UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
LÉKAŘSKÁ FAKULTA
Ústav veřejného zdravotnictví

Bc. Tereza Vosáhlová

Environmentální dopady konzumace masa ve světě

Diplomová práce

Vedoucí práce:
doc. MUDr. Alena Petráková, CSc.

Olomouc 2022

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně, s využitím pouze citovaných zdrojů v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Olomouc 31. března 2022 _____

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala především vedoucí diplomové práce doc. MUDr. Aleně Petrákové, CSc., za odborné vedení diplomové práce, poskytování cenných rad, za ochotu a pomoc, kterou mi poskytla při zpracování předložené práce.

Ráda bych také poděkovala Mgr. Tomášovi Brabencovi za spolupráci při zpracování výzkumné části. V neposlední řadě bych ráda poděkovala rodině za trpělivost a podporu během vysokoškolského studia.

OBSAH

ÚVOD **6**
1 CÍLE PRÁCE A REŠERŠNÍ STRATEGIE **8**
1.1 VÝZKUMNÉ OTÁZKY 8
1.2 KLÍČOVÁ SLOVA 8
1.3 REŠERŠNÍ STRATEGIE 8
2 ÚVOD DO PROBLEMATIKY, HISTORIE KONZUMACE MASA **11**
3 ROLE MASA VE VÝŽIVĚ ČLOVĚKA **14**
3.1 SACHARIDY 14
3.2 BÍLKOVINY 15
3.3 TUKY 18
3.4 MINERÁLY 21
3.4.1 Draslík *22*
3.4.2 Fosfor *22*
3.4.3 Sodík *22*
3.4.4 Hořčík *22*
3.4.5 Zinek *23*
3.4.6 Selen *23*
3.4.7 Železo *23*
3.5 VITAMINY 24
3.5.1 Thiamin *24*
3.5.2 Riboflavin *24*
3.5.3 Niacin *25*
3.5.4 Vitamin B6 (pyridoxin) *25*
3.5.5 Vitamin B12 (Cyanokobalamin) *25*
3.5.6 Vitamin A *25*
4 VLIV KONZUMACE MASA NA ZDRAVÍ **26**
4.1 ZPRACOVANÉ A NEZPRACOVANÉ MASO 26
4.2 ZDRAVOTNÍ RIZIKA SOUVISEJÍCÍ S KONZUMACÍ MASA 27
4.3 DIABETES MELLITUS 2. TYPU 28
4.4 KARDIOVASKULÁRNÍ ONEMOCNĚNÍ 29
4.4.1 Cévní mozková příhoda *30*
4.4.2 Ischemická choroba srdeční *30*
4.4.3 Srdeční selhání *30*
4.5 KOLOREKTÁLNÍ KARCINOM 30
4.6 KARCINOM PRSU 31
4.7 ÚMRTNOST 32
5 VLIV SPOTŘEBY MASA NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ **33**
5.1 CELOSVĚTOVÁ SPOTŘEBA MASA, SPOTŘEBA MASA V ČESKÉ REPUBLICE 33
5.2 OVZDUŠÍ 35
5.3 VODA 36

5.4 PŮDA ... 37
5.5 LESY ... 38
5.6 BIODIVERZITA ... 38
6 PSYCHOSOCIÁLNÍ ASPEKTY MASNÉHO PRŮMYSLU ... 40
6.1 MODERNÍ PŘÍSTUP „ONE HEALTH" – „JEDNO ZDRAVÍ" ... 40
6.2 ETICKÉ ASPEKTY A ŽIVOTNÍ PODMÍNKY ZVÍŘAT ... 41
6.3 UDRŽITELNĚJŠÍ STRAVOVÁNÍ ... 42
6.3.1 Problematika snížení konzumace masa a masných výrobků ... 42
6.3.2 Kroky k udržitelnějšímu stravování ... 43
6.3.3 Semivegetariánská a flexitariánská strava ... 44
7 BUDOUCNOST MASA ... 46
7.1 DEFINICE A PROCES VÝROBY BUNĚČNÉHO MASA ... 46
7.2 BUNĚČNÉ MASO V ČESKÉ REPUBLICE ... 47
8 VÝZKUMNÁ ČÁST ... 48
8.1 CÍLE PRÁCE ... 48
8.2 HYPOTÉZY ... 48
8.3 METODIKA VÝZKUMU ... 49
8.4 ZPRACOVÁNÍ DAT ... 49
8.5 VÝSLEDKY ... 51
8.6 TESTOVÁNÍ HYPOTÉZ ... 79
DISKUZE ... 83
ZÁVĚR ... 90
ANOTACE ... 93
SOUPIS BIBLIOGRAFICKÝCH CITACÍ ... 94
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK ... 102
SEZNAM TABULEK ... 104
SEZNAM GRAFŮ ... 105
SEZNAM OBRÁZKŮ ... 107

ÚVOD

V současné době patří konzumace (respektive vyřazování) masa mezi velmi diskutovaná témata. Čím dál více lidí (zejména mladých dospělých) přemýšlí nad tím, jaký může mít jejich životní styl, a především jejich výživové návyky, vliv na planetu. Do popředí se dostává semivegetariánský typ stravování jakožto jeden z nejzdravějších stylů výživy (Willett, et al., 2019; Wallis 2017).

Populace roste celosvětově a s ní i produkce a spotřeba masa. Globální průměrná spotřeba masa na obyvatele se zvyšuje, a to nejen díky růstu populace, ale i růstu průměrného platu. Konzumace masa ovlivňuje životní prostředí a také lidské zdraví.

Masná produkce je jedním z nejvýznamnějších faktorů, kterým lidstvo ovlivňuje životní prostředí: kácí se lesy za účelem rozšíření pastvin a orné půdy pro krmení zvířat. Živočišná produkce je hlavním zdrojem skleníkových plynů, v některých oblastech je hlavním spotřebitelem pitné vody, což může způsobit erozi půdy (Godfray, et al., 2018).

Maso je cenným zdrojem bílkovin a v rozvojových zemích je nezastupitelnou součástí jídelníčku (Godfray, et al., 2018). Nicméně stále se zvyšující spotřeba zejména červeného masa a masných produktů může mít negativní vliv na lidské zdraví. Nadměrná konzumace masa a masných výrobků je spojována s vyšším energetickým příjmem a vyšším příjmem tuků. Zároveň některé složky červeného masa a masa zpracovaného mohou zvyšovat riziko řady chronických neinfekčních onemocnění a předurčovat konzumenta ke vzniku některého druhu nádorového onemocnění (Key, et al., 2019; Salter, 2018; Willett, et al., 2019).

Předložená diplomová práce studuje vliv konzumace masa/masných produktů na zdraví člověka a životní prostředí. Diplomová práce je rozdělena na část teoretickou a část výzkumnou.

Teoretická část se dělí na sedm kapitol. V první kapitole je popsána historie konzumace masa a role masné stravy v evoluci člověka. Druhá kapitola se zabývá rolí masa ve výživě člověka. V kapitole jsou zmíněné makronutrienty a mikronutrienty, které maso obsahuje. Další kapitoly jsou zaměřeny na zásadní část diplomové práce – tedy na vliv konzumace masa na lidské zdraví a životní prostředí. Předposlední kapitola nastiňuje

problematiku psychosociálních aspektů masného průmyslu. Teoretická část je uzavřena kapitolou, která se věnuje nejnovějším trendům budoucí produkce masa.

Výzkumná část popisuje cíle a hypotézy výzkumu, metodiku výzkumu a techniku sběru dat.

Cílem předložené diplomové práce je na základě rešeršní strategie zhodnotit vliv masa a masných výrobků na lidské zdraví a životní prostředí. Současně porovnat jednotlivé styly stravování a popsat možnosti budoucí produkce masa a trend spotřeby jednotlivých druhů masa.

Předložená diplomová práce se zaměřuje na maso pocházející ze suchozemských obratlovců.

1 CÍLE PRÁCE A REŠERŠNÍ STRATEGIE

Cíle diplomové práce jsou následující: zhodnocení vlivu spotřeby masa na zdraví populace a životní prostředí, komparace stravování-konkrétně stravy obsahující maso, vegetariánství a středomořský styl a zhodnocení dopadů stravování na životní prostředí a zdraví jedince/populace. Práce současně popisuje budoucí produkci masa, udržitelnost a maso ze zkumavky.

Výzkumná/empirická část diplomové práce odpovídá na výzkumné otázky a ověřuje platnost hypotéz.

1.1 Výzkumné otázky

1) Jaký je vztah mezi produkcí (masný průmysl) a konzumací masa/masných výrobků (životní styl populace) a vlivem na životní prostředí?
2) Jak konzumace masa/masných výrobků ovlivňuje zdraví jedince/populace?

1.2 Klíčová slova

V ČJ: konzumace masa, červené maso, masné výrobky, zdraví, dopad na životní prostředí, budoucnost masa, dobré životní podmínky zvířat, udržitelnost

V AJ: meat consumption, red meat, meat products, health, environmental impact, future of meat, animal welfare, sustainability

1.3 Rešeršní strategie

Vyhledávání literárních zdrojů pro diplomovou práci bylo provedeno pomocí rešeršní strategie, kde jednotlivé kroky jsou znázorněny v grafické podobě (viz obr. č. 1, str. 11).

K vyhledávání byly využity následující databáze: PubMed, MEDVIK, Google Scholar, Web of Sciencs, Scopus.

V případě databáze Medvik byla použita klíčová slova v českém jazyce. Jelikož většina odborných článků bývá publikována v anglickém jazyce, pro ostatní databáze byla klíčová slova přeložena do angličtiny a zadávána tímto způsobem.

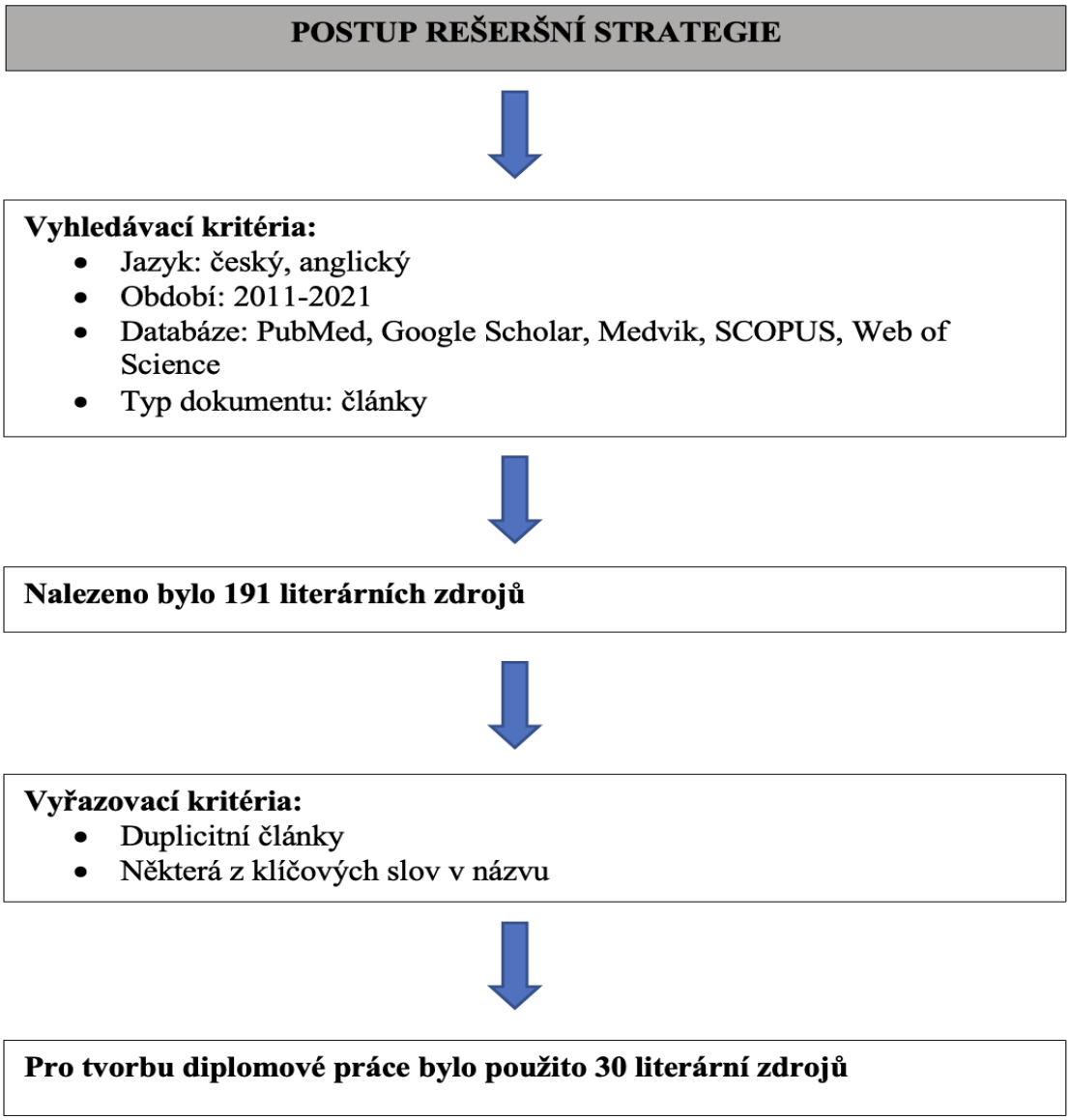
Pro rešerši byla využita následující vyhledávací kritéria:

- publikační období 2011-2021,
- jazyk český (v případě databáze Medvik), anglický,
- zařazeny byly pouze publikace, které zahrnovaly některá z klíčových slov v názvu.

Na základě rešeršní strategie bylo vyhledáno celkem 191 literárních zdrojů. Pro sepsání diplomové práce bylo zařazeno 30 relevantních zdrojů.

Datum provedení rešerše: 19.8.2021

Obrázek č. 1 – Rešeršní strategie



(Vosáhlová, 2021)

2 ÚVOD DO PROBLEMATIKY, HISTORIE KONZUMACE MASA

Antropologické zkoumání mnohokrát potvrdilo, že konzumace potravin živočišného původu (včetně masa) hrála významnou roli v evoluci našeho druhu. Archeologické a antropologické důkazy poukazují na evoluční adaptaci, kdy před 3 až 4 miliony let hominidé začali ustupovat z mokřadních lesů a stali se z nich dvounozí obyvatelé travnatých ploch. Travnaté prostředí bylo sušší, než na které byli hominidé zvyklí. V tomto novém prostředí byla strava hůře dostupná než v lesích, ale zato se zde vyskytovala pasoucí zvěř. Zpočátku lidé konzumovali uhynulá zvířata, která našli. Posléze se lidé uchýlili k přímému lovu. Takto velký přechod v oblasti stravování a životního stylu byl doprovázen fyziologickými a metabolickými adaptacemi, které vyvrcholily u moderního člověka (Mann, 2018).

Podle Mann došlo na základě změny způsobu života k následujícím proměnám (Mann, 2018):

- kraniodentální funkce = zmenšení stoliček a čelisti,
- vyšší energetické nároky na zvětšení mozkovny,
- změny trávicí soustavy,
- změny ve shánění potravy,
- specifické adaptace související se stravou.

Významnou morfologickou změnou hominidů bylo zvětšení mozku. O příčinách zvětšení mozku lze pouze spekulovat. Vetší mozek však má vyšší metabolické a chemické požadavky. Esenciální kyseliny linolová CLA (C18:2; n-6) a alfa-linolenová ALA (C18:3; n-3), z nichž se v těle vytvářejí kyseliny arachidonová ARA (C20:4; n-6), eikosapentaenová EPA (C20:5; n-3) a dokosahexaenová DHA (C22:6; n-3), jsou primární strukturou lidského mozku a mozkové kůry (Mann, 2018; Svačina, 2018). Dostupnost těchto mastných kyselin ve stravě umožnila postupný nárůst mozkové tkáně. Se zvětšením mozku tedy rostla potřeba zmíněných mastných kyselin a celkové energetické nároky těla (mozku). K udržení metabolické potřeby mozku se mohla uplatnit evoluční adaptace – zvýšení bazální metabolické rychlosti (Mann, 2018).

Se zařazováním masa do stravy došlo ke změně trávicí soustavy. Postupně se zmenšovala střeva a žaludek byl jednodušší. U raných hominidů byl problém s udržením energetických nároků mozku – strava byla zejména rostlinná s nízkým obsahem makronutrientů. Volně rostoucí ovoce, zelenina, kořeny a listy byly bohaté na vlákninu, avšak energeticky chudé a nedostačující. Řešením tedy bylo zařadit do stravy maso bohaté na bílkoviny a tuky (Mann, 2018). U raných hominidů byl předpokládaný příjem makronutrientů následovný: 22-40 % sacharidů, 19-35 % bílkovin a 28-47 % tuků (Cordain, et al., 2000).

Přechod od lovu a sběru k zemědělství začal na Blízkém východě před 10 000 lety a byl reakcí na rostoucí populaci a nedostatek velkých savců. Strava se skládala zejména z pěstované pšenice, ječmene, ovsa, rýže či kukuřice v závislosti na lokalitě. Styl stravování byl tedy bohatý na sacharidy a chudý na bílkoviny, což vedlo k fyziologickým stresům, snížení růstu, osteomalacii, zubním kazům apod. Změnil se také příjem mastných kyselin omega-6 a omega-3. Prvotní poměr (a ideální poměr) ve výživě byl 3:1 (omega-6:omega-3), postupně se však zvyšoval až na 12:1 ve prospěch omega-6 mastné kyseliny ze semenných olejů (Mann, 2018; Dinicolantonio a O'Keefe, 2018). Přechodem na zemědělství klesla i úroveň příjmu mikroživin (viz. tabulka č. 1) (Mann, 2018).

Tabulka č. 1 – Odhadovaný průměrný denní příjem makronutrientů a mikronutrientů v paleolitické době, u amerických občanů a u Australanů v dnešní době

Nutrienty	Příjem v Paleolitické době	Příjem v USA	Příjem u Australanů
Makronutrienty (%)			
Bílkoviny	37	15	17
Tuky	22	34	33
Sacharidy	41	51	46
Vitamíny (mg/den)			
Riboflavin (B2)	6,5	1,3-2,1	2,1
Kyselina listová (B9)	0,36	0,15-2,1	0,27
Thiamin (B1)	3,9	1,1-1,8	1,7
Vitamin C	604	77-109	120
Vitamin A	2870	1170-1429	1165
Vitamin E	32,8	7-10	neuvádí
Minerály (mg/den)			
Železo	87	10-11	14
Zinek	43,4	10-15	12
Vápník	1956	750	875
Sodík	768	4000	neuvádí
Draslík	10 500	2500	3317
Vláknina	104	10-20	23

(Přeloženo a upraveno autorkou podle Mann, 2018).

Po přechodu k zemědělskému stylu života byla strava bohatá na sacharidy s vysokým glykemickým indexem, což mohlo vést k rozvoji inzulinové rezistence a rozvoji diabetes mellitus 2. typu. Tento stav byl neznámý ve společnosti lovců a sběračů. V závislosti na poklesu kvalitních bílkovin došlo ke snížení příjmu vitaminů a minerálů (Mann, 2018).

3 ROLE MASA VE VÝŽIVĚ ČLOVĚKA

Maso bylo důležitou součástí stravy po celou dobu vývoje člověka z důvodu obsahu široké škály cenných živin, které bychom zejména v dřívější době obtížně získávali z rostlinné stravy. V jídelníčku hraje poměrně důležitou roli k udržení zdravé a vyvážené stravy. Byly publikovány epidemiologické studie poukazující na možnou souvislost mezi konzumací masa a zvýšeným rizikem kardiovaskulárních onemocnění, vznikem nádorových onemocnění a metabolických poruch (Ahmad, Imran a Hussain, 2018). Problematika nadměrné konzumace masa v souvislosti s negativním dopadem na zdraví je rozebrána v kapitole č. 4.

Masem se rozumí poživatelné části zvířat včetně krve (Lawrie a Ledward, 2006). Mezi maso patří i živočišné tuky, krev, droby, kůže, kosti (v případě konzumace) a masné výrobky, avšak v užším slova smyslu je maso definováno jako kosterní svalovina zvířat. Maso je kvalitním zdrojem mikronutrientů (zejména orgánové maso), jako je vitamin B12, selen, zinek, niacin, fosfor a železo v hemové formě a makronutrientů, tedy bílkovin a tuků.

V této souvislosti je důležité poznamenat, že množství jednotlivých živin se u různých druhů zvířat liší. Sacharidy se v mase nevyskytují (Mcafee, et al., 2010; Mann, 2018). Průměrná hodnota bílkovin v jatečním mase je 23 %, pohybuje se od nižších hodnot k vyšším (viz tabulka č.2, str. 18). Masný tuk a zastoupení mastných kyselin v mase vede k obavám. Lékaři a odborníci na výživu doporučují v rámci zdravého životního stylu jeho konzumaci omezovat. Obsah tuku v jatečním mase se pohybuje od 2 do 20 % (viz tabulka č.2, str. 18) (Ahmad, Imran a Hussain, 2018). Hodnoty v různých literárních zdrojích jsou odlišné.

3.1 Sacharidy

Jak již bylo zmíněno, v masu (kosterní svalovině) se sacharidy nevyskytují. Zdrojem sacharidů v těle zvířat jsou játra. Játra obsahují zhruba 50 % všech přítomných sacharidů a jsou uloženy ve formě glykogenu (v játrech i ve svalech). Velká část sacharidů je také

přítomna v krvi ve formě glukózy. Glykogen má pak nepřímý vliv na strukturu, křehkost a barvu masa (Ahmad, Imran a Hussain, 2018). Uložený glykogen se přeměňuje na glukózu (Glu-6-fosfát), ze které vzniká kyselina mléčná (Schneiderka, 2004). Tento složitý proces je řízen působením hormonů a enzymů. Během stárnutí se zvyšuje obsah kyseliny mléčné ve svalech, to má vliv na hladinu pH v organismu. Hodnota pH má také vliv na strukturu, křehkost a barvu svaloviny zvířete. Jakmile zvíře před porážkou trpí silným stresem (špatné zacházení), přemění se malé množství glykogenu na kyselinu mléčnou, vzroste hladina pH a masová svalovina je znehodnocená. Zvýšení kyseliny mléčné způsobí ztmavnutí a ztuhnutí masa (Ahmad, Imran a Hussain, 2018; Devine, 2014). Takto znehodnocené maso není pro zákazníky a obchodníky vizuálně lákavé, a proto je potřeba vyvarovat se veškerému hrubému zacházení se zvířaty, zejména před porážkou. Avšak kvalitu masa může ovlivnit i délka života zvířete. Jakmile je zvíře rychleji vykrmováno, kvalita masa je opět snížena (Ahmad, Imran a Hussain, 2018).

3.2 Bílkoviny

Bílkoviny a maso jsou v poslední době pravděpodobně nejdiskutovanější živinou. Bílkoviny jsou přirozeně se vyskytující dusíkaté sloučeniny s vysokou molekulovou hmotností, mají funkci strukturální a hormonální a můžeme je nazvat základním kamenem všech živých organismů. Bílkoviny neboli proteiny jsou tvořené aminokyselinami spojenými peptidovou vazbou. Aminokyseliny obsahují centrální uhlíkový atom, na který je navázána minimálně jedna aminová (NH_2) a karboxylová (COOH) skupina, vodíkový atom a funkční skupina. Pořadí aminokyselin v bílkovině udává jejich funkci (Svačina, 2008).

Tělesná bílkovina je tvořena dvaceti základními aminokyselinami a selenocysteinem. Z těchto 21 aminokyselin je 8 esenciálních (leucin, izoleucin, valin, fenylalanin, tryptofan, methionin, threonin a lysin), tedy lidské tělo je neumí syntetizovat. Funkci organismus ztratil během evoluce. Esenciální aminokyseliny je potřeba přijímat ve stravě. Zbylých 12 aminokyselin je neesenciálních. Postradatelné (neesenciální) aminokyseliny lidské tělo dokáže vytvořit z ostatních aminokyselin, avšak tento mechanismus je náročný. Optimální je získávat veškeré aminokyseliny ze stravy (Ahmad, Imran a Hussain, 2018; Svačina, 2008).

V nezměněné podobě jsou bílkoviny velice odolné k trávení, povrchové vazby však podléhají snadno proteolytické aktivitě. Tepelná úprava bílkovin a žaludeční kyseliny přispívají k jednodušší stravitelnosti bílkovin. Hlavními orgány pro trávení bílkovin jsou žaludek a tenké střevo. Během trávení bílkovin jsou peptidové vazby hydrolyticky štěpeny na kratší řetězce až aminokyseliny. Aminokyseliny jsou pak vychytávány zejména játry. Bílkoviny, na rozdíl od tuků a sacharidů, neslouží jako rezerva. Pouze vlastní bílkoviny (svaly) dokáže tělo spálit – např. při hladovění. Přijaté aminokyseliny (popř. vlastní bílkoviny) lidské tělo využije pro vybudování vlastních bílkovin. Část aminokyselin se přeměňuje na jiné látky – dusíkaté i nedusíkaté (Ledvina, Stoklasová a Cerman, 2004; Sharma, 2018; Svačina, 2008).

Bílkoviny jsou za normálních okolností celé stráveny. Rozštěpením bílkovin vznikají aminokyseliny, které jsou absorbovány ve střevě. Vstřebané aminokyseliny se dostávají do krevního oběhu portální žilou. Ve vnitřním prostředí se setkávají s aminokyselinami z degradovaných bílkovin. Tímto vzniká aminokyselinový pool. Aminokyseliny mohou být využity několika způsoby. Mohou být použity k syntéze vlastních proteinů, tuků, sacharidů či jiných látek, jako například hormony, nebo báze nukleových kyselin. Nepotřebné aminokyseliny jsou katabolizovány (Ledvina, Stoklasová a Cerman, 2004).

Jedním ze zásadních přínosu masa je vysoký obsah bílkovin, zejména esenciálních aminokyselin, které si lidský organismus není schopen vytvořit endogenně. Množství bílkovin v různých druzích masa je odlišné (viz. tabulka č. 2, strana 18). Průměrná hodnota bílkovin v mase je 18-23 g na 100 g masa (Ahmad, Imran a Hussain, 2018).

Kvalita zdrojů bílkovin je závislá na množství esenciálních aminokyselin. Nejkomplexnější bílkovinou je vejce, dále syrovátkový protein, maso a mléko-živočišné produkty. Rostlinné produkty mohou jednu nebo více esenciálních aminokyselin postrádat (viz tabulka č.3, strana 18). Jedná se o neplnohodnotnou bílkovinu. Nicméně kombinací rostlinných zdrojů můžeme dostat kompletní bílkovinu. Živočišné bílkoviny jsou lépe vstřebatelné než rostlinné, ale s vyšším množstvím tuku v mase se snižuje vstřebatelnost a obsah bílkovin (Svačina, 2008).

Existují i jiné potraviny než maso s kvalitním spektrem aminokyselin, jejichž zahrnutí v jídelníčku má řadu dalších benefitů. Jedním z důležitých zdrojů bílkovin jsou ryby, které také obsahují polynenasycené mastné kyseliny, vitaminy, minerální látky a stopové prvky. Nejkvalitnějším zdrojem bílkovin je vejce s výborným spektrem

aminokyselin. Vejce je také jedním z mála zdrojů přirozeně vyskytujícího se vitaminu D. Dalším důležitým zdrojem bílkovin jsou mléčné výrobky, které jsou zdrojem velmi dobře stravitelných aminokyselin, obsahují vitamin D a vápník. Čím je méně tuku v mléčných výrobcích, tím více výrobek obsahuje bílkovin a je pro výživu člověka přínosnější. Zástupci mléčných produktů s nejvyšším obsahem bílkovin jsou (na 100 g): eidam 30 % (28 g), mozzarella light (18 g), tvarohy, Cottage a skyr (10-12 g) a Olomoucké tvarůžky s vyšším obsahem soli (28 g). Důležitým zdrojem bílkovin je rostlinná strava, kde může být množství bílkovin vyšší než v mase. Například luštěniny obsahují 20-30 g bílkovin na 100 g, quinoa 14 g.

Tabulka č. 2 – Množství bílkovin a tuků v mase a rybách

Druh masa/ryby (100 g)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)
Kuřecí prsa	23	2
Kuřecí stehna	18	12
Krůtí prsa	24	1
Hovězí zadní	21	10
Vepřová panenka	20	5
Vepřový plátek	21	10
Králík	22	2
Pstruh	18,5	6
Losos	21	11
Tuňák filet	24	4,5
Tuňák konzerva (voda)	28	0,5

(Vosáhlová, 2021)

Tabulka č. 3 – Hlavní zdroje bílkovin ve výživě

Zdroj (100 g)	Množství bílkovin v potravině (%)	Limitující AMK
maso (svalovina)	18-20	
mléko	2-5,4	
vejce	13-14	
ryby	10-21	
obiloviny	6-20	lyzin
luštěniny	20-25	lyzin, methionin, tryptofan, treonin
- sója	40-42	
brambory	2	
mořské řasy	50-60 % sušiny	methionin

(Upraveno autorkou podle Svačina, 2008)

3.3 Tuky

Lipidy jsou třetí hlavní makroživinou. Jsou to organické sloučeniny, málo rozpustné ve vodě. V biologických systémech mají funkci především zásobních energetických jednotek a jsou součástí buněčných membrán. Energetická hodnota lipidů je v porovnání se sacharidy a proteiny dvojnásobná a výrazně tedy přispívají ke zvyšování energetického příjmu (Svačina, 2008, Sharma, 2018).

Tuky obsažené v mase se nazývají triglyceridy (také triacylglyceroly), což jsou mastné kyseliny esterově vázané na glycerol (Svačina, 2008; Ahmad, Imran a Hussain, 2018). V rostlinách jsou triglyceridy obsaženy v semenech – triglyceridy jsou zásobním zdrojem energie pro klíčení. Ve stravě člověka představují triglyceridy hlavní součást přijímaných tuků. Zdrojem jsou mléčné výrobky, rostlinné oleje, živočišný tuk (Svačina, 2008). Existuje však více druhů tuků, nejdůležitější lipidy ve výživě jsou (mimo triacylglyceroly) fosfolipidy a steroly.

Základem fosfolipidů je glycerol, na kterém jsou navázané dvě mastné kyseliny a zbytek kyseliny fosforečné navázané na cukr nebo aminokyselinu. Zástupcem fosfolipidů je například lecitin, který je součástí buněčných membrán a je důležitý pro přenos nervového vzruchu. Přirozeně se vyskytuje v rostlinných i živočišných produktech.

Steroly jsou naopak složeny z uhlíku, vodíku a kyslíku. Základním sterolem je cholesterol vyskytující se v živočišných tkáních. Cholesterol se často váže na mastné kyseliny a jeho zvýšená hladina (zejména LDL cholesterolu) v plazmě je hlavním rizikem aterosklerózy. Rostliny místo cholesterolu obsahují fytosteroly (Sharma, 2018; Svačina, 2008).

Lipidy jsou tedy tvořeny mastnými kyselinami. Mastná kyselina je složena z uhlovodíkového řetězce, na jednom konci je karboxylová skupina a na druhém konci je methylová skupina (Sharma, 2018). Mastné kyseliny dělíme na nasycené, mononenasycené, polynenasycené a transnasycené.

Nasycené mastné kyseliny (NMK/SFA) nemají žádnou dvojnou vazbu v molekule a uhlíky jsou spojeny jednoduchou vazbou. NMK tvoří největší podíl v tukových zásobách. Nejběžněji zastoupená je kyselina palmitová a kyselina stearová vyskytující se například v živočišném tuku a kokosovém oleji.

Mononenasycené mastné kyseliny (MNMK/MUFA) ve své molekule obsahují jednu dvojnou vazbu**,** typickým zástupcem je kyselina olejová vyskytující se v olivovém a řepkovém oleji.

Polynenasycené mastné kyseliny (PNMK/PUFA) ve své molekule obsahují dvě a více dvojných vazeb. Mezi polynenasycené kyseliny se řadí:

- Omega 3: kyselina linolenová – listové části rostlin, mořské ryby a plody moře,
- Omega 6: kyselina linolová – rostlinné oleje.

Trans mastné kyseliny (TRANS/TFA) působí negativně na lipidy v plazmě.

Nasycené mastné kyseliny a monoenové mastné kyseliny mohou být v těle syntetizovány z acetyl-koenzymu A – nejsou ve výživě člověka nezbytné. Esenciální jsou naopak polynenasycené mastné kyseliny – kyselina linolová (n-6) a kyselina alfa-linolenová (n-3). Z nich se v těle syntetizuje kyselina arachidonová (n-6), eikosapentanová (n-3) a dokosahexanová (n-3) (Sharma, 2018; Svačina, 2008).

Pro efektivní metabolismus tuků je zásadní překonat několik překážek. Tuky oproti bílkovinám a sacharidům jsou ve vodě nerozpustné, a proto se jejich trávení může odehrávat pouze na rozhraní tuk-voda. Proto je tak důležitá přítomnost žlučových kyselin, které tuky emulgují. Trávicí enzymy (lipázy) pak mají přístup k tukovým částicím. Hlavní část trávení lipidů se odehrává na začátku tenkého střeva. Natrávená

směs ve střevě vytváří se žlučovými kyselinami směsnou micelu (triglyceridy rozložené na jednotlivé mastné kyseliny a glycerol). Micela se rozpadá po kontaktu s kartáčovým lemem a obsah je difundován dovnitř enterocytu.

Mastné kyseliny s krátkým a středně dlouhým řetězcem putují portální žilou rovnou do jater. Vyšší mastné kyseliny se po průchodu membránou do enterocytu přeměňují zpět na triacylglyceroly (ve vodě nerozpustné) a pro transport v organismu musejí být navázány na lipoproteiny. Lipoproteiny podle velikosti a hustoty dělíme do několika tříd. Přičemž pro nás je nejznámější (a nejvýznamnější) LDL s nízkou hustotou označován pro své vlastnosti jako tzv. „zlý“ cholesterol a HDL s vysokou hustotou, který je pro své vlastnosti označován jako tzv. „hodný“ cholesterol. Tyto částice transportují zejména estery cholesterolu a pouze malé množství triacylglycerolu.

Spalování mastných kyselin se odehrává v mitochondriích kosterních svalů a srdeční svaloviny v procesu známém jako beta-oxidace. Podrobný popis metabolismu makroživin je dále rozepsaný v učebnici Biochemie pro studující medicíny (Ledvina, 2004).

Maso obsahuje tukovou tkáň, tedy tukové buňky naplněné lipidy. Průměrné množství tuku v mase je 2-20 %, vyšší podíl je pouze u vepřového masa. Spektrum mastných kyselin (viz tabulka č. 4, str. 22) a podíl tuku (viz. tabulka č. 2, str. 18) v tukové tkáni se u jednotlivých druhů masa, jednotlivých částí masa a masných výrobků výrazně liší. Vnější tělesný tuk je měkčí než viscerální tuk obklopující orgány, díky zvýšenému výskytu nenasycených mastných kyselin ve vnějších částech zvířat. Spektrum mastných kyselin v tuku zvířat je mimo jiné závislé na výživě daného zvířete. Byl zjištěn významný rozdíl ve složení mastných kyselin u zvířat krmených na pastvě a u zvířat krmených obilím. Vyšší koncentrace polynenasycených mastných kyselin byla detekována u zvířat krmených na pastvě. Polynenasycené mastné kyseliny se tedy běžně vyskytují v tuku zvířat, avšak koncentrace u ryb je mnohem vyšší.

Trávicí procesy zvířat také ovlivňují složení mastných kyselin v mase. Mikrobiální enzymy napomáhají hydrolýze nenasycených mastných kyselin, což má za následek vyšší koncentraci kyseliny stearové, která se dostane do tenkého střeva, kde se vstřebává. Dále v hovězím mase vznikají transmastné kyseliny v důsledku biohydrogenace bachorovými bakteriemi (Ahmad, Imran a Hussain, 2018).

Polynenasycené kyseliny, zejména omega-3 mastná kyselina, si zaslouží zvláštní pozornost, protože hrají důležitou roli v celkovém lidském zdraví, zejména při kardiovaskulárních onemocněních. Hlavním zdrojem jsou tučné mořské ryby a mořské plody. Dalším důležitým zdrojem omega-3 mastných kyselin jsou rostlinné oleje a ořechy, maso může přispívat pouze z 20 % (Ahmad, Imran a Hussain, 2018).

Nelze jednoduše shrnout, že některé tuky jsou špatné a některé dobré. Zásadním problémem je zkonzumované množství a nevhodná příprava pokrmů. Ke správnému fungování lidského organismu jsou tuky klíčové. Avšak vyšší příjem zejména trans mastných kyselin (živočišný tuk, nešetrná tepelná úprava nenasycených tuků) má prozánětlivý efekt. Denní příjem tuku by měl být 30 % z celkového energetického příjmu. Z toho 1/3 by měly tvořit tuky obsahující nasycené mastné kyseliny a 2/3 tuky obsahující nenasycené mastné kyseliny. Trans mastné kyseliny je potřeba co nejvíce eliminovat.

Tabulka č. 4 – Obsah mastných kyselin ve vybraných zdrojích tuku

Zdroj tuku	Nasycené mastné kyseliny (%)	Monoenové mastné kyseliny (%)	Polyenové mastné kyseliny (%)
Hovězí tuk	50-85	40-60	1-5
Kuřecí sádlo	30	45	25
Vepřový tuk	25-70	40-65	5-15
Mléčný tuk	55-70	25-40	5
Palmový olej	50	40	10
Kokosový olej	90	5-9	1-2
Olivový olej	10-25	55-85	10-20
Slunečnicový olej	10-15	20-25	55-65
Řepkový olej	5-10	55-75	25-40

(Upraveno autorkou podle Velíšek a Hajšlová, 2009)

3.4 Minerály

Minerální látky spadají do skupiny mikronutrientů, společně s vitaminy. Jedná se o anorganické živiny potřebné ve stopovém množství. Minerální látky můžeme rozdělit do dvou skupin – makrominerály, potřebné ve větším množství a mikrominerály,

potřebné v množství menším. Mezi makrominerály patří sodík, vápník, fosfor, hořčík, draslík a síra. Do skupiny mikrominerálů řadíme železo, zinek, jód, měď, kobalt, mangan, selen a fluorid. V mase je nejvíce zastoupený minerál draslík, následuje fosfor, sodík a hořčík. V mase se dále vyskytuje zinek, selen a železo (Ahmad, Imran a Hussain, 2018). Minerální látky se vyskytují ve vyšších koncentracích zejména ve vnitřnostech. Nicméně minerály najdeme i v potravinách rostlinného původu. U dětí však plně veganská dieta není doporučována z důvodu opožděnějšího kognitivního vývoje (Svačina, 2008).

3.4.1 Draslík

Draslík je důležitý pro správnou funkci metabolismu, přenos nervových vzruchů, tvorbě svalů, růstu a udržování acidobazické rovnováhy (Ahmad, Imran a Hussain, 2018). Několik studií ukázalo snížení arteriálního tlaku při vyšším příjmu draslíku (Sharma, 2018). Zdrojem draslíku je zelenina, ovoce, luštěniny a ořechy (Svačina, 2008).

3.4.2 Fosfor

Fosfor je jedním z nejčastějších minerálů v těle. Okolo 80-85 % fosforu v těle se nachází v kostech a zubech jakožto součást hydroxiapatitu, na jejichž stavbě se společně s vápníkem podílí. Fosfor je také důležitý pro energetický metabolismus (Sharma, 2018). Zdrojem fosforu je mléko a mléčné výrobky, luštěniny a kvasnice (Svačina, 2008).

3.4.3 Sodík

Sodík reguluje obsah vody v těle, udržuje osmotický tlak tekutin a napomáhá transportu CO_2 (Ahmad, Imran a Hussain, 2018). Sodík se nachází v soli.

3.4.4 Hořčík

Hořčík je důležitý pro energetický metabolismus, syntézu bílkovin, srážení krve a svalových kontrakcí, předchází zubnímu kazu a napomáhá udržovat zdravé kosti

(Ahmad, Imran a Hussain, 2018; Sharma, 2018). Zdrojem hořčíku je zelenina, luštěniny a brambory (Svačina, 2008).

3.4.5 Zinek

Zinek je součástí mnoha enzymů důležitých pro imunitní systém, podílí se na dělení buněk, hojení ran a růstu (Ahmad, Imran a Hussain, 2018). Zdrojem zinku jsou sýry, vejce, obiloviny a luštěniny (Svačina, 2008).

3.4.6 Selen

Selen zabraňuje nádorovému bujení, jedovatým účinkům těžkých kovů, nahrazuje síru v aminokyselinách a pomáhá tělu po očkování. Bohatým zdrojem jsou mořské plody, mléčné výrobky a zelenina. Dalším vhodným zdrojem mohou být obiloviny, avšak zde záleží na koncentraci selenu v půdě (Ahmad, Imran a Hussain, 2018; Sharma, 2018).

3.4.7 Železo

Železo je klíčový minerál obsažený nejen v mase, který hraje klíčovou roli pro lidské zdraví. Nedostatek železa zabraňuje správnému fungování organismu, vede k anémii a narušuje růst a vývoj u dětí. Vstřebání železa z potravin je však relativně nízké, zvyšuje se v závislosti s potřebou jedince, tedy u rostoucích dětí, menstruujících žen a těhotných.

Železo je v potravinách dostupné ve dvou formách – hemové a nehemové. Hemové železo je dostupné pouze v potravinách živočišného původu a jeho využití je vyšší (Ahmad, Imran a Hussain, 2018; Sharma, 2018). Zdrojem železa mimo masa je vaječný žloutek, zelenina a ovoce (Svačina, 2018). Podle Krajčí u vegetariánů nebývá problém s nedostatkem železa, protože nehemové železo je téměř všude přítomné v malém množství a při pestré stravě nedochází k nedostatku (osobní sdělení MUDr. Ladislav Krajčí, Csc, 6. 10. 2021). K podobnému názoru došla Saunders, et al., 2013). V publikaci uvádějí, že pestrá strava bohatá na celozrnné obiloviny, luštěniny, ořechy, semena, sušené ovoce, obiloviny obohacené železem a zelenou listovou zeleninu

zajišťuje dostatečný příjem železa. Vegetariáni tedy nejsou vystaveni vyššímu riziku anémie, než nevegetariáni (Saunders, et al., 2013).

3.5 Vitaminy

Vitaminy jsou organické látky potřebné ve velmi malém množství, ale jsou klíčové pro správný růst, vývoj a správné fungování lidského těla. Savčí buňky nedokážou vitaminy syntetizovat samy, takže je zásadní zajistit jejich příjem vyváženou stravou. Vitaminy dělíme do dvou skupin, a to na základě rozpustnosti ve vodě a v tucích. Vitaminy rozpustné ve vodě jsou: vitaminy B-komplexu a vitamin C. Vitaminy rozpustné v tucích: A, D, E, K. Maso je kvalitním zdrojem zejména vitaminu B (thiamin, riboflavin, kyselina nikotinová, B6 a B12), vitaminy rozpustné v tucích se také podílejí na výživovém významu masa. Obsah vitaminu v různých druzích masa je taktéž rozdílný.

Množství vitaminu B v mase se však snižuje v závislosti na zpracování. Například ztráty vitaminu B1 (thiamin) byly pozorovány při mikrovlnném ohřevu a louhování. Při smažení a pečení jsou ztráty vyšší. Podobné problémy vykazují i vitaminy B6 a B12.

Vitamin A má naopak schopnost stability při teplotě 80 stupňů (Ahmad, Imran a Hussain, 2018).

3.5.1 Thiamin

Thiamin, spolu s dalšími vitaminy ze skupiny B, se podílí na mnoha chemických reakcích potřebných pro růst a správné fungování lidského těla, například dekarboxylace při metabolismu sacharidů, tuků a alkoholu. Zdrojem jsou kvasnice, povrchové vrstvy obilovin, luštěniny. Méně se vyskytuje v mase a mléce (Ahmad, Imran a Hussain, 2018; Svačina, 2008).

3.5.2 Riboflavin

Riboflavin se podílí na oxidativním metabolismu. Napomáhá při vstřebávání a využití železa. Důležitý je také v procesu přeměny tryptofanu na niacin. Zdrojem jsou kvasnice,

játra, povrchová vrstva obilovin, mléko i maso (Ahmad, Imran a Hussain, 2018; Svačina, 2008).

3.5.3 Niacin

Niacin je součástí NAD/NADP komplexu v oxidativním metabolismu. Zdrojem jsou mimo masa ryby, kvasnice, otruby, tmavý chléb. Provitaminem je tryptofan (Svačina, 2008).

3.5.4 Vitamin B6 (pyridoxin)

Pyridoxin hraje zásadní roli ve fungování přibližně 100 enzymů, které katalyzují chemické reakce. Napomáhá při syntéze neurotransmiterů a je důležitý při syntéze železa. Zdrojem je maso, ryby, kvasnice, pšeničné klíčky, sója (Ahmad, Imran a Hussain, 2018; Svačina, 2008).

3.5.5 Vitamin B12 (Cyanokobalamin)

Vitamin B12 je klíčový pro syntézu DNA, je tedy nezbytný pro správný růst a vývoj těla. Důležitý je také pro syntézu hemu. Zmíněný vitamin je syntetizován výhradně mikroorganismy a nachází se pouze v potravinách živočišného původu, zdrojem jsou zejména játra, mléčné výrobky, ryby a vaječný žloutek (Ahmad, Imran a Hussain, 2018; Svačina, 2008; Gille a Schmid, 2015).

3.5.6 Vitamin A

Vitamin A je nezbytný pro růst a rozvoj diferenciace tkání a pro zrak. Je součástí rodopsinu. Bohatým zdrojem je zelená a žlutá zelenina, která je ve formě karotenu. Karoten je prekurzor vitaminu A. Dalším důležitým zdrojem jsou játra, která jsou zdrojem i dalších vitaminů rozpustných v tucích (Svačina, 2008).

4 VLIV KONZUMACE MASA NA ZDRAVÍ

Maso je pro velkou část populace důležitým zdrojem bílkovin, tuků a mikronutrientů. V rozvojových zemích se dokonce jedná o nezastupitelnou část jídelníčku. Konzumace masa zabraňuje podvýživě a zlepšuje kognitivní vývoj dětí (Salter, 2018; Wang, et al., 2016). Populační růst ovlivňuje vyšší spotřebu masa, mléka či jiných živočišných produktů. Poptávka a spotřeba masa roste i v rozvojových zemí v důsledku hospodářského rozvoje. V bohatých zemích však dochází často k nadměrné konzumaci červeného a zpracovaného masa, což může mít negativní dopad na zdraví jedince i společnosti (Wang, et al., 2016). Předložená kapitola bude zaměřena na dopad konzumace červeného a zpracovaného masa na zdraví.

4.1 Zpracované a nezpracované maso

Nezpracovaným červeným masem rozumíme maso hovězí, vepřové, jehněčí či skopové. Zpracované maso je maso, které bylo konzervováno jiným způsobem, než je samotné mražení. Příkladem může být uzení, solení či přidání konzervačních látek (Salter, 2018; Wang, et al., 2016; Wolk, 2017).

Zpracované maso obvykle obsahuje mnohem více sodíku a dusitanů/dusičnanů, než je tomu u masa nezpracovaného. Maso, a tedy i červené maso, může obsahovat také toxické látky a mikropolutanty. Mikropolutanty jsou látky vznikající lidskou činností či mohou pocházet z veterinárního ošetření. Toxické látky vznikají při zpracování dané potraviny a mnohé z nich jsou rozpustné v tucích, proto vyšší koncentrace toxických látek je u tučnějších potravin (Domingo a Nadal, 2016; Wolk, 2017). Při tepelné úpravě masa za vysokých teplot dochází k produkci heterocyklických aminů (HA), u kterých se předpokládá, že zvyšují riziko vzniku nádorového onemocnění. Polyaromatické uhlovodíky (PAU-karcinogeny) pak vznikají při tepelné úpravě na otevřeném ohni (Wolk, 2017).

V roce 2015 mezinárodní agenda pro výzkum rakoviny dospěla k závěru, že zpracované červené maso je karcinogenní a nezpracované červené pravděpodobně karcinogenní.

Důkazy jsou nejsilnější v případě karcinomu tlustého střeva a konečníku (Salter, 2018; González, et al., 2020).

4.2 Zdravotní rizika související s konzumací masa

Od 90. let 20. století jsou postupně získávány další vědecké důkazy o možném vztahu mezi konzumací červeného zpracovaného/nezpracovaného masa a některých chronických onemocnění a předčasné úmrtnosti (Wolk, 2017; Nelson, et al., 2016; Godfray, et al., 2018). Některé studie tento fakt vyvracejí (Alexander, et al., 2009).

Nadměrná konzumace masa a masných výrobků je spojována s vyšším celkovým energetickým příjmem a vyšším příjmem tuků. Nezdravá strava je tak největší globální zátěží pro populační zdraví (Salter, 2018; Willett, et al., 2019). Bylo zjištěno, že zvýšená konzumace masa je spojována s dalšími nezdravými životními faktory zahrnujícími fyzickou inaktivitu, konzumaci alkoholu či kouření. Zmíněný způsob života pak vede k nadváze, obezitě a zvýšenému riziku chronických onemocnění, jako je diabetes mellitus 2.typu či kardiovaskulární nemoci (Key, et al., 2019; Salter, 2018). Zároveň některé složky červeného masa a masa zpracovaného mohou zvyšovat riziko zmíněných onemocnění a předurčovat konzumenta ke vzniku některého druhu nádorového onemocnění (Godfray, et al., 2018; Salter, 2018; Wolk, 2017).

Průměrná spotřeba masa na osobu za den je okolo 122 g, což vychází na 850 g týdně a výrazně se liší v jednotlivých zemích. Avšak doporučené množství zkonzumovaného masa je například v Německu 300-600 g týdně. Celosvětově je stanovená doporučená denní dávka bílkovin na 0,8 g/kg tělesné váhy. Polovina bílkovin by měla být přijata z rostlinných zdrojů, druhá z živočišných (Brát, 2018; Svačina, 2008; Godfray, et al., 2018). Světový fond pro výzkum rakoviny doporučuje, aby lidé, kteří maso běžně konzumují, nespotřebovávali více jak 500 g masa týdně (Godfray, et al., 2018).

Maso a tučné mléčné výrobky jsou hlavním zdrojem nasycených mastných kyselin v jídelníčku. Zároveň zpracované maso mnohdy obsahuje vysoké množství soli (Salter, 2018). Kohortové studie o výživě potvrdily pozitivní souvislost mezi vysokým příjmem nasycených mastných kyselin a zvýšenou hladinou cirkulujícího cholesterolu v lipoproteinech o nízké hustotě. Zvýšený cholesterol je rizikový pro kardiovaskulární

nemoci. Konzumace tučných ryb obsahujících omega 3 mastné kyseliny by však toto riziko mohlo snížit (Key, et al., 2019). Maso je bezpochyby zdrojem kvalitních živin, avšak jeho nadměrná konzumace může mít negativní účinky na zdraví. Je však zřejmé, že lidé jsou schopni nejen přežít bez masa a masných výrobků, ale také žít dlouhý a kvalitní život. Pestrá vegetariánská i veganská strava (viz kapitola č. 6) může poskytnout veškerou energii, bílkoviny, kvalitní tuky a mikroživiny potřebné k udržení zdravého života. Avšak tato skutečnost nemusí platit pro rozvojové státy, kde je přístup k pestré stravě značně omezen (Salter, 2018).

V následujících podkapitolách budou popsány nemoci, které mohou souviset s nadměrnou konzumací zejména červeného masa a zpracovaného masa. Je důležité uvést mechanismy, kterými maso může přispět ke zvýšenému riziku onemocnění a úmrtí, nejsou zcela objasněny a je třeba provést související studie (Salter, 2018).

4.3 Diabetes mellitus 2. typu

Počet pacientů s diabetes mellitus 2. typu (DM 2.typu) má stále rostoucí trend. Jedná se o nemoc získanou, kde velkou roli hraje životní styl. Přibývají důkazy související s vyšší spotřebou červeného a zejména zpracovaného masa a zvýšeným rizikem DM 2. typu (Salter, 2018; Wolk, 2017; Schwingshackl, et al., 2017). Zároveň nedávný systematický přehled (na základě malého počtu studií) prokázal, že vysoká konzumace červeného a zpracovaného masa je spojována se zvýšeným rizikem gestačního diabetu. Není však úplně jasné, které složky červeného masa k riziku přispívají. Bylo navrženo několik složek, které by mohly částečně vysvětlit pozorovanou pozitivní souvislost (Wolk, 2017). Jedná se o: aminokyseliny BCAA, nasycené mastné kyseliny, konečné produkty pokročilé glykace, hemové železo, dusitany, nitráty a nitrosaminy, fosfatidylcholin a L-karnitin (Salter, 2018; Wolk, 2017). Podrobněji problematiku rozepsal Kim, Keogh a Clifton, 2015.

Aminokyseliny s rozvětveným řetězcem (BCAA), tedy leucin, izoleucin a valin, jsou pozitivně spojovány s inzulinovou rezistencí a s hladinou glykovaného hemoglobinu. Zvýšené plazmatické hladiny BCAA byly spojovány s vývojem DM 2.typu (Wolk, 2017).

Nasycené mastné kyseliny a cholesterol, které jsou přítomny nejen v červeném a zpracovaném mase zvyšují inzulinovou rezistenci (Wolk, 2017).

Konečné produkty pokročilé glykace vznikají při tepelné úpravě červeného a zpracovaného masa. Výsledky studií na lidech ukazují, že produkty pokročilé glykace mohou být spojovány s rozvojem DM 2.typu. Dále bylo prokázáno že konečné produkty pokročilé glykace mohou zvyšovat produkci C-reaktivního proteinu (CRP) (Wolk, 2017).

Zdrojem hemového železa je právě červené maso a jeho zvýšená koncentrace může být důvodem vyššího rizika DM 2.typu. Železo, jakožto prooxidant, se podílí na tvorbě reaktivní formy kyslíku (ROS) a může zvyšovat buněčný stres. ROS dále může poškodit beta buňky pankreatu. Další mechanismy popsal Wolk, 2017.

Zejména zpracované maso obsahuje dusičnany a dusitany, které se používají ke konzervaci. Dusičnany a dusitany se přeměňují na nitrosaminy, jež mohou být podle studie na zvířatech toxické pro beta buňky pankreatu, snižují sekreci inzulinu a zvyšují riziko DM 2.typu. Naopak nitrosaminy poškozují DNA a přispívají k tvorbě ROS, což může vést k aktivaci prozánětlivých cytokinů (Wolk, 2017).

Zpracované maso je rovněž zdrojem sodíku, který může zvyšovat riziko DM 2.typu, dokonce i více než nasycené mastné kyseliny, cholesterol, hemové železo, dusitany či dusičnany (Wolk, 2017).

4.4 Kardiovaskulární onemocnění

Kardiovaskulární onemocnění (KVO) jsou nejčastější příčinou nemocnosti a úmrtnosti ve světě. Hlavní příčinou je ateroskleróza, tedy chronický zánětlivý stav. Opět velkou roli v rozvoji onemocnění hraje životní styl (Nitsa, et al., 2018). Riziko onemocnění je ovlivněno stravou a význam živočišné stravy je někdy nejasný. Studie naznačují, že příjem zpracovaného a červeného masa může mít vliv na kardiovaskulární onemocnění. Konzumace tučných mořských ryb by však toto riziko mohla značně snížit, jelikož jsou zdrojem omega-3 mastných kyselin, které mají protizánětlivý efekt (Key, et al., 2019).

4.4.1 Cévní mozková příhoda

Výsledky studií naznačují, že konzumace nezpracovaného i zpracovaného červeného masa může být riziková pro cévní mozkové příhody (CMP). Konzumace nezpracovaného masa byla pozitivně spojena se zvýšeným rizikem CMP, což bylo prokázáno při konzumaci 100-120 g za den. Konzumace zpracovaného masa byla taktéž spojena s rizikem CMP, při příjmu 50 g za den. Výsledky prospektivní studie ARIC (Atherosclerosis Risk in Communities study) naznačují, že konzumace jedné porce nezpracovaného a zpracovaného masa denně je spojována se 41 % vyšším rizikem CMP. Mechanismy vzniku mohou být stejné jako u vzniku DM 2.typu (Micha, Wallace a Mozaffarian, 2010; Wolk, 2017).

4.4.2 Ischemická choroba srdeční

Vysoká konzumace červeného masa zpracovaného i nezpracovaného může také zvyšovat riziko vzniku ischemické choroby srdeční (ICHS) (Key, et al., 2019). Příjem 50 g zpracovaného masa za den bylo podle metaanalýzy spojeno s navýšením rizika onemocnění o 42 %. V další analýze prospektivních studií bylo toto riziko navýšeno dokonce o 44 % (Wolk, 2017).

4.4.3 Srdeční selhání

Důkazy související s rizikem srdečního selhání v závislosti na konzumaci červeného (a zpracovaného) masa jsou omezeny pouze na 4 prospektivní kohortové studie. Všechny tyto studie však naznačují, že s vysokou konzumací zpracovaného masa může růst riziko srdečního selhání. Výsledky studií shrnul Wolk, 2017.

4.5 Kolorektální karcinom

Incidence kolorektálního karcinomu (CRC) je na vzestupu. Jednou z příčin je i prodlužování střední délky života, kdy věk je neovlivnitelným rizikovým faktorem. Dalším rizikových faktorem je změna životního stylu a stravovacích návyků. Dnešní

populace má nedostatek fyzické aktivity, žije v hektické době plné stresu, potraviny jsou nevhodně tepelně upraveny, roste konzumace zpracovaných potravin a červeného masa. Naopak snížený je příjem zeleniny a ovoce. Zmíněný životní styl u velké části populace vedl k rozvoji civilizačních chorob, mezi které můžeme zařadit i CRC. Zásadní roli v etiopatogenezi CRC hraje výživa, a to až u 70 % diagnostikovaných onemocnění (Schneiderová a Bencko, 2015).

Mechanismus vzniku CRC v souvislosti s konzumací červeného a zpracovaného masa nejsou dosud plně vyjasněny. Nicméně Světový fond pro výzkum rakoviny a Americký institut pro výzkum rakoviny v roce 2007 shrnul všechny dostupné studie o nádorových onemocněních. Potvrdila se pozitivní souvislost mezi konzumací červeného a zpracovaného masa a karcinomu tlustého střeva a konečníku. Některé složky červeného a zpracovaného masa mohou tedy konzumenta předurčovat ke vzniku karcinomu tlustého střeva a konečníku (Salter, 2018; Schneiderová a Bencko, 2015; Wolk, 2017). Studie poukazují na účast endogenních nitrosloučenin, jako jsou např. nitrosaminy, nitrosoguanidy či nitrosamidy. Vznik nitrosloučenin je stimulován nadměrným přísunem hemu, jež je obsažen v masných produktech a červeném mase. Nitrosloučeniny pak působí jako alkylační činidla. Alkylace O^6 – pozice guaninu by mohla být hlavním mechanismem mutagenního účinku (Schneiderová a Bencko, 2015). Dalším možným mechanismem souvisejícím s konzumací masa je příjem heterocyklických aminů a polycyklických aromatických uhlovodíků, které již byly zmíněny v úvodu kapitoly (Schneiderová a Bencko, 2015; Wolk 2017).

Naopak protektivním faktorem proti CRC je pravidelná fyzická aktivita, příjem omega-3 mastných kyselin z rybího masa a rybího tuku, konzumace zeleniny v syrové podobě, příjem vlákniny a příprava pokrmů vhodnou formou (Schneiderová a Bencko, 2015).

4.6 Karcinom prsu

Karcinom prsu je nejčastějším nádorovým onemocněním u žen. Velkou roli v rozvoji onemocnění hraje životní styl ženy. Předpokládá se, že červené (a zpracované) maso má důležitou roli jakožto rizikový faktor pro vznik několika nádorových onemocnění. Jak

již bylo zmíněno, je zdrojem živočišného tuku, hemového železa a chemických karcinogenů hromadících se při tepelné úpravě (Farvid, et al., 2018). Nedávno provedená metaanalýza 14 studií poskytla důkaz, že konzumace červeného a zejména zpracovaného masa je spojována s vyšším rizikem karcinomu prsu (Guo, Wei a Zhan 2015). Ke stejnému názoru došel Farvid, et al., v roce 2021. Anderson, et al., 2018 naopak uvádějí, že riziko karcinomu prsu zvyšuje pouze zpracované maso.

4.7 Úmrtnost

V posledních letech přibývá důkazů poukazující na pozitivní vztah mezi konzumací červeného (zejména zpracovaného) masa a předčasným úmrtí (Wang, et al., 2016). Konzumace zpracovaného masa byla statisticky významně spojena se zvýšeným rizikem úmrtí ze všech příčin. Tyto výsledky poskytlo devět metaanalýz, přičemž pět bylo provedeno v USA, tři v Evropě a jedna v Číně. Vysoká spotřeba nezpracovaného červeného masa nebyla významně spojena se zvýšenou úmrtností ze všech příčin. U těchto výsledků byla nedávno zjištěna heterogenita. V USA potvrdily pozitivní vztah mezi navýšením porce nezpracovaného červeného masa a vzrůstem úmrtí ze všech příčin (Wolk, 2017). Zajímavý může být výsledek z první metaanalýzy kohortových studií, kde byla v západních zemí nižší úmrtnost o 16-18 % u příležitostných konzumentů masa, vegetariánů a konzumentů ryb. Vegani a konzumenti masa měli úmrtnost nejvyšší (Key, et al., 1999).

Konzumace červeného a zpracovaného masa byla pozitivně spojena s úmrtností na KVO. Avšak vztah mezi konzumací červeného a zpracovaného masa a úmrtnost na ischemickou chorobu srdeční byl negativní. Odhady byly založené pouze na malém počtu úmrtí. V metaanalýze příjmu zpracovaného masa v závislosti na dávce bylo každé zvýšení o 50 g masa na den spojeno se zvýšením rizika úmrtí na nádorové onemocnění o 8 % (Wolk, 2017).

5 VLIV SPOTŘEBY MASA NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Celosvětově roste populace a s ní i produkce a spotřeba masa. Globální průměrná spotřeba masa se za posledních 50 let značně zvýšila, a to nejen díky populačnímu růstu, ale i růstu průměrného platu. Další hnací silou zvýšené konzumace masa je jeho cena, která je historicky nejnižší k poměru příjmu. Roste spotřeba zejména kuřecího a vepřového masa a masných výrobků.

Konzumace masa jednak ovlivňuje lidské zdraví, ale zejména životní prostředí. Masná produkce je jedním z nejvýznamnějších faktorů, kterým lidstvo ovlivňuje životní prostředí: kácí se lesy pro pastvinu a zemědělskou půdu, znečišťuje se ovzduší, půda a pitná voda, roste spotřeba pitné vody (Bonnet, et al., 2020; Godfray, et al., 2018; González, et al., 2020). Jednotlivé složky životního prostředí, které jsou ovlivněny produkcí a konzumací masa, budou rozebrány v dalších podkapitolách.

Na světě žije téměř 8 miliard lidí a toto číslo s největší pravděpodobností poroste. Největší spotřeba masa je v zemích se středními a vysokými příjmy. Jestliže spotřeba masa stále poroste, mohou být dopady na životní prostředí zásadní. Současné důkazy naznačují, že zvýšená konzumace červeného a zpracovaného masa bude mít nepříznivý vliv na veřejné zdraví (Godfray, et al., 2018).

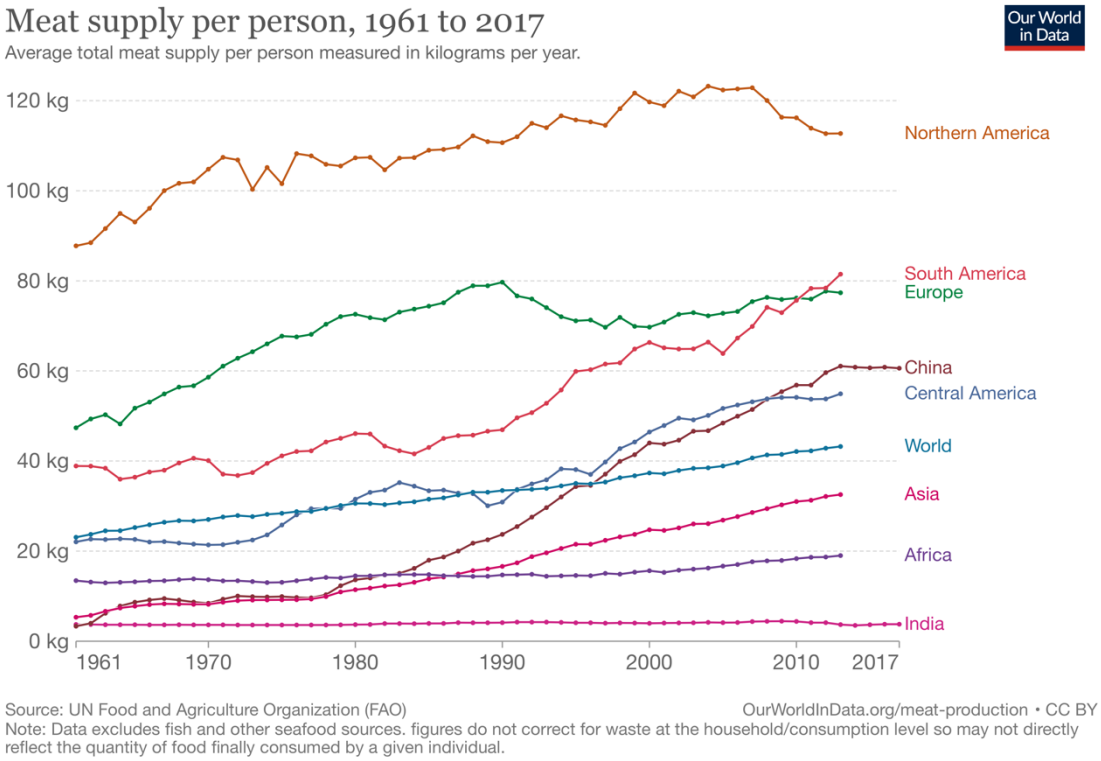
5.1 Celosvětová spotřeba masa, spotřeba masa v České republice

Globální průměrná spotřeba masa se za posledních 50 let ztrojnásobila. Míra růstuv jednotlivých regionech je odlišná. V zemích s vyššími příjmy je konstantní a někdy i nižší, ale v zemích se středními příjmy spotřeba masa značně roste. Země s nižšími příjmy mají spotřebu masa konstantní (Godfray, et al., 2018; Wang, et al., 2016).

Průměrná celosvětová spotřeba masa na osobu za den je přibližně 122 g, celková spotřeba je nad 40 kg (viz graf č. 1). Třetinu zkonzumovaného masa je v podobě vepřového a kuřecího, jedna pětina pak v podobě hovězího a zbylou část zahrnuje maso

z koz, ovcí apod. Studie však naznačují, že s rostoucími příjmy bude spotřeba masa do roku 2050 o 100 % vyšší. Poptávka po mase tedy výrazně roste (Godfray, et al., 2018).

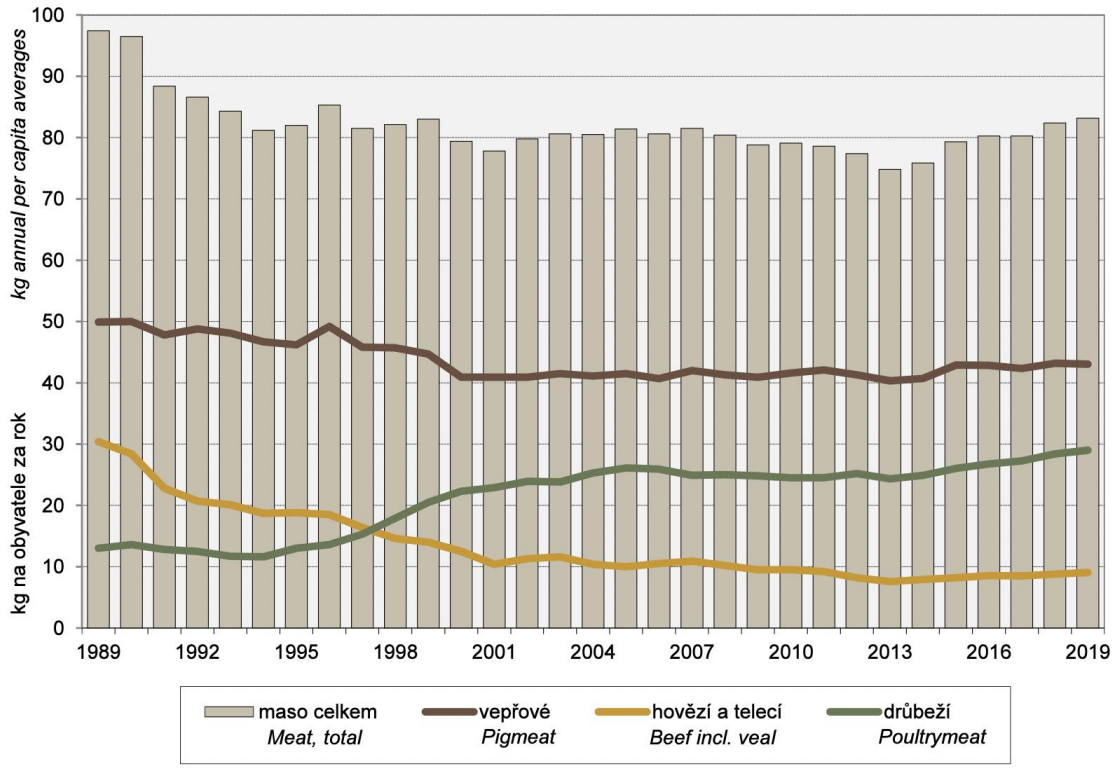
Graf č. 1 – Vývoj průměrné spotřeby masa na osobu za rok v jednotlivých regionech



(Převzato z: Ritchie a Roser, 2017)

Česká republika kopíruje křivku globálního trendu v Evropě (viz graf č. 2). Průměrná spotřeba masa na osobu za rok byla v roce 2012 těsně pod 80 kg, v roce 2020 84 kg, což vychází okolo 220 g masa denně. Od roku 2012 je situace relativně konstantní. Lze tedy říci, že příjem masa v České republice je vyšší, než celosvětový průměr (ČSÚ, 2021).

Graf č. 2 – Spotřeba masa v hodnotách na kosti (na obyvatele za rok) v České republice v letech 1989-2020



(Převzato z ČSÚ, 2021)

5.2 Ovzduší

Produkce masa má významný vliv na znečišťování ovzduší. Dochází k emisím oxidu uhličitého, oxidu dusného a zároveň masná produkce je nejvýznamnějším zdrojem metanu (Godfray, et al., 2018). Živočišná výroba je zodpovědná za 15-20 % všech antropogenních emisí (Bonnet, et al., 2020; Godfray, et al., 2018; Salter, 2018). Produkce skleníkových plynů je přímá a nepřímá. Přímá produkce skleníkových plynů je způsobena produkcí methanu, nepřímá je způsobena odlesňováním (Salter, 2018).

Skleníkové plyny přispívají ke změně klimatu a pocházejí z mnoha zdrojů. Až za 30 % emisí je zodpovědný potravinářský průmysl a z velké části živočišná výroba. Avšak tyto emise nejsou nijak regulovány (Bonnet, et al., 2020, Willett, et al., 2019).

Významným zdrojem emisí je produkce sóji, krmiva pro zvířata, po které je poptávka nejvyšší. 1 kg sóji může vyprodukovat až 7,7 kg skleníkových plynů. Často se přehlíží emise pocházející ze zemědělského využití půdy. Při orání půdy dochází k rozkladu humusu a uvolnění oxidu uhličitého, kdy 35 % plynu je uvolňována do ovzduší. Při chovu dobytka pak vzniká amoniak, který je příčinou eutrofizace vod (Heinrich, 2014).

Dalším problémem je kácení lesů a deštných pralesů z důvodu rozšíření zemědělské plochy pro pěstování sóji. Samotné odlesňování v tropických oblastech vede k emisím skleníkových plynů. Rovněž dovoz sóji do Evropy přispívá k znečišťování ovzduší. Spalovací motory produkují oxidy dusíku, zejména oxid dusnatý, který oxiduje na oxid dusičný, kyselinu dusičnou a dusičnany. Kyselina dusičná je pak zodpovědná za okyselování půdy a vody (Heinrich, 2014).

Další a již zmíněnou hrozbou je metan vyprodukovaný mikroorganismy v trávicím ústrojí krav. Zvýšená produkce tohoto plynu je způsobená dokrmováním dobytka energeticky bohatou sójou a pšenicí. Kdyby dobytek byl v přiměřené koncentraci chován na pastvě, dopad na životní prostředí by byl mnohem menší. Avšak produkce masa by byla o něco nižší (Heinrich, 2014).

5.3 Voda

Voda je základní součástí země a je pro život nezbytná. V některých zemích není přístup k nezávadné vodě a není ji dostatek. Zemědělství spotřebovává nejvíce pitné vody (70 % dostupné sladké vody) a až třetina z ní je potřebná pro chov zvířat, respektive pro pěstování potravy pro zvířata. Spotřeba vody roste rychleji, než počet obyvatel planety a je dost možné, že voda na pěstování plodin v dohledné době již nebude (Heinrich, 2014; Godfray, et al., 2018).

Kdybychom rostlinné plodiny spotřebovávali přímo, spotřeba vody by byla nižší. Pro výrobu 1 kg hovězího masa se spotřebuje až 15 000 litrů vody, výroba jednoho kilogramu pšenice spotřebuje 1 300 litrů vody (Heinrich, 2014). Jedna kráva za svůj život spotřebuje 1 300 kg obilovin a 7 200 kg píce. Na výrobu těchto surovin se spotřebuje ohromné množství vody.

Problémem však není pouze samotná spotřeba pitné vody, ale také její znečišťování. Odpadní vody z odvětví živočišné výroby jsou hlavním znečišťovatelem sladké vody. Sladká voda je použita při oplachování jatečně opracovaného masa. Ve vodě jsou zbytky antibiotik z velkochovů. Dochází ke kontaminaci podzemních vod vlivem používání pesticidů a hnojiv. V řekách i jezerech se pak vyskytuje větší množství dusíku a fosforu z nadměrného hnojení (Godfray, et al., 2018; Heinrich, 2014; Salter, 2018).

Jednou z největších globálních hrozeb je právě antibiotická rezistence, kde příčinou mohou být i masivní chovy zvířat. Další hrozba je vyčerpání rezerv sladké vody potřebné k životu (Moldan, 2015).

Vodní ekosystém je ohrožen nadměrným rybolovem. Řešením se nabízí farmářský chov ryb, který však přináší značné znečištění vod. Východiskem by mohla být tzv. aquaponie, tedy spojení chovu ryb s pěstováním zeleniny, kdy ryby poskytují hnojivo rostlinám a rostliny naopak čistí vodu rybám (Future Farming - https://www.futurefarming.cz).

5.4 Půda

Živočišná výroba spotřebovává 35 % celkové světové orné půdy pro pěstování krmiv, v Evropě je podíl vyšší a dosahuje 60 %. Celosvětově je až 75 % zemědělské půdy využito pro pěstování krmiv a pastvu (Bonnet, et al., 2020, Willett, et al., 2019).

Dalším problémem, který má vliv na půdu, je desertifikace. Desertifikace je přeměna na neúrodnou vyschlou poušť vlivem nadměrného využívání zemědělské půdy, například odlesňováním, nadměrným chovem dobytka či přirozených vlivů (Moldan, 2015).

Produkce masa vede k degradaci půdy způsobené nadměrným odlesňování či nadměrnou pastvou. Půda je však ohrožena také znečišťováním cizorodými látkami, které se do půdy dostanou z hnojiv (Moldan, 2015).

Velká část půdy je tedy využita pro pěstování krmné sóji, kukuřice a čiroku místo toho, abychom pěstovali vysoce proteinové plodiny k přímé konzumaci a získávali tak větší množství potravy, zejména v zemích s nedostatkem potravy a vody. Do České republiky je navíc velké množství sóji dováženo z Jižní Ameriky (Heinrich, 2014).

5.5 Lesy

Velkým a již několikrát zmíněným problémem je odlesňování z důvodu rozšíření zemědělské půdy a pastvin (Bonnet, et al., 2020; Godfray, et al., 2018; Salter, 2018). Lesy chrání půdu před erozí, jsou cenným prvkem krajin s vysokou biodiverzitou, jsou významným zdrojem kyslíku, stabilizují klima a zabraňují oteplování planety (Gibbard, et al., 2005). Například v Jižní Americe je z 85 % zodpovědná živočišná výroba za odlesňování. Amazonský prales je odlesňován z důvodu pěstování krmné sóji (Salter, 2018).

5.6 Biodiverzita

Ztráta biologické rozmanitosti je pozvolný proces, který není doprovázen ničivou pohromou ani nás v krátkodobém horizontu nijak neohrožuje, ale následky mohou být nevratné a zásadní. Ztráta biodiverzity je další globální problém. Dopad nemusí být pouze na jeden druh, ale i na celý ekosystém. Živočišná výroba ovlivňuje biodiverzitu nadměrným spásáním a přeměnou půdy na zemědělskou, tedy dochází ke ztrátě stanovišť. Louky jsou přeměněny na pastviny či orné půdy a lesy jsou vykáceny. V menší míře je biodiverzita ovlivněna lovem (Godfray, et al., 2018; Moldan, 2015).

Agroekosystémy vytlačují a nahrazují prvotní ekosystémy. Největší dopad je na místa, kde se původně vyskytovaly tropické lesy s velkou částí suchozemských druhů. Přeměna luk vede také ke ztrátě biodiverzity, protože louka je vhodným úkrytem pro hmyz a drobnou zvěř. Dalším problémem je přeměna vzhledu původní krajiny, jelikož dochází ke změně migračních cest divoké zvěře a odříznutí od zdroje vody (Moldan, 2015; Heinrich, 2014).

Až 71 % přeměněných deštných pralesů v Jižní Americe bylo vykáceno a určeno pro chov dobytka a dalších 14 % pro komerční pěstování plodin včetně krmné sóji. Odhaduje se, že okolo roku 2050 však může být až 40 % amazonského pralesa nahrazeno zemědělskou půdou pro pěstování krmné sóji pro velkochovy (Godfray, et al., 2018; Moldan, 2015; Heinrich, 2014).

Ke ztrátě biodiverzity však nedochází pouze na souši. Problémem je ztráta biologické rozmanitosti ve vodách vlivem znečištění vod (Goldfray, et al., 2018). Do podzemních a povrchových vod se dostává dusík a fosfor, což může vést k eutrofizaci. Eutrofizace má za následek nepřiměřený růst fytoplanktonu a vyčerpání kyslíku. Následkem je umírání živočichů a úbytek vodních rostlin. Vodní živočichové jsou taktéž ohroženi nadměrným rybolovem (Moldan, 2015; Heinrich, 2014).

6 PSYCHOSOCIÁLNÍ ASPEKTY MASNÉHO PRŮMYSLU

Masný průmysl a následná konzumace masa má dopad na zdraví a životní prostředí. Nové zdroje uvádí, že až ¼ klimatických změn je připisována potravinám a volbám naší každodenní stravy. Klimatické změny způsobené stravováním jsou až 2x větší než změny způsobené automobilovou dopravou. Malé změny stravování by tak mohly prospět životnímu prostředí, zdraví lidí a v neposlední řadě zvířatům.

Nevhodná skladba každodenní stravy, nadměrná konzumace červeného a zpracovaného masa a nedostatečné množství ovoce a zeleniny je hlavním faktorem řady nemocí, kterým lze předcházet. Výdaje na zdravotní péči stoupají a velká část těchto výdajů je spojená s nevhodnou skladbou stravou. I malé změny ve stravovacích návycích mohou mít významný vliv na zdravotní péči (Kohen, 2017).

6.1 Moderní přístup „One Health“ – „Jedno zdraví“

Zdraví lidí je úzce spojeno se zdravím zvířat a životním prostředím. Tuto myšlenku sdílí i nový přístup „Jedno zdraví“ (One Health approach) a nabývá na významu. Lidská populace roste a dochází k její migraci. V řadě zemí žijí lidé v úzkém kontaktu nejen mezi sebou, ale také mezi zvířaty a tento styl života poskytuje více příležitostí k přenosu nemocí. Masný průmysl způsobuje odlesňování, využívání velkých ploch zemědělské půdy a znečišťuje vodu. Prostředí je však znečišťováno mnoho faktory a lidskou činností. Změna životního prostředí a stanovišť má opět vliv na přenos nemocí. Díky zmíněné migraci, nejen lidí, ale i zvířat, se nákazy mohou šířit rychleji než v dřívější době (WHO, 2017).

Iniciativa „Jedno zdraví“ studuje zoonózy, antimikrobiální rezistenci, bezpečnost potravin a jejich zabezpečení, nemoci přenášené vektory, kontaminaci životního prostředí a další zdravotní hrozby. Jedná se tedy o účinný nástroj v boji proti zdravotním problémům na rozmezí člověk-zvíře-životní prostředí. Jedno zdraví klade také důraz na to, aby jednotliví odborníci z různých sektorů spolupracovali (CDC, 2018; WHO/EU).

6.2 Etické aspekty a životní podmínky zvířat

S rostoucí populací roste spotřeba potravy, což zvyšuje tlak na životní prostředí. Od roku 1975 se populace zdvojnásobila, přičemž spotřeba masa se ztrojnásobila. Vzrostl počet domestikovaných zvířat a zároveň klesl počet zvířat divokých. V udržení této velké spotřeby masa je potřeba chovat čím dál více zvířat v menším prostoru. Průmyslová živočišná výroba produkuje velké množství zvířat, která jíme. Intenzivní produkce masa vyvolává mnoho otázek týkajících se životních podmínek zvířat. Jakákoliv omezení konzumace masa by pravděpodobně vedla ke snížení této masivní výroby, což by mělo pozitivní vliv na životní prostředí, zdraví lidí a lepší životní podmínky zvířat. Jestliže se sníží počet chovaných zvířat, bude možné poskytnout zvířatům lepší péči a důstojnější zacházení.

Jak dobře se můžeme starat o zvířata, když jich ročně chováme více než 60 miliard určených na porážku a stále více roste konzumace prasat a kuřat (Wallis, 2017)? S rostoucí poptávkou po mase došlo ke změně systému produkce masa. Dříve převažovaly lesní chovy, které se postupně změnily na pastevní, a nyní jsou k chovu navrženy speciální budovy, které umožňují vyprodukovat více masa na malé ploše (McGlone, 2013).

Klíčovým problémem také může být výklad pojmu „animal welfare“. Většina lidí se shodne, že významem tohoto pojmu je cítit se dobře. Avšak u zvířat je vhodné vycházet a hodnotit míru svobody, mezi které patří: svoboda od hladu a žízně, svoboda od nepohodlí, svoboda od bolesti, svoboda od normálního chování, svoboda od strachu a utrpení (Wallis, 2017). Je možné tyto svobody splnit při masivním chovu? Mají tyto svobody prasnice chované v klecích zvlášť od svých selat? Jsou fyzické kastrace samců prasat bez použití analgetik etické a v souladu s welfare? Je chov brojlerů v halách v souladu s těmito svobodami, když bojují o vodu, jsou často zraněni a nemohou se svobodně pohybovat? Tyto všechny otázky jsou náměty k diskusi a zamyšlení. Kdyby se snížila konzumace masa, zvířata by měla možnost kvalitnějšího života (Wallis, 2017).

6.3 Udržitelnější stravování

Udržitelné stravování má nízký dopad na životní prostředí, přispívá k potravinovému a nutričnímu zabezpečení, a hlavně ke zdravému životu nejen současných generací, ale také těch budoucích (Burlingame, et al., 2011). Zdá se, že spotřebitelé však nemají dostatečné informace o tom, jak spotřeba masa může ovlivňovat zdraví a změnu klimatu, a proto mnohdy ani nemají záměr něco změnit. Nevědí, jak se udržitelněji stravovat. Pro velkou část populace je maso v jídelníčku zařazeno z tradičního a společenského hlediska. Volba potravin (masa) není vždy logickým jednáním, nýbrž automatické rozhodnutí. Příprava masa je ve velké části rychlá, snadná a chutná. Připravit pestrou a chutnou vegetariánskou stravu, bohatou na všechny živiny, nemusí být pro všechny jednoduché a rychlé, což může spoustu lidí odradit. Správná edukace, vyšší zdravotní gramotnost a dostupné informace z oblasti zdraví, životního prostředí a životních podmínek zvířat by mohly mít pozitivní vliv na stravování jednotlivců i společnosti (Stubbs, Scott a Duarte, 2018).

6.3.1 Problematika snížení konzumace masa a masných výrobků

Ve vyspělých zemí je konzumace masa volbou, nikoliv nutností k přežití. Klíčovými faktory, které brání konzumentům snížit spotřebu masa a zvýšit tak příjem alternativních rostlinných bílkovin patří:

- rozsah výběru, tradice, kultura a zvyky,
- upřednostňování chuti a zvyků, pohodlí a ceny před zdravím a udržitelností,
- vnímání, že maso je zdraví prospěšné a že alternativní možnosti bílkovin nejsou,
- obecně nedostatečné množství informací konzumentů,
- konzumenti nepovažují konzumaci masa za environmentální problém,
- nedostatečné množství informací ve vztahu mezi potravinami, životním prostředím a zdravím (Stubbs, Scott a Duarte, 2018).

Většina populace se snaží recyklovat odpad, avšak při nákupu potravin na životní prostředí nehledí. Domnívají se, že zde hraje roli vláda a výrobci. Změnu klimatu lidé připisují dopravě a pouze malá část populace si uvědomuje, že produkce a konzumace masa taktéž ovlivňuje klima a životní prostředí. Chybí zde informovanost a motivace ze

strany spotřebitelů něco změnit. Kdyby však spotřebitelé měli relevantní a dostupné informace, změnila by se spotřeba masa? Velký vliv by mohly mít udržitelnější potraviny, trend snižování živočišných bílkovin a semivegetariánské stravování u mladší generace (Stubbs, Scott a Duarte, 2018; Wallis, 2017).

Hnací silou vedoucí ke změně chování konzumentů by mohlo být zavedení nových, zdravých a nízkotučných výrobků, aktivní zapojování spotřebitelů do mírného snižování spotřeby masa a rozsáhlé kulturní změny. Rozsáhlé změny mohou mít dopad největší, je však potřeba se zaměřit na změny menší, které budou jednodušeji proveditelné s dlouhodobějším účinkem (Stubbs, Scott a Duarte, 2018).

6.3.2 Kroky k udržitelnějšímu stravování

Současný styl produkce potravin v závislosti na růstu populace a spotřeby masa je neudržitelný. Je více než žádoucí vybudovat nové strategie a přístupy k udržitelnějšímu stravování. Je potřeba v zemích neplýtvat potravinami, podporovat sezónní produkci potravin a zabezpečit zemi základními potravinami místní produkce. Klíčovými aspekty zdravého a udržitelného stravování je kulturní dědictví, kvalita a dostupnost potravin, kulinářské dovednosti a zejména edukace v oblasti výživy a vhodné volby potravin (Lawrence a Friel, 2019).

Jak již bylo několikrát zmíněno, masný průmysl ovlivňuje životní prostředí. Dobytek během svého krátkého života potřebuje velké množství vody a potravy, která by mohla být spotřebována přímo populací. K udržitelnějšímu stravování je potřeba omezit příjem masa a živočišných produktů – stravovat se semivegetariánsky, preferovat kuřecí maso a ryby před masem červeným. Snížením konzumace zejména červeného masa se sníží riziko vzniku nádorového onemocnění. Není však třeba živočišné produkty zcela eliminovat, ale snížení příjmu živočišných produktů povede k významnému snížení uhlíkové stopy. Je potřeba nemít maso jako střed talíře. Aby strava byla bohatá na všechny živiny, je žádoucí do jídelníčku zařadit více luštěnin, celozrnných potravin, jíst dostatek ovoce a zeleniny. Strava musí být pestrá. Čím méně živočišných produktů zkonzumujeme, tím bude naše strava udržitelnější. Je potřeba omezit plýtvání, dojídat zbytky jídla, jíst menší porce, objednávat si i bezmasá jídla (Comptom, 2019; Wallis, 2017). Optimální dietu navrhl Willett, et al., 2019, která zohledňovala veškeré zmíněné

faktory (zdravotní i environmentální) a jako zdroje bílkovin doporučil zejména ryby, arašídy, čočku, hrách, fazole, sóju, vejce a trochu masa (maximálně do 90 g, ideálně zhruba 45 g).

6.3.3 Semivegetariánská a flexitariánská strava

V Evropě je Pythagoras ze Samosu, řecký filozof a vědec, považován za zakladatele vegetariánského způsobu stravování. Pythagoras věřil, že i zvířata mají duši, která by mohla patřit zemřelým příbuzným. Původní pojem „vegetariánství" byl však poprvé použit roku 1840 v anglicky mluvících zemích. V průběhu 19. století se pojem rozšířil i v německy mluvících zemích (Grosshauser, 2015).
Vegetariáni konzumují potraviny rostlinného původu a produkty živých zvířat (mléko, vejce). Vegetariánství však lze z hlediska povolených potravin různě rozdělit (viz tabulka č. 5).

Tabulka č. 5 – Typy vegetariánských diet

Typ vegetariánského stravování	Znaky
semivegetariánská	nízká a vědomá konzumace masa
flexitariánství	nízká a vědomá konzumace masa
lakto-ovo-vegetariánství	nejedí maso a ryby
lakto-vegetariánství	nejedí maso, ryby a vejce
ovo-vegetariánství	nejedí maso, ryby a mléko
veganství	nejedí maso, ryby, vejce, mléko a med; vyhýbají se živočišným surovinám (kůže, vlna)

(Vosáhlová, 2021)

Semivegetariáni (částeční vegetariáni) konzumují určité druhy masa ve velmi malé míře. Většinou se vyhýbají červenému masu, avšak konzumují ryby, drůbež, vejce a mléčné produkty či med. Flexitariáni se stravují převážně vegetariánsky s občasnou konzumací masa. Maso však nejedí z továrního prostředí, ale z ekofarem, biofarem či ze zvířat ulovených v divočině (Grosshauser, 2015; Wallis, 2017).

Vegetariánským typem stravování se zabývá řada studií, které prokázaly jasné zdravotní výhody oproti tradičnímu typu stravování. Vegetariáni mají zřídka nadváhu, mají

příznivější hodnoty krevního tlaku a biochemického vyšetření krve. Vegetariánské stravování může také působit preventivně proti řadě nemocí (např. DM 2. typu, ledvinová onemocnění, revmatická artritida apod.). Pestrá vegetariánská strava je bohatá na vitaminy, minerály, komplexní sacharidy, vlákninu, omega-3 mastné kyseliny a antioxidanty. Jako zdraví prospěšný je nižší příjem nasycených mastných kyselin a živočišných tuků (Grosshauser, 2015; Wallis, 2017).

Není však nutné stravovat se striktně vegetariánsky. Z ekologického a zdravotního hlediska je prospěšná semivegetariánská strava, tedy omezená konzumace masa. Existují však i další výhody menší konzumace masa. Většina z nich souvisí s moderním masným průmyslem zahrnující násilí na zvířatech zejména při jatkách, bezpečnost pracovníků, špatná hygiena v potravinovém průmyslu a zvýšené riziko zoonóz z masivních chovů (Wallis, 2017).

7 BUDOUCNOST MASA

Živočišná produkce je náročná na vodu, krmivo, pozemky a má negativní dopad na životní prostředí. Spotřeba masa celosvětově roste, pokud se celosvětová spotřeba přiblíží k hodnotám zkonzumovaných ve vyspělých zemí, stane se z masa luxusní zboží. V poslední době stoupá zájem o maso bez nutnosti zabíjení zvířat a bez zátěže na životní prostředí. Náhražky masa jsou běžně dostupným zbožím v supermarketu. Ve většině případů se jedná o výrobky ze sóji či pšeničného lepku. Nyní se však do popředí dostává skutečné maso vytvořené z kmenových buněk.

Maso je a asi stále bude atraktivní a spotřebitelskou volbou číslo jedna. Zatímco bílkoviny v mase jsou plnohodnotné, stejnou kvalitu získat z čistě rostlinné stravy je náročnější. Proto se nabízí ideálním řešením maso ze zkumavky s nízkými vklady. Předpokládá se, že kultivované maso bude mít menší dopady na životní prostředí, a navíc přímý vliv na výživu a veřejné zdraví. Maso připravené v laboratoři by mohlo snížit spotřebu fosilních paliv, základních plodin a orné půdy a současně snížit emise skleníkových plynů. Kultivované maso by se dalo upravit tak, aby obsahovalo více polynenasycených mastných kyselin a méně nasycených. Další výhodou by byla eliminace zoonóz a zranění pracovníků na jatkách. Takto připravené maso by lidem umožnilo jíst maso s minimem negativních účinků. Je však potřeba porozumět současnému vnímání buněčného masa ze strany veřejnosti (Laestadius a Caldwell, 2015; Warner, 2019).

7.1 Definice a proces výroby buněčného masa

Buněčné maso je maso produkované in-vitro pomocí buněčných kultur živočišných buněk. Kultivované maso se vyrábí pomocí technik tkáňového inženýrství, které se využívají při regenerativní medicíně. V roce 2013 profesor Mark Post vypěstoval první in-vitro hovězí maso ve své laboratoři (Laestadius a Caldwell, 2015).

Při pěstování masa in-vitro se svalová tkán zvířete vstříkne do buněčné kultury, což vede k buněčnému růstu mimo tělo zvířete. Podobná metoda je používána k opravě lidských tkání.

Nejprve jsou potřeba kmenové buňky – myosatelitní buňky, které jsou odebrány z živého zvířete. Tedy není potřeba zvíře usmrtit, protože odběr je proveden pomocí biopsie. Kmenové buňky se přidají k růstovému médiu, což umožňuje mnohonásobné dělení v procesu zvaném proliferace. Když je proliferovaných buněk dostatečné množství, dochází k přeměně na myofibrily a myotuby, jež jsou dominantní částí masa. Teoreticky bychom potřebovali jen hrstku zvířat k výrobě velkého množství masa.

Nicméně v dnešní době je k tomuto procesu potřeba fetální hovězí sérum, které obsahuje růstové faktory. Sérum je tedy vhodné jako prostředí pro růst buněk. Snaha je však toto sérum nahradit rostlinnými zdroji, a to jednak z hlediska ceny a jednak kvůli šetrnosti ke zvířatům (Leastadius a Caldwell, 2015; Rubio, et al., 2019; Warner, 2019).

Samotné experimenty zaměřené na výrobu masa bez nutnosti zabití zvířat mohou vést ke změně uvažování o mase. Důležité také bude, jak se k syntetickému masu postaví společnost.

7.2 Buněčné maso v České republice

V České republice se výzkumem a vývojem technologie pro výrobu kultivovaného masa v průmyslovém měřítku zabývá „startupová“ firma Bene Meat Technologies a.s. sídlící v Praze. Během roku 2023 by měla skončit laboratorní fáze výzkumu a kultivované maso by se mělo vyrábět ve větším množství. Prozatím vyvíjejí hovězí maso, v budoucnosti by rádi vypěstovali drůbeží či rybí maso (Bene Meat Technologies - www.benemeat.com).

8 VÝZKUMNÁ ČÁST

Výzkumná část se zaměřuje na grafickou vizualizaci dat týkajících se zejména spotřeby masa v jednotlivých geografických oblastech v závislosti na různých faktorech a navazuje na teoretický rámec práce. Před zahájením výzkumu byly stanoveny cíle práce a na základě těchto cílů byly vytvořeny hypotézy. V kapitole je dále popsána metodika výzkumu, technika zpracování dat, výsledky a otestované hypotézy.

8.1 Cíle práce

Cílem výzkumu je vizualizace vývoje a současného stavu konzumace masa, spotřeby masa v jednotlivých geografických oblastech, analyzovat trend průměrné spotřeby jednotlivých druhů masa a zkonstruovat predikční model časových řad spotřeby masa. Dalším cílem výzkumné části je znázornit trend spotřeby masa a vybraných chronických neinfekčních onemocnění, dopady spotřeby masa na jednotlivé složky životního prostředí a závislost spotřeby masa na hrubém domácím produktu. V neposlední řadě bude ověřována platnost několika stanovených hypotéz.

8.2 Hypotézy

1) H0: Průměrná spotřeba masa na obyvatele za rok se v čase nevyvíjí.
   H1: Průměrná spotřeba masa na obyvatele za rok v čase roste.
2) H0: Mezi incidencí kolorektálního karcinomu a spotřebou červeného masa neexistuje žádná závislost.
   H1: Mezi incidencí kolorektálního karcinomu a spotřebou červeného masa existuje závislost.

8.3 Metodika výzkumu

Pro předloženou výzkumnou část byl zvolen kvantitativní výzkum, konkrétněji sekundární deskriptivní korelační studie. Pro zjištění dat o spotřebě masa a jednotlivých faktorech environmentálního dopadu spotřeby masa ve světě byla použita technika sekundární analýzy dat a analýza časových řad. Výzkum je retrospektivní. V závěru výzkumné části byl použit predikční model časových řad.

Výzkumný soubor

Základním výzkumným souborem jsou vybrané regiony, zvolené podle Godfray, et al., 2018. Jedná se o Afriku, Asii (mimo Čínu a Indii), Evropu, Indii, Jižní a Střední Ameriku, Severní Ameriku a Čínu, navíc je zahrnutá Austrálie a Oceánie. Mimo vybrané regiony jsou podrobněji zkoumány také jednotlivé státy ve světě.

Technika sběru dat

Potřebná data o spotřebě masa a hrubém domácím produktu (HDP) byla získána z databáze FAO – The Food and Agriculture Organization of the United Nations. Přestože v České republice data zpracovává ČSÚ, rovněž i pro Českou republiku byla data použita z databáze FAO z důvodu homogenity. Data o environmentálním dopadu masa a ostatních potravin byla získaná ze stránky Our World in Data a metaanalýzu provedl Poore a Nemecek, 2018. Data o výskytu obezity byla také získána ze stránky Our World in Data, autory zpracování jsou Ritchie a Roser, 2017. Potřebná data o výskytu kolorektálního karcinomu ve světě byla získána ze stránky Cancer Today. Data pro model znázorňující vývoj a predikci populace byla získána z United Nations. Veškerá data jsou z volně dostupných materiálů.

8.4 Zpracování dat

Data byla zpracována ve spolupráci se statistikem v jazyce python za pomocí programu Jupyter notebook. Z dat bylo třeba vytřídit pouze ty informace, které jsou pro potřeby výzkumu užitečné. Data pocházející z různých zdrojů byla spojena do jednoho datového souboru, aby bylo možné znázornit souvislost vybraných ukazatelů (například spotřeby masa a podílu obyvatel v populaci s nadváhou). Finální datový soubor tedy obsahuje

informace o jednotlivých státech z celého světa po kalendářních letech od roku 1961 až do roku 2019, přičemž ne všechny hodnoty byly za všechny roky k dispozici. K vykreslování grafů byla data buď vhodně agregována do geografických oblastí, nebo došlo k selekci vyobrazených států.

Pro modelování časové řady průměrné spotřeby kg masa na obyvatele za rok byl použit model ARIMA (z anglického Autoregressive integrated moving average). Jedná se o zaběhlý matematický model sloužící k analýze časových řad a v této práci byl použit především pro predikci budoucích hodnot průměrné spotřeby masa mezi lety 2020 až 2050.

Pro výběr vhodného modelu ARIMA je potřeba na počátku určit hodnotu vstupních parametrů (p, d, q). Tyto parametry je třeba zvolit tak, aby byly splněny předpoklady modelu a zároveň model dosahoval nejlepších výsledků. Základním předpokladem modelu je stacionarita časové řady, což znamená, že řada neobsahuje trend a že korelace mezi jednotlivými hodnotami se nemění v čase (Cipra, 2013). Zkoumaná časová řada průměrné spotřeby masa v čase roste, a tedy není stacionární. Tento problém se vyřeší správným nastavením vstupního parametru d. Tento parametr určuje řád diferencování, tedy do modelu vstupují namísto původních hodnot rozdíly hodnot v sousedících kalendářních letech (namísto X_t se modeluje $(X_t - X_{t-1})$).

Pro otestování stacionarity byl použit rozšířený Dickey-Fullerův test a již při prvním diferencování vyšla p-hodnota nižší než 0,05, tedy můžeme diferencovanou řadu pokládat za stacionární, jinými slovy byl parametr d nastaven na hodnotu 1. Zbylé parametry p, q byly zvoleny na základě nejnižšího dosaženého Akaikeho informačního kritéria (AIC). Ukázalo se, že nejlepšími kandidáty jsou hodnoty $p = 0$ a $q = 0$, přičemž model ARIMA$(0, 1, 0)$ dosahuje hodnoty AIC = 29,6.

Rovnice získaného modelu je následující:

$$X_t = \delta + X_{t-1} + \varepsilon_t.$$

Symbol δ značí úroveň driftu (průměr meziročního vzrůstu časové řady). X_t je hodnota časové řady v čase t a ϵ_t je hodnota bílého šumu s rozptylem σ^2 v čase t, tedy náhodné odchylky. Predikce budoucích hodnot jsou potom určeny vzorcem

$$\hat{X}_t = \begin{cases} X_t, & t \leq 2019, \\ \hat{\delta} + \hat{X}_{t-1}, & t \geq 2020. \end{cases}$$

Podle ústního sdělení Mgr. Tomáše Brabence dne 22. 3. 2022.

Pomocí testu o nulovosti koeficientu delta (δ) byla ověřena první hypotéza. Pro druhou hypotézu byl použit test nulovosti regresního koeficientu. Postup testování a důvod výběru zmíněných testů je popsán v podkapitole 8.4.

Pro platnost či neplatnost nulové hypotézy byla použita *p*-hodnota. Pro vyšší přesnost byly hypotézy testovány na hladině významnosti 0,05. Je-li *p*-hodnota menší než 0,05, nulová hypotéza bude zamítnuta.

8.5 Výsledky

Výsledky výzkumu jsou pro lepší přehlednost rozděleny do pěti kategorií:

- vývoj spotřeby masa a aktuální spotřeba,
- závislost spotřeby masa na hrubém domácím produktu,
- spotřeba masa a dopady na životní prostředí,
- spotřeba masa a výskyt chronických neinfekčních nemocí
- predikční model časových řad spotřeby masa.

Výsledky jsou vizualizovány pomocí grafů a grafy jsou stručně popsány.

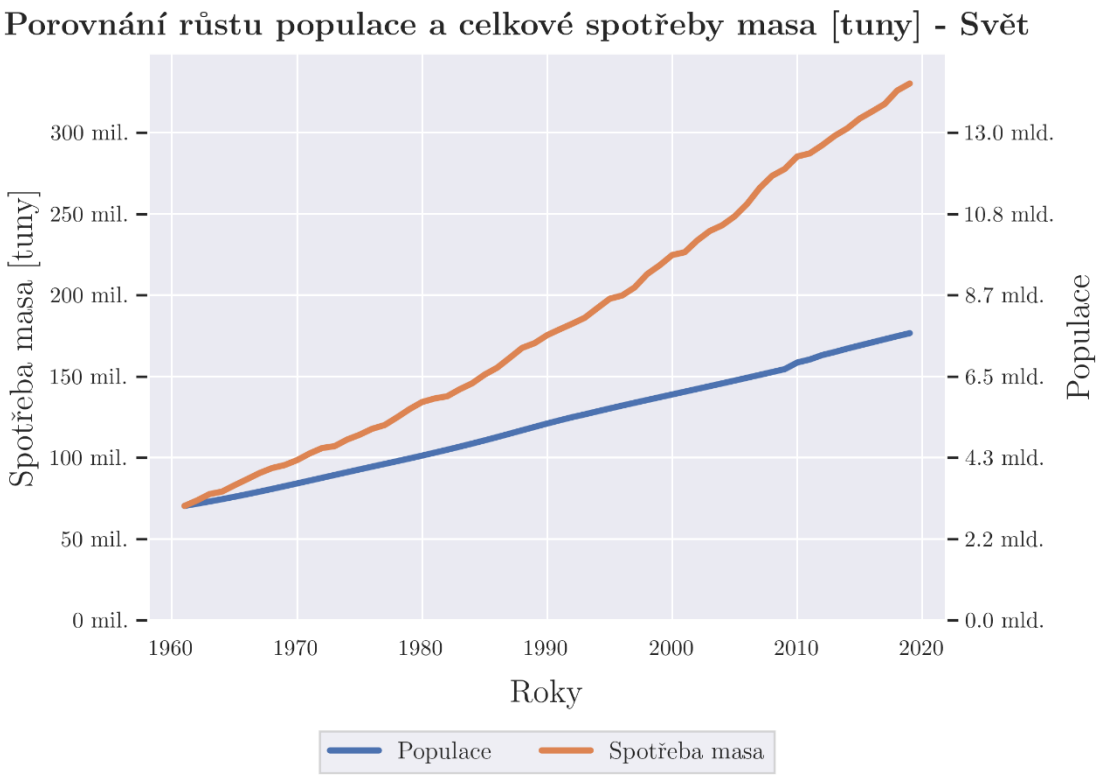
Vývoj spotřeby masa a aktuální spotřeba masa

V první části výzkumu jsou zejména spojnicové a sloupcové grafy znázorňující vývoj spotřeby masa, respektive aktuální spotřebu masa, a to buď celkovou, nebo průměrnou na osobu za rok. Dále je vyobrazená spotřeba jednotlivých druhů masa: kuřecího, vepřového, hovězího, skopového a jehněčího a ostatního (zvěřina, králičí maso apod.) pomocí skládaného sloupcového grafu. Při přepočtu spotřeby masa na osobu za rok a aktuální celkové spotřeby masa jsou data pro lepší přesnost zprůměrována za roky 2015-2019 (popsáno v grafu).

První graf výzkumné části vyobrazuje vývoj spotřeby masa a růst populace v letech 1961-2019. V roce 1961 žilo na planetě přes 3 miliardy lidí, kteří zkonzumovali 70 milionů tun masa, v roce 2019 už na planetě žilo 7,7 miliardy lidí a jejich roční spotřeba masa byla 330 milionů tun. **Za téměř 60 let populace vzrostla 2,5krát (o 151 %), kdežto spotřeba masa téměř 5krát (o 370 %).** Z grafu je patrné, že spotřeba masa

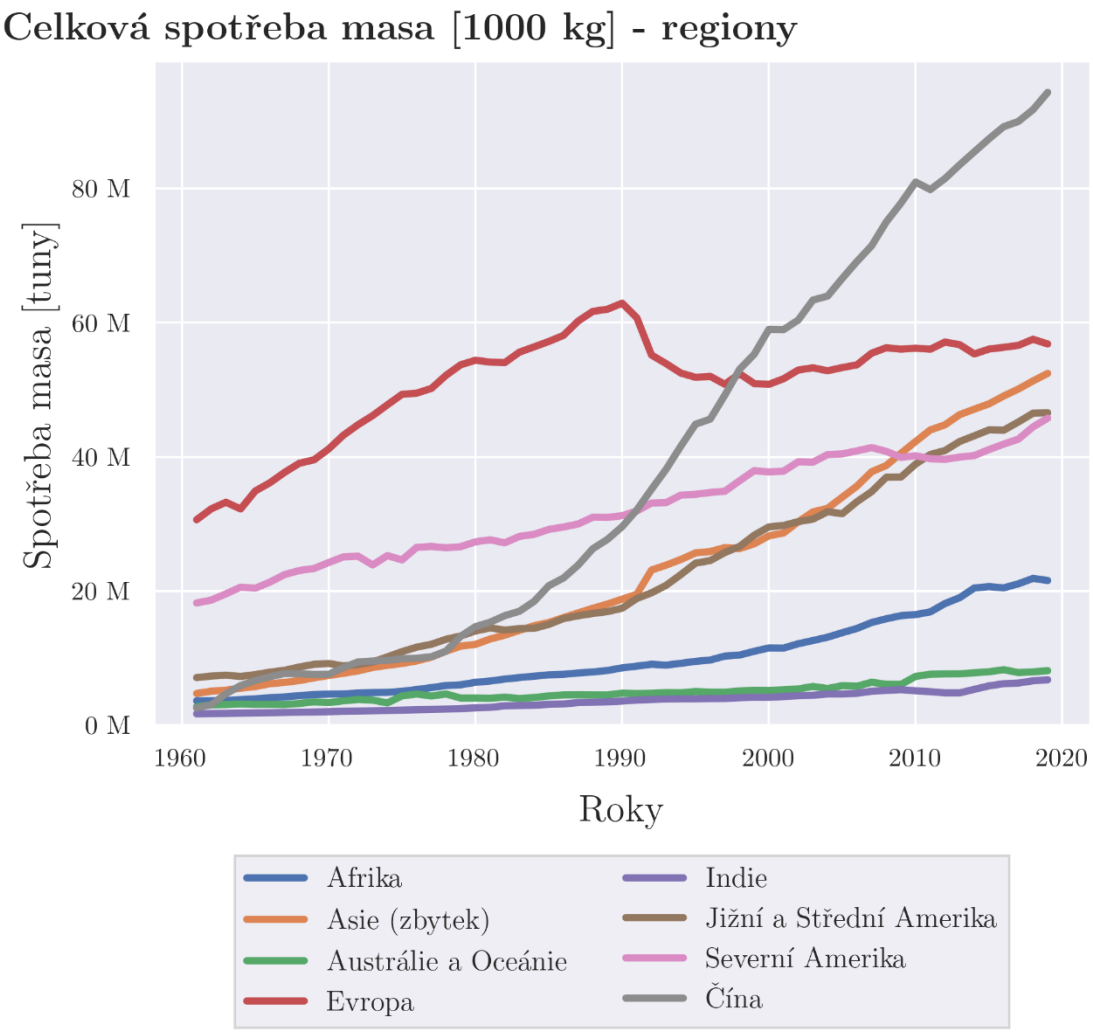
roste rychleji než populace. Křivka znázorňující růst populace roste lineárně, křivka znázorňující vývoj celkové spotřeby masa roste rychleji než lineárně.

Graf č. 3 – Porovnání růstu populace a celkové spotřeby masa v letech 1961-2019



Graf č. 4 vyobrazuje vývoj celkové spotřeby masa ve vybraných regionech v letech 1961 až 2019. Po roce 1961 byla nejvyšší celková spotřeba masa v Evropě a Severní Americe. V Evropě spotřeba rostla do roku 1990, po roce 1990 lehce klesla a nyní je konstantní. Oproti tomu v Severní Americe je růst celkové spotřeby pozvolně lineární. Po roce 2008 došlo k lehkému poklesu. Z grafu je patrný **exponenciální růst spotřeby masa v Číně** v letech 1961-2000, po roce 2000 je růst spotřeby spíše lineární. Nejnižší celková spotřeba je po celou dobu v Indii a Austrálii a Oceánii, kde spotřeba masa roste pouze nepatrně, oproti ostatním regionům. V Asii a Jižní a Střední Americe je růst obdobný, rychlejší než lineární. Ve většině regionech tedy došlo k dramatickému zvýšení spotřeby masa za posledních 60 let.

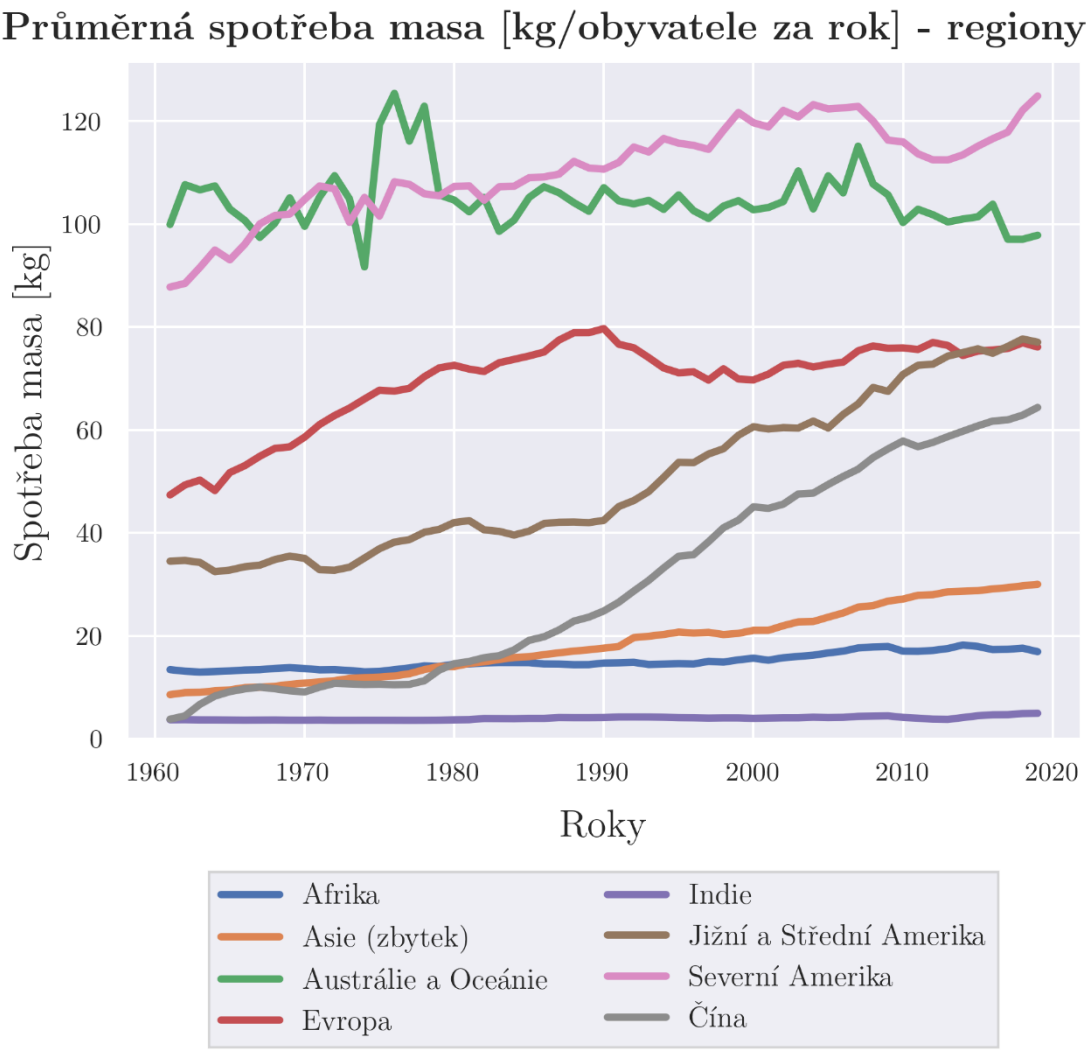
Graf č. 4 – Vývoj celkové spotřeby masa ve vybraných regionech v letech 1961-2019



Graf č. 5 také znázorňuje vývoj průměrné spotřeby ve vybraných regionech, avšak na obyvatele za rok. **Nejvyšší průměrná spotřeba na obyvatele je v Severní Americe a Austrálii a Oceánii.** V Severní Americe v roce 1961 byla průměrná spotřeba přes 80 kg, nyní vzrostla spotřeba na 120 kg masa za rok. Opět si můžeme povšimnout poklesu po roce 2008. V Austrálii a Oceánii je situace v dlouhodobém hledisku stabilní. V Evropě rostla spotřeba od roku 1961 do roku 1990, po roce 1990 lehce klesla a za posledních 15 let je situace konstantní. Průměrně v Evropě je zkonzumováno pod 80 kg mas na osobu za rok. V Jižní a Střední Americe za posledních 60 let vzrostla spotřeba dvojnásobně na téměř 80 kg. Vysoký nárůst je patrný v Číně, kde po roce 1961 byla spotřeba masa na obyvatele za rok pod 10 kg, nyní je však 60 kg. V Asii roste spotřeba masa pozvolněji, v Africe se spotřeba masa udržuje pod 20 kg na obyvatele za rok.

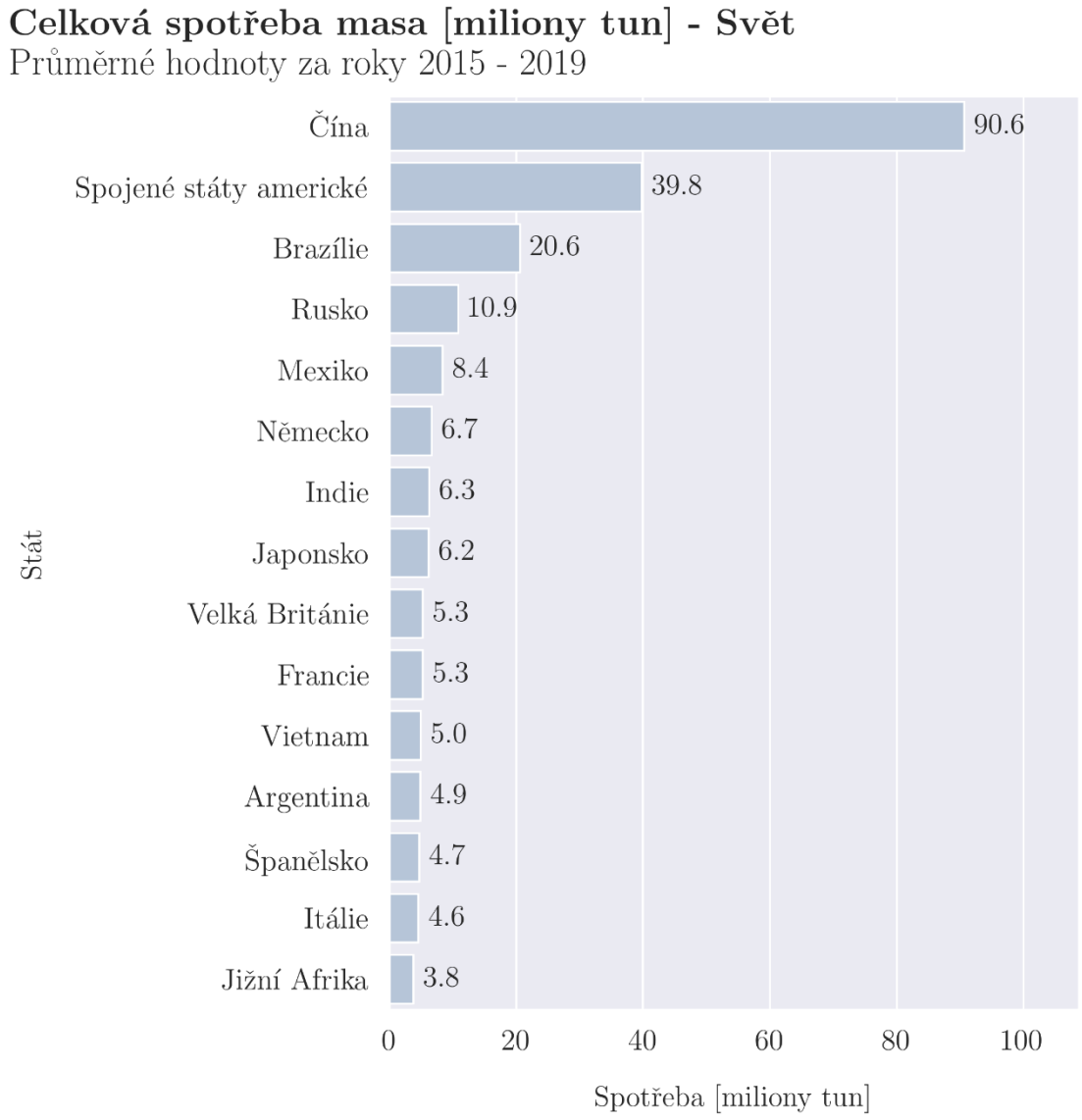
V Indii je průměrná spotřeba masa na osobu za rok pod 5 kg a dlouhodobě se téměř nevyvíjí.

Graf č. 5 – Vývoj průměrné spotřeby masa na obyvatele za rok ve vybraných regionech v letech 1961-2019



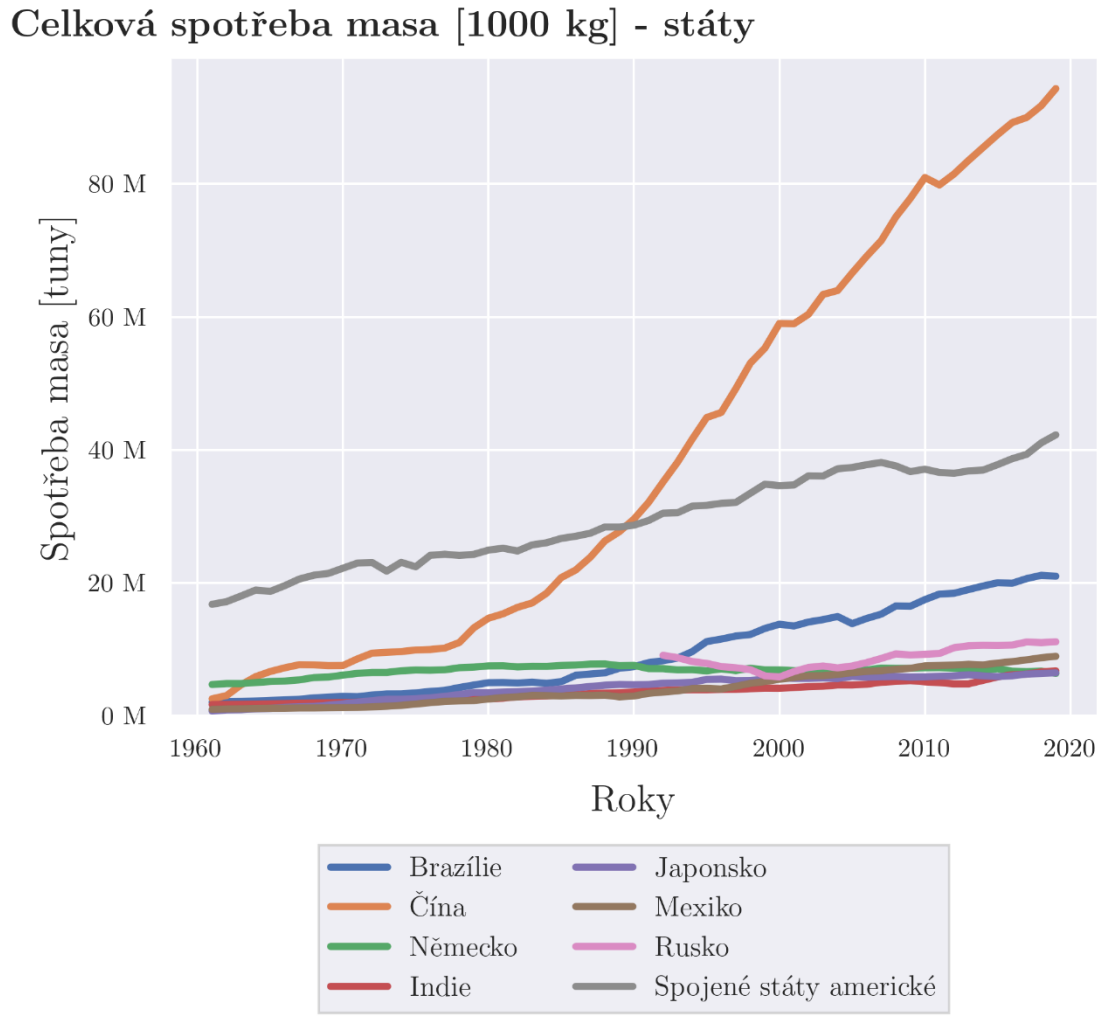
V následujícím grafu je vyobrazeno 15 zemí s nejvyšší celkovou spotřebou masa na světě za rok. Data jsou zprůměrována za posledních 5 let. Zobrazení států s nejvyšší spotřebou masa je výchozí pro další grafy (graf č. 7, 8, 9 a 14). **Čína je zemí s nejvyšší celkovou spotřebou masa na světě**, která ročně spotřebuje přes 90 milionů tun masa. Na druhé příčce jsou Spojené státy americké s roční spotřebou téměř 40 milionů tun masa. Do 15 zemí s nejvyšší spotřebou masa se řadí i státy Evropy – Rusko, Německo, Francie, Španělsko a Itálie.

Graf č. 6 – Země s nejvyšší celkovou spotřebou masa



Následující graf znázorňuje vývoj celkové spotřeby masa v zemích s nejvyšší aktuální spotřebou masa ve světě. Nejvyšší spotřeba masa po roce 1961 byla ve Spojených státech amerických. Po roce 1990 je nejvyšší spotřeba masa v Číně, která aktuálně spotřebuje přes 90 000 tun masa za rok.

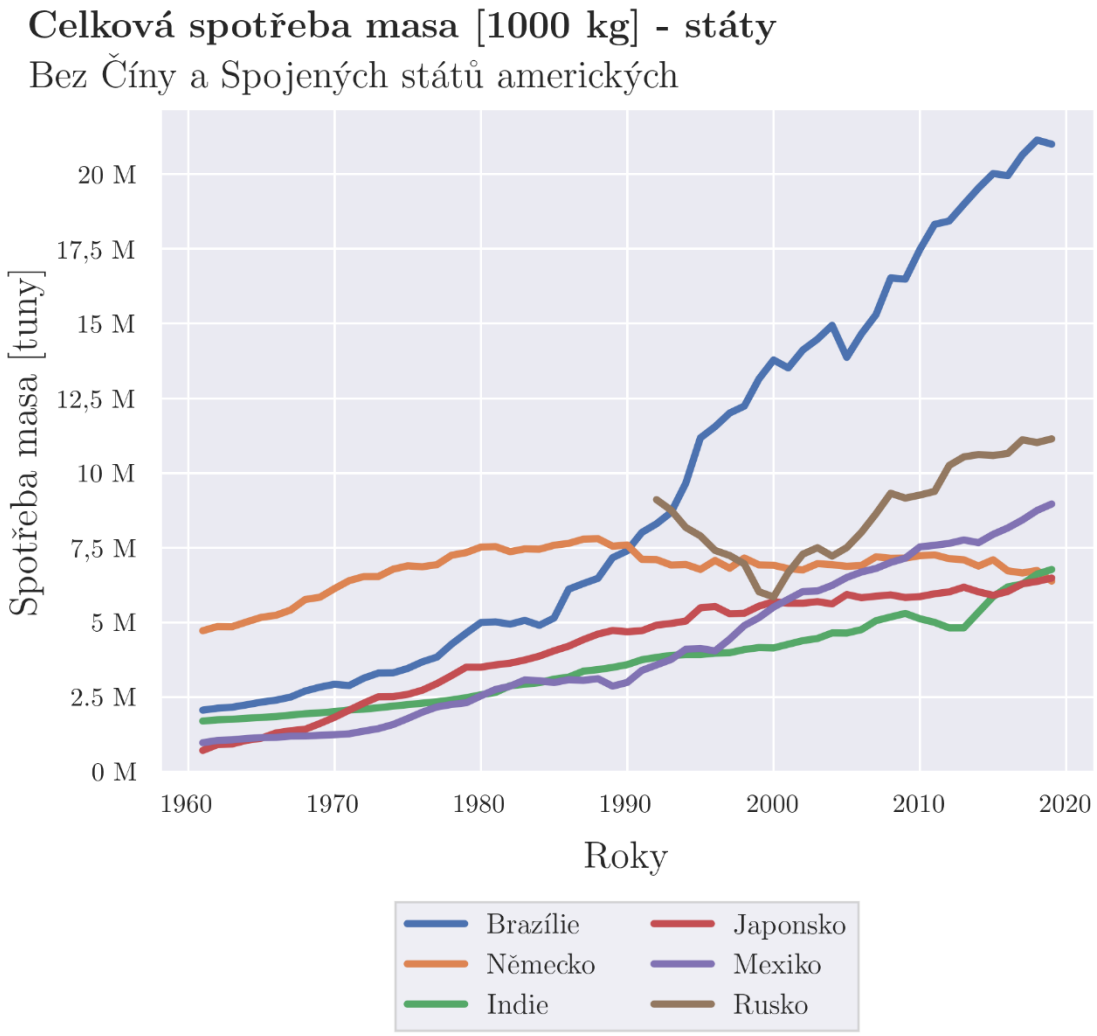
Graf č. 7 – Vývoj celkové spotřeby masa v zemích s nejvyšší aktuální spotřebou v letech 1961-2019



Graf č. 8 opět znázorňuje vývoj celkové spotřeby masa v zemích s nejvyšší aktuální spotřebou, avšak pro lepší čitelnost dat je z grafu odebrána Čína a Spojené státy americké. Z grafu je jasněji vidět **vysoký nárůst celkové spotřeby masa v Brazílii**, kdy spotřeba vzrostla čtyřnásobně. Mezi země s nejvyšší spotřebou řadíme Rusko, které je

v grafu znázorněné od rozpadu Svazu sovětských socialistických republik (SSSR), kdy došlo k poklesu spotřeby masa a následnému vzrůstu.

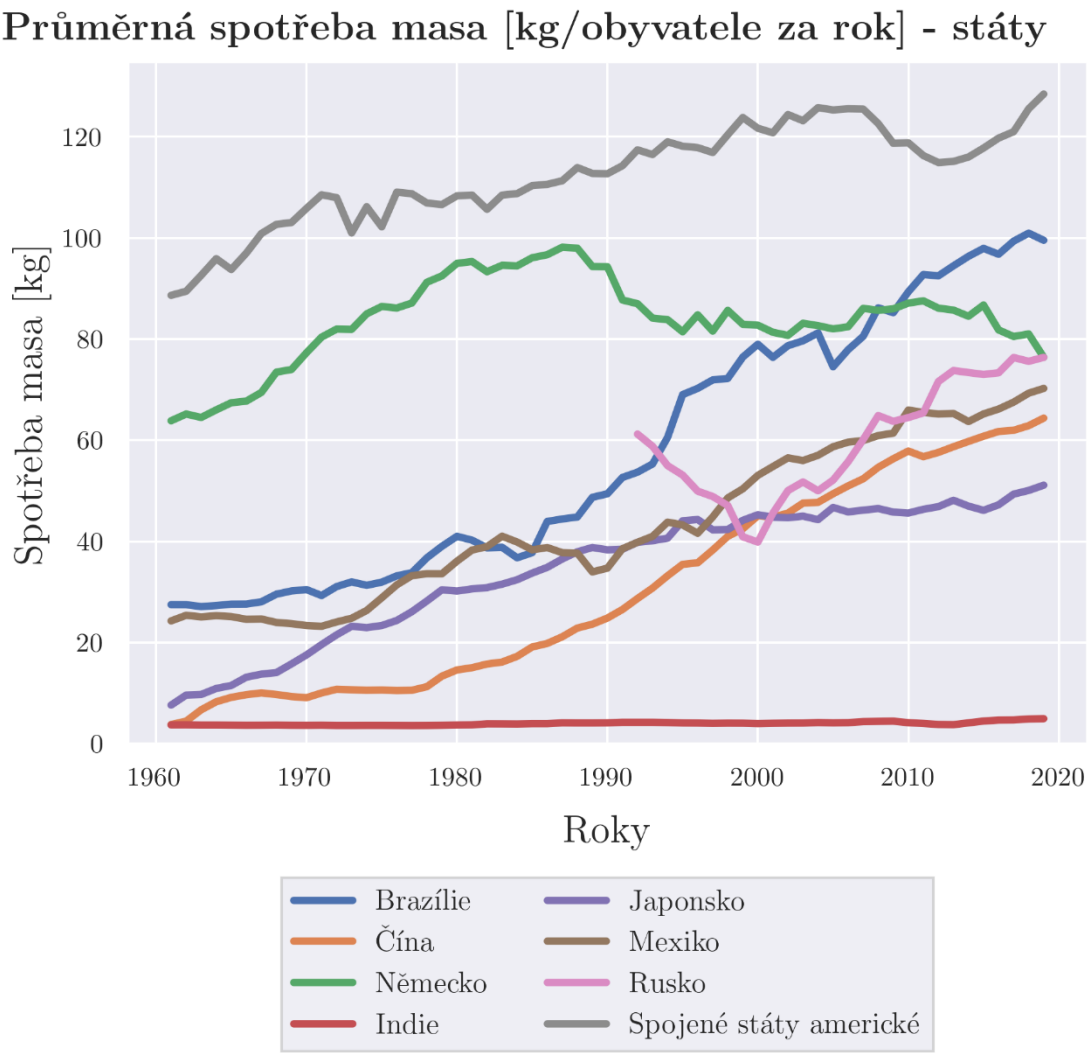
Graf č. 8 – Vývoj celkové spotřeby masa v zemích s nejvyšší aktuálně nejvyšší spotřebou (bez Číny a Spojených států amerických) v letech 1961-2019



Graf č. 9 znázorňuje vývoj spotřeby masa na obyvatele za rok v zemích s nejvyšší aktuální celkovou spotřebou masa. **Nejvyšší absolutní nárůst průměrné spotřeby na obyvatele je patrný v Brazílii**, kde za posledních téměř 60 let vzrostla spotřeba o 70 kg. **Nejvyšší relativní nárůst průměrné spotřeby je patrný v Číně.** Nicméně nárůst průměrné spotřeby masa na obyvatele je patrný i v USA, Mexiku, Japonsku a Rusku. Vyšší nárůst celkové spotřeby byl zaznamenán také v Německu v letech 1961-1990,

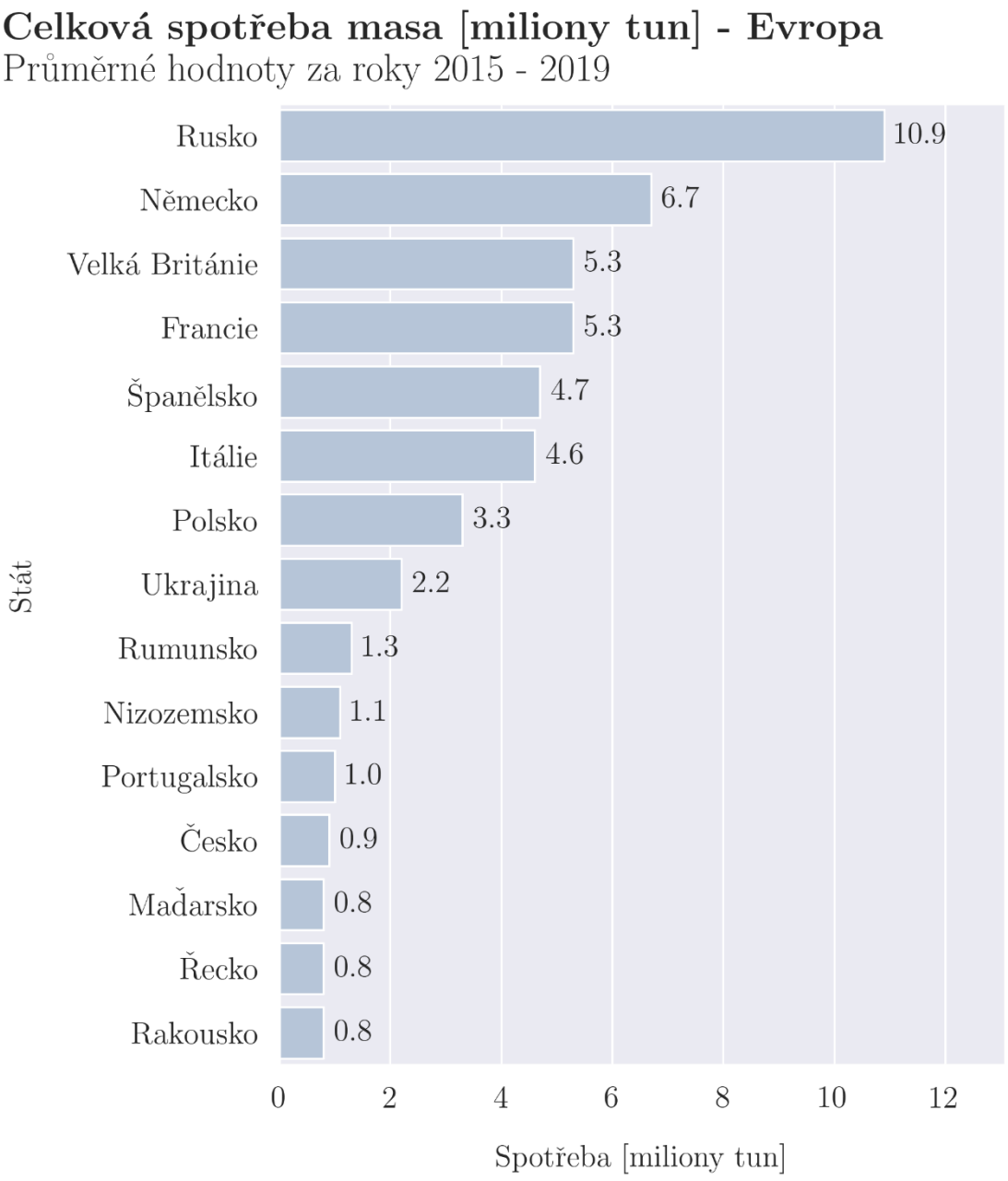
poté došlo k poklesu a za posledních 25 let je situace relativně konstantní. Nejnižší vývoj průměrné spotřeby z vyobrazených zemí je v Indii.

Graf č. 9 – Vývoj průměrné spotřeby masa na obyvatele za rok v zemích s aktuálně nejvyšší celkovou spotřebou v letech 1961-2019



Graf č. 10 znázorňuje 15 zemí s nejvyšší celkovou spotřebou masa v Evropě za rok. Data jsou opět zprůměrována za posledních 5 let. Zobrazení 15 zemí Evropy s nejvyšší spotřebou masa je výchozí pro další grafy (graf č. 11, 12 a 15). **Nejvyšší celkový spotřeba masa je v Rusku**, téměř 11 milionů tun. Na druhé příčce je Německo, kde se ročně spotřebuje téměř 7 milionů tun masa. Do prvních 15 zemí s nejvyšší spotřebou v Evropě řadíme i Českou republiku, kde se ročně spotřebuje téměř 1 milion tun masa.

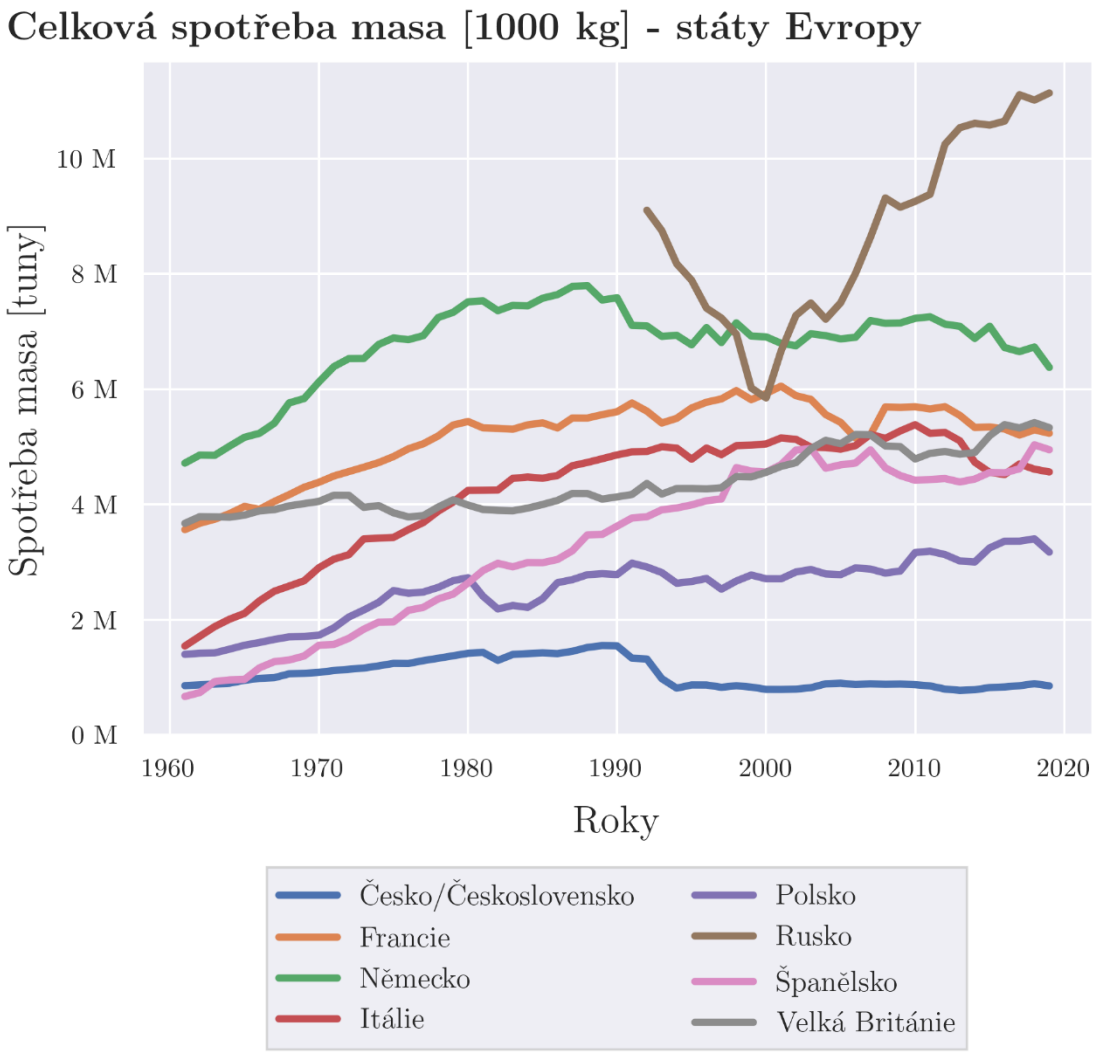
Graf č. 10 – Státy Evropy s nejvyšší celkovou spotřebou masa



Následující graf zachycuje vývoj celkové spotřeby v evropských zemí s nejvyšší aktuální spotřebou masa a do grafu byl navíc přidán vývoj celkové spotřeby masa v České republice. Z grafu je patrné, že **ke zvýšení spotřeby došlo ve všech vyobrazených státech**, ovšem od roku 1990 je ve většině zemí situace konstantní. Nejvyšší spotřeba za posledních 15-20 let je v Rusku, kde neustále roste od roku 2000. Vyšší nárůst celkové spotřeby byl zaznamenán v Německu v letech 1961-1990, po roce 1990 začala spotřeba mírně klesat a situace je relativně konstantní. Vysoký nárůst

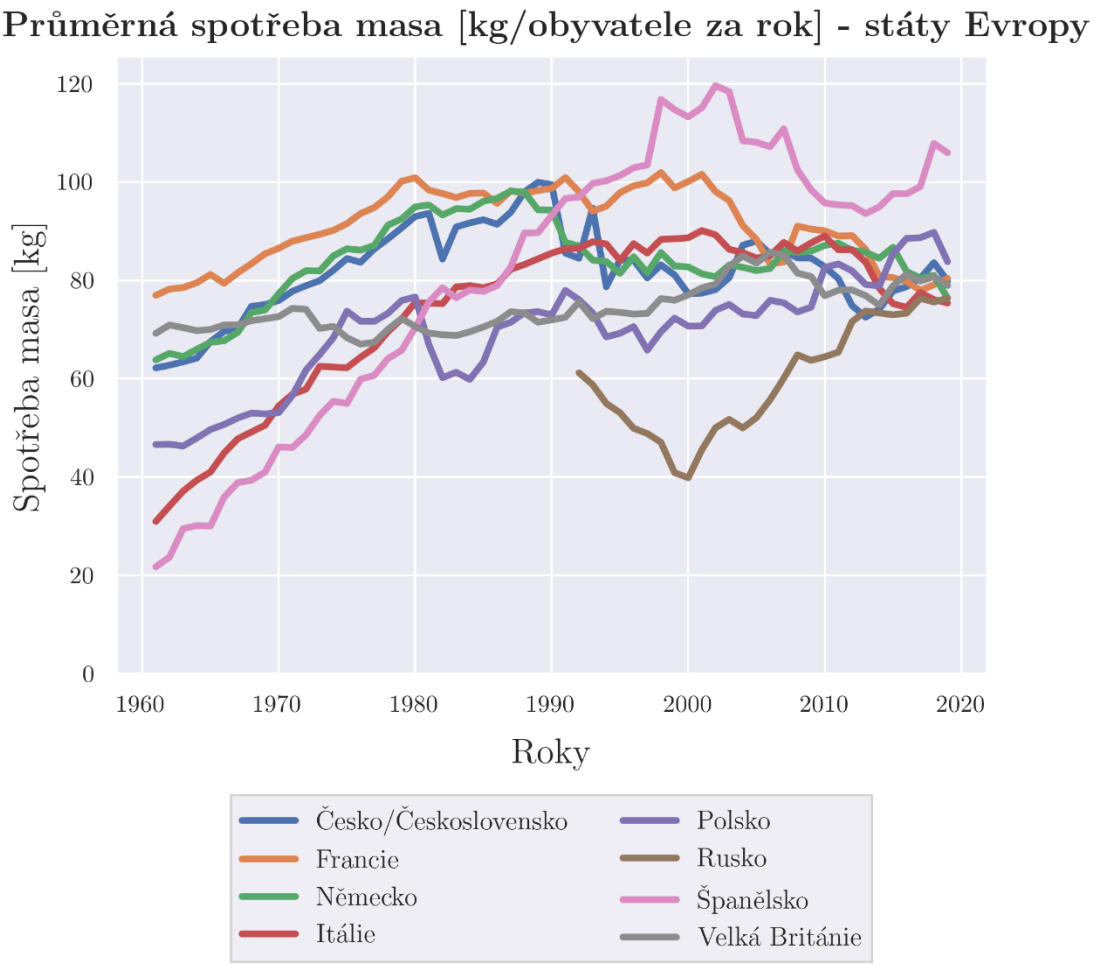
spotřeby je také zaznamenán ve Španělsku, kdy se za posledních téměř 60 let celková spotřeba vzrostla 7,5krát (tedy o 640 %) a nadále se spotřeba mírně zvyšuje.

Graf č. 11 – Vývoj celkové spotřeby masa v evropských státech s nejvyšší aktuální spotřebou v letech 1960-2019



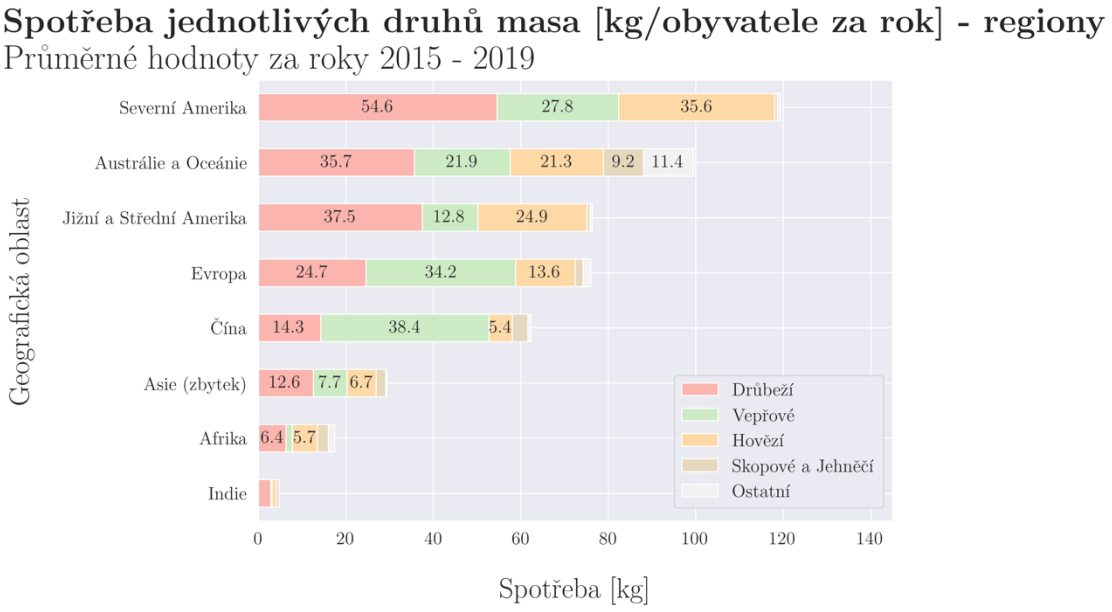
Graf č. 12 znázorňuje vývoj spotřeby masa na osobu za rok v evropských státech s aktuální nejvyšší průměrnou spotřebou na osobu. **Nejvyšší nárůst spotřeby masa na osobu je patrný ve Španělsku**, kdy po roce 1961 v zemi průměrně spotřebovávali 20 kg masa za rok, po roce 2000 už 120 kg a nyní okolo 110 kg. Vysoký nárůst spotřeby je také patrný v Itálii – po roce 1961 byla průměrná spotřeba pod 40 kg masa na osobu za rok, nyní téměř 80 kg, nárůst spotřeby je tedy dvojnásobný. Ve Francii během pozorovacího období došlo k nárůstu spotřeby, nicméně momentálně je situace obdobná jako před 60 lety. Do grafu č. 12 je opět přidán vývoj průměrné spotřeby v České republice s nárůstem spotřeby masa zhruba o 20 kg za téměř 60 let.

Graf č. 12 – Vývoj průměrné spotřeby masa na obyvatele za rok v evropských státech s nejvyšší aktuální průměrnou celkovou spotřebou v letech 1960-2019



Graf. č 13 znázorňuje jednak průměrnou spotřebu masa na obyvatele za rok ve vybraných regionech, ale také spotřebu jednotlivých druhů masa na osobu. Z vybraných regionů je **nejvyšší průměrná spotřeba na o za rok v Severní Americe (120 kg).** V Severní Americe obyvatelé zkonzumují nejvíce kuřecího masa (54,6 kg) a hovězího (35,6 kg), vepřového spotřebují 27,8 kg. Vepřové maso je nejhojněji konzumováno v Číně (38,4 kg) a Evropě (34,2 kg). Vysoká spotřeba drůbežího masa je v Jižní a Střední Americe (37,5 kg). V Evropě se průměrně zkonzumuje na obyvatele za rok nejvíce vepřového masa (34,2 kg), kuřecího (24,7) kg a hovězího (13,6 kg).

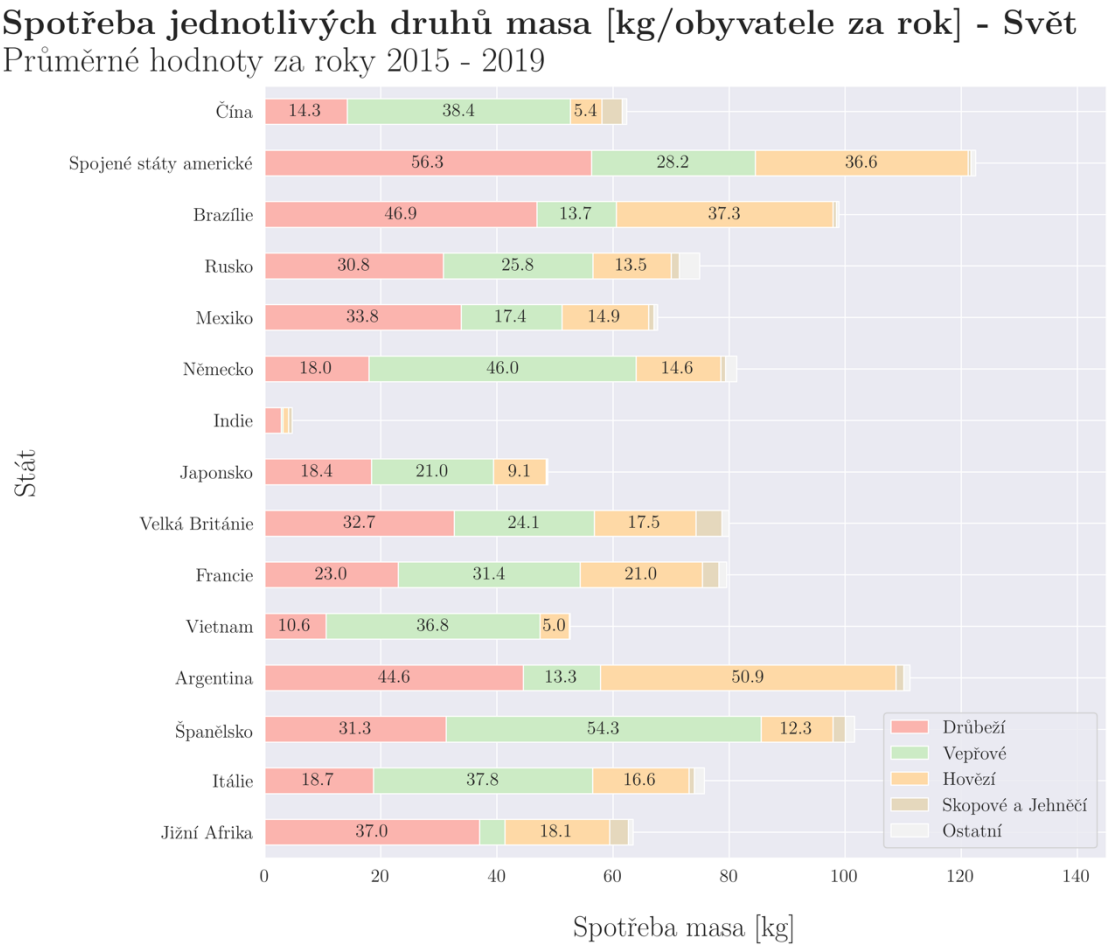
Graf č. 13 – Průměrná spotřeba jednotlivých druhů masa na obyvatele za rok ve vybraných regionech



Následující graf znázorňuje jednak průměrnou spotřebu masa na obyvatele za rok v zemích s nejvyšší celkovou spotřebou masa, ale také spotřebu jednotlivých druhů masa na osobu. Vychází se tedy z grafu č. 6 a země jsou seřazeny podle celkové nejvyšší spotřeby masa. **Průměrné množství zkonzumovaného masa na osobu za rok** z vyobrazených zemí **je nejvyšší ve Spojených státech amerických**. Ročně obyvatel USA v průměru spotřebuje přes 120 kg masa. Z vyobrazených zemí je USA nejvyšším spotřebitelem drůbežího masa, průměrný občan spořádá 56,3 kg, vysoká spotřeba drůbežího masa na osobu je v Brazílii (46,9 kg) a Argentině (44,6 kg). Vepřové maso je nejhojněji konzumováno ve Španělsku, kde se v průměru spotřebuje 54,3 kg masa na

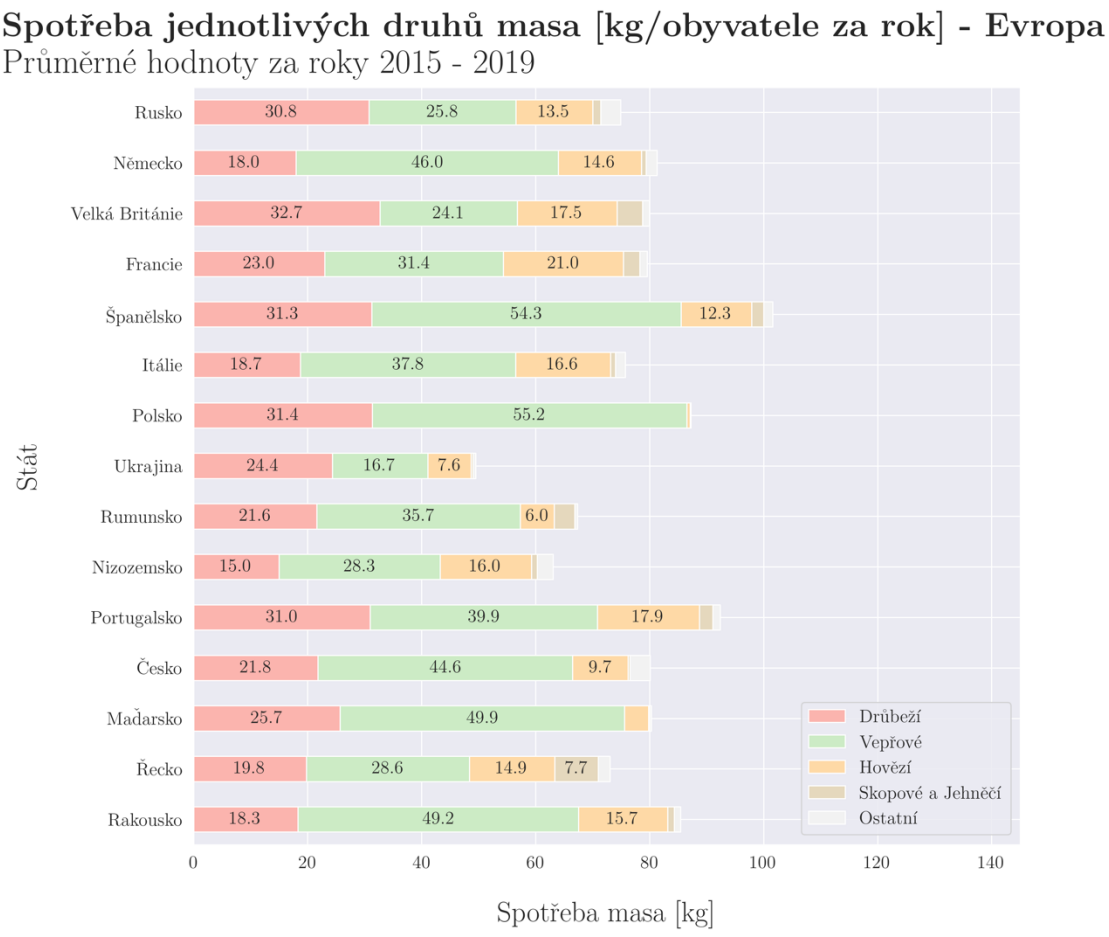
osobu, a v Německu (46 kg). Hovězího nejvíce spotřebovávají obyvatelé Argentiny (50,9 kg), Brazílie (37,3 kg) a USA (36,6 kg).

Graf č. 14 – Průměrná spotřeba jednotlivých druhů masa na obyvatele za rok v zemích s nejvyšší celkovou spotřebou



Graf č. 15 zobrazuje jednak průměrnou spotřebu masa na obyvatele za rok v evropských zemích s nejvyšší celkovou spotřebou masa, ale také spotřebu jednotlivých druhů masa na osobu. Vychází se tedy z grafu č. 10 a země jsou seřazeny podle celkové nejvyšší spotřeby masa v Evropě. **Nejvyšší průměrná spotřeba masa na osobu za rok** z vyobrazených zemí (zemí s nejvyšší celkovou spotřebou) je ve Španělsku, kde ročně obyvatel zkonzumuje v průměru přes 100 kg masa. Druhé je Portugalsko (přes 90 kg masa). V Evropě je obecně vysoká spotřeba zejména vepřového masa, v Polsku průměrný občan spotřebuje 55,2 kg vepřového masa, ve Španělsku 54,3 kg, v Rakousku 49,2 kg a v Německu 46 kg.

Graf č. 15 – Průměrná spotřeba jednotlivých druhů masa na obyvatele za rok v evropských státech s nejvyšší spotřebou

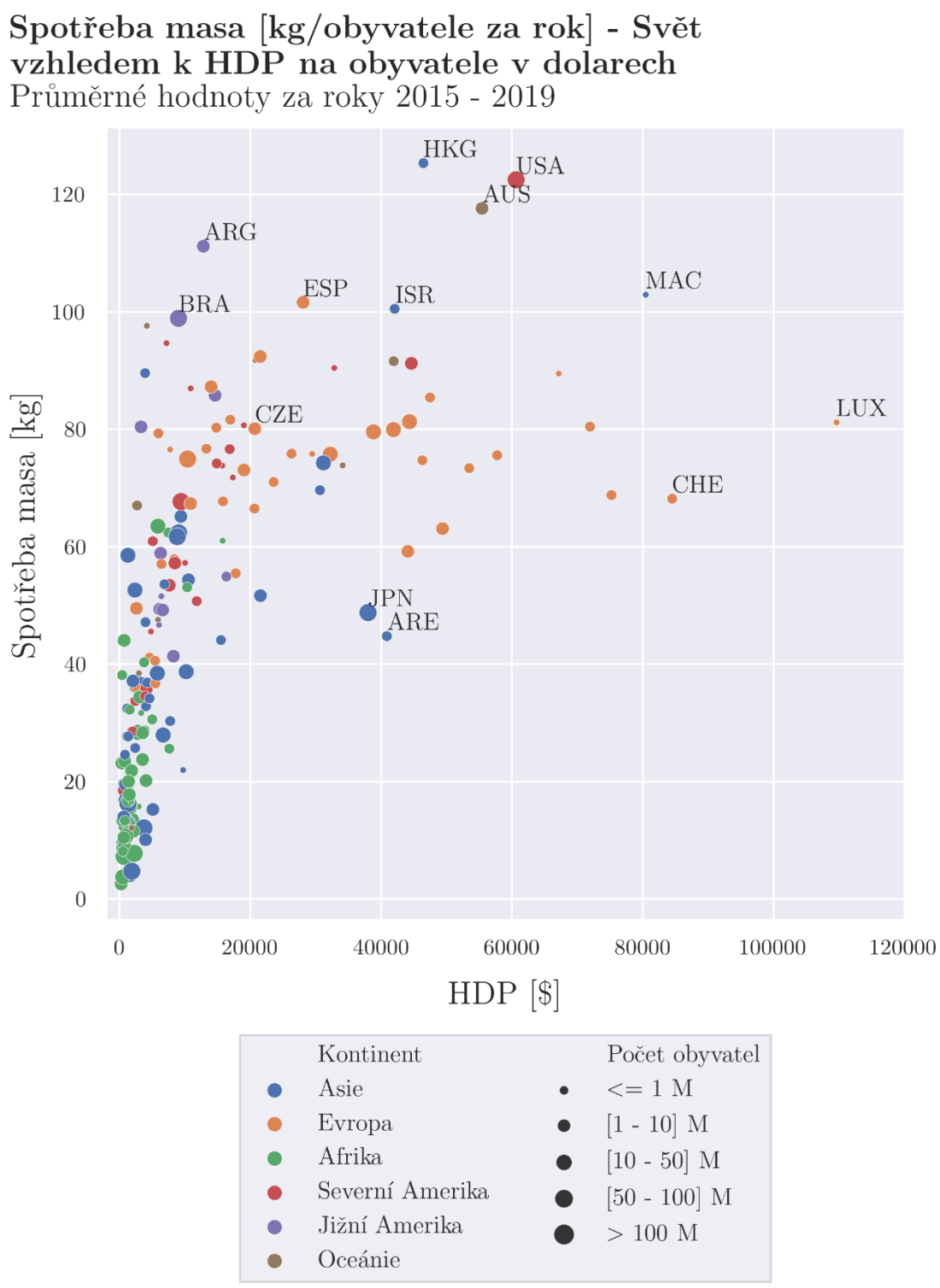


Závislost spotřeby masa na hrubém domácím produktu

Následující výzkumná část je věnována závislosti spotřeby masa na ekonomické situaci státu. Pro znázornění výkonosti ekonomiky státu se používá hrubý domácí produkt (HDP), který vypovídá o celkové peněžní hodnotě statků a služeb za určitý rok. HDP se počítá většinou na obyvatele a toto měřítko je použito i v této části (ČSÚ, 2015). Pro znázornění této závislosti byl použit bodový graf, přičemž velikost bodů rozlišuje velikost populace. Barevně odlišené jsou kontinenty. Hodnota HDP je v amerických dolarech. Zkratky států jsou vytvořeny podle International Organization for Standardization (ISO) normy, alpha-3 kódu (ISO; MVCR).

Graf č. 16 znázorňuje průměrnou spotřebu masa na obyvatele za posledních 5 let v závislosti na HDP. **Ekonomicky nejvyspělejším státem je podle dat o HDP Lucembursko, kde průměrný obyvatel ročně zkonzumuje lehce přes 80 kg masa**. Druhým nejvyspělejším státem je Švýcarsko s průměrnou konzumací téměř 70 kg masa na obyvatele za rok. Mezi ekonomicky vyspělé státy se dále řadí USA, Hongkong a Austrálie, jejichž průměrná spotřeba masa na obyvatele je okolo 120 kg za rok. Nižší průměrná spotřeba masa na obyvatele za rok je v zemích s nižším HDP, zejména v Africe.

Graf č. 16 – Průměrná spotřeba masa na obyvatele vzhledem k HDP na obyvatele v dolarech

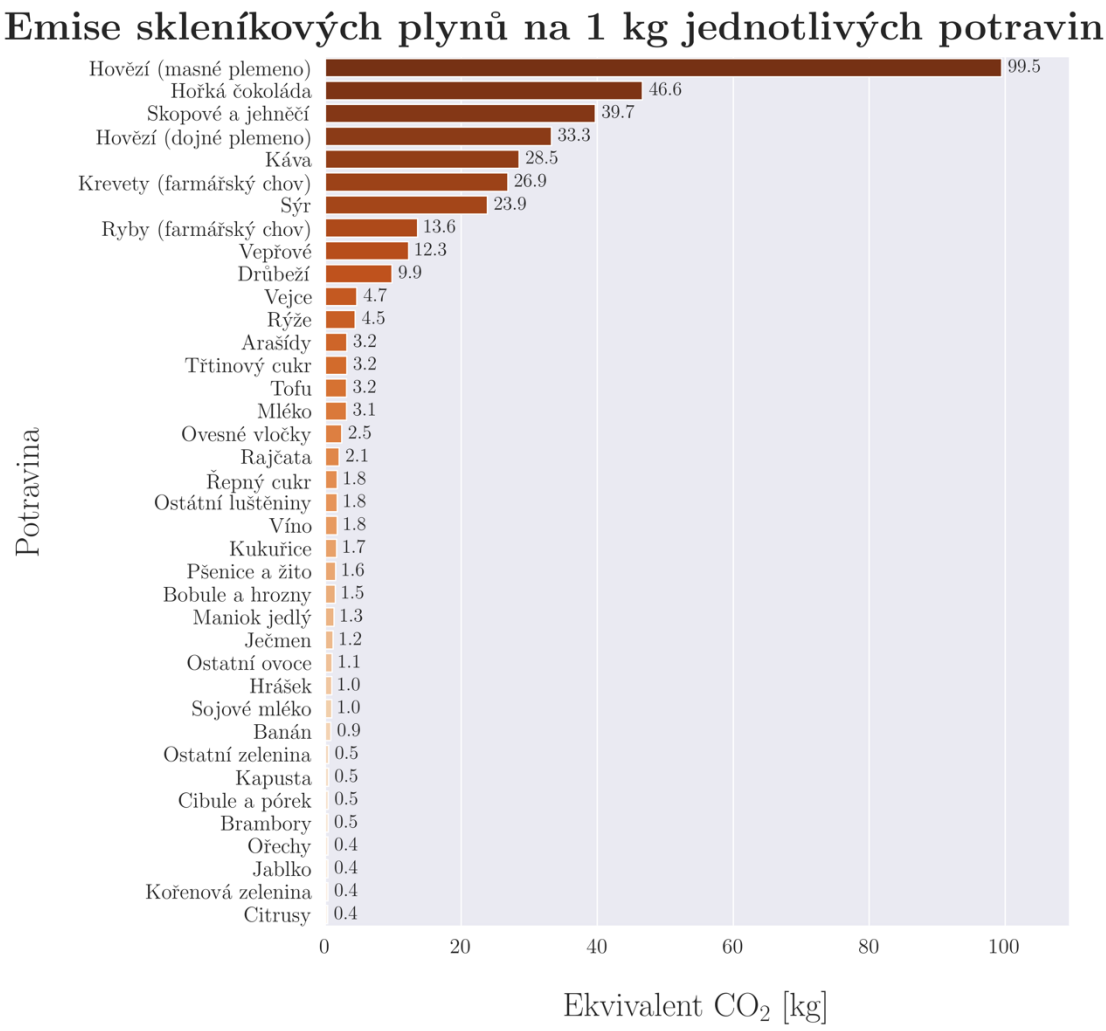


Environmentální dopady spotřeby masa

Další část výzkumu zkoumá environmentální dopady spotřeby masa na jednotlivé složky životního prostředí. Skleníkové plyny se přepočítávají na ekvivalent CO_2 ($kgCO_2eq$). Dalším objektivním ukazatelem jsou eutrofizující emise měřeny v gramech fosfátových ekvivalentů (PO_4eq) (Ritchie a Roser, 2020). Předložené výsledky další kategorie budou znázorňovat množství emise skleníkových plynů a eutrofizující emise u jednotlivých druhů potravin a množství emisí v jednotlivých regionech pomocí sloupcových grafů.

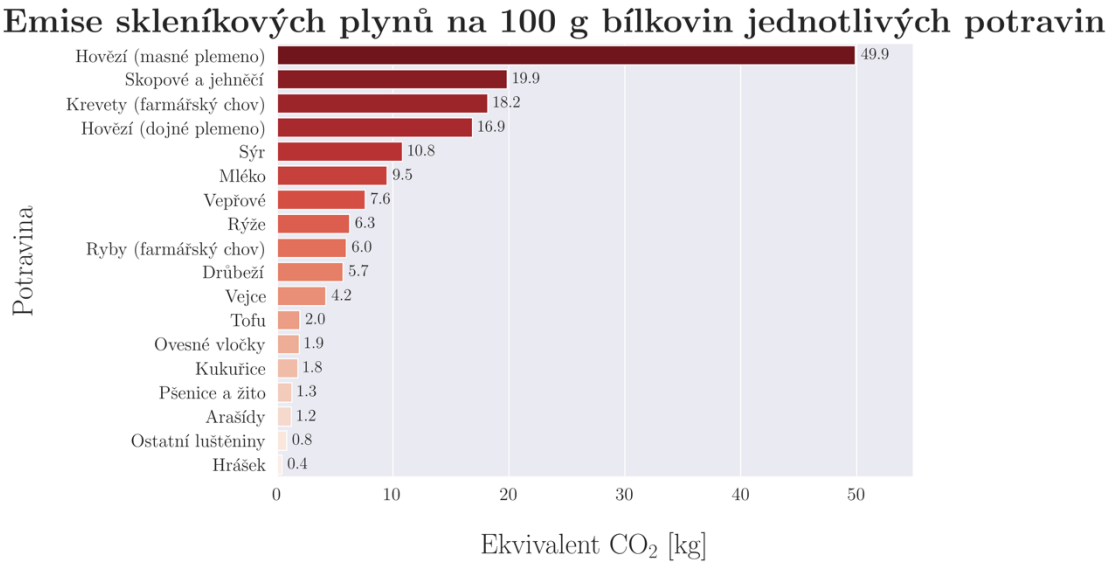
Graf č. 17 znázorňuje průměrné množství emisí skleníkových plynů v kilogramech ekvivalentu oxidu uhličitého vyprodukované na kilogram potraviny. **Nejvíce skleníkových plynů je vyprodukováno na výrobu hovězího masa** z masného plemene (téměř 100 kg). Překvapivá je druhá příčka, kterou zaujímá hořká čokoláda. Na výrobu kilogram hořké čokolády se vyprodukuje 46,6 kg skleníkových plynů. Vysoká spotřeba skleníkových plynů je také na produkci skopového a jehněčího masa, hovězího dojného plemena či vepřového. V předních příčkách jsou zastoupeny krevety a ryby z farmářských chovů. Nízká produkce skleníkových plynů je při výrobě tofu a ostatních luštěnin, z živočišných produktů pak na produkci vajec či mléka.

Graf č. 17 – Emise skleníkových plynů měřené v kilogramech ekvivalentů oxidu uhličitého ($kgCO_2eq$) na 1 kg jednotlivých potravin



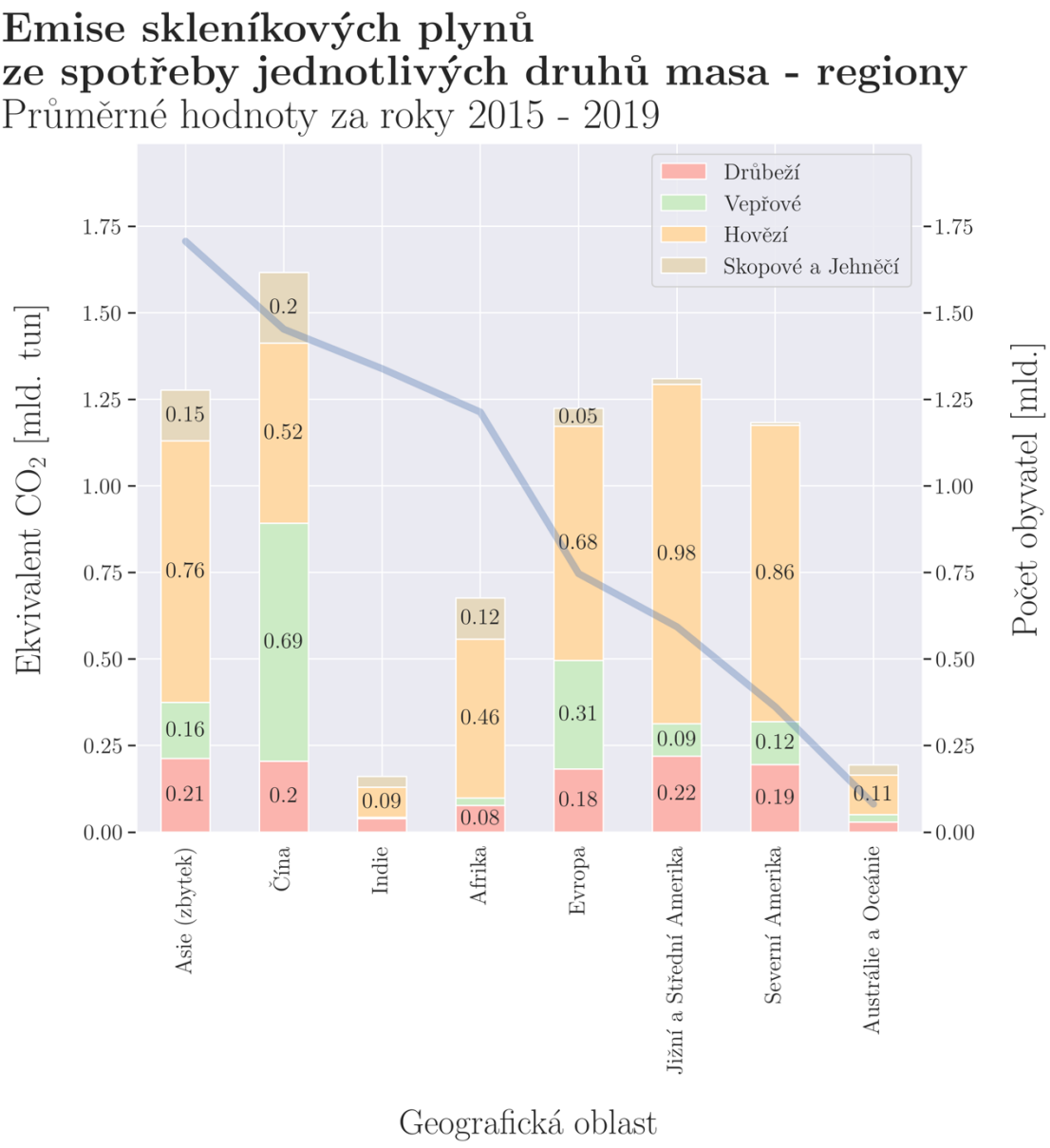
Následující graf zobrazuje průměrné množství emisí skleníkových plynů v kilogramech ekvivalentu oxidu uhličitého vyprodukované na 100 g bílkovin jednotlivých potravin. V grafu jsou vyobrazeny pouze potraviny, které jsou významnějším zdrojem bílkovin. **Nejvíce emisí je vyprodukováno na výrobu 100 g bílkovin z hovězího masa** (masného plemene) a to 50 kg. Na výrobu 100 g bílkovin ze skopového a jehněčího masa je vyprodukováno 20 kg emisí. Relativně nízká produkce skleníkových plynů je na výrobu 100 g bílkovin z ryb z farmářského chovu (6 kg), drůbežího masa (5,7 kg) a vajec (4,2 kg). Cenným rostlinným zdrojem bílkovin je tofu, kde na produkci 100 g bílkovin se vyprodukují 2 kg skleníkových plynů a ostatní luštěniny (0, 8 kg emisí na 100 g bílkovin).

Graf č. 18 – Emise skleníkových plynů měřené v kilogramech ekvivalentů oxidu uhličitého ($kgCO_2eq$) na výrobu 100 g bílkovin z vybraných potravin



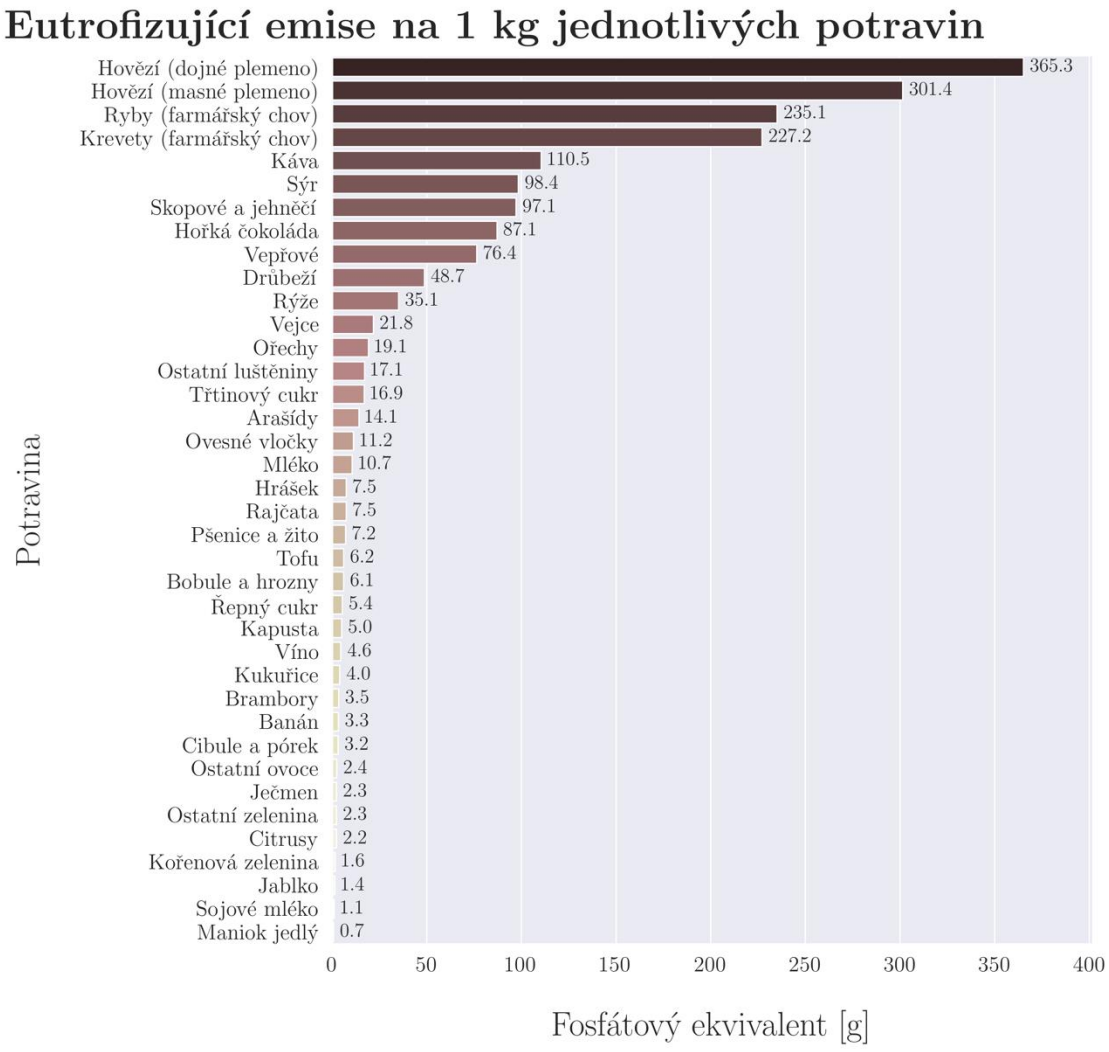
Následující graf znázorňuje množství emisí skleníkových plynů ve vybraných regionech vyprodukované spotřebou masa. Regiony jsou v grafu seřazeny podle velikosti populace, kterou znázorňuje modrá křivka. Celkové nejvyšší emise ze spotřeby masa jsou v Číně, jakožto největším spotřebitelem masa. **Vysoké emise v Číně jsou jednak způsobeny celkovou vysokou konzumací masa, ale také vysokou spotřebou hovězího a vepřového masa.** Vysoké emise jsou v Jižní a Střední Americe a v Severní Americe vzhledem k velikosti populace. Amerika má nejvyšší emise ze spotřeby hovězího masa.

Graf č. 19 – Emise skleníkových plynů ze spotřeby jednotlivých druhů masa ve vybraných regionech



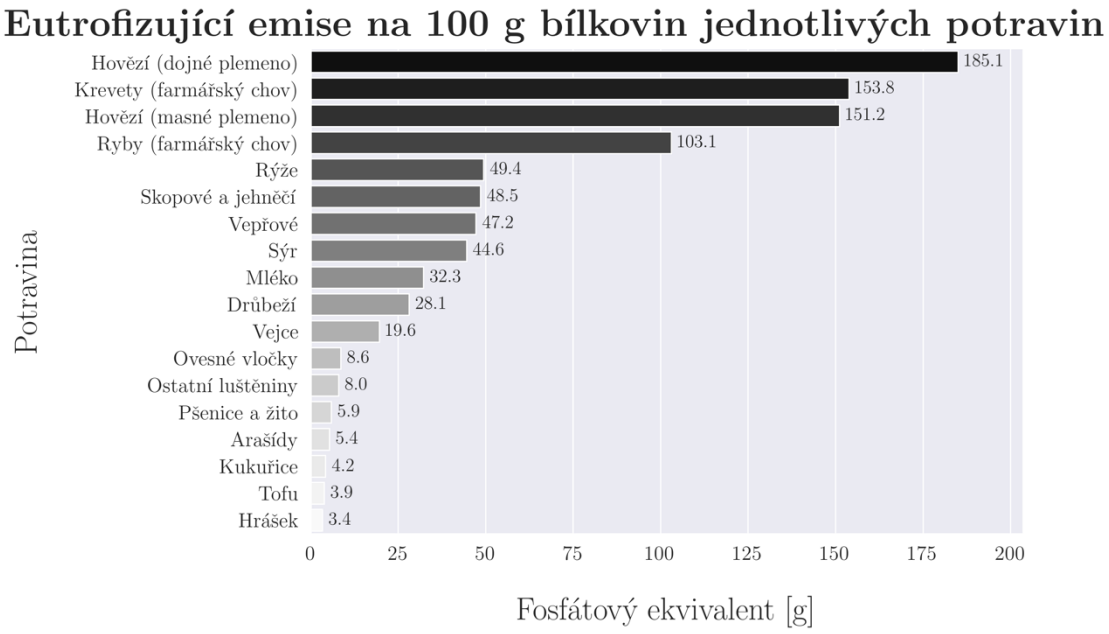
Graf č. 19 znázorňuje množství vyprodukovaných eutrofizujících emisích znečišťujících životní prostředí v gramech fosfátových ekvivalentů na kilogram jednotlivých potravin. **Největší význam na znečištění životního prostředí (zejména vod) má hovězí maso**, při kterém se na 1 kg masa vyprodukuje 365, respektive 301 g fosfátových ekvivalentů. Dalším významným znečišťovatelem jsou farmy, ze kterých pocházejí ryby a krevety.

Graf č. 20 – Eutrofizující emise v gramech fosfátových ekvivalentů (PO_4eq) na 1 kg jednotlivých potravin



Další graf znázorňuje množství vyprodukovaných eutrofizujích emisích znečišťující životní prostředí v gramech fosfátových ekvivalentů na 100 g bílkovin jednotlivých potravin. V grafu jsou vyobrazeny opět pouze potraviny, které jsou významnějším zdrojem bílkovin. Znovu jsou na prvních příčkách zejména živočišné produkty. **Nejvýznamnějším producentem je opět hovězí maso, ale v tomto případě dojné plemeno**, které vyprodukuje 185 g PO_4eq na 100 g bílkovin, významným producentem jsou také krevety z farmářského chovu a ryby či hovězí pocházející z masného plemene. Nejmenší vliv na znečištění životního prostředí má hrášek, tofu i ostatní luštěniny.

Graf č. 21 – Eutrofizující emise v gramech fosfátových ekvivalentů (PO_4eq) na 100 g bílkovin jednotlivých potravin



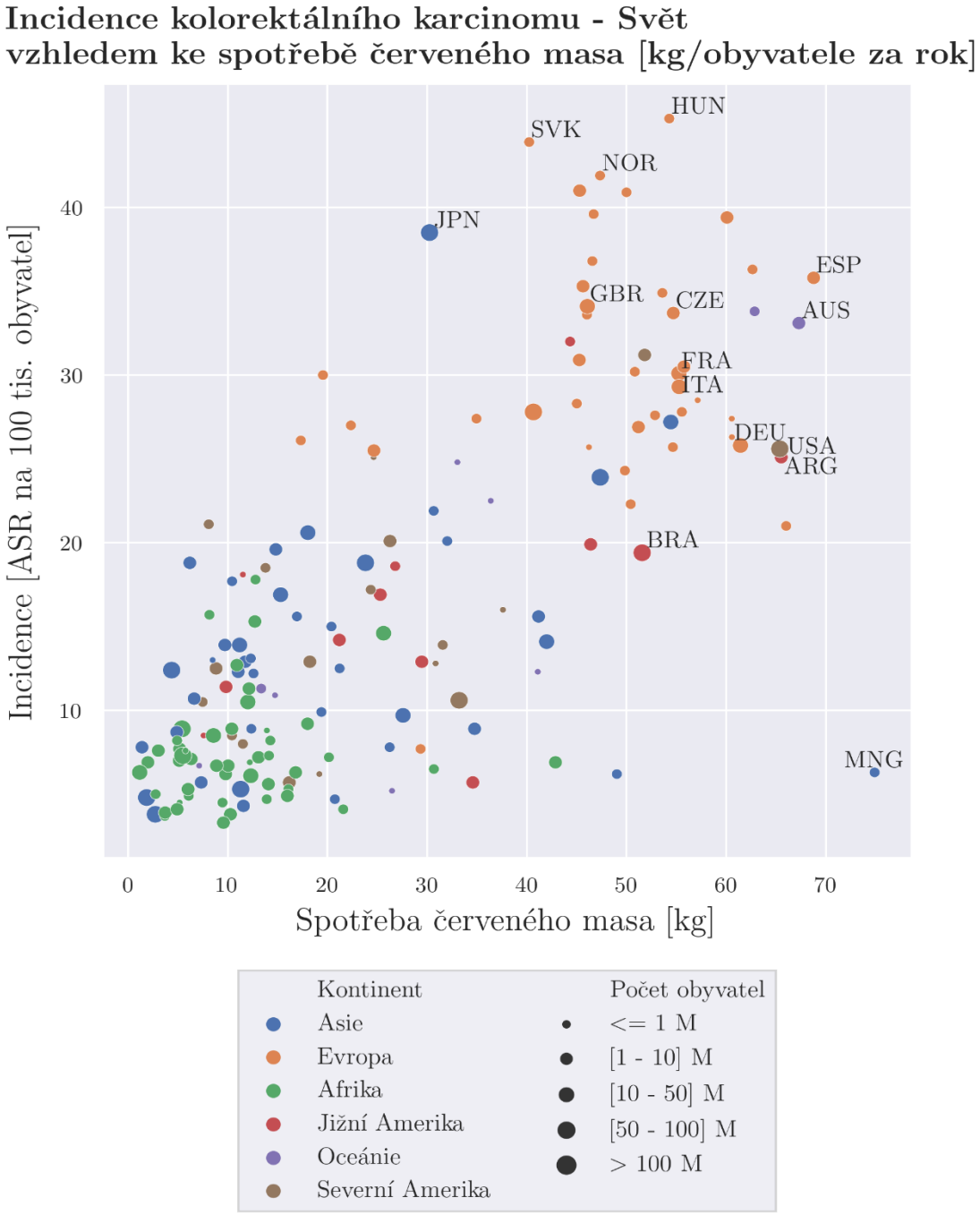
Spotřeba červeného masa a výskyt chronických neinfekčních nemocí

Předložená část výzkumu zobrazuje výskyt obezity a kolorektálního karcinomu vzhledem ke spotřebě masa, respektive červeného masa. Použité grafy jsou bodové a jeden histogram. Přičemž v bodovém grafu velikost bodů rozlišuje velikost populace a barevně odlišené jsou kontinenty. Zkratky států jsou opět vytvořeny podle ISO normy (ISO; MVCR). Data o incidenci kolorektálního karcinomu jsou odhadovaná pro rok 2020 a průměrná spotřeba masa na obyvatele za rok byla zprůměrovaná z let 2016-2020. Data o výskytu nadváhy a obezity byla získána pro rok 2016, proto pro spotřebu masa byl vypočítán průměr spotřeby za roky 2012-2016. Grafy však neukazují jasnou kauzalitu, protože nejsou srovnávány podobné populace a jiné faktory.

Graf č. 22 znázorňuje průměrnou spotřebu červeného masa na obyvatele za rok v závislosti na incidenci kolorektálního karcinomu ve světě. Na první pohled je z grafu patrné, že vyšší výskyt incidence kolorektálního karcinomu je v rozvinutých a bohatších státech, kde je zároveň vyšší průměrná konzumace červeného masa na osobu za rok. **Nejvyšší výskyt incidence kolorektálního karcinomu je v Maďarsku, kde v průměru občané zkonzumují přes 50 kg červeného masa za rok.** Vysoký výskyt kolorektálního karcinomu a vyšší konzumace červeného masa je ve Španělsku, Austrálii, Norsku a ve Velké Británii a České republice. Naopak vyšší výskyt

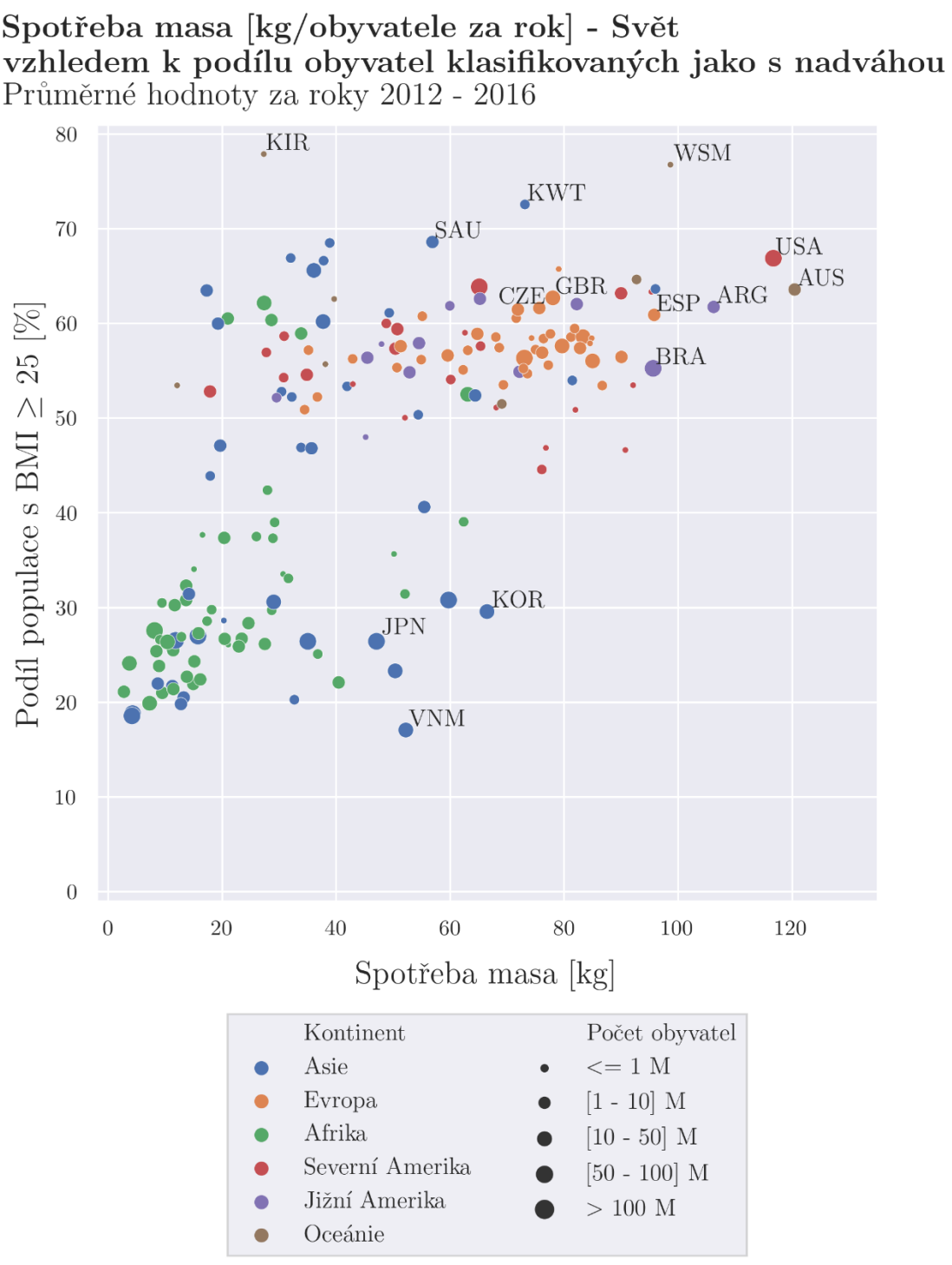
kolorektálního karcinomu a nižší konzumace červeného masa je v Japonsku. A vyšší spotřeba červeného masa a nižší výskyt incidence kolorektálního karcinomu je v USA a Brazílii. Nejvyšší průměrná spotřeba červeného masa na osobu za rok je v Mongolsku, kde je incidence kolorektálního karcinomu velice nízká. Státy Afriky a Asie mají až na výjimky nižší spotřebu červeného masa a nižší incidenci kolorektálního karcinomu.

Graf č. 22 – Odhadovaná věkově standardizovaná incidence v roce 2020 vzhledem ke spotřebě červeného masa na obyvatele za rok



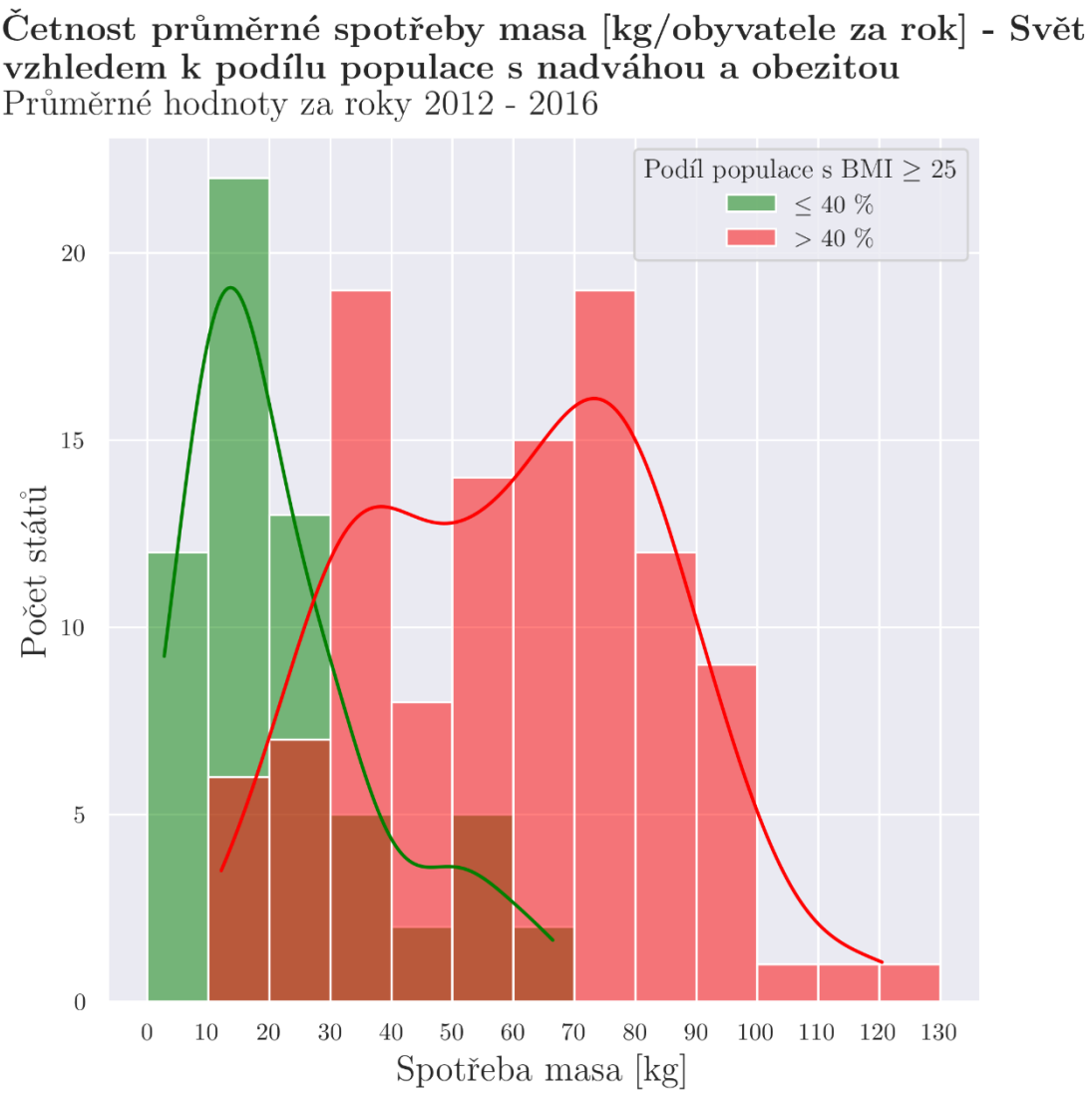
Následující graf znázorňuje průměrnou spotřebu masa na obyvatele za rok vzhledem k podílu obyvatel s nadváhou a obezitou. Pro objektivizaci nadváhy a obezity je použit BMI (Body Mass Index) s hodnotou ≥ 25. Podíl populace s BMI ≥ 25 je uveden v procentech. Na první pohled se může zdát, že data v grafu jsou rozdělena do dvou shluků. V první části je podíl populace s nadváhou a obezitou do 35 % a ve druhé části jsou země s podílem populace s nadváhou a obezitou nad 50 %. Mezi 35-50 % je velice nízké zastoupení jednotlivých států. Ve státech s podílem nadváhy a obezity do 35 % je nejvyšší spotřeba zhruba do 68 kg. Ve státech s podílem nadváhy a obezity nad 60 % je situace heterogenní. Až 2/3 států s výskytem nadváhy a obezity nad 60 % včetně České republiky spotřebují vyšší množství masa. **Stát s nejvyšší spotřebou masa a s nejvyšším výskytem nadváhy a obezity je Samoa. Mezi státy s vysokým podílem nadváhy a obezity a zároveň s vysokou spotřebou masa patří USA, Austrálie, Argentina, Španělko, Česká republika a další.** Obecně platí, že v Evropě je vysoký podíl populace s nadváhou a obezitou a s vysokou spotřebou masa.

Graf č. 23 – Průměrná spotřeba masa na obyvatele za rok vzhledem k podílu obyvatel s nadváhou



Následující graf zobrazuje četnost průměrné spotřeby masa na obyvatele za rok k podílu populace s nadváhou a obezitou. Hodnoty spotřeby masa i podíl populace s nadváhou a obezitou jsou zprůměrovány za roky 2012-2016. Pro znázornění v histogramu byla data rozdělena do dvou skupin, a to s podílem obyvatel v populaci s BMI ≥ 25 do 40 % včetně (skupina 1) a nad 40 % (skupina 2). **V první skupině se nachází 61 států a u 47 (77 %) států je průměrná spotřeba masa na osobu za rok do 30 kg**, ve zbylých 14 státech je průměrná spotřeba masa nad 30 kg za rok, přičemž stát s nejvyšší spotřebou masa z první skupiny je Jižní Korea, kde průměrná spotřeba masa na osobu za rok je 66,5 kg masa. Ve druhé skupině se nachází 112 států, pod 30 kg masa na osobu za rok zkonzumuje pouze 13 států (12 %). **Z grafu je jasně vidět, že se ve 2. skupině nacházející spíše státy s vyšší průměrnou spotřebou masa na obyvatele za rok, přičemž nad 70 kg masa je spotřebováno ve 43 (38 %) státech.** 38 % států z 2. skupiny spotřebuje více masa než ve státu s nejvyšší spotřebou masa v 1. skupině. Barevné křivky znázorňují odhad hustoty průměrné spotřeby masa na obyvatele za rok v dané skupině.

Graf č. 24 – Četnost průměrné spotřeby masa na obyvatele za rok vzhledem k podílu populace s nadváhou a obezitou

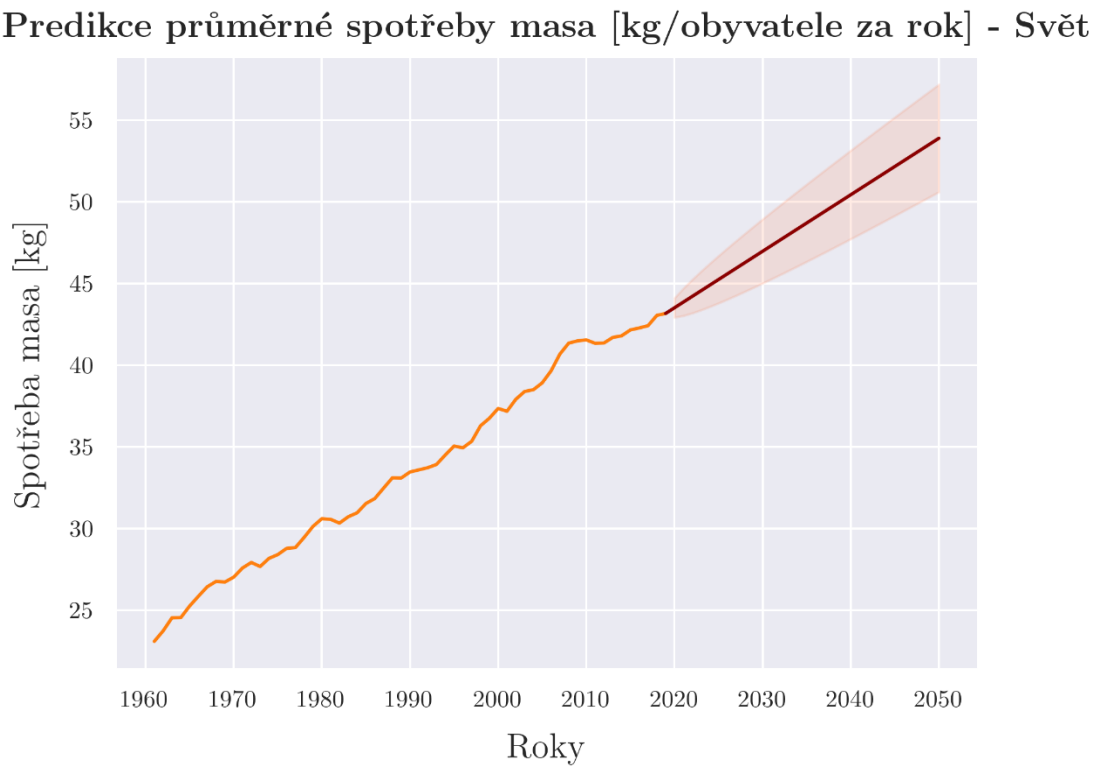


Predikční modely časových řad spotřeby masa

V poslední kategorii jsou grafy znázorňující výsledky predikčního modelu průměrné spotřeby masa na obyvatele za rok (model byl popsán v podkapitole 8.4). Jedná se o odhad budoucí průměrné spotřeby masa na obyvatele za rok včetně intervalu spolehlivosti. Tyto výsledky byly společně s predikcí růstu populace použity k predikci celkové spotřeby masa ve světě. Data o spotřebě masa a populaci byla dostupná do roku 2019, od roku 2020 je nastavený predikční model, který odhaduje vývoj spotřeby masa. Data o predikci populace jsou získaná. Grafy v této části jsou spojnicové.

Graf č. 25 znázorňuje predikci průměrné spotřeby masa na obyvatele za rok do roku 2050. V roce 1961 byla průměrná spotřeba masa na obyvatele za rok 23 kg a v roce 2019 43,2 kg. **Predikce pro rok 2030 je 47 kg, pro rok 2050 téměř 54 kg s určitým rozmezím**, které je vyznačeno v grafu. Rozmezí určuje 95% interval spolehlivosti, tedy skutečná spotřeba masa v daném budoucím roce bude s 95% pravděpodobností uvnitř znázorněného rozmezí. Průměrná spotřeba masa na osobu za rok mezi lety 1961 a 2019 vzrostla téměř 2krát (o 90 %). Na základě predikčního modelu je odhadovaný vzrůst průměrné spotřeby masa od roku 2019 do roku 2050 1,25krát (o 25 %).

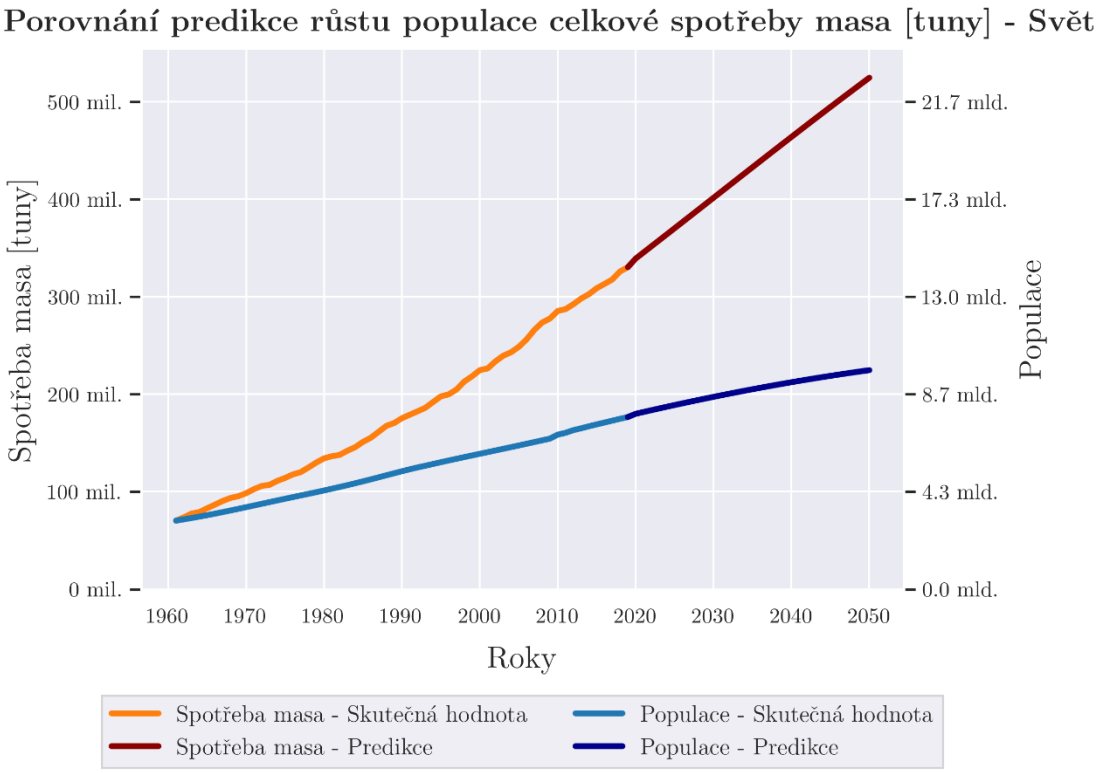
Graf č. 25 – Predikce průměrné spotřeby masa na obyvatele za rok ve světě



Další graf porovnává predikci růstu populace a celkovou spotřebu masa a vychází z grafu č. 3. Predikční model znázorňuje odhady do roku 2050. V roce 2019 na planetě žilo 7,7 miliardy obyvatel, kteří ve stejném roce spotřebovali 330 milionů tun masa. **Z grafu je patrné, že populace do roku 2030 pravděpodobně dosáhne téměř 8,6 miliard a spotřebuje zhruba 401 milionů tun masa. Do roku 2050 by mohlo na planetě žít přes 9,7 miliard obyvatel s celkovou spotřebou masa téměř 525 milionů tun.** Od roku 2019 do roku 2050 se očekává nárůst populace 1,25krát (o 25 %), kdežto

spotřeby masa 1,6ktát (o téměř 60 %). Opět je tedy patrné, že spotřeba masa poroste rychleji než populace.

Graf č. 26 – Porovnání predikce růstu populace a celkové spotřeby masa



8.6 Testování hypotéz

Hypotéza č. 1

H0: Průměrná spotřeba masa na obyvatele za rok se v čase nevyvíjí.

H1: Průměrná spotřeba masa na obyvatele za rok v čase roste.

Pro ověření hypotézy č. 1 byl použit test nulovosti koefientu δ (δ=průměr meziročního vzrůstu spotřeby masa). Hodnota δ vychází z ARIMA modelu.

Pro test nulovosti koeficientu δ je třeba ověřit normalitu a nekorelovanost reziduí (odchylek/chyb) predikčního modelu ϵ_t. **Pro otestování normality je vhodné použít Jarque–Beraův test**. P-hodnota tohoto testu vychází 0,53, tedy nezamítáme nulovou hypotézu, že **rezidua mají normální rozdělení**. Pro otestovaní **nekorelovanosti (ověření předpokladů) reziduí lze využít test založený na Ljung-Boxově statistice.** P-hodnota tohoto testu vychází 0,41, a tedy opět nezamítáme nulovou hypotézu, že jsou **rezidua vzájemně nekorelovaná**. **Po ověření těchto předpokladů bylo možné otestovat hypotézu, že platí $\delta = 0$**, neboli se průměrná spotřeba masa nijak nevyvíjí. **P-hodnota tohoto testu (nulovosti koeficientu) vychází nižší než 0,001,** a tedy je možné bezpečně zamítnout nulovou hypotézu na předem stanovené hladině 0,05. **Hypotéza č. 1 byla potvrzena na 5% hladině významnosti.**

Hypotéza č. 2

H0: Mezi incidencí kolorektálního karcinomu a spotřebou červeného masa neexistuje žádná závislost.

H1: Mezi incidencí kolorektálního karcinomu a spotřebou červeného masa existuje závislost.

Pro zodpovězení otázky, zda existuje vztah mezi incidencí CRC a průměrnou spotřebou kg červeného masa na obyvatele za rok v jednotlivých státech, byl sestaven **lineární regresní model** (viz graf č. 26, strana 83). Na základě tohoto modelu bylo možné **otestovat, zda je vztah signifikantní, tedy zda mezi incidencí CRC a spotřebou červeného masa existuje určitý druh závislosti**, a také popsat chování tohoto vztahu. Jelikož se nejedná o klinickou studii, která by obsahovala informace o všech potenciálních vlivech na incidenci kolorektálního karcinomu, nelze prokazovat kauzalitu průměrné spotřeby červeného masa a incidence karcinomu. Model pouze určí, zda se na hladině statistické významnosti obecně liší incidence karcinomu ve státech s různě vysokou průměrnou spotřebou červeného masa.

Lineární model, u kterého byly zaznamenány nejlepší výsledky (tj. byly splněny všechny jeho předpoklady a model fungoval nejlépe na dostupných datech), lze popsat následující rovnicí.

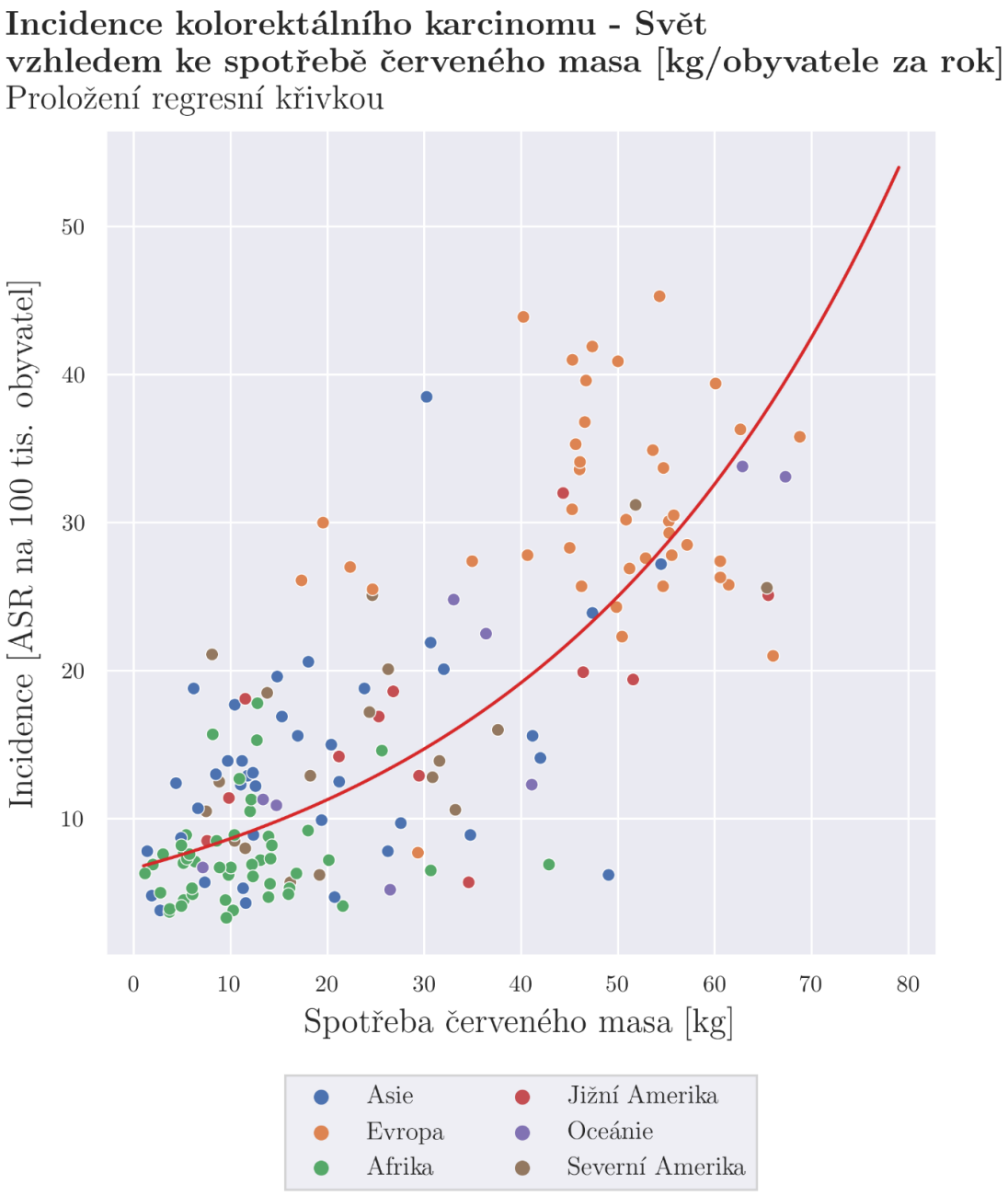
$$\log(y) = \beta_0 + \beta_1 \times x + \varepsilon.$$

V rovnici výše $\boldsymbol{y}$ značí hodnotu **incidence CRC** v nějakém daném státě, $\boldsymbol{x}$ značí **průměrnou spotřebu červeného masa** na obyvatele za rok v kg v tomto daném státě. **Koeficienty $\boldsymbol{\beta_0}$, $\boldsymbol{\beta_1}$ jsou regresní koeficienty**, které model odhadne na základě dostupných dat. Symbol $\boldsymbol{\varepsilon}$ určuje **náhodnou chybu modelu**. Jelikož do modelu vstupují data o jednotlivých státech, přičemž velikost populace těchto států je výrazně odlišná, byla použita modifikovaná metoda lineární regrese, která jednotlivým státům přiřazuje váhu na základě velikosti jejich populace.

Aby bylo možné otestovat stanovenou hypotézu na základě sestaveného modelu, je třeba ověřit, že jsou splněny předpoklady lineárního modelu. Těmi jsou linearita, homoskedasticita, nekorelovanost chyb a normalita chyb. Homoskedasticitu lze ověřit Breusch-Paganovým testem. Na základě p-hodnoty 0,28 lze předpokládat, že je tento předpoklad splněný. Nekorelovanost chyb se zpravidla ověřuje na základě Durbin-Watsonovy statistiky, jejíž hodnota by měla být dostatečně blízká 2. Vzhledem k tomu, že v sestaveném modelu vychází tato statistika jako 2,06, tak i tento předpoklad lze pokládat za splněný. Normalitu chyb lze ověřit Jarque-Beraovým testem. Pro sestavený model vychází p-hodnota 0,31, a tedy znovu lze považovat i tento předpoklad za splněný. Linearita modelu se obvykle posuzuje zkoumáním grafického znázornění proložení vstupních dat regresní křivkou.

Po ověření předpokladů bylo možné otestovat hypotézu, že mezi incidencí kolorektálního karcinomu a průměrnou spotřebou červeného masa existuje určitý vztah (a tedy zamítnout nulovou hypotézu). Tuto **hypotézu lze ověřit testem nulovosti** regresního koeficientu β_1. **Pokud tento koeficient vyjde signifikantně nenulový, znamená to, že se incidence liší u států s různými hodnotami průměrné spotřeby.** P-hodnota tohoto testu vyšla menší než 0,001, tedy na hladině významnosti 0,05 lze nulovou hypotézu bezpečně zamítnout. Sestavený model odhaduje koeficient $\hat{\beta}_1 = 0{,}027$. Vzhledem k tomu, že je odhad koeficientu kladný, platí, že **s vyšší hodnotou průměrné spotřeby červeného masa v daném státě lze očekávat vyšší hodnotu incidence kolorektálního karcinomu** (Osobní sdělení Mgr. Tomáš Brabenec, 22. 3. 2022)**. Hypotéza č. 2 byla potvrzena na 5% hladině významnosti.**

Graf č. 27 – Lineární regresní model znázorňující závislost mezi incidencí CRC a průměrnou spotřebou červeného masa



DISKUZE

Předložená diplomová práce nese název *„Environmentální dopady konzumace masa ve světě“*. Zahraniční literatura nabízí mnoho informací k dané problematice, avšak z mého pohledu je relativně málo prací zabývajících se danou problematikou komplexně, z více úhlů pohledu. Česká literatura bohužel odborné informace k dané problematice takřka nenabízí.

Cílem teoretické části práce bylo posoudit dopady spotřeby masa a masných výrobků na životní prostředí a na zdraví jednotlivce či společnosti, porovnat jednotlivé typy stravování a najít východisko pro stále rostoucí celosvětovou populaci a spotřebu masa. Cíle byly naplněny.

Maso je bohatým zdrojem bílkovin a důležitých mikronutrientů a důvody postupného zařazování masa do stravy jsou opodstatněny. Převážně rostlinná strava u raných hominidů byla energeticky chudá. Člověk je na základě anatomické stavby trávicí soustavy a v souvislosti s evolucí považován za „všežravce“ a maso v jídelníčku je opodstatněné (Mann, 2018). Trávicí soustava člověka je uzpůsobená tzv. „všežravému“ stylu stravování, nicméně je uzpůsobená stále se zvyšující konzumaci masa? A pakliže je v dnešní době dostupná vysoce energetická strava založená na rostlinné bázi, je potřeba konzumaci masa stále zvyšovat?

Ve světě je průměrně zkonzumováno 122 g masa na člověka za den (Godfray, et al., 2018), v České republice až 220 g masa za den (ČSÚ, 2021) a spotřeba stále roste. Světový fond pro výzkum rakoviny doporučuje, aby lidé, kteří maso běžně konzumují, nespotřebovávali více jak 500 g masa týdně, přičemž průměrná spotřeba masa na obyvatele by neměla přesáhnout 300 g týdně (Godfray, et al., 2018). Velká část studií se shoduje v závěrech, že zvýšená spotřeba masa má negativní dopad na lidské zdraví (Wang, et al., 2016; Key, et al., 2019; Salter, 2018).

Zároveň spotřeba masa ovlivňuje životní prostředí. Až 20 % emisí je připisováno živočišné produkci, zemědělství spotřebovává nejvíce pitné vody, živočišná výroba spotřebovává až 75 % zemědělské půdy, dochází k desertifikaci a degradaci půdy. Živočišná produkce je zodpovědná za odlesňování a ztrátu biologické rozmanitosti (Godfray, et al., 201; Bonnet, et al., 2020; Salter, 2018). Veškeré tyto informace slouží

k zamyšlení nad problematikou, jestli je naše planeta připravená na stále se zvyšující spotřebu masa a rostoucí populaci.

Domnívám se, že je více než na místě začít mluvit o dopadech naší každodenní stravy z hlediska zdraví a životního prostředí, ale i z hlediska etického. Příprava masa je rychlá a jednoduchá a jeho cena je opravdu nízká a podněcuje spotřebitele nakupovat ve velkém. Průmysl tedy vyrábí maso rychleji a levněji, aby uspokojil stále se zvyšující poptávku. V obchodech se pak maso prodává krásně zabalené, ale není na něm patrný už celý příběh od rychlého výkrmu, použití antibiotik, minima prostoru, nevhodného zacházení až k samotné stresující cestě na porážku. Nebylo by lepší se zaměřit na kvalitu, než na kvantitu a konzumovat masa o něco méně z udržitelnějšího hospodářství?

Řešením není vyřazení masa a živočišných produktů z jídelníčku, ale snížení jejich spotřeby by mohlo vést ke snížení dopadu na zdraví, životní prostředí a mohlo by znamenat lepší podmínky pro zvířata. Optimální dietu z hlediska zdraví a životního prostředí navrhl Willett, et al., 2019 (viz tabulka č. 6).

Tabulka č. 6 – Návrh optimální diety

Potraviny	Denní dávka (g)	Denní dávka (kcal)	Rozmezí (g)
Obiloviny	232	816	
Zelenina	300	-	200-600
Ovoce	200	126	200-300
Mléčné produkty	250	153	0-500
Zdroj bílkovin			
Hovězí maso	7	15	0-14
Vepřové maso	7	15	0-14
Drůbeží maso	29	62	0-58
Vejce	13	0-25	19
Ryby	28	149	0-100
Ořechy	25	149	-
Luštěniny			
Fazole, čočka, hrách (suché)	50	172	0-100
Sója	25	112	0-50
Arašídy	25	142	0,75
Přidané tuky			
Palmový	6,8	60	0-6,8
Nenasycené tuky	40	356	20-80
Sádlo, lůj	5	36	0-5
Přidaná sladidla	31	120	0-31

(Přeloženo a upraveno autorkou podle Willett, et al., 2019)

Cílem výzkumné části bylo vizualizovat vývoj a současný stav spotřeby masa v jednotlivých geografických oblastech a analyzovat trend průměrné spotřeby jednotlivých druhů masa. Dalším cílem výzkumné části bylo znázornit trend spotřeby masa a vybraných chronických neinfekčních nemocí, dopady spotřeby masa na jednotlivé složky životního prostředí a závislost spotřeby masa na hrubém domácím produktu. Posledním cílem bylo pokusit se sestavit predikční model časové řady spotřeby masa. Cílů bylo hodně a podařily se naplnit.

Od roku 1961 do roku 2019 vzrostla celosvětová spotřeba masa 5krát, kdežto populace 2,5krát (viz graf č. 3). Spotřeba masa roste jednak díky růstu populace, a jednak kvůli zvýšení průměrné spotřeby masa na obyvatele ve velké části států.

Z grafu č. 4 je patrný vzrůst celkové spotřeby masa ve všech vybraných regionech. Nejvyšší celková spotřeba masa je v Číně (90,6 milionů tun), nejlidnatějším státu světa

(viz graf č. 6). Od roku 1961 vzrostla celková spotřeba masa v Číně téměř 37krát, kdežto populace vzrostla 2,2krát, průměrná spotřeba na osobu vzrostla 16krát. Mezi země s nejvyšší celkovou spotřebou patří i Indie, která se řadí mezi země s velmi nízkou průměrnou spotřebou masa na obyvatele za rok. Jelikož je však velikost populace podobná Číně, celková spotřeba je vysoká (6,3 milionů tun masa) a řadí se mezi 15 zemí s nejvyšší celkovou spotřebou (viz graf č. 6 a 9). Z grafu č. 7 a 9 je patrný pokles celkové a průměrné spotřeby masa zejména v USA po roce 2008 způsobený pravděpodobně ekonomickou krizí.

V Evropě je nejvyšší celková spotřeba masa v Rusku. Data o vývoji spotřeby jsou od rozpadu SSSR, kdy došlo k celkovému poklesu spotřeby masa pravděpodobně z důvodu vzniku nových států a lokální ekonomické nestabilitě. Po rozpadu SSSR je od roku 2000 spotřeba masa v Rusku na vzestupu. Do 15 zemí s nejvyšší celkovou spotřebou masa spadá i Česká republika s roční celkovou spotřebou téměř 1 milion tun. Po rozdělení Československa v roce 1992 spotřeba masa v České republice klesla. Po roce 1995 spotřeba lehce klesá či je konstantní (viz graf č. 11).

Porovnání průměrné spotřeby jednotlivých druhů masa na obyvatele za rok v jednotlivých zemích světa je vyobrazeno v grafu č. 14, kde jsou zařazeny země s nejvyšší aktuální celkovou spotřebou. Z vyobrazených zemí je nejvyšší průměrná spotřeba masa na osobu za rok v USA (120 kg) a celosvětově se řadí na druhé místo. Nejvyšší množství masa na obyvatele je zkonzumováno v Hongkongu, kde ročně obyvatelé spotřebují v průměru 125 kg masa. Zajímavé je srovnání průměrné spotřeby masa na osobu za rok v Číně a USA. Průměrná spotřeba masa v Číně činí zhruba 62 kg, v USA 120 kg a celková spotřeba masa v Číně je přes 90 milionů tun. Představme si, jaká by asi byla spotřeba, kdyby obyvatelé Číny, kterých je téměř jedna a půl miliardy, spotřebovali stejné množství masa, jako v USA. Tato situace není nepravděpodobná, protože průměrná spotřeba v Číně stále roste.

V grafu č. 15 je znázorněná průměrná spotřeba jednotlivých druhů masa na obyvatele za rok v Evropských zemích s aktuální nejvyšší celkovou spotřebou. Ve všech vyobrazených státech je vysoká spotřeba vepřového masa, mnohdy i vyšší než drůbežího.

Dalším cílem výzkumu bylo porovnat závislost spotřeby masa na hrubém domácím produktu. Domnívala jsem se, že vyšší průměrná spotřeba masa na obyvatele za rok

bude v zemích s vyšším HDP, což je patrné z grafu č. 16. Mezi ekonomicky vyspělé státy se řadí USA, Hongkong, Austrálie, kde průměrná spotřeba masa na obyvatele za rok je okolo 120 kg.

Cílem výzkumu bylo také znázornit environmentální dopady spotřeby masa na životní prostředí, pro které byl použit ekvivalent CO_2 a fosfátový ekvivalent. Největší environmentální dopad na 1 kg potraviny je připisován hovězímu masu. Zajímavým zjištěním byly relativně vysoké emise skleníkových plynů a eutrofizující emise u farmářských chovů krevet a ryb. Pozitivním zjištěním je fakt, že rostlinné bílkoviny ovlivňují životní prostředí mnohem méně, než živočišné (viz graf č. 18 a 21), což potvrdil i Godfray, et al. 2018. Pro představu, jedna porce hovězího masa vyprodukuje stejné množství emisí $kgCO_2eq$, jako pětikilometrová jízda osobním automobilem (Kohen, 2017). Emise z dopravy se však regulují, budou se regulovat i emise ze zemědělství?

V souvislosti s předpokladem, že nadměrná konzumace masa má negativní vliv na zdraví člověka, (Salter, 2018; Schneiderová a Benecko, 2015; Wolk, 2017), dalším cílem mé práce bylo znázornit spotřebu masa a výskyt vybraných chronických neinfekčních onemocnění. Nebyla však prokázána jasná kauzalita, neboť nebyly srovnávány stejné populace a nebyly hodnoceny další faktory (celkový jídelníček, pohyb, životní prostředím, genetická predispozice a další). Chronické neinfekční nemoci mají příčiny multifaktoriální, a i to může mít vliv na odchylky v datech. Graf č. 22 znázorňuje průměrnou spotřebu červeného masa na obyvatele za rok v závislosti na incidenci kolorektálního karcinomu. Z grafu je patrné, že vyšší incidence kolorektálního karcinomu byla v rozvinutých státech s vyšší spotřebou masa. Nicméně zajímavý byl výsledek Mongolska, kde v průměru občané zkonzumují přes 70 kg červeného masa a incidence na 100 tisíc obyvatel CRC byla pod 10 případů, přičemž v České republice je celková spotřeba masa okolo 80 kg, z toho červeného okolo 55 kg a incidence 35 případů na 100 tisíc obyvatel. Odlišné výsledky analýzy dat mohou být nejen z důvodu odlišností populace, ale i úrovní zdravotnického systému a diagnostiky.

Graf č. 23 znázorňuje průměrnou spotřebu masa na obyvatele za rok vzhledem k podílu populace s nadváhou a obezitou (BMI ≥ 25). Tato závislost byla pro zobrazení vybrána opět na základě literatury (Key, et al., 2019; Salter, 2018). Z grafu č. 23 a 24 je patrný vysoký podíl populace s nadváhou a obezitou ve velké části států. Alarmující je fakt, že

u 112 států je výskyt nadváhy a obezity nad 40 % a zároveň u velké části těchto zemí je vyšší příjem masa. Nepříznivá je situace v Evropě, kde je vysoký podíl populace s nadváhou a obezitou a s vysokým příjmem masa. V Evropě se ve velkém množství konzumuje vepřové maso, které je tučnější a může ovlivňovat výskyt obezity.

Posledním cílem, mimo ověřování hypotéz, bylo zkonstruovat predikční model pro vývoj průměrné spotřeby masa, z kterého pak půjde na základě predikce populace vypočítat predikce celkové spotřeby masa, a to do roku 2030 a 2050. Model byl vytvořen tak, aby dokázal odhadnout s co možná nejvyšší přesností budoucí spotřebu na základě vývoje spotřeby v minulosti. V roce 2019 byla průměrná spotřeba masa na obyvatele 43,2 kg, celková spotřeba 330 milionů tun masa. V roce 2030 by průměrná spotřeba masa na obyvatele ve světě měla dosáhnout 47 kg, celková spotřeba 401 milionů tun masa. Pro rok 2050 vyšla predikce průměrné spotřeby na obyvatele téměř 54 kg, celková spotřeba přes 500 milionů tun masa. Z grafu č. 26 je patrný rychlejší růst spotřeby masa než populace. Podobnou predikci publikoval i Godfray, et al, 2018. V publikaci byl odhad nárůstu spotřeby mezi roky 2005 až 2050 o 100 %. V roce 2005 byla celková spotřeba 250 milionů tun masa. Jiný odhad v publikaci nastínil vzrůst poptávky do roku 2050 o 62-144 %. Naopak jiné predikce jsou zveřejněny v OECD, 2021, nicméně tento fakt může být zapříčený i odlišností výchozích hodnot.

V závěru výzkumu byly potvrzeny obě hypotézy.

Hypotéza č. 1: Průměrná spotřeba masa na obyvatele v čase roste. U této hypotézy bylo prokazováno, zdali průměrná spotřeba masa na obyvatele za rok roste, protože jsem předpokládala, že růst celkové spotřeby masa není ovlivňovaný pouze růstem populace, ale i růstem průměrné spotřeby masa na obyvatele za rok. Hypotéza vycházela z řady studií (Godfray, et al., 2018; Salter, 2018, Bonnet 2020), které zdůrazňovaly problém rostoucí spotřeby masa.

V grafu č. 25 je znázorněn vývoj spotřeby masa od roku 1961 a již na první pohled je zřejmé, že průměrná spotřeba masa na obyvatele roste. **Hypotéza č. 1 byla prokázána** na 5% hladině významnosti ($p<0,05$).

Hypotéza č. 2: Mezi incidencí kolorektálního karcinomu a spotřebou červeného masa existuje závislost. U druhé hypotézy bylo prokazováno, zdali existuje závislost mezi incidencí CRC a konzumací červeného masa. Hypotéza opět vycházela z řad studií,

které konzumaci červeného (a zpracovaného) masa pozitivně spojovali se vznikem CRC (Salter, 2018; Schneiderová a Benecko, 2015 Wolk, 2017).

V grafu č. 22 je vyobrazená odhadovaná věkově standardizovaná incidence CRC pro rok 2020 k průměrné spotřebě červeného masa na osobu za rok. Data o spotřebě masa zahrnují jak surové maso, tak výrobky z něj. Z grafu je patrný vyšší výskyt incidence CRC v rozvinutých a bohatších státech, kde je zároveň vyšší spotřeba červeného masa. **Hypotéza č. 2 byla prokázána** na 5% hladině významnosti ($p<0,05$). Nicméně nebyla potvrzena přímá kauzalita, ale pouze znázorněná závislost.

Téma diplomové práce je široké a nebylo možné se věnovat zdaleka všemu, co jsem si představovala. Otevírá se však možnost pokračování ve výzkumu. Stěžejní částí diplomové práce bylo sestavit predikční model celosvětové průměrné a celkové spotřeby masa do roku 2050. Jelikož je však vývoj spotřeby masa v jednotlivých státech/regionech odlišný, bylo by vhodné predikci vymodelovat pro vybrané státy a regiony zvlášť. Další praktické využití modelu by bylo možné pro predikci spotřeby jednotlivých druhů masa a dopadů spotřeby masa na životní prostředí a odhadnout hranici, kdy už nebude možné spotřebu (a tedy produkci) zvyšovat.

Předložená diplomová práce přinesla řadu odpovědí, ale také nových otázek. Jestliže si přejeme vývoj spotřeby masa ovlivnit, musíme začít u sebe a šířit validní informace. Aby došlo ke změně, byť malé, musí být na ně svět připraven a mít dostatečné množství informací. Nelze aplikovat určitý model celoplošně, ale regionálně. Příkladem by měly jít bohaté země. Alternativa masa musí být cenově dostupná a nutričně cenná.

Z práce lze vyvodit několik závěrů: spotřeba masa roste rychleji než populace a poroste s velkou pravděpodobností i nadále, ovlivňuje životní prostředí a lidské zdraví. Je zde možnost pro změnu, ale je potřeba zvýšit zdravotní gramotnost a informovat veřejnost o možných alternativách masné stravy.

ZÁVĚR

Předložená práce *„Environmentální dopady konzumace masa ve světě“* je rozdělena na dvě části – teoretickou a výzkumnou.

Cílem teoretické části bylo zhodnotit vliv masa/masných výrobků na zdraví populace a na životní prostředí, porovnat jednotlivé typy stravování a jejich dopad na životní prostředí a zdraví a zaměřit se na budoucí produkci masa. Všechny zmíněné cíle byly naplněny.

V teoretické části byl popsán úvod do problematiky a vývoj konzumace masa a role masa ve výživě člověka. Stěžejní částí diplomové práce bylo popsat dopady spotřeby masa na životní prostředí a lidské zdraví.

Z literatury vyplývá souvislost mezi zvýšenou konzumací červeného masa a masných produktů a rizika rozvoji několika chronických neinfekčních onemocnění, včetně DM 2. typu, KVO a onemocnění onkologických. Zároveň je z literatury je patrná souvislost mezi spotřebou masa a dopady na životní prostředí. Masná produkce je zodpovědná za část emisí skleníkových plynů, značnou spotřebu pitné vody, za znečištění pitné vody, degradaci půdy, kácení lesů, ztrátu biologické rozmanitosti a zabírá velkou část zemědělské půdy.

V posledních dvou kapitolách byly nastíněny psychosociální aspekty masného průmyslu a možnosti budoucí produkce masa. Popsán byl udržitelnější model stravování, typy vegetariánských diet včetně jednoho z nejzdravějších stylů stravování – flexitariánská dieta a budoucí produkce masa ze zkumavky jakožto naděje pro stále rostoucí spotřebu masa.

Cílem výzkumné části byla vizualizace vývoje a současného stavu spotřeby masa v jednotlivých geografických oblastech a analýza trendů průměrné spotřeby jednotlivých druhů masa. Dalším cílem výzkumné části bylo znázornit trend spotřeby masa a vybraných chronických neinfekčních onemocnění, dopady spotřeby masa na jednotlivé složky životního prostředí a závislost spotřeby masa na hrubém domácím produktu. Posledním cílem bylo pokusit se sestavit predikční model časové řady spotřeby masa a ověřit platnost hypotéz. Všechny zmíněné cíle byly naplněny.

Spotřeba masa roste rychleji než populace, dramaticky se zvyšuje spotřeba zejména v Číně. Průměrná spotřeba masa na obyvatele roste zejména ve středně bohatých státech (v Asii a Jižní Americe). V Indii je jedna z nejnižších průměrných spotřeb masa na obyvatele, ale celková spotřeba je vysoká s ohledem na velikosti populace a celosvětově se tak Indie řadí mezi 15 zemí s nejvyšší celkovou spotřebou. Ve vyspělých (a bohatých) státech je celková spotřeba spíše konstantní, ale průměrná spotřeba je vysoká. Pokud do budoucna nastane zlepšení ekonomické situace u velkého podílu chudých zemí, může spotřeba masa výrazně vzrůst.

S růstem populace a růstem jejího bohatství populace přijímá stravu, která vede k vyšším emisím skleníkových plynů, eutrofizujícím emisím a která zvyšuje zdravotní zátěž způsobenou chronickými neinfekčními nemocemi, které jsou velmi často dávány do souvislosti s vysokou tělesnou hmotností a nevhodným stravováním.

Stěžejní částí výzkumu bylo zkonstruovat predikční model, který umožnil předpovědět budoucí průměrnou spotřebu masa na obyvatele až do roku 2050. Na základě tohoto modelu byla vypočítána budoucí celková spotřeba, opět do roku 2050.

V závěru výzkumu byla potvrzena hypotéza č. 1 „*Průměrná spotřeba masa na obyvatele v čase roste*“ a hypotéza č. 2 „*Mezi incidencí kolorektálního karcinomu a spotřebou červeného masa existuje závislost“.*

Predikční model otevřel možnosti pro pokračování ve výzkumu. Jelikož je vývoj spotřeby masa v jednotlivých státech/regionech odlišný, bylo by vhodné predikci vymodelovat pro vybrané státy a regiony zvlášť. Další praktické využití modelu by bylo možné pro predikci spotřeby jednotlivých druhů masa a dopadů spotřeby masa na životní prostředí a odhadnout hranici, kdy už nebude možné spotřebu (a tedy produkci) zvyšovat.

Limitující faktory pro další využití modelu je jeho nepředvídatelnost. Model vychází z chování lidstva v minulosti a na základě toho předpoví chování v budoucnosti. Nicméně se do predikčního modelu velmi obtížně promítají potencionální změny chování v budoucnosti.

Z práce lze vyvodit několik závěrů: spotřeba masa roste rychleji než populace a poroste s velkou pravděpodobností i nadále, ovlivňuje životní prostředí a lidské zdraví. Je zde možnost pro změnu, ale je potřeba zvýšit zdravotní gramotnost a informovat veřejnost

o možných alternativách masné stravy v rámci zlepšování životního stylu populace, a to již od dětství. Každá lidská činnost ovlivňuje zdraví i životní prostředí. Malé změny v našem životě mohou vést k velkým dopadům ve světě.

Závěr práce bych ukončila citátem Neila Amstronga:
"That's one small step for man, one giant leap for mankind."
Neil Amstrong, 1969

ANOTACE

Jméno a přímení:	Bc. Tereza Vosáhlová
Pracoviště:	Univerzita Palackého v Olomouci Lékařská fakulta Ústav veřejného zdravotnictví
Vedoucí práce:	doc. MUDr. Alena Petráková, CSc.
Rok obhajoby:	2022

Název diplomové práce:	Environmentální dopady konzumace masa ve světě
Název diplomové práce v anglickém jazyce:	Environmental consequences of meat consumption worldwide
Anotace diplomové práce:	Diplomová práce se zabývá dopady konzumace masa na životní prostředí a lidské zdraví v globálním pohledu. V práci je popsána role masa ve výživě člověka, problematika masné stravy z hlediska životního prostředí a lidského zdraví, dále jsou diskutovány psychosociální aspekty masného průmyslu a budoucnost pro produkci masa. Analýza dat je zaměřená na vývoj konzumace masa v letech 1961-2019, trend spotřeby masa a jednotlivých druhů masa v geografických oblastech, na výskyt vybraných chronických neinfekčních nemocí v závislosti na konzumaci masa, dopady spotřeby masa na životní prostředí a závislost spotřeby masa na hrubém domácím produktu. Stěžejní částí výzkumu bylo zkonstruovat predikční model časových řad pro spotřebu masa do roku 2050.
Klíčová slova:	konzumace masa, červené maso, masné výrobky, zdraví, dopad na životní prostředí, budoucnost masa, dobré životní podmínky zvířat, udržitelnost
Přílohy vázané v práci:	0
Rozsah práce:	107 s.
Jazyk práce:	Český

SOUPIS BIBLIOGRAFICKÝCH CITACÍ

AHMAD, Rabia Shabir, Ali IMRAN a Muhammad Bilal HUSSAIN. Nutritional Composition of Meat. ARSHAD, Muhammad Sajid, ed. *Meat Science and Nutrition* [online]. InTech, 2018, 2018-10-10 [cit. 2022-01-12]. ISBN 978-1-78984-233-3. Dostupné z: doi:10.5772/intechopen.77045

ALEXANDER, Dominik D, Colleen A CUSHING, Kimberly A LOWE, Bonnie SCEURMAN a Mark A ROBERTS. Meta-analysis of animal fat or animal protein intake and colorectal cancer. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2009, **89**(5), 1402-1409 [cit. 2022-02-23]. ISSN 0002-9165. Dostupné z: doi:10.3945/ajcn.2008.26838

ANDERSON, Jana J., Narisa D.M. DARWIS, Daniel F. MACKAY, Carlos A. CELIS-MORALES, Donald M. LYALL, Naveed SATTAR, Jason M.R. GILL a Jill P. PELL. Red and processed meat consumption and breast cancer: UK Biobank cohort study and meta-analysis. *European Journal of Cancer* [online]. 2018, **90**, 73-82 [cit. 2022-01-13]. ISSN 09598049. Dostupné z: doi:10.1016/j.ejca.2017.11.022

Atlas masa: příběhy a fakta o zvířatech, která jíme. Přeložil Jana HAJDUCHOVÁ. Praha: Heinrich-Böll-Stiftung, 2014. ISBN 978-80-86834-53-5.

BENE MEAT TECHNOLOGIES A.S. [online]. [cit. 2021-12-30]. Dostupné z: https://www.benemeat.com).

BONNET, Céline, Zohra BOUAMRA-MECHEMACHE, Vincent RÉQUILLART a Nicolas TREICH. Viewpoint: Regulating meat consumption to improve health, the environment and animal welfare. *Food Policy*[online]. 2020, **97** [cit. 2022-01-12]. ISSN 03069192. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodpol.2020.101847

BRÁT, Jiří. Maso má v jídelníčku svůj význam. Jaké je optimální množství? *Https://www.vimcojim.cz* [online]. 2018, 12. 7. [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: https://www.vimcojim.cz/magazin/clanky/o-vyzive/Maso-ma-v-jidelnicku-svuj-vyznam.-Jake-je-optimalni-mnozstvi__s10010x11019.html

BURLINGAME, Barbara, U. Ruth CHARRONDIERE, Sandro DERNINI, Barbara STADLMAYR a Stefano MONDOVÌ. Food biodiversity and sustainable diets: implications of applications for food production and processing. BOYE, Joyce I. a Yves ARCAND, ed. *Green Technologies in Food Production and Processing* [online]. Boston, MA: Springer US, 2011, 2011-12-10, s. 643-657 [cit. 2022-03-28]. Food Engineering Series. ISBN 978-1-4614-1586-2. Dostupné z: doi:10.1007/978-1-4614-1587-9_24

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION [CDC]: One Health Basic. *Https://www.cdc.gov/onehealth/basics/index.html* [online]. 2018 [cit. 2022-01-13].

CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. 2., upr. vyd. Praha: Ekopress, 2013. ISBN 978-80-86929-93-4.

COMPTON, Julie. BETTER BY TODAY: How our diets impact climate change — and what we can do about it. *Https://www.nbcnews.com/better/lifestyle/how-our-diets-impact-climate-change-what-we-can-do-ncna1041301* [online]. 12.7.2019 [cit. 2022-01-13].

CORDAIN, Loren, Janette Brand MILLER, S Boyd EATON, Neil MANN, Susanne HA HOLT a John D SPETH. Plant-animal subsistence ratios and macronutrient energy estimations in worldwide hunter-gatherer diets. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2000, **71**(3), 682-692 [cit. 2022-01-12]. ISSN 0002-9165. Dostupné z: doi:10.1093/ajcn/71.3.682

Český statistický úřad [ČSÚ]: Hrubý domácí produkt (HDP) - Metodika. *Český statistický úřad* [online]. Aktualizováno dne: 19.02.2015 [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/hruby_domaci_produkt_-hdp-

Český statistický úřad [ČSÚ]: Spotřeba masa v hodnotě na kosti. Český statistický úřad [online]. 30.11.2021 [cit. 2022-02-23]. Dostupné z: https://www.czso.cz/documents/10180/143060175/27013921g2.pdf/63aa466c-0e6d-4fef-86ce-a7fa4a1adcfe?version=1.1

DEVINE, C.E. CONVERSION OF MUSCLE TO MEAT | Aging. *Encyclopedia of Meat Sciences* [online]. Elsevier, 2014, 2014, s. 329-338 [cit. 2022-01-12]. ISBN 9780123847348. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-384731-7.00098-2

DINICOLANTONIO, James J a James H O'KEEFE. Importance of maintaining a low omega–6/omega–3 ratio for reducing inflammation. *Open Heart* [online]. 2018, **5**(2) [cit. 2022-01-12]. ISSN 2053-3624. Dostupné z: doi:10.1136/openhrt-2018-000946

DOMINGO, José L. a Martí NADAL. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat: What about environmental contaminants?. *Environmental Research* [online]. 2016, **145**, 109-115 [cit. 2022-01-12]. ISSN 00139351. Dostupné z: doi:10.1016/j.envres.2015.11.031

FARVID, Maryam S., Elkhansa SIDAHMED, Nicholas D. SPENCE, Kingsly MANTE ANGUA, Bernard A. ROSNER a Junaidah B. BARNETT. Consumption of red meat and processed meat and cancer incidence: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *European Journal of Epidemiology*[online]. 2021, **36**(9), 937-951 [cit. 2022-01-12]. ISSN 0393-2990. Dostupné z: doi:10.1007/s10654-021-00741-9

FARVID, Maryam S., Mariana C. STERN, Teresa NORAT, et al. Consumption of red and processed meat and breast cancer incidence: A systematic review and meta-analysis of prospective studies. *International Journal of Cancer* [online]. 2018, **143**(11), 2787-2799 [cit. 2022-01-14]. ISSN 00207136. Dostupné z: doi:10.1002/ijc.31848

FUTURE FARMING [online]. [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: https://www.futurefarming.cz/aquaponie-je-budoucnost-pestovani-potravin/

GIBBARD, S., K. CALDEIRA, G. BALA, T. J. PHILLIPS a M. WICKETT. Climate effects of global land cover change. *Geophysical Research Letters* [online]. 2005, **32**(23) [cit. 2021-11-26]. ISSN 0094-8276. Dostupné z: doi:10.1029/2005GL024550

GILLE, D. a A. SCHMID. Vitamin B12 in meat and dairy products. *Nutrition Reviews* [online]. 2015, **73**(2), 106-115 [cit. 2022-03-03]. ISSN 0029-6643. Dostupné z: doi:10.1093/nutrit/nuu011

GODFRAY, H. Charles J., Paul AVEYARD, Tara GARNETT, et al. Meat consumption, health, and the environment. *Science* [online]. 2018, **361**(6399) [cit. 2022-01-12]. ISSN 0036-8075. Dostupné z: doi:10.1126/science.aam5324

GONZÁLEZ, Neus, Montse MARQUÈS, Martí NADAL a José L. DOMINGO. Meat consumption: Which are the current global risks? A review of recent (2010–2020) evidences. *Food Research International*[online]. 2020, **137** [cit. 2022-02-23]. ISSN 09639969. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2020.109341

GROSSHAUSER, Mareike. *Sportovní výživa pro vegetariány a vegany*. Přeložil Lucie FROLÍKOVÁ. Praha: Grada Publishing, 2015. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-5527-4.

GUO, Jingyu, Wei WEI a Lixing ZHAN. Red and processed meat intake and risk of breast cancer: a meta-analysis of prospective studies. *Breast Cancer Research and Treatment* [online]. 2015, **151**(1), 191-198 [cit. 2022-01-12]. ISSN 0167-6806. Dostupné z: doi:10.1007/s10549-015-3380-9

International Organization for Standardization [ISO]*: Country names and code elements* [online]. [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: https://www.iso.org/obp/ui/#search

KEY, Timothy J, Gary E FRASER, Margaret THOROGOOD, et al. Mortality in vegetarians and nonvegetarians: detailed findings from a collaborative analysis of 5 prospective studies. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 1999, **70**(3), 516s-524s [cit. 2022-01-12]. ISSN 0002-9165. Dostupné z: doi:10.1093/ajcn/70.3.516s

KEY, Timothy J., Paul N. APPLEBY, Kathryn E. BRADBURY, et al. Consumption of Meat, Fish, Dairy Products, and Eggs and Risk of Ischemic Heart Disease. *Circulation* [online]. 2019, **139**(25), 2835-2845 [cit. 2022-01-12]. ISSN 0009-7322. Dostupné z: doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.118.038813

KIM, Yoona, Jennifer KEOGH a Peter CLIFTON. A review of potential metabolic etiologies of the observed association between red meat consumption and development of type 2 diabetes mellitus. *Metabolism* [online]. 2015, **64**(7), 768-779 [cit. 2022-01-12]. ISSN 00260495. Dostupné z: doi:10.1016/j.metabol.2015.03.008

KOHEN, Julien. University of California: How your diet affects climate change. *Https://www.universityofcalifornia.edu/news/how-your-diet-affects-climate-change* [online]. 2017, 9.12. [cit. 2022-01-13].

LAESTADIUS, Linnea I a Mark A CALDWELL. Is the future of meat palatable? Perceptions of in vitro meat as evidenced by online news comments. *Public Health Nutrition* [online]. 2015, **18**(13), 2457-2467 [cit. 2022-01-13]. ISSN 1368-9800. Dostupné z: doi:10.1017/S1368980015000622

LAWRENCE, Mark a Sharon FRIEL, ed. *Healthy and Sustainable Food Systems* [online]. Routledge, 2019 [cit. 2022-01-13]. ISBN 9781351189033. Dostupné z: doi:10.4324/9781351189033

LAWRIE, R.A. a LEDWARD, D A. *Lawrie's meat science* [online]. Cambridge: Woodhead Publishing Limited. 2006 [cit. 2022-02-22]. ISBN 978-1-84569-159-2.

LEDVINA, Miroslav, Alena STOKLASOVÁ a Jaroslav CERMAN. *Biochemie pro studující medicíny*. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-246-0849-9.

MANN, Neil J. A brief history of meat in the human diet and current health implications. *Meat Science*[online]. 2018, **144**, 169-179 [cit. 2022-01-12]. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2018.06.008

MCAFEE, Alison J., Emeir M. MCSORLEY, Geraldine J. CUSKELLY, Bruce W. MOSS, Julie M.W. WALLACE, Maxine P. BONHAM a Anna M. FEARON. Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat Science* [online]. 2010, **84**(1), 1-13 [cit. 2022-01-12]. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2009.08.029

MCGLONE, John. The Future of Pork Production in the World: Towards Sustainable, Welfare-Positive Systems. *Animals* [online]. 2013, **3**(2), 401-415 [cit. 2022-01-13]. ISSN 2076-2615. Dostupné z: doi:10.3390/ani3020401

MICHA, Renata, Sarah K. WALLACE a Dariush MOZAFFARIAN. Red and Processed Meat Consumption and Risk of Incident Coronary Heart Disease, Stroke, and Diabetes Mellitus. *Circulation* [online]. 2010, **121**(21), 2271-2283 [cit. 2022-01-14]. ISSN 0009-7322. Dostupné z: doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.924977

MOLDAN, Bedřich. *Podmaněná planeta*. Druhé, rozšířené a upravené vydání. V Praze: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-2999-5.

Ministerstvo vnitra České republiky [MVCR]: Kódy států [online]. [cit. 2022-03-26]. Dostupné z: https://www.mvcr.cz/clanek/kody-statu.aspx

NELSON, Miriam E, Michael W HAMM, Frank B HU, Steven A ABRAMS a Timothy S GRIFFIN. Alignment of Healthy Dietary Patterns and Environmental Sustainability: A Systematic Review. *Advances in Nutrition: An International Review Journal* [online]. 2016, **7**(6), 1005-1025 [cit. 2022-01-12]. ISSN 2156-5376. Dostupné z: doi:10.3945/an.116.012567

NITSA, ALKIPPI, MARINA TOUTOUZA, NIKOLAOS MACHAIRAS, ANARGYROS MARIOLIS, ANASTASSIOS PHILIPPOU a MICHAEL KOUTSILIERIS. Vitamin D in Cardiovascular Disease. *In Vivo* [online]. 2018, **32**(5), 977-981 [cit. 2022-01-12]. ISSN 0258-851X. Dostupné z: doi:10.21873/invivo.11338

OECD. (July 5, 2021). Projected per capita meat consumption worldwide from 2021 to 2030 (in kilograms)* [Graph]. In Statista. Retrieved March 22, 2022, from https://www.statista.com/statistics/739920/meat-consumption-worldwide-per-capita/

RITCHIE, Hannah a Max ROSER. *Our World in Data: Meat and Dairy Production* [online]. 2017. [cit. 2022-03-16]. Dostupné z: https://ourworldindata.org/meat-production

RUBIO, Natalie R., Kyle D. FISH, Barry A. TRIMMER a David L. KAPLAN. Possibilities for Engineered Insect Tissue as a Food Source. *Frontiers in Sustainable Food Systems* [online]. 2019, **3** [cit. 2022-01-13]. ISSN 2571-581X. Dostupné z: doi:10.3389/fsufs.2019.00024

SALTER, A.M. The effects of meat consumption on global health. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE* [online]. 2018, **37**(1), 47-55 [cit. 2022-01-12]. ISSN 0253-1933. Dostupné z: doi:10.20506/rst.37.1.2739

SAUNDERS, Angela V, Winston J CRAIG, Surinder K BAINES a Jennifer S POSEN. Iron and vegetarian diets. *Medical Journal of Australia* [online]. 2013, **199**(S4) [cit. 2022-03-29]. ISSN 0025-729X. Dostupné z: doi:10.5694/mja11.11494

SHARMA, Sangita. *Klinická výživa a dietologie: v kostce*. Přeložil Hana POSPÍŠILOVÁ. Praha: Grada Publishing, 2018. Sestra (Grada). ISBN 978-80-271-0228-0.

SCHNEIDERKA, Petr. *Kapitoly z klinické biochemie*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-246-0678-x.

SCHNEIDEROVÁ, M. AND BENCKO, V. Kolorektální karcinom - současný pohled na rizikové a protektivní faktory, možnosti prevence. Onkologie, 2015, vol. 9, iss. 4, p. 178-182.

SCHWINGSHACKL, Lukas, Georg HOFFMANN, Anna-Maria LAMPOUSI, et al. Food groups and risk of type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *European Journal of Epidemiology* [online]. 2017, **32**(5), 363-375 [cit. 2022-03-03]. ISSN 0393-2990. Dostupné z: doi:10.1007/s10654-017-0246-y

STUBBS, R. J., S. E. SCOTT a C. DUARTE. Responding to food, environment and health challenges by changing meat consumption behaviours in consumers. *Nutrition Bulletin* [online]. 2018, **43**(2), 125-134 [cit. 2022-01-13]. ISSN 14719827. Dostupné z: doi:10.1111/nbu.12318

SVAČINA, Štěpán. *Klinická dietologie*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2256-6.

VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-17-6.

WALLIS, Ian. Semi-vegetarianism – good for animals, good for the environment and good for humans. *Australian Zoologist* [online]. 2017, **39**(1), 127-145 [cit. 2022-01-13]. ISSN 0067-2238. Dostupné z: doi:10.7882/AZ.2016.017

WANG, Xia, Xinying LIN, Ying Y OUYANG, Jun LIU, Gang ZHAO, An PAN a Frank B HU. Red and processed meat consumption and mortality: dose–response meta-analysis of prospective cohort studies. *Public Health Nutrition* [online]. 2016, **19**(5), 893-905 [cit. 2022-01-12]. ISSN 1368-9800. Dostupné z: doi:10.1017/S1368980015002062

WARNER, R.D. Review: Analysis of the process and drivers for cellular meat production. *Animal* [online]. 2019, **13**(12), 3041-3058 [cit. 2022-01-13]. ISSN 17517311. Dostupné z: doi:10.1017/S1751731119001897

WILLETT, Walter, Johan ROCKSTRÖM, Brent LOKEN, et al. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet* [online]. 2019, **393**(10170), 447-492 [cit. 2022-03-11]. ISSN 01406736. Dostupné z: doi:10.1016/S0140-6736(18)31788-4

WOLK, A. Potential health hazards of eating red meat. *Journal of Internal Medicine* [online]. 2017, **281**(2), 106-122 [cit. 2022-01-12]. ISSN 09546820. Dostupné z: doi:10.1111/joim.12543

WORLD HEALTH ORGANIZATION [WHO]: *One Health* [online]. Genéve, 21.7.2017 [cit. 2022-02-23]. Dostupné z: https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/one-health

WORLD HEALTH ORGANIZATION/EUROPE [WHO/EU]: *One Health* [online]. Copenhagen [cit. 2022-02-23]. Dostupné z: https://www.euro.who.int/en/health-topics/health-policy/one-health

Zdroje dat

Food and Agriculture Organization [FAO]: Food and Agriculture date.*: Food Balances* [online]. [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: https://www.fao.org/faostat/en/#data

International Agency for Research on Cancer: Cancer Today. *International Agency for Research on Cancer* [online]. [cit. 2022-03-27]. Dostupné z: https://gco.iarc.fr/today/home

POORE, J a NEMECEK, T. *Our World in Data: Environmental Impacts of Food Production*[online]. 2018. [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food

RITCHIE, Hannah a Max ROSER. *Our World in Data: Obesity* [online]. 2017. [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: https://ourworldindata.org/obesity

United Nations: World Population Prospects 2019. *: Total Population - Both Sexes* [online]. [cit. 2022-03-23]. Dostupné z: https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AIC	akaikeho informační kritérium
AJ	Anglický jazyk
ALA	kyselina linolenová
AMK	aminokyselina
ARA	kyselina arachidonová
ARIC	riziko aterosklerózy v komunitách (Atherosclerosis Risk in Communities)
ARIMA	autoregresní integrovaný klouzavý průměr (Autoregressive integrated moving average)
ASR	Věkově standardizovaná incidence (Age Standardized Rate)
B1	thiamin
B12	kobalamin
B2	riboflavin
B6	pyridoxin
B9	kyselina listová
BCAA	esenciální aminokyseliny s rozvětveným řetězcem (Branched Chain Amino Acids)
BMI	Index tělesné hmotnosti (Body Mass Index)
CLA	konjugovaná kyselina linolová
CMP	cévní mozková příhoda
CRC	kolorektální karcinom
CRP	c-reaktivní protein
č.	číslo
ČJ	Český jazyk
ČSÚ	Český statistický úřad
DHA	dokosahexanová kyselina
DM 2.typu	diabetes mellitus 2. typu
DNA	deoxyribonukleová kyselina
EPA	kyselina eikosapentanová
eq	ekvivalent

EU	Evropská unie (European Union)
FAO	Organizace pro výživu a zemědělství (The Food and Agriculture Organization of the United Nations)
g	gram
HA	heterocyklické aminy
HDL	lipoproteiny o vysoké hustotě (High density lipoproteins)
HDP	Hrubý domácí produkt
ICHS	ischemické choroby srdeční
ISO	Mezinárodní organizace pro standardizaci (International Organization for Standardization)
kcal	kilokalorie
kg	kilogram
KVO	kardiovaskulární onemocnění
LDL	lipoproteiny o nízké hustotě (Low density lipoproteins)
LDR	Lidově demokratická republika
MNMK/MUFA	mononenasycené mastné kysliny (Monounsaturated Fatty Acids)
MVCR	Ministerstvo vnitra České republiky
n-3	omega-3 mastná kyselina
n-6	omega-6 mastná kyselina
NAD/NADP	Nikotinamidadenindinukleotid(fosfát)
NAD/NADP	Nikotinamidadenindinukleotid(fosfát)
NMK/SFA	nasycené mastné kyseliny (Saturated fatty acid)
obr.	obrázek
PAU	polyaromatické uhlovodíky
pH	vodíkový exponent
PNMK/PUFA	polynenasycené mastné kyseliny (Polyunsaturated Fatty Acids
ROS	reaktivní forma kyslíku
SSSR	Svaz sovětských socialistických republik
str.	strana
TRANS/TFA	trans mastné kyseliny (Trans fatty acid)
tzv.	takzvaný
USA	Spojené státy americké
WHO	Světová zdravotnická organizace (World Health Organization)

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 – Odhadovaný průměrný denní příjem makronutrientů a mikronutrientů v paleolitické době, u amerických občanů a u Australanů v dnešní době 13
Tabulka č. 2 – Množství bílkovin a tuků v mase a rybách 17
Tabulka č. 3 – Hlavní zdroje bílkovin ve výživě 18
Tabulka č. 4 – Obsah mastných kyselin ve vybraných zdrojích tuku 21
Tabulka č. 5 – Typy vegetariánských diet 44
Tabulka č. 6 – Návrh optimální diety 85

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 – Vývoj průměrné spotřeby masa na osobu za rok v jednotlivých regionech 34
Graf č. 2 – Spotřeba masa v hodnotách na kosti (na obyvatele za rok) v České republice v letech 1989-2020 35
Graf č. 3 – Porovnání růstu populace a celkové spotřeby masa v letech 1961-2019 ... 52
Graf č. 4 – Vývoj celkové spotřeby masa ve vybraných regionech v letech 1961-2019 53
Graf č. 5 – Vývoj průměrné spotřeby masa na obyvatele za rok ve vybraných regionech v letech 1961-2019 54
Graf č. 6 – Země s nejvyšší celkovou spotřebou masa 55
Graf č. 7 – Vývoj celkové spotřeby masa v zemích s nejvyšší aktuální spotřebou v letech 1961-2019 56
Graf č. 8 – Vývoj celkové spotřeby masa v zemích s nejvyšší aktuálně nejvyšší spotřebou (bez Číny a Spojených států amerických) v letech 1961-2019 57
Graf č. 9 – Vývoj průměrné spotřeby masa na obyvatele za rok v zemích s aktuálně nejvyšší celkovou spotřebou v letech 1961-2019 58
Graf č. 10 – Státy Evropy s nejvyšší celkovou spotřebou masa 59
Graf č. 11 – Vývoj celkové spotřeby masa v evropských státech s nejvyšší aktuální spotřebou v letech 1960-2019 60
Graf č. 12 – Vývoj průměrné spotřeby masa na obyvatele za rok v evropských státech s nejvyšší aktuální průměrnou celkovou spotřebou v letech 1960-2019 61
Graf č. 13 – Průměrná spotřeba jednotlivých druhů masa na obyvatele za rok ve vybraných regionech 62
Graf č. 14 – Průměrná spotřeba jednotlivých druhů masa na obyvatele za rok v zemích s nejvyšší celkovou spotřebou 63
Graf č. 15 – Průměrná spotřeba jednotlivých druhů masa na obyvatele za rok v evropských státech s nejvyšší spotřebou 64
Graf č. 16 – Průměrná spotřeba masa na obyvatele vzhledem k HDP na obyvatele v dolarech 66

Graf č. 17 – Emise skleníkových plynů měřené v kilogramech ekvivalentů oxidu uhličitého ($kgCO_2eq$) na 1 kg jednotlivých potravin 68
Graf č. 18 – Emise skleníkových plynů měřené v kilogramech ekvivalentů oxidu uhličitého ($kgCO_2eq$) na výrobu 100 g bílkovin z vybraných potravin 69
Graf č. 19 – Emise skleníkových plynů ze spotřeby jednotlivých druhů masa ve vybraných regionech 70
Graf č. 20 – Eutrofizující emise v gramech fosfátových ekvivalentů (PO_4eq) na 1 kg jednotlivých potravin 71
Graf č. 21 – Eutrofizující emise v gramech fosfátových ekvivalentů (PO_4eq) na 100 g bílkovin jednotlivých potravin 72
Graf č. 22 – Odhadovaná věkově standardizovaná incidence v roce 2020 vzhledem ke spotřebě červeného masa na obyvatele za rok 73
Graf č. 23 – Průměrná spotřeba masa na obyvatele za rok vzhledem k podílu obyvatel s nadváhou 75
Graf č. 24 – Četnost průměrné spotřeby masa na obyvatele za rok vzhledem k podílu populace s nadváhou a obezitou 77
Graf č. 25 – Predikce průměrné spotřeby masa na obyvatele za rok ve světě 78
Graf č. 26 – Porovnání predikce růstu populace a celkové spotřeby masa 79
Graf č. 27 – Lineární regresní model znázorňující závislost mezi incidencí CRC a průměrnou spotřebou červeného masa 82

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1 – Rešeršní strategie 10