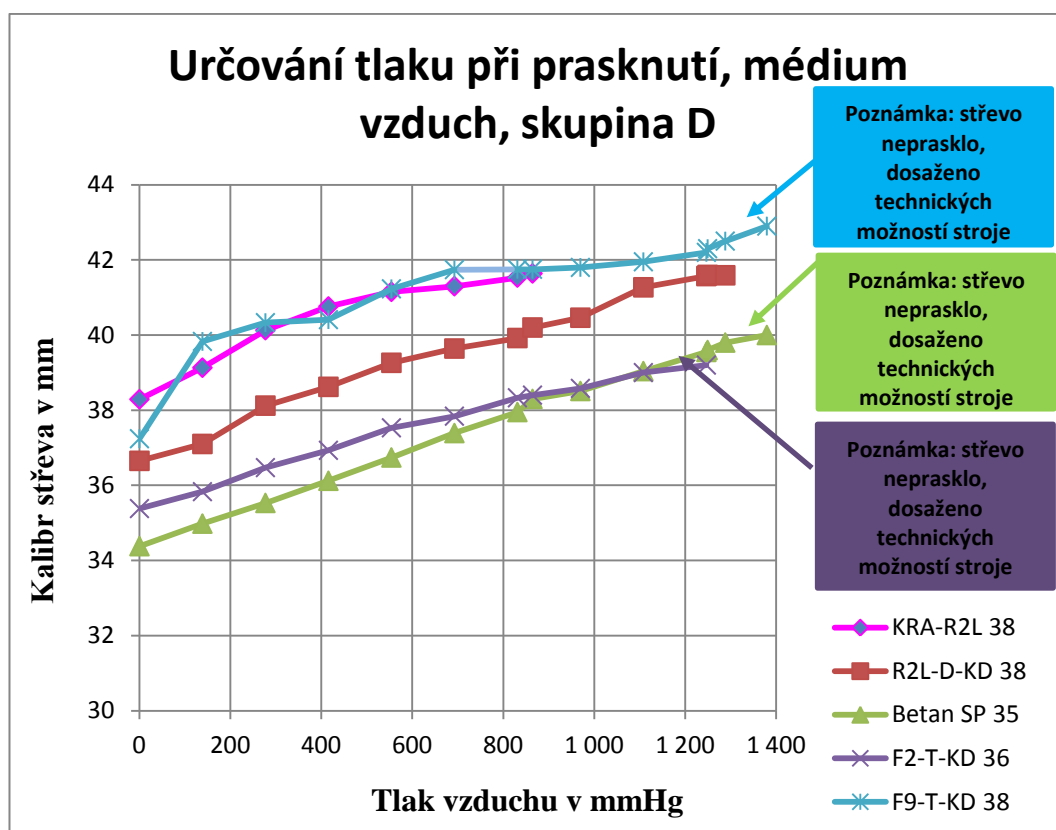
(1 247 mm Hg). K prasknutí vzorků nedošlo. Hodnoty byly již na hranici technických možností použitého měřicího přístroje. U vzorku R2L-D-KD 38 (nejedlé kolagenové střevo) byla při prasknutí naměřena hodnota 1 288 mm Hg. Nejnižší odolnost proti prasknutí byla naměřena vzorku KRA-R2L 38 (nejedlé kolagenové střevo), které vydrželo tlak pouze 864 mm Hg, než došlo k jeho prasknutí.

Tabulka 28: Statistické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků, skupina D

Typ střeva	Hodnota tlaku v mm Hg / dosažený kalibr v mm													
	0	139	277	416	554	693	831	864	970	1 108	1 247	1 249	1 288	1 379
2; KRA-R2L 38	38,29	39,13	40,13	40,76	41,15	41,30	41,53	41,64						
4; R2L-D-KD 38	36,65	37,10	38,12	38,62	39,26	39,64	39,92	40,20	40,46	41,27	41,57	41,60	41,59	
1; Betan SP 35	34,38	34,98	35,53	36,12	36,74	37,39	37,95	38,30	38,51	39,04	39,55	39,60	39,80	40,00
3; F2-T-KD 36	35,38	35,83	36,47	36,93	37,53	37,84	38,33	38,40	38,58	39,00	39,20			
5; F9-T-KD 38	37,24	39,83	40,33	40,41	41,23	41,74	41,75	41,75	41,80	41,95	42,20	42,30	42,50	42,90

mm Hg – milimetry rtuťového sloupce

Graf 29: Grafické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků, skupina D



## ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny E

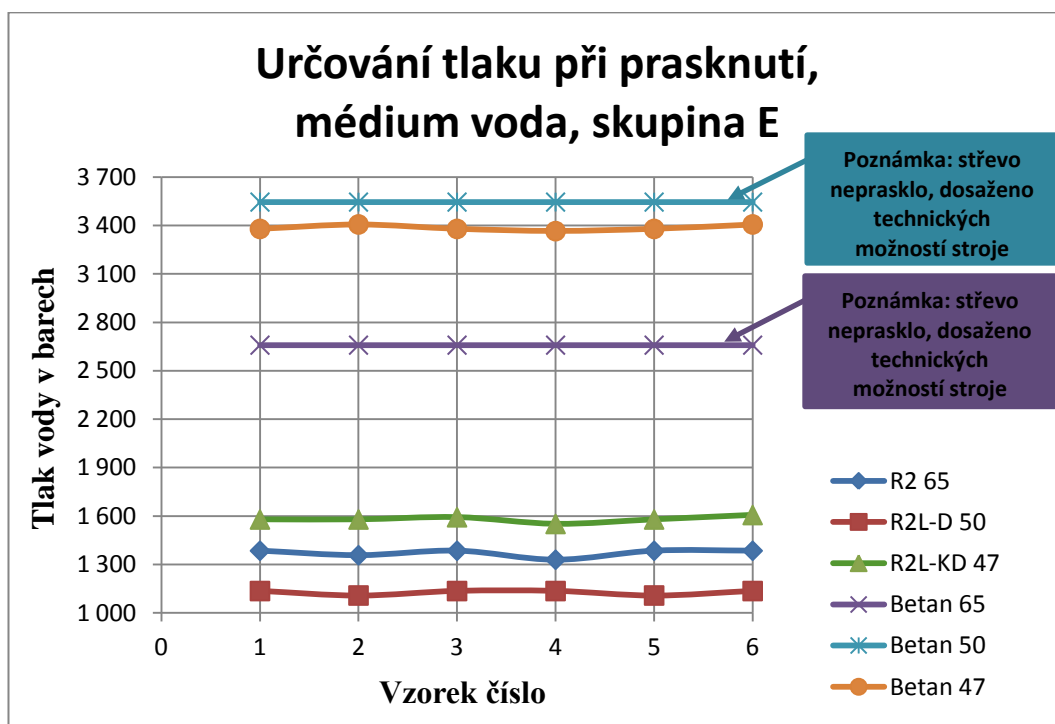
Při tomto měření byla použita jako médium voda a bylo provedeno 6 měření od každého vzorku. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 29 a graficky znázorněna v grafu 30. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny u vzorků plastových střev Betan 50 (3 545,6 bar, nedošlo k prasknutí), Betan 47 (3 386,3 bar, došlo k prasknutí), Betan 65 (2 659,2 bar, nedošlo k prasknutí). Tyto hodnoty byly již na hranici technických možností použitého měřicího přístroje. Vzorky nejedlých kolagenových střev prokázaly výrazně menší odolnost proti prasknutí. Byly naměřeny průměrné hodnoty R2 65 (1 371,2 bar), R2L-D 50 (1 162,5 bar) a R2L-KD 47 (1 581,2 bar). U všech vzorků došlo k jejich prasknutí.

Tabulka 29: Statistické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků v barech, skupina E

Typ střeva	$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
R2 65	1 371,2	1 329,6	1 385,0	21,2
R2L-D 50	1 126,5	1 108,0	1 135,7	13,1
R2L-KD 47	1 581,2	1 551,2	1 606,6	16,8
Betan 65	2 659,2	2 659,2	2 659,2	0,0
Betan 50	3 545,6	3 545,6	3 545,6	0,0
Betan 47	3 386,3	3 365,6	3 407,1	15,5

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 30: Grafické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků, skupina E



### ➤ Statistické a grafické vyhodnocení skupiny F

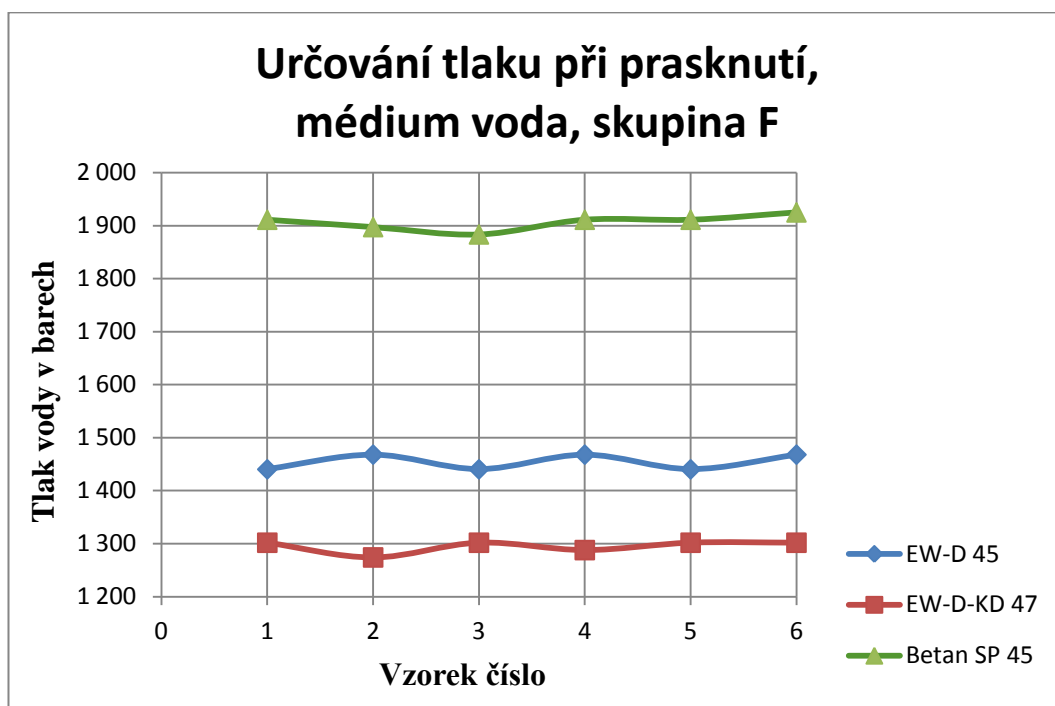
Při tomto měření byla použita jako médium voda a provedeno 6 měření od každého vzorku. Data byla zpracována a zaznamenána v tabulce 30 a graficky zachycena v grafu 31. U všech měřených vzorků v této skupině došlo k jejich prasknutí. Nejvyšší hodnota byla naměřena vzorku plastového střeva Betan SP 45, a to v průměru 1 906,7 bar. Vzorky nejedlých kolagenových střev prokázaly menší odolnost proti prasknutí. Vzorek EW-D 45 v průměru 1 454,3 bar a vzorek EW-D-KD 47 v průměru 1 295 bar.

Tabulka 30: Statistické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků v barech, skupina F

Typ střeva	$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
EW-D 45	1 454,3	1 440,4	1 468,1	13,8
EW-D-KD 47	1 295,0	1 274,2	1 301,9	10,6
Betan SP 45	1 906,7	1 883,6	1 925,2	13,1

$s_x$  - směrodatná odchylka, Min - minimální naměřená hodnota,  
Max - maximální naměřená hodnota,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr

Graf 31: Grafické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků, skupina F



Při statistickém vyhodnocení tlaku při prasknutí byl vliv materiálu pro skupinu celulóзовých – plastových střev statisticky nevýznamný na hladině významnosti  $p < 0,05$  a pro skupinu nejedlých kolagenových – plastových střev statisticky významný na hladině významnosti  $p < 0,05$  ( $P = 3,1 \cdot 10^{-3}$ ). Vliv kalibru byl statisticky nevýznamný na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

Při měření bylo zjištěno, že největší odolnost v tlaku prokázaly vzorky plastových střev. U některých z nich dokonce nedošlo k jejich prasknutí. Můžeme tedy souhlasit s Kačeňákem (1990) i Finkem (2005), kteří došli ve svých pracích ke stejným závěrům. Měření odolnosti v tlaku prokázala u celulóзовých střev shodu s Kučerou (2005), který řadí celulóзовá a nejedlá kolagenová střeva mezi nejméně odolná proti prasknutí. Naopak tomu bylo u nejedlých kolagenových střev, kde získané výsledky shodu s Kučerou (2005) neprokázaly. Některé vzorky nejedlých kolagenových střev dosáhly téměř stejné odolnosti jako vzorky plastových střev. Můžeme tedy souhlasit s Masseyem (2003), který uvádí, že tato odolnost proti prasknutí je významně ovlivněna typem použitého materiálu, což potvrdili i Harper *et al.* (2012) ve svém článku, kde uvádějí, že kolagenová střeva jsou proti

přirodním střevům odolnější proti prasknutí a pevnější. Jejich větší odolnost je způsobena pevností kolagenových vláken ve struktuře střeva.

Při hodnocení této vlastnosti se Kučera (2005) shoduje Schaferem (1998), protože oba publikovali, že odolnost střev proti prasknutí je nejvíce ovlivněna vstupním materiálem a tloušťkou stěny střeva. Naše měření to potvrzují, protože největší odolnost byla naměřena u plastových střev, kde je to podle Ducháčka (2006) dáno vlastnostmi použitých polymerů. Odolnost proti prasknutí hodnotí Wu a Chi (2007) jako jednu z nejdůležitějších technologických vlastností, protože zajišťuje ochranu masného výrobku před poškozením během výroby, transportu a skladování. Tím také výrobek chrání před kontaminací z vnějšího prostředí.

### 5.1.5 Tloušťka stěny a ložená šířka

Z hlediska vhodnosti typů střev pro jejich použití jako obalů v masném průmyslu nejsou tyto hodnoty významné. Na významu by ovšem nabyly v případě posuzování finančních nákladů na výrobu jednotlivých typů střev, které ale není předmětem této práce. Naměřené hodnoty byly uvedeny v tabulce 31.

Tabulka 31: Přehled tloušťky stěn a ložených šířek vzorků, skupina A – F

Skup.	Typ střeva	Tloušťka stěny (μm)	Ložená šířka (mm)	Skup.	Typ střeva	Tloušťka stěny (μm)	Ložená šířka (mm)
A	EUR 36	97	54,7	D	F2-T- K 36	133	61,6
A	Betan SP 35	83	63,3	D	F9 -T- K 38	105	61,6
A	Betan SL 35	55	62,7				
B	LC 54,9	180	91,2	E	R2 65	402	99,2
B	Betan SP 55	97	100,9	E	R2L-D 50	416	82,1
B	Betan 55	111	100,3	E	R2L-KD 47	360	77,5
C	CCDeIP 85,2	235	139,1	E	Betan 65	111	116,3
C	Betan SP 82	83	150,5	E	Betan 50	111	93,5
C	Betan 82	125	154,5	E	Betan 47	105	87,8
D	KRA-R2L 38	277	65,0	F	EW-D 45	235	73,0
D	R2L-D-KD 38	332	67,3	F	EW-D-KD 47	382	79,8
D	Betan SP 35	83	63,3	F	Betan SP 45	83	79,8



Naměřené hodnoty neměly vypovídající charakter, protože u nejedlých kolagenových střev a u věnčených střev, nelze tyto hodnoty přesně změřit. U kolagenových střev tomu bránila nerovnoměrná hustota pevné složky v kolagenovém střevě a u věnčitých zase změny ve struktuře střeva při výrobním procesu věnčení. Z těchto důvodů byly hodnoty zobrazeny v tabulce 31, ale nebyly graficky ani statisticky vyhodnocovány. Ale i tady můžeme souhlasit s Masseyem (2003), že tloušťka stěny střeva výrazně ovlivňuje jeho propustnost kyslíku, vodní páry, pevnost v tahu, pružnost a také odolnost proti prasknutí.

### **5.1.6 Aplikační zkoušky**

V této kapitole bylo prováděno hodnocení vybraných vlastností (jmenovitý kalibr, kalibr po naražení a loupateľnost), které jsou důležité pro vlastní použití střeva ve výrobním procesu zákazníka. Měřením a testováním bylo zjištěno, že tyto vyhodnocované vlastnosti lze ovlivňovat, jak ve výrobním procesu střeva, tak i při vlastní výrobě masných výrobků. Z těchto důvodů nebylo možné rozdělit dané vzorky na vyhovující a nevyhovující. Průběh testování byl zachycen na obrázku 14, obrázku 15 a obrázku 16.

#### **a) Jmenovitý kalibr**

Všechny testované vzorky střev splňovaly předepsané hodnoty pro jmenovitý kalibr. Tyto hodnoty byly uvedeny ve výrobních specifikacích a byly pravidelně kontrolovány při výrobě. Střeva nevyhovující specifikacím byla z výroby ihned vyřazována. Testované vzorky byly před samotnými aplikačními zkouškami zkontrolovány a všechny odpovídaly daným specifikacím. Wu a Chi (2007) potvrzují naše zjištění, že hodnota jmenovitého kalibru je nejvíce ovlivněna při výrobě střeva.

#### **b) Kalibr po naražení**

Při dodržení všech předepsaných postupů popisujících průběh narážení díla do střev bylo u všech testovaných vzorků dosaženo požadovaných kalibrů po naražení dle specifikací výrobků (obrázek 14, obrázek 15). Právě nutnost dodržovat předepsané postupy při přípravě střev před narážením a v průběhu

narážení zmiňují Kučera (2005) i Ingr (2003). Oba tímto podmiňují dosažení požadovaného tvaru, vzhledu, kvality a hlavně údržnosti masných výrobků. Průběh našeho zkušebního narážení toto jednoznačně potvrdil. Vzorčky plastových střev prokázaly vynikající pružnost, která podle Steinhausera *et al.* (1995) umožňuje jejich přerážení až o 12 %. Při tomto přerážení dojde k žádoucímu pružení a střevo jde naproti náplni. Tímto je zabráněno vzniku zkrácení a podlití finálního výrobku.

Tabulka 32: Přehled jmenovitých a narážecích kalibrů, skupina A – F

Skupina	Typ střeva	Jmenovitý kalibr (mm)	Narážecí kalibr (mm)	Skupina	Typ střeva	Jmenovitý kalibr (mm)	Narážecí kalibr (mm)
A	EUR 36	36	35,5	D	F2-T-K 36	36	38
A	Betan SP 35	35	37	D	F9- T-K 38	38	40
A	Betan SL 35	35	37				
B	LC 54,9	54,9	55 – 57	E	R2 65	65	66 – 70
B	Betan SP 55	55	59	E	R2L-D 50	50	53 – 55
B	Betan 55	55	58	E	R2L-KD 47	47	47 – 50
C	CCDeIP 85,2	85,2	87	E	Betan 65	65	67
C	Betan SP 82	82	88	E	Betan 50	50	54
C	Betan 82	82	89	E	Betan 47	47	51
D	KRA-R2L 38	38	38 – 40	F	EW-D 45	45	45,5 – 48,5
D	R2L-D-KD 38	38	38 – 41	F	EW-D-KD 47	47	47 – 50
D	Betan SP 35	35	37	F	Betan SP 45	45	48

### c) Loupatelnost

Loupatelnost byla vyhodnocována v podélném a příčném směru. Podle výsledku testování bylo konstatováno, že nejlepší loupateľnosti v obou směrech dosahovaly vzorky celulózových střev. Zvláště vzorek EUR 36, kde je loupateľnost jeho velkou výhodou. Velmi dobré loupateľnosti dosahovaly i vzorky nejedlých kolagenových střev. Vzorky plastových střev sice nevykazovaly, tak dobrou loupateľnost jako vzorky předchozích typů, ale i jejich loupateľnost byla hodnocena také jako dobrá (obrázek 16). Podle výsledku provedených testů lze souhlasit s Kučerou (2005), který uvádí, že správnou a pečlivou volbou impregnace,

Ize dosáhnout u plastových střev téměř stejné loupateľnosti jako u střev celulóových a nejedlých kolagenových.

Obrázek 14: Aplikační zkoušky – narážení



Zdroj: autor

Obrázek 15: Aplikační zkoušky – měření kalibru po naražení



Zdroj: autor

Obrázek 16: Aplikační zkoušky – loupateľnosť



Zdroj: autor

## 6. ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo posouzení možnosti substituce celulóзовých a nejedlých kolagenových střev střevy plastovými. Byla provedena analýza sortimentu těchto střev ve výrobním závodě společnosti Viscofan CZ s.r.o. v Českých Budějovicích. Viscofan CZ s.r.o je výrobcem všech tří typů střev. Analýza byla zaměřena na vybrané technologické vlastnosti střev, které ovlivňují jejich použití v masném průmyslu.

Vzrůstající nedostatek základních surovin pro výrobu přírodních, celulóзовých a nejedlých kolagenových střev vede ke stále častějšímu používání střev plastových. Všichni výrobci si uvědomují potenciál trhu celulóзовých a nejedlých kolagenových střev. Z těchto důvodů by možnost náhrady těchto střev plastovými střevy byla pro všechny výrobce velkou příležitostí pro uplatnění jejich plastových střev na trhu s obaly pro masné výrobky.

Z provedené analýzy vyplynulo několik zajímavých zjištění. Porovnání jejich pevnosti v tahu, dosaženého prodloužení (pružnosti) a odolnosti proti prasknutí ukázalo, že vezmeme-li v úvahu pouze tyto vlastnosti, mohla by být celulóзовá a nejedlá kolagenová střeva nahrazena střevy plastovými. Plastová střeva prokázala lepší pevnost v tahu, vynikající pružnost a také odolnost proti prasknutí. V tomto ohledu by použití plastových střev přispělo ke zlepšení průběhu procesu výroby masných výrobků, hlavně při narážení a následném tepelném opracování.

Na druhé straně při porovnání propustnosti kyslíku a vodní páry jednotlivých typů střev je výsledek opačný. Celulóзовá a nejedlá kolagenová střeva vykázala téměř absolutní propustnost pro kyslík a vodní páru. Naproti tomu plastová střeva potvrdila své vynikající bariérové vlastnosti. Propustnost kyslíku a vodní páry plastových střev je velmi nízká. Výhodou nízké propustnosti je možnost dosažení delší údržnosti masných výrobků balených do plastových střev. Zaměříme-li se pouze na tyto vlastnosti, není možné celulóзовá a nejedlá kolagenová střeva nahradit střevy plastovými.

Závěrem můžeme říci, že v analyzovaném sortimentu společnosti nejsou v současné době žádné vhodné typy plastových střev použitelných jako náhrada celulóзовých a nejedlých kolagenových střev. Jak bylo uvedeno výše, splňují sice

plastová střeva požadavky na pevnost v tahu, pružnost a odolnost proti prasknutí, ale ohledně propustnosti kyslíku a vodní páry jsou nevyhovující. Propustnost kyslíku a vodní páry totiž patří mezi největší přednosti celulózových a nejedlých kolagenových střev, které určují použití pro různé salámové a uzené aplikace. O možné náhradě můžeme uvažovat pouze u takových masných výrobků, kde není požadováno uzení, zrání a sušení tzn. tam, kde nedochází k pronikání kyslíku a kouře do výrobku nebo unikání vodní páry z výrobku. Mezi tyto výrobky lze zařadit různé vařené produkty nebo produkty s požadovanou dlouhou údržností.

Tato analýza sice nenašla vhodné typy plastových střev použitelných jako kompletní náhrada střev celulózových a střev nejedlých kolagenových, ale poskytla ucelené porovnání sledovaných produktů s ohledem na jejich technologické vlastnosti a může být použita pro navazující práce při vývoji nových typů plastových střev v budoucnosti.

## 7. SUMMARY

The aim of this thesis was to explore the possibility of the substitution of cellulose and non – edible collagen casings by plastic casings. An analysis of the range of the casings was carried out in the company Viscofan CZ Ltd. in České Budejovice. Viscofan CZ Ltd. is a manufacturer of all three types of casings. The analysis was focused on selected technological properties of the casings, which affect their usage in the meat industry.

The growing shortage of basic raw materials for the production of natural, cellulosic and non – edible collagen casings leads to increasing the use of plastic casings. All manufacturers realize the potential of cellulosic and non – edible collagen casings. For these reasons, the possibility of replacing these casings by plastic casings is a great opportunity for all manufacturers, who can thus put their plastic casings on the meat products packaging market.

The analysis revealed some interesting findings. The comparison of tensile strength, achieved elongation (elasticity) and resistance to breakage showed that, if we take into account only these properties, cellulosic and non – edible collagen casings could be replaced with plastic casings. Plastic casings showed better tensile strength, excellent flexibility and resistance to breakage. In this regard, the use of plastic casings helped to improve the process of production of meat products, especially in the case of pushing and subsequent thermal treatment.

On the other hand, when comparing the oxygen permeability and water vapor transmission rate of casings, the result is different. Cellulose and non – edible collagen casings showed almost absolute permeability to oxygen and water vapor. In contrast, plastic casings confirmed their excellent barrier properties. Oxygen permeability and water vapor of plastic casings is very low. The advantage of low permeability is the possibility to achieve a longer shelf – life of meat products packaged in plastic casings. If we focus only on these properties, it is not possible for cellulosic and non – edible collagen casings to be replaced with plastic casings.

We conclude that in the analyzed range of the company there are currently no suitable types of plastic casings which could be used as a replacement of cellulosic and non – edible collagen casings. As mentioned above, namely



the plastic casings meet the requirements for the tensile strength, flexibility and resistance to breakage. Oxygen and water vapor permeability, however, are unsatisfactory, because these qualities are one of the biggest advantages of cellulosic and non – edible collagen casings, which determine the use for different salami and smoked products applications. The replacement can be considered only for meat products, where smoking, curing and drying are not required, i.e. where there is no penetration of smoke and oxygen into the product or escape of water vapor from the product. These products may include various cooked products or products with a long shelf life.

Although this analysis did not find suitable types of plastic casings can be used as a complete replacement cellulosic and non-edible collagen casings, but provided a comprehensive comparison of products monitored with regard to their technological properties and can be used for follow-up work in the development of new types of plastic casings in the future.

## 8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

### LITERÁRNÍ ZDROJE

1. BARBUT, S. (2010). Microstructure of natural, extruded and co – extruded collagen casings before and after heating. *Italian Journal of Food Science*, 2: 126 – 133.
2. BARBUT, S. (2011). Sausage casings – microstructure of regular and coated cellulose, fabric and plastic casings. *Italian Journal of Food Science*, 2: 208 – 213.
3. BUDIG, J. (2009). Obal prodává, chrání a informuje. *Maso*, 4: 6 – 12.
4. ČESKÝ SVAZ ZPRACOVATELŮ MASA. Zásady správné výrobní a hygienické praxe pro masnou technologii. ČSZM v Praze, 2002. 66 s.
5. DJORDJEVIC, M., BACIC, M., PETRICEVIC, M., *et al.* (2003). Social, political, and economic factors responsible for the reemergence of *Trichinellosis* in Serbia. *Journal of Parasitology*, 2: 226 – 331.
6. DONG, U., BYUNGROK, M.: Packaging and Storage. Handbook of Fermented Meat and Poultry. (ed. F. Toldrá). Oxford, UK: Blackwell Publishing 2007, 576 s. ISBN 978 – 0 – 8138 – 1477 – 3.
7. DUAN, R., *et al.* (2010). Different thermostability of collagens from scale of carp. *Journal of Food Biochemistry*, 6: 1275 – 1287.
8. DUCHÁČEK, V.: Polymery – výroba, vlastnosti, zpracování, použití. 2.vyd., Praha: VŠCHT 2006. 280 s. ISBN 80 – 7080 – 617 – 6.
9. EFFENBERGER, G. (1995). Plastic sausage casings – present development trends. *Fleischwirtschaft*, 3: 235.
10. FINK, J., K.: Reactive polymers fundamentals and applications. William Andrew Publishing Norwich USA, 2005. 809 s. ISBN 0 – 8155 – 1515 – 4.
11. HARPER, B. A., BARBUT, S., LIM, L., *et al.* (2012). Microstructural and textural investigation of variour manufactured collagen sausage casings. *Food Research International*, 1: 494 – 500.

12. HENDERSON, WF., DIETRICH, HE. (1926). Cellulose sausage casings. *Industrial and Engineering Chemistry*, 18: 1190 – 1194.
13. HENZE, H. (2002).: Umělá střeva – přehled a trendy. *Maso*, 4: 6 – 9.
14. HEW, CM., HAJMEER, MN., FARVER, TB., *et al.* (2006). Pathogen survival in chorizos: Ecological factors. *Journal of Food Protection*, 5: 1087 – 1095.
15. HOLCK, A., L. AXELSSON, L., RODE, T., M. *et al.* (2011). Redusction of verotoxigenic *Escherichia coli* in production of fermented sausages. *Meat Science*, 3: 286 – 295.
16. INGR, I.: *Produkce a zpracování masa. První.* Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. 202 s. ISBN 80 – 7157 – 719 – 7.
17. INGR, I.: *Technologie masa. 1.vyd.* Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1996. 90 s. ISBN 80 – 7157 – 193 – 8.
18. INGR, I.: *Technologie živočišných produktů II*, Praha: Státní pedagogické nakladatelství 1978.
19. KAČEŇÁK, I.: *Obaly a obalová technika. 1.vyd., SVŠT Bratislava*, 1990. 179 s. ISBN 80 – 227 – 0301 – X.
20. KUČERA, F.: *Uzenářské obaly.* Praha: Agral – Praha 2005. 205 s. ISBN 80 – 239 – 5953 – 0.
21. LÁT, J., *Technologie masa. 2. přepracované a doplněné vydání*, Praha – SNTL, 1984. 662 s.
22. MAKOVEC, R. (2010): O kroužek dále. *Maso*, 5: 28 – 29.
23. MASSEY, L., K., *Permeability Properties of Plastic and Elastomers. Second Edition.* William Andrew Publishing Norwich USA, 2003. 601 s. ISBN 1 – 884207 – 97 – 9.
24. MULLER, WD. (2000). Influence of different smoking methods and condotions on the quality of canned frankfurters. *Fleischwirtschaft*, 3: 75 – 77.

25. NEETOO, H., YE, M., CHEN, H. (2008). Potential antimicrobials to control *Listeria monocytogenes* in vacuum – packed cold – smoked salmon pate and filets. *International Journal of Food Microbiology*, 3: 220 – 227.
26. PIPEK, P.: Technologie masa II. 1.vyd. Praha: Karmelitánské nakladatelství, 1998. 260 s. ISBN 80 – 7192 – 283 – 8.
27. PIPEK, P.; JIROTKOVÁ, D.: Hodnocení jakosti, zpracování a zbožiznalství živočišných produktů: Hodnocení a zpracování masa, drůbeže, vajec a ryb. České Budějovice: Jihočeská univerzita V Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2001. 136 s. ISBN 80 – 7040 – 490 – 6.
28. POEHLMANN, M., HITZEL, A., SCHWAEGELE, F., *et al.*(2012). PAH contents in hot Frankfurter – type sausages influence of type of casing and fat content on the contents of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and phenolic substances. *Fleischwirtschaft*, 10: 105 – 113.
29. PYRCZ, J., JANITZ, W., BALCERZAK, K., *et al.* (1994). The influence of protective casing on dry sausage quality. *Fleischwirtschaft*, 3: 316 – 319.
30. REIMOLD, F., NOTHNAGEL, C., THIEMIG, F. (2010). Suitability of casing material for fermented sausages used at unsteady climate conditions. *Fleischwirtschaft*, 12: 87 – 92.
31. SCHAFFER, E. (1998). Special casings make the manufacture of meat products easier. *Fleischwirtschaft*, 6: 662 – 663.
32. STEINHAUSER, L. *et al.*: Produkce masa. 1.vyd., Brno: LAST 2000. 464 s. ISBN 80 – 900260 – 7 – 9.
33. STEINHAUSER, L. *et al.*: Hygiena a technologie masa. 1.vyd., Brno: LAST 1995. 664 s. ISBN 80 – 900260 – 4 – 4.
34. THIEMIG, F., KORDEL, K. (1997). Factors influencing the tenderness of edible sausage casings. *Fleischwirtschaft*, 11: 976.
35. TREŠL, V. (2008). Obal jako součást výrobku. *Svět balení*, 5: 18 – 19.
36. VALCHAŘ, P.: Kvalita surovin v masné výrobě. Praha: FPBT – VŠCHT 2003. 184 s.

37. Viscofan CZ: Interní materiály. 2012.
38. WILFER, R. (2004). Plastic casings – casings as an important component in the quality and production of sausages. *Fleischwirtschaft*, 11: 70 – 71.
39. WU, Y., C., CHI, S., P.: Casings. Handbook of Fermented Meat and Poultry. (ed. F. Toldrá). Oxford, UK: Blackwell Publishing 2007. 576 s. ISBN 978 – 0 – 8138 – 1477 – 3.
40. ŽIŽKOVÁ, J. (2009a). Balení potravin – Když obal prodává uzeniny. *Svět balení*, 5: 11.
41. ŽIŽKOVÁ, J. (2009b). Obaly na uzeniny s přidanou hodnotou. *Maso*, 4: 18 – 19.
42. ZHANG, J., DUAN, R., YE, CH., *et al.* (2010). Isolation and characterization of collagens from scale of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Journal of Food Biochemistry*, 6: 1343 – 1354.

#### **INTERNETOVÉ ZDROJE**

1. Balení v obchodě: Obal jako součást výrobku [online]. Dostupné na:  
<http://www.svetbaleni.cz/baleni-v-obchode/balen-v-obchod-obal-jako-soucast-vyrobku.htm>.
2. Balení do ochranné atmosféry [online]. Dostupné na:  
<http://messergroup.com/cz/Prospekty/Prospekty-potravinarstvi/C-Prenos-citrix-baleni.X:pdf>.
3. Máme se bát masných výrobků? [online]. Dostupné na  
<http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=1074>.
4. Produkty [online]. Dostupné na <http://www.viscofan.cz/produkty>
5. HS the home of fine collagen casings [online]. Dostupné na:  
[http://www.hscasings.it/en/applicazioni/index\\_applicazioni.html](http://www.hscasings.it/en/applicazioni/index_applicazioni.html)

## 9. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BRC – British Retail Consortium

Betan 47 – obchodní název plastového polyamidového střeva se specifikací kalibru

Betan 50 – obchodní název plastového polyamidového střeva se specifikací kalibru

Betan 55 – obchodní název plastového polyamidového střeva se specifikací kalibru

Betan 65 – obchodní název plastového polyamidového střeva se specifikací kalibru

Betan 82 – obchodní název plastového polyamidového střeva se specifikací kalibru

Betan SL 35 – obchodní název plastového polyamidového střeva se specifikací kalibru

Betan SP 35 – obchodní název plastového polyamidového střeva se specifikací kalibru

Betan SP 45 – obchodní název plastového polyamidového střeva se specifikací kalibru

Betan SP 55 – obchodní název plastového polyamidového střeva se specifikací kalibru

Betan SP 82 – obchodní název plastového polyamidového střeva se specifikací kalibru

CCDeIP 85,2 – obchodní název celulóзовého střeva se specifikací kalibru

CE – close end (uzavřený konec)

DELIPAK-C – obchodní název celulóзовého střeva

EUR 36 – obchodní název celulóзовého střeva se specifikací kalibru

EW-D 45 – obchodní název nejdleho kolagenového střeva se specifikací kalibru

EW-D-KD 47 – obchodní název nejdleho kolagenového střeva se specifikací kalibru

F2-T-KD 36 – obchodní název plastového polyamidového střeva se specifikací kalibru

F9-T-KD 38 – obchodní název plastového polyamidového střeva se specifikací kalibru

HACCP – Hazard Analysis and Critical Control Point (Analýza nebezpečí a kritické kontrolní body)

ISO – International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro standardizaci)

KRA-R2L 38 – obchodní název nejdleho kolagenového střeva se specifikací kalibru

LC 54,9 – obchodní název celulóзовého střeva se specifikací kalibru

mm Hg – milimetry rtuťového sloupce

PA – polyamid

PAU – polycyklické aromatické uhlovodíky

PES – polyester

PVDC – polyvinylidenchlorid

R&D – Research and Development (Výzkum a Vývoj)

RTU – ready to use (připraveno k použití)

R2 – obchodní název nejdleho kolagenového střeva se specifikací kalibru

R2L-D 50 – obchodní název nejedlého kolagenového střeva se specifikací kalibru

R2L-D-KD 38 – obchodní název nejedlého kolagenového střeva se specifikací kalibru

R2L-KD 47 – obchodní název nejedlého kolagenového střeva se specifikací kalibru

$s_x$  – směrodatná odchylka

$\bar{x}$  – aritmetický průměr



## 10. SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

### Seznam obrázků

Obrázek 1: Postup výroby celulózových střev .....	12
Obrázek 2: Postup výroby kolagenových střev .....	18
Obrázek 3: Postup výroby polyamidových střev .....	24
Obrázek 4: Zkušební přístroj Mocon Oxtran 2/21 na měření propustnosti kyslíku .....	35
Obrázek 5: Zkušební přístroj Mocon Permatran W 1/50 G na měření propustnosti vodní páry .....	36
Obrázek 6: Zkušební přístroj Instron 3365 na měření pevnosti v tahu.....	37
Obrázek 7: Měření ložené šířky střeva .....	38
Obrázek 8: Skupina A.....	41
Obrázek 9: Skupina B .....	41
Obrázek 10: Skupina C .....	42
Obrázek 11: Skupina D.....	42
Obrázek 12: Skupina E .....	43
Obrázek 13: Skupina F .....	43
Obrázek 14: Aplikační zkoušky – narážení .....	91
Obrázek 15: Aplikační zkoušky – měření kalibru po narážení.....	92
Obrázek 16: Aplikační zkoušky – loupateľnost .....	93

### Seznam tabulek

Tabulka 1: Statistické vyhodnocení propustnosti kyslíku v $\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina A .....	44
Tabulka 2: Statistické vyhodnocení propustnosti kyslíku v $\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina B.....	45

Tabulka 3: Statistické vyhodnocení propustnosti kyslíku v $\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina C.....	46
Tabulka 4: Statistické vyhodnocení propustnosti kyslíku v $\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina D .....	48
Tabulka 5: Statistické vyhodnocení propustnosti kyslíku v $\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina E.....	49
Tabulka 6: Statistické vyhodnocení propustnosti kyslíku v $\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina F.....	50
Tabulka 7: Statistické vyhodnocení propustnosti vodní páry v $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina A .....	52
Tabulka 8: Statistické vyhodnocení propustnosti vodní páry v $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina B.....	54
Tabulka 9: Statistické vyhodnocení propustnosti vodní páry v $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina C.....	55
Tabulka 10: Statistické vyhodnocení propustnosti vodní páry v $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina D .....	56
Tabulka 11: Statistické vyhodnocení propustnosti vodní páry v $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina E.....	58
Tabulka 12: Statistické vyhodnocení propustnosti vodní páry v $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ hodin}^{-1}$ , skupina F.....	59
Tabulka 13: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina A.....	61
Tabulka 14: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina A .....	63
Tabulka 15: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina B.....	64
Tabulka 16: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina B.....	66

Tabulka 17: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina C .....	67
Tabulka 18: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina C.....	69
Tabulka 19: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina D.....	70
Tabulka 20: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina D .....	72
Tabulka 21: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina E .....	73
Tabulka 22: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina E.....	75
Tabulka 23: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina F .....	76
Tabulka 24: Statistické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina F .....	78
Tabulka 25: Statistické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků, skupina A.....	80
Tabulka 26: Statistické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků v barech, skupina B.....	82
Tabulka 27: Statistické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků v barech, skupina C.....	83
Tabulka 28: Statistické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků, skupina D.....	84
Tabulka 29: Statistické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků v barech, skupina E.....	85
Tabulka 30: Statistické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků v barech, skupina F.....	86
Tabulka 31: Přehled tloušťky stěn a ložených šířek vzorků, skupina A – F.....	88
Tabulka 32: Přehled jmenovitých a narážecích kalibrů, skupina A – F.....	90

## Seznam grafů

Graf 1: Hlavní typy střev podle podílu na trhu .....	10
Graf 2: Grafické vyhodnocení propustnosti kyslíku, skupina A .....	45
Graf 3: Grafické vyhodnocení propustnosti kyslíku, skupina B.....	46
Graf 4: Grafické vyhodnocení propustnosti kyslíku, skupina C.....	47
Graf 5: Grafické vyhodnocení propustnosti kyslíku, skupina D .....	48
Graf 6: Grafické vyhodnocení propustnosti kyslíku, skupina E.....	49
Graf 7: Grafické vyhodnocení propustnosti kyslíku, skupina F .....	50
Graf 8: Grafické vyhodnocení propustnosti vodní páry, skupina A .....	53
Graf 9: Grafické vyhodnocení propustnosti vodní páry, skupina B .....	54
Graf 10: Grafické vyhodnocení propustnosti vodní páry, skupina C.....	55
Graf 11: Grafické vyhodnocení propustnosti vodní páry, skupina D .....	57
Graf 12: Grafické vyhodnocení propustnosti vodní páry, skupina E.....	58
Graf 13: Grafické vyhodnocení propustnosti vodní páry, skupina F .....	59
Graf 14: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina A.....	62
Graf 15: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina A .....	63
Graf 16: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina B.....	65
Graf 17: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina B.....	66
Graf 18: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina C.....	68
Graf 19: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina C.....	69

Graf 20: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina D.....	71
Graf 21: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina D .....	72
Graf 22: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina E .....	74
Graf 23: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina E.....	75
Graf 24: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v podélném směru, skupina F .....	77
Graf 25: Grafické vyhodnocení pevnosti v tahu a dosaženého prodloužení vzorků v příčném směru, skupina F .....	78
Graf 26: Grafické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků, skupina A.....	81
Graf 27: Grafické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků, skupina B .....	82
Graf 28: Grafické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků, skupina C .....	83
Graf 29: Grafické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků, skupina D.....	84
Graf 30: Grafické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků, skupina E .....	86
Graf 31: Grafické vyhodnocení tlaku při prasknutí vzorků, skupina F.....	87