

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Katarina HLEBANJA

**VPELJAVA SISTEMA HACCP V SIRARSKI OBRAT DNEVNE
PREDELAVE 600 LITROV MLEKA**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**HACCP SYSTEM INTRODUCTION IN THE CHEESE PRODUCTION
FACILITY DAILY PROCESSING 600 LITRES OF MILK**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Opravljeno je bilo na Katedri za mlekarstvo, Oddelka za zootehniko, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Komisija za 1. in 2. stopnjo študija živilstva in prehrane je za mentorico diplomskega dela imenovala doc. dr. Andrejo Čanžek Majhenič, za somentorja prof. dr. Bogdana Perka in za recenzentko prof. dr. Sonjo Smole Možina.

Mentorica: doc. dr. Andreja Čanžek Majhenič

Somentor: prof. dr. Bogdan Perko

Recenzentka: prof. dr. Sonja Smole Možina

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je naloga rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Katarina Hlebanja

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 637.334.2/.3:658.56:614.31(043)=163.6
KG	postavitev HACCP sistema/vodenje HACCP sistema/mleko/mlečni izdelki/sir
AV	HLEBANJA, Katarina
SA	ČANŽEK MAJHENIČ, Andreja (mentorica)/PERKO, Bogdan (somentor)/SMOLE MOŽINA, Sonja (recenzentka)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI	2016
IN	VPELJAVA SISTEMA HACCP V SIRARSKI OBRAT DNEVNE PREDELAVE 600 LITROV MLEKA
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	XI, 75 str., 15 pregl., 12 sl., 3 pril., 58 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Na kmetiji Hlebanja se ukvarjamo z rejo krav molznic in predelavo mleka v mlečne izdelke. Ker povpraševanje po njih v zadnjem času zelo narašča, bomo prirejo mleka povečali s sedanjih 55000 l na 100000 l letno. Ker pa za povečan obseg proizvodnje obstoječa sirarna ni več primerna, smo se odločili, da v že obstoječi stavbi, na novo uredimo obrat za proizvodnjo poltrdega sira. Predvideno postavitev sirarske opreme in potek proizvodnega postopka izdelave poltrdega sira smo prikazali s pomočjo tehnološko-pretočne sheme. Ker želimo izboljšati nadzor in s tem zagotoviti varnost in kakovost sira, bomo v nov sirarski obrat uvedli sistem HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points). V procesu izdelave poltrdega sira smo določili 11 kritičnih kontrolnih točk (KKT). V vsaki izmed njih bi opustitev nadzora lahko povzročila tveganje za varnost sira in za zdravje potrošnika. Potencialno biološko tveganje, ki se lahko pojavi v vseh KKT, predstavlja rast patogenih mikroorganizmov in kvarljivcev, bistvenega pomena za njegovo odpravo ali zmanjšanje na sprejemljivo raven pa sta učinkovita termizacija in uporaba aktivne starterske kulture. Pri pregledu rezultatov mikrobioloških in fizikalno-kemijskih analiz smo ugotovili, da imamo na kmetiji mleko dobre mikrobiološke kakovosti, ki izpolnjuje predpisana merila za surovo kravje mleko. Nekoliko slabša je njegova tehnološka vrednost, predvsem zaradi nizke vsebnosti beljakovin.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 637.334.2/.3:658.56:614.31(043)=163.6
CX Introduction of the HACCP system/management of the HACCP system/milk/dairy products/cheese
AU HLEBANJA, Katarina
AA ČANŽEK MAJHENIČ, Andreja (supervisor)/PERKO, Bogdan (co-advisor)/SMOLE MOŽINA, Sonja (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY 2016
TI HACCP SYSTEM INTRODUCTION IN THE CHEESE PRODUCTION FACILITY DAILY PROCESSING 600 LITRES OF MILK
DT Graduation thesis (University studies)
NO XI, 75 p., 15 tab., 12 fig., 3 ann., 58 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The Hlebanja farm deals with dairy cows breeding and with milk processing into dairy products. The demand for dairy products has been rising recently, which is why the farm is about to increase its milk production from current 55,000 litres to 100,000 litres per year. However, the increased production volume means that the existing cheese production facility will no longer suffice. To this end, the facility for semi-hard cheese production will be reorganised. The envisaged installation of cheese production equipment and the semi-hard cheese production process were illustrated with a process flow chart. The Hazard Analysis Critical Points system (HAACP) will be introduced in the new cheese production facility to improve control and thus ensure safety and quality of the cheese. A total of 11 critical control points (CCPs) were determined in the production of semi-hard cheese. Lack of control in each of the CCPs could threaten cheese safety and consumer's health. Potential biological risks that may occur in all CCPs are related to the growth of pathogenic and spoilage microorganisms. Milk thermization and the use of an active starter culture are crucial for eliminating or reducing the risk to acceptable levels. The results of microbiological, physical and chemical analyses showed that the microbiological quality of milk on the farm is high and in line with prescribed criteria for raw cow milk. Its technological quality, however, is slightly lower due to low protein content.

KAZALO VSEBINE

str.

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
KAZALO PRILOG.....	IX
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI.....	X

1	UVOD	1
1.1	NAMEN DELA.....	1
1.2	DELOVNA HIPOTEZA.....	1
2	PREGLED OBJAV	2
2.1	VARNOST IN KAKOVOST.....	2
2.1.1	Varnost živil.....	2
2.1.2	Kakovost živil.....	2
2.1.3	Javnozdravstveni vidiki uživanja sira.....	2
2.2	ZAKONODAJNE SMERNICE, KI UREJAJO SISTEM HACCP.....	3
2.2.1	Zakonodaja EU.....	3
2.2.2	Slovenska zakonodaja.....	3
2.2.2.1	Predpisi, ki urejajo HACCP.....	4
2.3	SISTEM HACCP.....	4
2.3.1	Razvoj sistema HACCP.....	5
2.3.2	Potreba po uvajanju sistema HACCP.....	5
2.3.3	Sedem načel sistema HACCP.....	5
2.3.4	Aplikacija sistema HACCP.....	5
2.3.4.1	Biološki dejavniki tveganja.....	9
2.3.4.1.1	Zdravstveno stanje živali	11
2.3.4.1.1.1	Mastitis.....	11
2.3.4.1.2	Patogeni mikroorganizmi v mleku in mlečnih izdelkih	14
2.3.4.1.3	Kvarljivci.....	19
2.3.4.2	Kemični dejavniki tveganja.....	21
2.3.4.3	Fizični dejavniki tveganja.....	23
2.3.5	Predpogoji za uspešno postavitve sistema HACCP.....	28
2.3.5.1	Dobra higienska praksa.....	28
2.3.5.2	Dobra proizvodna praksa.....	29
3	MATERIAL IN METODE.....	30
3.1	MATERIALI.....	31
3.1.1	Opis obstoječega stanja.....	31
3.1.2	Ureditev novega sirarskega obrata.....	31
3.2	METODE.....	32
3.2.1	Tehnološki postopek izdelave poltrdega sira.....	32
3.2.1.1	Odbira mleka za sir.....	34

3.2.1.2	Tipizacija mleka.....	34
3.2.1.3	Termizacija mleka.....	34
3.2.1.4	Zorenje mleka.....	34
3.2.1.5	Usirjanje / koagulacija mleka.....	35
3.2.1.6	Predsirjenje.....	35
3.2.1.7	Utrjevanje sirnega zrna / dosirjanje.....	35
3.2.1.8	Oblikovanje sira.....	35
3.2.1.9	Stiskanje sira.....	35
3.2.1.10	Soljenje sira v slanici.....	36
3.2.1.11	Zorenje sira.....	36
3.2.1.12	Skladiščenje, embaliranje in prodaja sira.....	36
3.2.2	Shema proizvodnega postopka.....	36
3.2.3	Merjenje fizikalnih in kemijskih parametrov.....	38
3.2.4	Načrt vzorčenja surovega mleka in sira.....	39
4	REZULTATI Z RAZPRAVO	41
4.1	TEHNOLOŠKO-PRETOČNA SHEMA IZDELAVE POLTRDEGA SIRA.....	41
4.1.1	Črpalka.....	43
4.1.2	Delovanje ploščnega izmenjevalnika toplote.....	43
4.1.3	Delovanje posnemalnika.....	44
4.1.4	Sirarski kotel.....	45
4.1.5	Ostala oprema.....	45
4.2	IZDELAVA NAČRTA HACCP.....	47
4.2.1	Izbira skupine HACCP.....	47
4.2.2	Opis poltrdega sira in določitev njegove namembnosti.....	47
4.2.3	Izdelava analize tveganj in določitev preventivnih ukrepov za njihovo obvladovanje.....	49
4.2.4	Določitev KKT z uporabo dreves odločitve.....	54
4.2.4.1	Opis in razlaga KKT.....	56
4.2.5	Določitev parametrov spremljanja in njihovih kritičnih mejnih vrednosti.....	62
4.2.6	Verifikacija sistema HACCP.....	65
4.2.6.1	Mikrobiološka analiza sira S'rjan.....	65
4.2.6.2	Kalibracija meril.....	66
4.2.7	Rezultati testiranja vzorcev surovega mleka.....	66
5	SKLEPI	69
6	POVZETEK.....	70
7	VIRI	72

ZAHVALA
PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

str.

Preglednica 1: Mikrobiološka merila za surovo kravje mleko (Uredba (ES), 2004b)	9
Preglednica 2: Smernice za mikrobiološko varnost surovega mleka, namenjenega uživanju brez predhodne toplotne obdelave (2009)	10
Preglednica 3: Mikrobiološka merila za sir (Uredba komisije (ES), 2005)	10
Preglednica 4: Okoliški patogeni mikroorganizmi, ki povzročajo mastitis pri mlečnih pasmah (Oliver in sod., 2011: 416)	14
Preglednica 5: Gostota in koncentracija slanice (Mavrin in Oštir, 2002: 156)	38
Preglednica 6: Opis poltrdega sira.....	48
Preglednica 7: Model za opisno in/ali številčno oceno tveganj (Jevšnik in Ovca, 2015: 73)	49
Preglednica 8: Analiza tveganj po stopnjah procesa izdelave poltrdega sira	49
Preglednica 9: Vrednotenje tveganj.....	53
Preglednica 10: Določitev KT in KKT v procesu izdelave poltrdega sira z uporabo dreves odločitve	54
Preglednica 11: Spremljanje in kritične mejne vrednosti parametrov KKT ter popravni postopki	63
Preglednica 12: Rezultati mikrobiološke analize vzorca poltrdega sira S'rjan.....	65
Preglednica 13: Rezultati kemijske in higienske analize vzorcev surovega mleka.....	66
Preglednica 14: Rezultati testiranj vzorcev surovega mleka na patogene bakterije.....	67
Preglednica 15: Merila za patogene bakterije v mleku.....	67

KAZALO SLIK

str.

Slika 1: Logično zaporedje nalog za aplikacijo sistema HACCP (FAO/WHO, 2009)	6
Slika 2: Kontaminanti v mleku in mlečnih izdelkih in njihovi viri (Fischer in sod., 2011a: 888).....	22
Slika 3: Odločitveno drevo za določanje KKT in KT (Vodopivec in Raspor, 2002: 206) .	24
Slika 4: Odločitveno drevo za identifikacijo KKT (FAO/WHO, 2009).....	25
Slika 5: Shema poteka naloge.....	30
Slika 6: Tehnološka shema izdelave poltrdega sira.....	33
Slika 7: Hodogram izdelave poltrdega sira z vpisanimi KKT	37
Slika 8: Tehnološko-pretočna shema izdelave poltrdega sira	42
Slika 9: Glavni deli centrifugalne črpalke (Bylund, 1995: 143).....	43
Slika 10: Način pretoka in prenosa toplote v ploščnem izmenjevalniku toplote (Bylund, 1995: 86).....	44
Slika 11: Delovanje posnemalnika v zaprtem procesu predelave mleka (Bylund, 1995: 98)	45
Slika 12: Sirarska odcejalna miza (Plevnik, 2010).....	46

KAZALO PRILOG

Priloga A: Obstoječa sirarna

Priloga B: Obstoječi objekt - delavnica (predvidena sirarna)

Priloga C: Obstoječi objekt - garaža (predvidena zorilnica in prostor za skladiščenje sira)

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ATKKT	Analiza Tveganja Kritičnih Kontrolnih Točk
a_w	vodna aktivnost (angl. water activity)
B	biološko tveganje (angl. biological hazard)
B.	<i>Brucella</i>
c	število vzorčnih enot, kjer so vrednosti med m in M
C.	<i>Clostridium</i>
Camp.	<i>Campylobacter</i>
cfu	kolonijske enote (angl. colony forming units)
CIP	zaprt sistem čiščenja (angl. cleaning in place)
DDD	deratizacija, dezinsekcija, dezinfekcija
DHP	dobra higienska praksa (angl. good hygiene practice)
DPP	dobra proizvodna praksa (angl. good manufacturing practice)
DVS	mikrobiološka kultura za direktno cepljenje (angl. Direct Vat Set)
E.	<i>Escherichia</i>
Ent.	<i>Enterococcus</i>
ES	Evropski parlament in Svet
EU	Evropska unija (angl. European Union)
F	fizično tveganje (angl. physical hazard)
FAO	organizacija za hrano in kmetijstvo (angl. Food and Agriculture Organization)
FDA	organizacija za hrano in zdravila (angl. Food and Drug Administration)
HACCP	analiza tveganja in ugotavljanja kritičnih kontrolnih točk (angl. Hazard Analysis Critical Control Points)
K	kemično tveganje (angl. chemical hazard)
KE	kolonijske enote
KKT	kritična kontrolna točka
KT	kontrolna točka
L.	<i>Listeria</i>
Lb.	<i>Lactobacillus</i>
M	maksimalna vrednost števila bakterij
M.	<i>Mycobacterium</i>
m	mejna vrednost za število bakterij
MKB	mlečnokislinske bakterije
MO	mikroorganizem
n	število enot v vzorcu
NVI	Nacionalni veterinarski inštitut
P	pogostost tveganja

pH	koncentracija vodikovih ionov (H^+)
S	stopnja nevarnosti tveganja
S.	<i>Staphylococcus</i>
SH	kislinska stopnja po Soxhlet - Henklu
Sk.	skupna ocena tveganja
spp.	podvrsta (angl. subspecies)
SSBM	suha snov brez maščobe
SŠMO	skupno število mikroorganizmov
Str.	<i>Streptococcus</i>
ŠSC	število somatskih celic
UVHVVR	Uprava za varno hrano veterinarstvo in varstvo rastlin RS
V	verjetnost neugotovljenega tveganja
VTEC	verotoksična <i>E. coli</i>
WHO	Svetovna zdravstvena organizacija (angl. World Health Organization)
ZZUZIS	Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živil

1 UVOD

Hribovska kmetija Hlebanja leži v severozahodnih Karavankah v vasi Srednji Vrh na nadmorski višini 960 m. Ukvarjamo se z rejo krav molznic in od leta 1998 s predelavo mleka v sir in druge mlečne izdelke, kar predstavlja glavni vir dohodka na kmetiji. Tako letno predelamo 55000 l lastnega mleka. Ker povpraševanje po naših mlečnih izdelkih v zadnjem času zelo narašča in mu s takim obsegom proizvodnje ne moremo več zadostiti, smo se odločili za gradnjo novega hleva za krave molznice ter tako povečati prirejo mleka na predvidoma 100000 l letno.

Trenutno predelava poteka v v manjši sirarni, ki za povečan obseg proizvodnje ne bo več ustrezna, zato bi na novo uredili sirarski obrat v večji, a že obstoječi stavbi. Za notranji nadzor kakovosti v sirarni se uporablja Vodič dobre higienske prakse za proizvodnjo mlečnih izdelkov na kmetiji (2005). V želji po izboljšanju nadzora in zagotavljanju standardne kakovosti izdelkov, bomo v novem sirarskem obratu uvedli sistem HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points). V novem obratu se bomo osredotočili predvsem na proizvodnjo poltrdega sira, saj se ga lahko dalj časa skladišči, v kolikor pri kupcih ni povpraševanja.

HACCP sistem je znanstvena metoda, ustvarjena z namenom identifikacije specifičnih tveganj in sprejemanja ukrepov za njihovo obvladovanje s ciljem zagotavljanja varnosti in kakovosti živil. Smatra se kot učinkovito orodje preprečevanja bolezni, ki se prenašajo s hrano (Arvanitoyannis in Kassaveti, 2009).

1.1 NAMEN DELA

Namen naloge je izdelati tehnološko-pretočno shemo izdelave poltrdega sira, določiti kritične kontrolne točke (KKT) proizvodnega procesa in postaviti sistem HACCP v sirarskem obratu.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

S postavitvijo sistema HACCP bomo zaobjeli vse kritične kontrolne točke, ki bodo kot osnova za proizvodnjo zagotavljale standardno kakovost sira.

2 PREGLED OBJAV

2.1 VARNOST IN KAKOVOST

2.1.1 Varnost živil

V Zakonu o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živili (2000) je definirano, da varnost živil pomeni zagotovilo, da živilo ni škodljivo za zdravje potrošnika, če je pripravljeno in zaužito za predviden namen. V 6. členu tega zakona so določeni pogoji, ki jih morajo izpolnjevati živila, da so zdravstveno ustrezna oziroma varna.

V 14. členu Uredbe (ES) (2002) Evropskega Parlamenta in Sveta v katerem so podane zahteve glede varnosti živil je določeno, da se živila, ki niso varna, ne smejo dajati v promet.

Šteje se, da živilo ni varno, če se smatra, da je (Uredba (ES), 2002):

- a) škodljivo za zdravje;
- b) neustrezno za prehrano ljudi.

Pri odločanju, ali je živilo škodljivo za zdravje, se upoštevajo verjetni takojšnji in/ali kratkoročni in/ali dolgoročni učinki živila na zdravje osebe, ki živilo uživa, pa tudi na poznejše rodove, verjetni kumulativni toksični učinki ter posebna zdravstvena preobčutljivost posebnih skupin potrošnikov, kadar je živilo namenjeno tej skupini (Uredba (ES), 2002).

Pri presoji, ali je neko živilo neustrezno za prehrano ljudi, se upošteva, ali je živilo nesprejemljivo za prehrano ljudi glede na namen uporabe zaradi onesnaženosti s tujo snovjo ali kako drugače, ali zaradi gnitja, kvarjenja ali razkroja (Uredba (ES), 2002).

2.1.2 Kakovost živil

Pojem kakovost je splošno opisan kot "celota lastnosti in značilnosti živila". Pri tem so pomembne zunanja kakovost oz. videz (velikost, teža, oblika, barva, okus, vonj, svežina, odsotnost zunanjih napak), notranja oz. prehransko-fiziološka kakovost (vsebnost ogljikovih hidratov, beljakovin, maščob, vitaminov in mineralnih snovi, medsebojno razmerje sestavin in prebavljivost) ter uporabna vrednost (možnost transporta in skladiščenja, barvna obstojnost...) (MKGP, 2016).

2.1.3 Javnozdravstveni vidiki uživanja sira

V letih 1970 – 1997 je bilo v zahodni Evropi, Kanadi in Združenih državah Amerike potrjenih le 30 izbruhov zastrupitev s hrano zaradi uživanja sira, glede na dejstvo, da je ocenjena poraba sira v tem obdobju znašala 235000000 ton sira, je zastrupitev s hrano kot posledica uživanja sira zelo redka in je sir zelo varen izdelek, v kolikor je pravilno izdelan. V primerih, ko je prišlo do zastrupitve s sirom, so pomembno vlogo igrale velike procesne

napake, kot so nepravilno shranjevanje surovega mleka (več dni staro nehlaženo surovo mleko), slaba aktivnost starterskih kultur in posledično sir s previsoko vrednostjo pH, slaba aktivnost starterske kulture zaradi inhibicije proizvodnje mlečne kisline, povzročene z bakteriofagi in/ali ostanki antibiotikov v mleku, slaba higiena v obratu, velika okoljska kontaminacija, nepopolna pasterizacija, klicenosci ter kombinacije prej naštetih. Zastrupitve, ki so posledica uživanja sira povzročajo različni patogeni organizmi, med katerimi so najpogostejši *Staphylococcus aureus*, *Bacillus* spp., *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, enterotoksična *Escherichia coli*, *Shigella*, *Salmonella* in *Brucella* spp. (Cogan, 2011a).

2.2 ZAKONODAJNE SMERNICE, KI UREJAJO SISTEM HACCP

2.2.1 Zakonodaja EU

V EU je bil sistem HACCP vključen v evropsko zakonodajo z Direktivo Sveta 93/43/EGS (1993) o higieni živil, ki določa splošna pravila o higieni živil in postopke za preverjanje spoštovanja le-teh.

V Uredbi (ES) (2004a) Evropskega parlamenta in Sveta o higieni živil so določena splošna pravila higiene za nosilce živilske dejavnosti, uporablja se v vseh stopnjah proizvodnje, predelave in distribucije hrane in za izvoz.

Uredba (ES) (2004b) Evropskega parlamenta in Sveta določa posebna pravila za higieno živil živalskega izvora za nosilca živilske dejavnosti. Ta pravila dopolnjujejo tista, določena z Uredbo (ES) (2004a). Uporabljajo se za nepredelane in predelane proizvode živalskega izvora.

Z Uredbo (ES) (2004c) Evropskega parlamenta in Sveta, so določeni posebni predpisi za organizacijo uradnega nadzora proizvodov živalskega izvora, namenjenih za prehrano ljudi.

Z Uredbo (ES) (2002) Evropskega parlamenta in Sveta so določena splošna načela živilske zakonodaje, ustanovitev Evropske agencije za varnost hrane in postopki, ki zadevajo varnost hrane.

2.2.2 Slovenska zakonodaja

Slovenska zakonodaja na področju zdravstvene ustreznosti oziroma varnosti živil prevzema evropski pravni red, med drugim tudi Direktivo 93/43/EGS (1993) oziroma metodo HACCP ter smernice, ki temeljijo na njej.

V letu 2000 je bil v Sloveniji sprejet Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živili, ki je z 31.12. 2002 zahteval uvedbo sistema HACCP v vse objekte, kjer potekata proizvodnja in promet z živili ter javna oskrba s pitno vodo (Jevšnik in Ovca, 2015).

2.2.2.1 Predpisi, ki urejajo HACCP

Pravilnik o veterinarsko-sanitarnem nadzoru živilskih obratov, veterinarsko-sanitarnih pregledih ter o pogojih zdravstvene ustreznosti živil in surovin živalskega izvora (1999b) ureja način opravljanja obveznih veterinarsko-sanitarnih pregledov živali, surovin in živil živalskega izvora, izvajanje veterinarsko-sanitarnega nadzora živilskih obratov in kriterije ter normative za ocenjevanje zdravstvene ustreznosti živil in surovin živalskega izvora v proizvodnji pred oddajo v promet za javno potrošnjo.

Pravilnik o veterinarski oznaki zdravstvene ustreznosti živil živalskega izvora, označevanju šarže in certificiranju (1999a) ureja veterinarsko označevanje zdravstvene ustreznosti živil živalskega izvora, označevanje šarže živil v procesu proizvodnje ter izdajanje potrdil o zdravstveni ustreznosti živil, namenjenih oddaji v promet za javno potrošnjo.

Pravilnik o registraciji in odobritvi obratov na področju živil (2014) podrobneje določa postopke registracije in odobritev obratov na področju živil razen obratov, ki delujejo na področju prehranskih dopolnil in živil za posebne prehranske namene, za izvajanje:

- Uredbe Evropskega parlamenta in Sveta (ES) (2004a) o higieni živil in
- Uredbe (ES) (2004b) Evropskega parlamenta in Sveta o posebnih higienskih pravilih za živila živalskega izvora

S tem pravilnikom se določa tudi uporaba smernic dobre prakse za higieno oziroma za uporabo načel HACCP v skladu s tretjim odstavkom 8. člena Uredbe (ES) (2004a).

Z Uredbo o izvajanju delov določenih uredb Skupnosti glede živil, higiene živil in uradnega nadzora nad živili (2010) se določajo pristojni organi, obveznosti nosilcev živilske dejavnosti, ukrepi in kazenske določbe v zvezi z izvajanjem zakonodaje EU.

2.3 SISTEM HACCP

Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živili (2000) opredeljuje HACCP kot sistem, ki omogoča identifikacijo oziroma prepoznavanje, oceno, ukrepanje in nadzor nad morebitno prisotnimi škodljivimi agensi v živilih, ali stanjih, ki lahko ogrožajo zdravje človeka.

HACCP oz. ATKKT (analiza tveganja in kritične kontrolne točke) je sistem, ki ugotavlja, vrednoti in nadzira tveganja, ki so pomembna za varnost končnega živilskega proizvoda npr. higiensko ustreznost in neoporečenost (Smole Možina, 2002).

Sistem HACCP je analitsko orodje, ki vodstvenemu osebju v podjetju omogoča, da uvede in vzdržuje stroškovno učinkovit in kontinuiran program zagotavljanja varnosti živil. Z njegovo uporabo sistematično oceni vse faze v procesih pridelave, predelave, transporta, skladiščenja, nabave surovin, proizvodnje in prodaje ter ugotovi, katere so KKT za obvladovanje varnosti živil (Jevšnik in Ovca, 2015).

2.3.1 Razvoj sistema HACCP

Sistem HACCP je leta 1959 zasnovalo podjetje Pillsbury, skupaj z vojaškim laboratorijem ZDA in agencijo NASA, z namenom povečanja varnosti živil za astronavte. Prvič je bil javnosti predstavljen leta 1971 na ameriški konferenci o varnosti hrane, kjer je bil priporočen za splošno uporabo. Od takrat se je sistem HACCP nenehno razvijal in postopno vgrajeval v regulatorne predpise različnih organizacij, kot so WHO, FAO, FDA in druge. Vključen je tudi v Codex Alimentarius, to je skupni organ FAO in WHO ustanovljen z namenom oblikovanja pravno neobvezujočih mednarodnih standardov za varnost in kakovost hrane (Arvanitoyannis in Kassaveti, 2009).

2.3.2 Potreba po uvajanju sistema HACCP

Sistem HACCP je sistematično orodje za ocenjevanje tveganj in vzpostavitev nadzornih sistemov, ki so naravnani na preprečevanje oziroma zmanjšanje tveganj v živilsko-prehransko oskrbovalni verigi. Skladno z zahtevami evropske in nacionalne zakonodaje morajo nosilci živilske dejavnosti vzpostaviti, izvajati in vzdrževati sistem, ki temelji na načelih analize tveganj in KKT, torej na sistemu HACCP. Zakonodaja dovoljuje prilagodljivost izvajanja postopkov, ki temeljijo na sistemu HACCP, da se lahko uporabljajo v vseh okoliščinah (Jevšnik in Ovca, 2015).

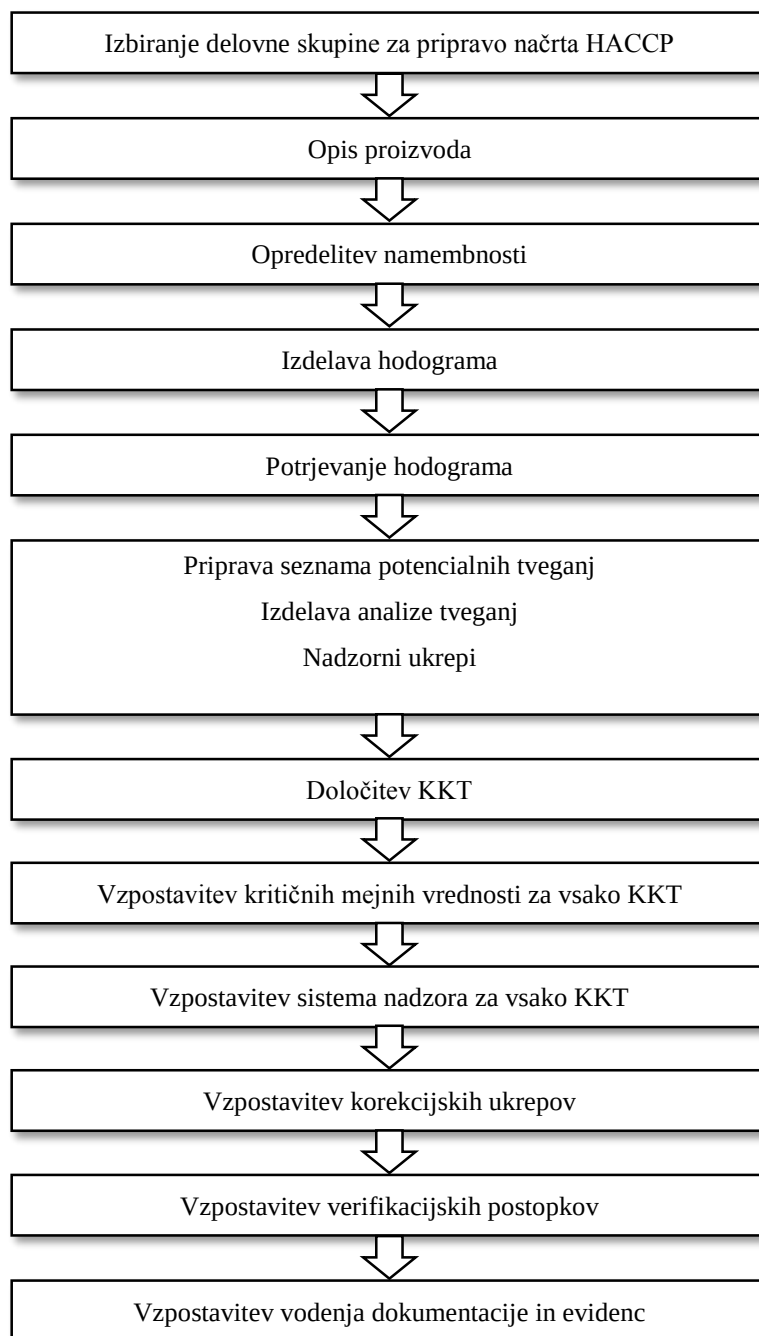
2.3.3 Sedem načel sistema HACCP

HACCP sistem temelji na sedmih načelih (Jevšnik in Ovca, 2015):

1. ugotavljanje vseh tveganj, ki jih je treba preprečiti, odpraviti ali zmanjšati na sprejemljivo raven (analiza tveganj);
2. ugotavljanje kritičnih nadzornih točk v fazi ali fazah, v katerih je nadzor nujen za preprečitev ali odpravo tveganja ali za njegovo zmanjšanje na sprejemljivo raven;
3. določitev kritičnih mej na kritičnih nadzornih točkah, ki ločijo dopustno od nedopustnega pri preprečevanju, odpravi ali zmanjšanju ugotovljenih tveganj;
4. vzpostavitev in izvajanje učinkovitih postopkov spremljanja na kritičnih nadzornih točkah;
5. vzpostavitev korektivnih ukrepov, če spremljanje pokaže, da kritična nadzorna točka ni pod nadzorom;
6. vzpostavitev postopkov za preverjanje, ali ukrepi iz odstavkov 1 do 5, ki se redno izvajajo, učinkovito delujejo;
7. vzpostavitev dokumentacije in evidenc, sorazmernih z vrsto in velikostjo živilskega podjetja, ki dokazujejo učinkovito uporabo ukrepov, navedenih v točkah 1 do 6.

2.3.4 Aplikacija sistema HACCP

Aplikacija načel sistema HACCP je sestavljena iz nalog, ki si sledijo v logičnem vrstnem redu (slika 1).



Slika 1: Logično zaporedje nalog za aplikacijo sistema HACCP (FAO/WHO, 2009)

Korak 1: Izbiranje delovne skupine za pripravo načrta HACCP

Delovna skupina za pripravo HACCP je multidisciplinarna skupina strokovnjakov, ki imajo potrebna znanja in izkušnje s področja za katero se postavlja HACCP. Skupina je odgovorna za postavitve načrta HACCP in njegovo izvajanje. V majhnih delovnih enotah lahko en član skupine pokriva več disciplin. V primerih, ko je delovna enota zelo majhna, se lahko zgodi, da ni mogoče postaviti delovne skupine. Takrat posameznik, ki pripravi načrt HACCP, lahko

poišče pomoč pri strokovnjakih – svetovalcih s tega področja, na univerzi ali drugje (Batič, 2002).

Korak 2: Opis proizvoda

Opis proizvoda mora biti popoln, vključevati mora pomembne varnostne informacije, kot so sestava, fizikalno/kemijska struktura (a_w , pH), postopki obdelave (segrevanje, zamrzovanje, soljenje v slanici, prekajevanje), pakiranje, rok uporabnosti, pogoji hranjenja in način distribucije (FAO/WHO, 2009).

Opis izdelka, proizvedenega v živilskem obratu, mora vključevati naslednje podatke (Jevšnik in Ovca, 2015):

- ime izdelka,
- način uporabe izdelka pri potrošniku oz. končnem uporabniku,
- sestavo izdelka,
- opis in izvor surovin, način transporta in skladiščenja,
- fizikalno-kemijske parametre,
- navedbo uporabljenega tehnološkega postopka ali načina obdelave (npr. toplotno obdelan izdelek s pasterizacijo, sterilizacijo, zamrzovanjem),
- način pakiranja,
- rok uporabnosti izdelka,
- pogoje skladiščenja,
- kje se lahko izdelek prodaja oziroma komu je izdelek namenjen (npr. alergiki, rizične skupine prebivalstva),
- navodilo za uporabo,
- pogoje shranjevanja pri potrošniku oziroma končnem uporabniku,
- način transporta izdelka.

Korak 3: Opredelitev namembnosti

Namembnost temelji na pričakovani uporabi proizvoda s strani končnega uporabnika oziroma potrošnika. V posebnih primerih je potrebno upoštevati ranljive skupine populacije, npr. pri prehrani v institucijah (FAO/WHO, 2009).

Namen uporabe je sestavljen iz informacij ali je potrebno proizvod pred uporabo obdelati npr. termično ali se ga lahko zaužije neposredno (Arvanitoyannis in Kassaveti, 2009).

Korak 4: Izdelava hodograma (sheme proizvodnega postopka)

Diagram poteka (hodogram) mora pokriti vse korake proizvodnega postopka in upoštevati tudi korake pred in po samem procesu (FAO/WHO, 2009).

Blokovna shema proizvodnih postopkov je natančen, pa vendarle preprost, shematičen prikaz celotnega proizvodnega oz. pripravljalnega postopka nekega proizvoda (Zagorc, 2002).

Za kasnejšo izdelavo analize tveganj je zelo pomembno, da natančno proučimo pot od surovine do končnega izdelka (gotove jedi). Pomembno je, da shema proizvodnih postopkov ustreza dejanskemu stanju. Poleg sheme proizvodnih procesov izdelamo še tlorisne skice proizvodnih prostorov z vrisano opremo ter s potekom čistih in nečistih poti. V tlorisni skici barvno označimo pot surovin, polizdelkov, embalaže, zaposlenih in odpadkov. Na ta način lažje odkrijemo križanja čistih in nečistih poti in jih lahko pravočasno odpravimo (Jevšnik in Ovca, 2015).

Korak 5: Potrjevanje hodograma

Po stopnjah je potrebno preveriti ali je diagram poteka na vsakem koraku skladen z dejanskim procesom in ga popraviti, če so odstopanja (FAO/WHO, 2009).

Hodogram proizvodnega procesa potrdimo oziroma preverimo tako, da se na samem mestu proizvodnje pomikamo od točke do točke in preverjamo pravilnost vrisanih poti in tehnoloških operacij, opisanih v hodogramu (Zagorc, 2002).

Korak 6 - Načelo 1: Priprava seznama potencialnih tveganj in njihova analiza

Potencialna tveganja so nezaželeni snovi oziroma organizmi, ki kontaminirajo hrano in predstavljajo tveganje za zdravje potrošnika (Jooste in Anelich, 2008).

V hrani predstavljajo tveganje tri vrste kontaminacij, ki vključujejo (Jooste in Anelich, 2008):

- biološka tveganja kot so bakterije, glive, in drugi mikrobiološki patogeni,
- kemična tveganja kot so zaostanki zdravil pri molznih živalih, pesticidi in različni industrijski in okoljski kontaminanti, ki lahko kontaminirajo krmo molznih živali in se izločajo z mlekom,
- fizična tveganja kot so zavržene injekcijske igle, drobci kovin ali stekla in drugi tujki, ki lahko zaidejo v hrano, na primer dlake ali delci krme.

Analiza tveganja je proces zbiranja in ocenjevanja informacij o tveganjih in vzrokih za njihovo prisotnost ter odločanja katera so pomembna za varnost proizvoda in jih je potrebno vključiti v HACCP načrt (FAO/WHO, 2009).

HACCP skupina mora pripraviti seznam tveganj, za katera se upravičeno pričakuje, da se lahko pojavijo na vsakem koraku primarne proizvodnje, predelave in distribucije vse do potrošnika. Nato mora izvesti analizo tveganja, z namenom določiti katera tveganja so take narave, da je njihova odprava ali zmanjšanje na sprejemljivo raven, ključnega pomena za varnost živila (FAO/WHO, 2009).

Na vsaki stopnji proizvodnega postopka je treba določiti vsa potencialna tveganja ter preventivne ukrepe, s katerimi lahko odpravimo ali zmanjšamo tveganja na sprejemljivo raven. Preventivni ukrepi so pogosto vezani na dobro higiensko in proizvodno prakso, ki vključuje nadzor nad zaposlenimi, opremo, pripomočki, postopkom dela, čiščenjem, obvladovanjem insektov in škodljivcev, nadzor nad pitno vodo in usposabljanjem. Potem,

ko prepoznamo in določimo vsa tveganja, jih moramo tudi oceniti in določiti stopnjo tveganja (Jevšnik in Ovca, 2015).

2.3.4.1 Biološki dejavniki tveganja

Biološka tveganja delimo na makrobiološka in mikrobiološka. V prvo skupino uvrščamo insekte. Zanje je značilno, da niso škodljivi, razen z estetskega stališča. Izjema so insekti, ki prenašajo patogene mikroorganizme (MO). Mikrobiološka tveganja predstavljajo tri skupine MO, in sicer bakterije, virusi in paraziti (protozoji, nematodi in cestodi) ter njihovi toksini (Polanc in Raspor, 2002).

Zato mora nosilec živilske dejavnosti zagotoviti, da surovo kravje mleko izpolnjuje osnovna higienska merila, ki jih določa Uredba (ES) (2004b) Evropskega parlamenta in Sveta z dne 29. aprila 2004 o posebnih higienskih pravilih za živila živalskega izvora (preglednica 1), kjer sta predpisani skupno število mikroorganizmov (SŠMO) in število somatskih celic (ŠSC).

Preglednica 1: Mikrobiološka merila za surovo kravje mleko (Uredba (ES), 2004b)

Število klic pri 30 °C (na ml)	≤ 100 000 ⁽¹⁾
Somatske celice (na ml)	≤ 400 000 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Geometrična srednja vrednost, določena v obdobju dveh mesecev z najmanj dvema vzorcema na mesec.
⁽²⁾ Geometrična srednja vrednost, določena v obdobju treh mesecev z najmanj enim vzorcem na mesec, razen če pristojni organ ne določi druge metodologije, da bi upošteval sezonska nihanja na ravneh proizvodnje.

Patogeni MO v mleku so lahko patogeni za ljudi ali živali. MO patogeni za človeka, so razdeljeni v tiste, ki povzročajo infekcije (okužbe) in tiste, ki povzročajo intoksikacije (zastrupitve) s hrano (Walstra in sod., 2006).

V kolikor pa imamo surovo mleko, ki je namenjeno za uživanje brez predhodne toplotne obdelave, so podane s strani Inštituta za varovanje zdravja in v sodelovanju z Zvezo potrošnikov Slovenije Smernice za mikrobiološko varnost živil, ki so namenjena končnemu potrošniku (2009), kjer najdemo nabor priporočenih parametrov vzorčenja, načrt vzorčenja in kriterije ovrednotenja rezultatov (preglednica 2).

Preglednica 2: Smernice za mikrobiološko varnost surovega mleka, namenjenega uživanju brez predhodne toplotne obdelave (2009)

Nabor priporočenih parametrov	Načrt vzorčenja		Kriteriji
	n	c	
<i>Salmonella</i> spp.	5	0	n. n. v 25 ml
<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	n. n. v 25 ml
<i>Campylobacter</i> spp.	5	0	n. n. v 25 ml
VTEC	5	0	n. n. v 25 ml
Koagulaza pozitivni stafilokoki in <i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	m = 10 ² cfu/ml M = 10 ⁴ cfu/ml
<i>Bacillus cereus</i>	5	1	m = 10 ³ cfu/ml M = 10 ⁴ cfu/ml
<i>Enterobacteriaceae</i>	5	0	M = 10 cfu/ml
Sulfit reducirajoči klostridiji	5	2	m = 10 cfu/ml M = 10 ² cfu/ml
Aerobne mezofilne bakterije	5	1	m = 5x10 ⁴ cfu/ml M = 10 ⁵ cfu/ml

Legenda: n. n. = ni najdeno, n = število vzorčnih enot, ki sestavljajo vzorec, c = število vzorčnih enot, kjer je število bakterij lahko med m in M, pri čemer vzorec velja za sprejemljivega, če je število bakterij v drugih vzorčnih enotah m ali manj, m = mejna vrednost pod katero se vse rezultate šteje za zadovoljive, M = mejna dopustna vrednost, nad katero se rezultati ne štejejo več za zadovoljive.

Mleko je dober rastni in zaščitni medij za večino patogenov in kvarljivcev (Jooste in Anelich, 2008), njihova rast v mleku je inhibirana s hlajenjem in rastjo nepatogenih tehnoloških MO (Hassan in Frank, 2011).

Prisotnost patogenih MO v mleku in mlečnih izdelkih je lahko posledica, zdravstvenega stanja živali ali higienskih pogojev v hlevu in obratu (objekti, zrak, molznik, voda, oprema, zaposleni itd.), zato je potrebno tudi pri sirih preverjati prisotnost patogenih MO skladno z mikrobiološkimi merili (preglednica 3).

Preglednica 3: Mikrobiološka merila za sir (Uredba komisije (ES), 2005)

Vrsta mikroorganizma	Načrt vzorčenja		Mejne vrednosti	
	n	c	m	M
<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	Odsotnost v 25 g*	
<i>Salmonella</i> spp.	5	0	Odsotnost v 25 g	
<i>E. coli</i>	5	2	100 cfu/g	1000 cfu/g
Koagulaza pozitivni stafilokoki	5	2	100 cfu/g	1000 cfu/g

Legenda: n = število enot v vzorcu, c = število vzorčnih enot, kjer so vrednosti med m in M, M = maksimalna vrednost števila bakterij (rezultat je nezadovoljiv, če je število bakterij v eni ali več vzorčnih enotah večje od M), m = mejna vrednost za število bakterij (rezultat je zadovoljiv, ko število bakterij v vseh vzorčnih enotah ne presega m).

* 25 g vzorec je sestavljen iz 5 vzorcev po 5 g.

2.3.4.1.1 Zdravstveno stanje živali

Zoonoze so bolezni oziroma okužbe, ki se naravno neposredno ali posredno prenašajo med živalimi in ljudmi. Okužba je možna z neposrednim stikom z okuženo živaljo, z zaužitjem kontaminirane hrane ali pa s posrednim kontaktom iz kontaminiranega okolja (Letno poročilo, 2015). Povzročajo jih bakterije, virusi ali paraziti (Jooste in Anelich, 2008).

Mleko je bilo pogosto prenašalec povzročiteljev tuberkuloze in bruceloze. Ti prispejo v mleko iz okužene živali. V razvitih deželah so povzročitelje teh bolezni, *Mycobacterium bovis*, *M. tuberculosis*, *Brucella abortus*, *B. melitensis* in *B. suis*, v veliki meri iztrebili iz nacionalnih čred, vpeljava pasterizacije mleka pa zagotavlja varno uživanje mleka in mlečnih izdelkov (Rogelj, 2003).

Kot je navedeno v Letnem poročilu (2015), ima Slovenija od leta 2005 priznan status države, proste bruceloze pri drobnici (*B. melitensis*) in od leta 2007 status države, proste goveje bruceloze, zato se analiza živil na prisotnost bruceloze ne izvaja. Prav tako ima Slovenija od leta 2009 priznan tudi status države, uradno proste tuberkuloze govedi. Za vzdrževanje statusa se redno po programu izvaja tudi tuberkulinizacija čred govedi.

2.3.4.1.1.1 Mastitis

Pomemben izvor patogenih bakterij je lahko okužena in vneta mlečna žleza. Povzročitelji mastitisov so v večini primerov patogeni tudi za ljudi. V to skupino spadajo pogosti povzročitelji, kot so *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* in *E. coli*, pa tudi manj pogosti kot so *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *C. perfringens* in *Actinomyces* spp. (Rogelj, 2003).

Mlečno žlezo lahko inficira tudi *Coxiella burnetti*, povzročiteljica mrzlice Q. Uživanje ali stik z inficiranim mlekom lahko vodi do infekcije pri ljudeh. Uniči jo pasterizacija 63 °C/30 min ali 72 °C/15 s (Jooste in Anelich, 2008).

MO, ki najpogosteje povzročajo mastitis, lahko razdelimo v štiri kategorije patogenov: (1) nalezljivi, (2) okoliški, (3) oportunisti in (4) drugi. Patogen je MO, ki povzroča neželene reakcije pri živalih, ki jih okuži. Nekateri izzovejo zelo močno vnetno reakcijo v vimenu, ki se kaže v visokem ŠSC (Nickerson, 2011).

- Patogene bakterije, ki povzročajo mastitis

Patogeni MO živijo in se razmnožujejo na in v mlečnih žlezah krav, s krave na kravo se v prvi vrsti širijo med molžo (Oliver in sod., 2011)

Najpomembnejši patogeni MO, ki povzročajo mastitis sta bakteriji *Streptococcus agalactiae* in *Staphylococcus aureus* ter manj pogosta *Corynebacterium bovis*. *Mycoplasma bovis* je vmesne velikosti med bakterijo in virusom, nima celične stene, je pomemben patogen, vendar na srečo manj razširjen kot prej naštet, Nickerson (2011) je mnenja tudi, da je okužena mlečna žleza krav v laktaciji glavni rezervoar patogenih MO, ter da prenos iz

okužene četrti na neokužene poteka med molžo. Večina teh patogenov je dobro prilagojena na preživetje in rast v vimenu, kjer lahko povzročajo dolgo trajajoče subklinične okužbe.

Bakterije vrste *Staphylococcus aureus*

Značilnosti:

- po Gramu pozitivni, negibljivi, nesporogeni, fakultativno anaerobni koki,
- tvorijo termostabilne enterotoksine, ki povzročajo zastrupitve,
- rastejo v temperaturnem območju 7 - 48 °C (opt. T: 37 °C),
- enterotoksine sintetizirajo med 10 in 46 °C (opt. T: 40 - 45 °C)
- rastejo v območju vrednosti pH med 4 in 10 (opt. med 6 in 7),
- minimalna a_w vrednost za rast je med 0,83 in 0,86,
- rastejo ob prisotnosti do 15 % NaCl,
- enterotoksini so odporni na temperature pasterizacije,
- povzročajo klinični in subklinični mastitis,
- povzročajo visoko ŠSC (Asperger in Zangerl, 2011).

Vir kontaminacije:

- koža in sluznica toplokrvnih živali in ljudi,
- gnojne rane,
- gastrointestinalni in urogenitalni trakt,
- nosna votlina ter grlo ljudi,
- je zelo razširjen v naravi: zemlja, pesek, morska in sladka voda, kanalizacija, krma, prah itd.,
- okužena mlečna žleza (Asperger in Zangerl, 2011).

Preprečevanje kontaminacije:

- dobra higienska praksa (DHP) in dobra proizvodna praksa (DPP),
- pravilno hlajenje mleka,
- dobro zdravstveno stanje živali: nadzor mastitisev,
- uporaba zaščitnih mask in rokavic pri delu z živili,
- ustrezna zaščita ran,
- termizacija (57 - 68 °C za vsaj 15 s) ali pasterizacija (72 °C za 15 s) mleka,
- dobra rast mlečnokislinskih bakterij (MKB) med proizvodnjo sira, saj proizvajajo bakteriocine, ki zavirajo njihovo rast (Asperger in Zangerl, 2011).

S. aureus je močno razširjena bakterija v mlečnih čredah. Podatki kažejo, da je kot posledica mastitičnih obolenj kar 20 - 40 % surovega mleka okuženega s tem MO (Rogelj, 2003).

Bakterije vrste *Streptococcus agalactiae*

Značilnosti:

- po Gramu pozitivne, rastejo v verižicah,
- povzročijo dvig ŠSC (1 do 10 milijonov/ml),
- nezdravljen subklinični mastitis lahko preide v kroničnega in povzroči slepo četrt (Nickerson, 2011).

Vir kontaminacije:

- edini rezervoar *Str. agalactiae* je mlečna žleza, zato do širjenja tega MO pride med molžo,
- površine, ki so bile v stiku s kontaminiranim mlekom (molzna oprema, roke molznika, nastil itd.) (Nickerson, 2011).

Preprečevanje kontaminacije:

- DHP molže,
- pravilna uporaba funkcionalno ustreznih molznih strojev,
- uporaba učinkovite kreme za zaščito seskov po molži (Nickerson, 2011).

Bakterije vrste *Corynebacterium bovis*

Značilnosti:

- po Gramu pozitivne,
- povzročajo blage okužbe mlečne žleze,
- povzročajo rahel dvig ŠSC (200000 - 400000/ml) (Nickerson, 2011).

Vir kontaminacije:

- primarni rezervoar teh MO sta okuženo vime in vodi seskov (Nickerson, 2011).

Preprečevanje kontaminacije:

- DHP molže,
- uporaba učinkovite kreme za zaščito seskov po molži (Nickerson, 2011).

Mycoplasma bovis

Značilnosti:

- se ne obarvajo po Gramu (nimajo celične stene)
- po velikosti so med bakterijo in virusom
- enostavna sestava genoma
- naseljevalci mlečne žleze (Nickerson, 2011).

Vir kontaminacije:

- okužena mlečna žleza (Nickerson, 2011).

Preprečevanje kontaminacije:

- DHP molže,
- uporaba učinkovite kreme za zaščito seskov po molži (Nickerson, 2011).

➤ Okoliški patogeni, ki povzročajo mastitis

Okoliški patogeni, ki povzročajo mastitis, prebivajo v okolju kjer krave živijo, sestavlja jih heterogena skupina bakterijskih rodov in vrst, katerih izvor so fekalije in nastilj (Oliver in sod., 2011).

Preglednica 4: Okoliški patogeni mikroorganizmi, ki povzročajo mastitis pri mlečnih pasmah (Oliver in sod., 2011: 416)

Vrste rodu <i>Streptococcus</i>	Po Gramu negativne bakterije	Vrste rodu <i>Enterococcus</i>
<i>Str. acidominimus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Ent. faecium</i>
<i>Str. alactolyticus</i>	<i>Klebsiella</i> spp.	<i>Ent. faecalis</i>
<i>Str. canis</i>	<i>Enterobacter</i> spp.	<i>Ent. durans</i>
<i>Str. dysgalactiae</i>	<i>Serratia</i> spp.	<i>Ent. saccharolyticus</i>
<i>Str. equi</i>	<i>Pseudomonas</i> spp.	
<i>Str. equines</i>	<i>Proteus</i> spp.	
<i>Str. parauberis</i>	<i>Pasteurella</i> spp.	
<i>Str. uberis</i>		

Ti MO dostopajo do seskovega kanala in vstopajo v notranjost vimena v času med dvema molžama, ko so seski izpostavljeni blatu, gnoju in umazani stelji (Nickerson, 2011).

➤ Oportunisti

Oportunisti so najbolj razširjeni MO izolirani iz okuženih četrti, vendar povzročajo le blažje vnetje vimena, zato so navedeni kot zmerni patogeni. V velikem številu rastejo na površini vimena, seskov in seskovega kanala in so posledično konstanten vir vnetij mlečne žleze. Drugi, manj pogosti MO, ki povzročajo mastitis so glive, kvasovke in alge (Nickerson, 2011).

2.3.4.1.2 Patogeni mikroorganizmi v mleku in mlečnih izdelkih

➤ Bakterije

Bakterije vrste *Escherichia coli*

Značilnosti:

- po Gramu negativne, fakultativno anaerobne palčke,
- optimalna temperatura za rast je 35 - 40 °C, ne rastejo pod 7 °C in nad 46 °C,
- rastejo v območju vrednosti pH med 4,4 in 10,
- minimalna a_w za rast je 0,95, optimalna pa 0,995,
- povzročajo zgodnje napihovanje sira, tvorijo kislino in plin iz laktoze,
- povzročajo mastitis (Desmarchelier in Fegan, 2011),
- so del normalne mikrobiote prebavnega trakta ljudi in živali,
- indikator fekalne kontaminacije vode in živil (Jooste in Anelich, 2008).

Vir kontaminacije:

- primarni vir predstavljajo domače in prosto živeče živali ter ljudje,
- mleko se lahko kontaminira posredno preko umazanih seskov in opreme ali neposredno iz okužene mlečne žleze,
- mlečni izdelki se lahko kontaminirajo z okuženim surovim mlekom (Desmarchelier in Fegan, 2011).

Preprečevanje kontaminacije:

- DHP in DPP,
- pasterizacija mleka (63 °C/30 min ali 72 °C/15 s),
- hitro hlajenje in shranjevanje na $T < 5\text{ °C}$,
- preprečevanje navzkrižne kontaminacije,
- nadzor pH in a_w med proizvodnjo sirov (Desmarchelier in Fegan, 2011).

Patogene seve *E. coli*, ki povzročajo črevesne in zunaj črevesne okužbe, na podlagi virulentnih lastnosti delimo na enteropatogene (EPEC), enterotoksigene (ETEC), enteroinvazivne (EIEC), enteroagregativne (EAEC) in verotoksične (VTEC). Skupina VTEC proizvaja verotoksin, ki lahko povzroči odpoved ledvic, zmanjšano izločanje urina, zmanjšano število trombocitov, podkožne krvavitve in nevrološke spremembe (Letno poročilo..., 2015).

Bakterije vrste *Bacillus cereus*

Značilnosti:

- po Gramu pozitivne, gibljive, sporogene, aerobne ali fakultativno anaerobne paličke,
- tvorijo toplotno labilen (diarealni) in toplotno stabilen (emetični), enterotoksin
- rastejo v temperaturnem območju med 5 in 50 °C, optimalna 30 - 37 °C,
- rastejo v območju vrednosti pH med 4,3 in 9,3,
- so psihrotrofi,
- so halofilni – rastejo pri 7 % NaCl,
- minimalna vrednost a_w za rast je 0,92 - 0,95,
- spore preživijo pasterizacijo,
- povzročajo sladko sirjenje mleka (Christiansson, 2011).

Vir kontaminacije:

- je zelo razširjen v naravi (voda, zemlja, rastline itd.),
- spore in vegetativne celice so v nizkem številu pogosto prisotne v surovem mleku, stopnja kontaminacije je večja med pašno sezono,
- neočiščeni seski,
- nezadostno očiščena oprema za molžo (Christiansson, 2011).

Preprečevanje kontaminacije:

- pasterizacija (uniči vegetativne celice),
- preprečevanje navzkrižne kontaminacije,
- DHP molže,
- redno vzdrževanje in menjava dotrajanih tesnil opreme za molžo,
- dosledno čiščenje opreme po vsaki molži,
- DHP in DPP v obratu,
- hitro hlajenje in shranjevanje mleka in mlečnih izdelkov pri $T < 5\text{ °C}$,
- hladna veriga od predelovalca do potrošnika (Christiansson, 2011).

Bakterije rodu *Campylobacter*

Značilnosti:

- najpogostejši vrsti, ki povzročata kampilobakteriozo sta *Camp. jejuni*, *Camp. coli*,
- po Gramu negativne, spiralno zavite, mikroaerofilne (3 - 5 % O₂), gibljive palčke,
- so termotolerantne
- optimalna temperatura za rast je med 37 in 42 °C, ne rastejo pod 30 °C,
- rastejo v območju vrednosti pH med 6,5 in 7,5, ne rastejo pod pH 4,9,
- so temperaturno občutljive-uniči jih segrevanje nad 48 °C (Whyte in sod., 2011).

Vir kontaminacije:

- črevesje toplokrvnih živali,
- onesnažena voda (Whyte in sod., 2011).

Preprečevanje kontaminacije:

- pasterizacija (72 °C/15 s) in hitro hlajenje mleka,
- preprečevanje navzkrižne kontaminacije,
- DHP molže (Whyte in sod., 2011).

Bakterije rodu *Clostridium*

Značilnosti:

- obsega vrste: *C. sporogenes*, *C. perfringens*, *C. butyricum*, *C. tyrobutyricum*, *C. botulinum* itd.
- po Gramu pozitivne, negibljive, anaerobne, sporogene palčke,
- spore so odporne proti visokim temperaturam in ekstremnim kemičnim pogojem,
- tvorijo toksine,
- rastejo v temperaturnem območju med 3,3 in 80 °C, optimalna 25 - 40 °C,
- v siru tvori nevarni biogeni amin histamin,
- povzroča pozno napihovanje sirov (*C. butyricum*, *C. tyrobutyricum*) (Aureli in sod., 2011).

Vir kontaminacije:

- so zelo razširjeni v naravi (zemlja, prah, voda, morske in rečne usedline, kanalizacija, vegetacija itd.),
- silaža,
- črevesje ljudi in živali,
- surovo mleko se med molžo kontaminira s sporami iz okolja (Aureli in sod., 2011).

Preprečevanje kontaminacije:

- sterilizacija mleka (135 °C/2 - 3 s), vendar tako mleko ni primerno za predelavo,
- baktofugiranje,
- kvalitetna silaža,
- DHP molže,
- dodajanje aditivov v mleko za sir (npr. lizocim, nizin),
- nizka T shranjevanja (Aureli in sod., 2011).

Bakterije vrste *Listeria monocytogenes*

Značilnosti:

- povzročajo listeriozo pri ljudeh in živalih,
- po Gramu pozitivne, nesporogene, fakultativno anaerobne, gibljive kratke palčke,
- ne tvorijo toksinov,
- so psihrotrofi,
- rastejo v temp. območju 1 - 45 °C, optimalna 30 - 37 °C,
- rastejo v območju vrednosti pH med 4,3 in 10,
- rastejo v prisotnosti do 10 % NaCl (a_w 0,92),
- več mesecev lahko preživijo v hlajeni 25,5% slanici,
- povzročajo mastitis (Ryser, 2011).

Vir kontaminacije:

- v naravi so zelo razširjene (zemlja, iztrebki, voda, propadajoča vegetacija itd.),
- pokvarjena oziroma nepravilno fermentirana silaža z vrednostjo pH > 4,5,
- okužena krava molznica (Ryser, 2011).

Preprečevanje kontaminacije:

- dobra živinorejska praksa (dobra kakovost krme/silaže),
- DHP molže,
- DHP in DPP v obratu,
- preprečevanje navzkrižne kontaminacije,
- pravilno hlajenje mleka,
- pasterizacija (63 °C/30 min ali 72 °C/15 s) (Ryser, 2011).

Bakterije rodu *Salmonella*

Značilnosti:

- po Gramu negativne, gibljive, nesporogene, fakultativno anaerobne paličaste bakterije iz družine enterobakterij,
- rastejo pri temperaturi med 7 in 45 °C, optimalna 37 °C,
- rastejo v območju vrednosti pH med 4 in 9, optimalna 6,6 - 8,2,
- prisotnost NaCl zavira rast,
- min. vrednost a_w za rast je 0,94 (Poppe, 2011).

Vir kontaminacije:

- prebavni trakt živali in ljudi,
- so zelo razširjene v naravi (zemlja, iztrebki, voda itd.) (Poppe, 2011).

Preprečevanje kontaminacije:

- DHP na vseh stopnjah pridelave in predelave,
- preprečevanje navzkrižne kontaminacije,
- pasterizacija (63 °C/30 min ali 72 °C/15 s),
- zagotavljanje hladne verige (Poppe, 2011).

➤ Virusi

Virusi so intracelularni paraziti, ki se ne razmnožujejo v mleku, vendar nekateri v njem lahko preživijo zelo dolgo. Virusi so infektivni v zelo nizkih količinah in večina teh, ki se prenašajo s hrano povzroča gastroenteritis. Nekateri izvirajo iz krave in pridejo v mleko preko fekalne kontaminacije ali preko onesnažene vode. Inaktivira jih pasterizacija mleka. To velja tudi za virus slinavke in parkljevke, ki je specifičen za parkljarje. V mleku in mlečnih izdelkih so lahko, kot posledica slabe osebne higiene osebja in fekalne kontaminacije prisotni tudi rotavirusi, virus hepatitisa A in poliovirusi (Walstra in sod., 2006).

V sirarstvu pomemben mikrobiološki dejavnik tveganja predstavljajo bakteriofagi, to so virusi, ki lahko inficirajo in ubijejo celice bakterij, tudi mlečnokislinskih, in tako zavirajo njihovo delovanje. Mleko se inficira zaradi pomanjkljive higiene in zadrževanja stranskih proizvodov v obratu ali z okuženo startersko kulturo. Navadno so specifični za posamezno vrsto ali sev, kar pomeni, da se lahko razmnožujejo le v določenih celicah gostiteljicah (Walstra in sod., 2006).

➤ Paraziti

Med mikrobiološka tveganja prištevamo tudi parazite, ki so prisotni predvsem v živilih živalskega izvora, najdemo pa jih tudi v drugih živilih. *Entamoeba histolytica* je pražival, ki povzroča amebiazo in je tretji najpogostejši vzrok smrti zaradi parazitov na svetu. Prenos poteka z zaužitjem cist v kontaminirani hrani ali vodi (Walstra in sod., 2006).

Cryptosporidium povzroča kriptosporidiozo, pomembno želodčno-črevesno okužbo, ki je posledica uživanja kontaminirane vode in živil (Jooste in Anelich, 2008). Krave izločajo oociste z iztrebki, kar lahko vodi do kontaminacije mleka (Walstra in sod., 2006). Uniči jih pasterizacija mleka pri 71,7 °C/5 s (Jooste in Anelich, 2008).

Toxoplasma gondii je parazit pri ljudeh in mnogih toplokrvnih živalih, predvsem mlečnih kozah. Infekcija je posledica zaužitja hrane ali vode kontaminirane z oocistami. Kontaminirano mleko se smatra za potencialni vir človeške toksoplazmoze (Hassan in Frank, 2011).

Giardia intestinalis je bičkasta pražival, ki naseljuje prebavni trakt ljudi in živali. Ciste zelo dobro preživijo v okolju in se prenašajo preko kontaminiranih rok, pitne vode in hrane, kontaminirane z iztrebki (Hassan in Frank, 2011).

Obstajajo tri glavne poti, preko katerih lahko paraziti vstopijo v proces predelave hrane (Jooste in Anelich, 2008):

- kontaminacija sestavin ali surovin na farmi,
- kontaminirana voda, ki se uporablja v predelavi ter za čiščenje obratov in opreme,
- kontaminacija preko okuženega osebj.

➤ Plesni

Različni rodovi plesni kot so *Aspergillus*, *Penicillium* in *Fusarium* v mleku in mlečnih izdelkih proizvajajo mikotoksine. Mikotoksini so sekundarni metaboliti, ki so akutno toksični, rakotvorni ali mutageni in povzročajo bruhanje. *Aspergillus flavus* in nekatere druge vrste iz rodu *Aspergillus*, lahko med rastjo na siru proizvajajo aflatoksine (Hassan in Frank, 2011).

2.3.4.1.3 Kvarljivci

Izraz kvar opisuje poslabšanje teksture, barve, vonja ali okusa živila do mere, ko postane neprivlačen ali neprimeren za uživanje. Mikrobiološki kvar živil pogosto vključuje razgradnjo beljakovin, ogljikovih hidratov in maščob, ki jih povzročajo MO in njihovi encimi. V mleku kvar povzročajo predvsem psihrotrofni MO (Arvanitoyannis in sod., 2009).

➤ Koliformne bakterije

Spadajo med enterobakterije, so po Gramu negativne, aerobne ali fakultativno anaerobne nesporogene palčke, optimalna temperatura za rast je med 22 in 37 °C (Anand in Griffiths, 2011). Za rast porabljajo laktozo, pri čemer se tvorijo plini (CO₂ in H₂), kar se kaže v tujih okusih in zgodnjem napihovanju sira (Walstra in sod., 2006). V mleku so najpogostejše prisotne vrste iz rodov *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Aerobacter* in občasno *Klebsiella*. Nekatere vrste iz rodov koliformnih bakterij so psihrotrofi, najpogostejši predstavniki le teh so bakterije vrste rodu *Aerobacter* (Rogelj, 2003).

Rast koliformnih bakterij lahko preprečimo z uporabo kultur MKB, ki hitro pretvarjajo laktozo v mlečno kislino in tako povzročijo padec vrednosti pH, v kratkem času, do vrednosti, ki inhibira rast koliformnih bakterij (Walstra in sod., 2006).

Število koliformnih bakterij je dober pokazatelj higienskih pogojev v celotni proizvodni verigi. Ob dobrih pogojih pridobivanja, transporta in skladiščenja mleka ter hlajenju na temperature pod 5 °C, vsebuje surovo mleko manj kot 100 koliformnih bakterij/ml mleka. Visoko število koliformnih bakterij je lahko tudi posledica spregledanega subkliničnega mastitisa pri molznicah, ki ga povzročajo določeni sevi *E. coli*. (Rogelj, 2003).

➤ Psihrotrofne bakterije

So v naravi zelo razširjene, po Gramu negativne bakterije iz rodov *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*. V mleku rastejo pri nižjih

temperaturah (4 °C), čeprav je njihova optimalna temperatura rasti med 20 in 30 °C (Walstra in sod., 2006). Najpomembnejše kvarjenje mleka, ki ga povzročajo psihrotrofi, je povezano z razgradnjo proteinov in lipidov mleka, saj nekateri med njimi, predvsem najpogostejši *Pseudomonas fluorescens*, izločajo v okolje (mleko) toplotno stabilne proteinaze in/ali lipaze. Najpogostejše napake mleka in mlečnih izdelkov, ki nastanejo kot posledica delovanja psihrotrofnih bakterij, so sladko sirjenje mleka, nastanek tujih priokusov, največkrat g renkih ali žarkih, grudičavost in kosmičenje fermentiranega mleka, manjši izkoristek pri izdelavi sira in nestabilnost beljakovin med postopki toplotne obdelave z visokimi temperaturami (Rogelj, 2003).

➤ Termodurne bakterije

To so bakterije, ki preživijo laboratorijsko pasterizacijo mleka in se ne razmnožujejo pri T pod 5 °C. Njihova prisotnost v mleku je znak slabega, nerednega čiščenja in razkuževanja opreme za molžo. Prevladujoči termodurni MO so sporogene bakterije, predvsem iz rodu *Bacillus* (*Bacillus cereus*, *B. coagulans*, *B. subtilis*) in *Clostridium* in nekatere nesporogene bakterije kot so vrste iz rodov *Micrococcus*, *Microbacterium*, korinebakterije, nekateri streptokoki in enterokoki, predvsem *Ent. faecalis* in *Ent. faecium* ter laktobacili (Rogelj, 2003).

➤ Laktobacili

Rast nekaterih mezofilnih laktobacilov, kot so *Lactobacillus casei*, *Lb. paracasei*, *Lb. plantarum*, *Lb. brevis* in *Lb. fermentum*, lahko povzroči napake v okusu in teksturi sira. Znano je, da sooblikujejo mikrobioto surovega mleka in zato kot nestarterske MKB lahko pridejo v sir. Čeprav v siru med zorenjem vladajo posebni pogoji, kot so pomanjkanje fermentabilnih ogljikovih hidratov in kisika, nizka vrednost pH (4,9 - 5,3), nizka vrednost a_w , nizka T in visoka koncentracija soli, njihova rast ni ovirana. V siru povzročajo razpoke, ki so posledica tvorbe CO₂ iz ogljikovih hidratov, citrata in najpogostejše iz amino kislin ter napake v okusu, kot so okus po žveplu, fenolu in po gnilem. Surovo mleko in predelovalni obrat sta glavna vira laktobacilov v siru, poleg tega je njihov vir tudi slanica, saj so nekateri med njimi halofilni in rastejo pri koncentracijah soli nad 15 %. Ukrepi za zniževanje števila laktobacilov v slanici vključujejo dobro higieno v prostoru za slanico, uravnavanje koncentracije NaCl, ki mora biti vsaj 16 % in vrednosti pH, ki mora biti nižja od 4,5 (Walstra in sod., 2006).

➤ Maslenokislinske bakterije

Nekatere bakterije iz rodu *Clostridium*, ki lahko rastejo v siru in izkoriščajo mlečno kislino, imenujemo maslenokislinske bakterije. Fermentacija mlečne kisline, katere glavni produkti razgradnje so maslena kislina, CO₂ in H₂, povzroči dvig vrednosti pH sira in vodi v napake v teksturi in okusu sira. Kvar poznamo tudi pod imenom pozno napihovanje sirov, pri čemer nastanejo tako razpoke in velike podolgovate luknje, kot tudi zelo neprijeten okus. Najpogostejše pozno napihovanje sira povzročata vrsti *C. tyrobutyricum* in *C. butyricum*. Maslenokislinska fermentacija v siru je odvisna od števila spor prisotnih v mleku za sir, količine mlečne kisline (pH) in koncentracije soli v siru ter dolžine in pogojev zorenja

(maslenokislinske bakterije ne rastejo pod 7 °C). Pozno napihovanje sira preprečujemo z dodajanjem različnih dodatkov, kot je npr. lizocim v mleko za sir (Walstra in sod., 2006).

➤ Plesni in kvasovke

Plesni in kvasovke tvorijo pomembno skupino kvarljivcev sira, saj lahko rastejo pri nizkih vrednostih a_w in pH. Slednje jim omogoča, da lahko rastejo na površini večine sirov, kar je lahko zaželeno ali nezaželeno. Kvasovke lahko povzročajo napake v sirih, zlasti tvorbo plina (CO_2), ki so danes redke zaradi izboljšane higiene in boljšega nadzora med proizvodnjo sira (Cogan, 2011b).

Vir kontaminacije s kvasovkami, ki povzročajo napihovanje sira je lahko voda za pranje sirnega zrna, močna rast kvasovk na površini sira lahko vodi do napak v aromi in okusu (po kvasovkah, po plesni, po gnilem, po prezrelem, po alkoholu, po zemlji, po amonjaku) (Büchl in Seiler, 2011).

Plesni povzročajo na površini sirov vidne napake, ki jih spremljata proteoliza in lipoliza. V 60-80 % primerov povzročajo napake vrste *Penicillium*, v ostalih primerih pa vrste *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium* in *Mucor* (Rogelj in Perko, 2003).

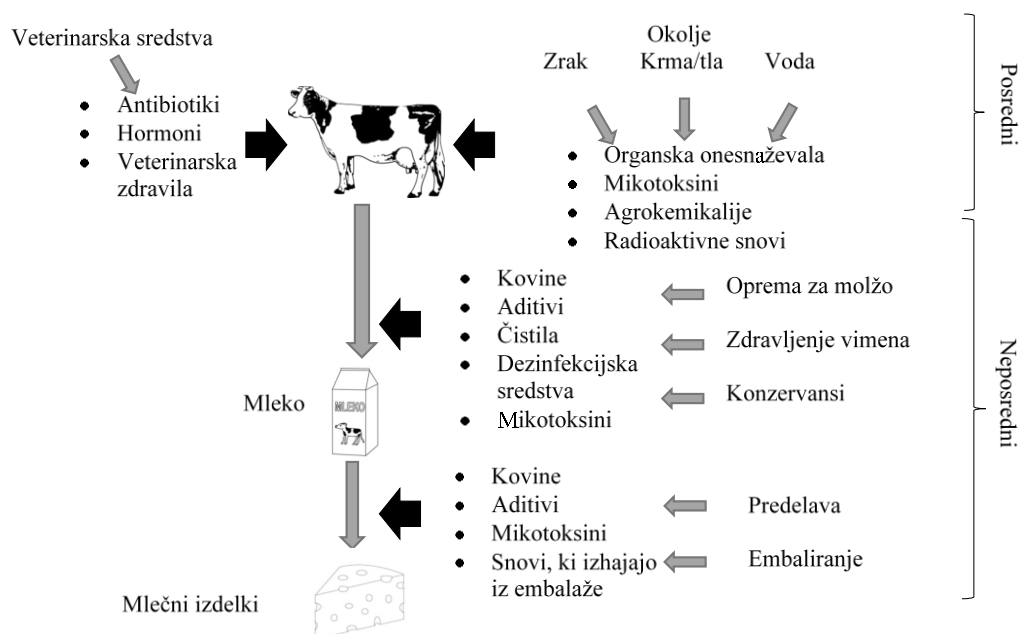
Dovzetnost sira za okužbe s plesnimi je odvisna od mnogih pogojev in sicer od higiene med proizvodnjo in zorenjem, dolžine in stopnje zorenja, pogojev shranjevanja (temperature, relativne vlage, embalaže) ter vodne aktivnosti (a_w). V vakuumsko pakiranem siru rastejo plesni različnih vrst, ki jih imenujemo nitaste plesni in rastejo pri temperaturah hladilnika ter tolerirajo nizke ravni kisika (Sorhaug, 2011).

Pri nadzoru rasti plesni v mlečnih proizvodih je potrebno upoštevati:

- načela dobre higienske prakse pri čiščenju in razkuževanju obratov in opreme, z namenom zmanjšanja prisotnosti spor plesni v prostoru,
- da so lahko s spori okužene surovine, embalažni materiali in osebje,
- da je vir kontaminacije lahko tudi zrak v prostorih kjer poteka proizvodnja, zorenje in embaliranje
- da so plesni lahko prisotne v vodi za dogrevanje (Sorhaug, 2011).

2.3.4.2 Kemični dejavniki tveganja

Med kemične dejavnike tveganja prištevamo čistila, razkužila, pesticide, alergene, težke kovine, nitrate in nitrite, snovi, ki izhajajo iz embalaže, ostanke veterinarskih zdravil npr. antibiotike, aditive, alergene, tehnološka olja in težke kovine. Lahko so naravno prisotni v živilu, kot npr. aflatoksini, mikotoksini in alergeni, ali pa so namenoma ali nenamenoma dodani v živilo, kot npr. pesticidi, fungicidi, ostanki zdravil, aditivi, čistila in razkužila (Fischer in sod., 2011a).



Slika 2: Kontaminanti v mleku in mlečnih izdelkih in njihovi viri (Fischer in sod., 2011a: 888)

➤ Mikotoksini

So visokotoksični sekundarni metaboliti, ki jih proizvajajo različni rodovi plesni in predstavljajo tveganje za zdravje tako živali kot tudi ljudi. Kontaminacija sirov lahko poteka po dveh različnih poteh in sicer posredno in neposredno (Fischer in sod., 2011b). Posredna kontaminacija izhaja iz plesni, ki rastejo na krmnih rastlinah pred in po žetvi, med transportom ter skladiščenjem. Če je v krmi živali prisoten aflatoksin B₁, ki ga proizvajajo plesni iz rodu *Aspergillus flavus*, se v mleko izloča metabolit aflatoksin M₁. Pasterizacija na mikotoksine nima posebnega vpliva, zato je potrebno poskrbeti za neoporečno krmo (Jooste in Anelich, 2008). Vzrok neposredne kontaminacije pa predstavlja poselitev sira s plesnimi, ki proizvajajo mikotoksine (Fischer in sod., 2011b).

➤ Zaviralne snovi

Zaviralne snovi v mleku so lahko antibiotiki, detergenti, dezinfekcijska sredstva in pesticidi (fungicidi, herbicidi in insekticidi). Predstavljajo velik kemični dejavnik tveganja, saj zavirajo rast MKB, so zdravju škodljive in ko so enkrat v mleku jih z nobenim postopkom ne moremo odstraniti (Mavrin in Oštir, 2002).

Prisotnost teh snovi v mleku je prepovedana saj so zdravju škodljive in zavirajo rast tehnološko pomembnih MO. Njihovo vsebnost v mleku preprečujemo z upoštevanjem karence pri zdravljenju z antibiotiki, tj. doba v kateri se zdravilo izloča v mleko ter z doslednim upoštevanjem navodil za čiščenje in razkuževanje.

➤ Alergeni

Alergija je kronična preobčutljivost ali tudi nenormalna reakcija na snov, ki je za večino ljudi oz. živali neškodljiva, alergen pa je snov, ki sproži alergijsko reakcijo (Polanc in Raspor, 2002).

Nekateri ljudje lahko razvijejo alergijsko reakcijo na enega ali več proteinov. Simptomi so zelo različni, od zelo blagih, kot sta rinitis in diareja, do bolj resnih, kot sta dermatitis in astma. Domneva se, da lahko 2 % dojenčkov razvije alergijo na kravje mleko. Oboji, kazeini in serumski proteini lahko povzročijo alergijsko reakcijo, a zdi se, da jih najpogosteje povzroča β -laktoglobulin (Walstra in sod., 2006).

Alergeni so tudi nekateri aditivi, ki jih dodajamo mleku pri izdelavi sira, kot npr. lizocim, ki je jajčna beljakovina in predstavlja tveganje za ljudi z alergijo na jajca. Tveganje lahko obvladujemo tako, da vse v živilu prisotne potencialne alergene označimo na deklaraciji.

2.3.4.3 Fizični dejavniki tveganja

Fizična tveganja so snovi zunanjega izvora, ki v živilih niso normalno prisotne (tujki); ti lahko s svojo prisotnostjo v živilu prizadenejo zdravje potrošnika (Polanc in Raspor, 2002). Najpogosteje so to steklo, kovinski delci (igle), pesek, les, dlake, prah in plastične mase (Jooste in Anelich, 2008).

Korak 7 - Načelo 2: Določitev kritičnih kontrolnih točk (KKT)

KKT je korak v proizvodnem procesu, na katerem se lahko izvede kontrola in je bistvenega pomena za preprečevanje ali odpravljanje tveganja za varnost živila ali njegovo zmanjšanje na sprejemljivo raven (FAO/WHO, 2009).

Najpogostejše točke proizvodnih procesov, na katerih se lahko izvede kontrola (Arvanitoyannis in Kassaveti, 2009):

- hlajenje na temperaturo, ki zmanjšuje rast bakterij,
- analiziranje surovin,
- segrevanje na specifične temperature za določen čas z namenom uničevanja patogenih mikrobov (pasterizacija),
- nadzor nad formulacijo izdelka z dodatkom kultur ali prilagoditvijo pH in a_w vrednosti,
- analiziranje proizvoda,
- proizvodni postopki, kot npr. polnjenje in zapiranje embalaže.

HACCP skupina mora prepoznati stopnje proizvodnega procesa, ki so bistvenega pomena za odpravo ali znatno zmanjšanje predhodno analiziranih tveganj (načelo 1). Pomoč pri določitvi KKT je odločitveno drevo (slika 4). Odločitveno drevo je sosledje vprašanj, ki jih je potrebno oblikovati za vsako ugotovljeno tveganje, na vsaki stopnji proizvodnega postopka, da bi ugotovili njihovo kritičnost. Odgovori na vprašanja vodijo delovno skupino HACCP do spoznanja o kritičnosti posamezne stopnje oziroma operacije, torej do odločitve,

ali je stopnja proizvodnega postopka KKT za obravnavano tveganje. Za učinkovit sistem HACCP moramo prepoznati in ločiti KKT od KT (kritična točka), ki predstavljajo nizko tveganje in niso nadzorovane s sistemom HACCP, pomagamo si lahko z odločitvenim drevesom za določanje KKT in KT (slika 3) (Vodopivec in Raspor, 2002).



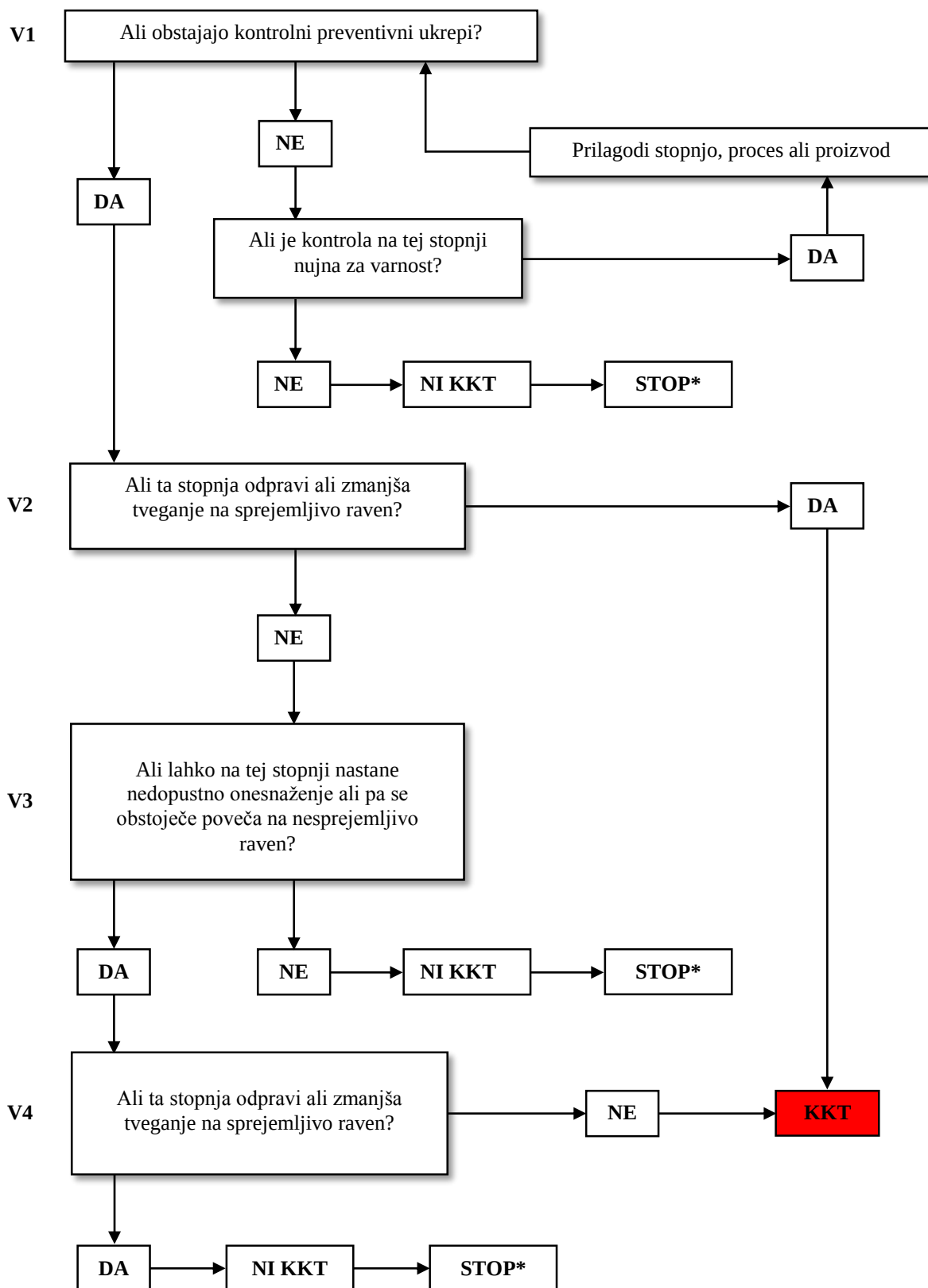
Primeri KKT:

- pasterizacija mleka
- toplotni procesi za konzerve
- detektor kovin na liniji surove govedine

Primeri KT:

- umivanje obuval na liniji konzerv
- aparat za umivanje rok v obratu zamrznjene zelenjave
- nadzor glodalcev v obratu predelave sira

Slika 3: Odločitveno drevo za določanje KKT in KT (Vodopivec in Raspor, 2002: 206)



* Nadaljuj na naslednje identificirano tveganje

Slika 4: Odločitveno drevo za identifikacijo KKT (FAO/WHO, 2009)

Korak 8 - Načelo 3: Vzpostavitev kritičnih mejnih vrednosti za vsako KKT

Kritična mejna vrednost je kriterij, ki ločuje sprejemljivo od nesprejemljivega (FAO/WHO, 2009).

Ugotovljena tveganja, ki so prepoznana kot KKT, je treba spremljati in nadzorovati. Tehnološki postopek mora biti v mejah varnega območja proizvodnje. Kritična mejna vrednost je vrednost, ki jo določimo za vsak kontrolni ukrep na določeni KKT. Pri določanju kritičnih mejnih vrednosti upoštevamo veljavno zakonodajo, panožne smernice, znanstveno in strokovno literaturo, priporočila dobaviteljev, lastne ugotovitve na podlagi raziskovalnega dela (Jevšnik in Ovca, 2015).

Na enak način kot tveganja v KKT lahko tudi merjene parametre oziroma njihove kritične mejne vrednosti opredelimo kot (mikro)biološke, fizikalne ali kemijske. Mikrobiološke parametre, zaradi dragih in dolgotrajnih mikrobioloških metod, spremljamo oziroma nadzorujemo posredno z merjenjem fizikalnih in kemijskih parametrov, osnovni pogoj za to je znan odnos med njimi. Prekoračena mejna vrednost fizikalnega ali kemijskega merjenega parametra pomeni, da obstaja mikrobiološko tveganje. Najpogosteje uporabljene kritične mejne vrednosti za nadzor mikrobioloških tveganj v KKT živilskih procesov so čas, temperatura, vrednost a_w in pH, koncentracija soli in drugih konzervirnih sredstev, koncentracija klora ter viskoznost. Mikrobiološke mejne vrednosti so včasih tudi neposredno uporabne. Tak primer so mikrobiološke specifikacije surovin, ki jih pridobimo od proizvajalca (Smole Možina, 2002).

Kritična mejna vrednost je lahko zgornja meja, kjer določena raven ne sme biti presežena ali spodnja meja, kjer je določena minimalna vrednost. Za določene proizvodne procese se lahko določijo tudi ciljne vrednosti, ki pomagajo nadzorovati proizvodni proces in so postavljene strožje od kritičnih mejnih vrednosti (npr. ciljni časovno-temperaturni režim pasterizacije) (Jevšnik in Ovca, 2015).

Korak 9 - Načelo 4: Vzpostavitev sistema nadzora za vsako KKT

Spremljanje pomeni vodenje načrtovanih zaporedij opazovanj ali meritev nadzorovanih parametrov, ki so potrebne za oceno ali je KKT pod nadzorom (FAO/WHO, 2009).

Na vsaki KKT moramo uvesti sistem nadzora (monitoring). Sistem nadzora je aktivnost spremljanja tehnoloških procesov proizvodnje, priprave ali prometa z živili z namenom zagotavljanja zdravstvene ustreznosti oziroma varnosti živil. Sistematično preverjanje proizvodnih procesov zagotavlja podatke, s katerimi lahko proizvajalec prikaže in dokaže, da so pogoji proizvodnje in prometa z živili v skladu z načrtom HACCP (Jevšnik in Ovca, 2015).

Namen učinkovitega nadzornega sistema je (Jevšnik in Ovca, 2015):

- zagotoviti pravočasna opozorila o pomanjkljivostih nadzornega sistema,
- preprečiti odstopanja od kritičnih mejnih vrednosti,
- preprečiti ali zmanjšati tveganja na najnižjo možno raven,

- ugotoviti in analizirati vzrok problema v primeru upadanja ali izgube nadzora.

Učinkovit sistem nadzora (monitoring) mora vključevati (Jevšnik in Ovca, 2015):

- opredelitev parametrov, ki jih bomo spremljali – **kaj spremljamo** (npr. temperatura, čas, rok uporabnosti, pH ...);
- metodo, tehniko nadzora – **kako spremljamo** (npr. s kontaktnim termometrom, meritve časa, kontrola deklaracije, prenosni pH – meter s kombinirano vbodno elektrodo ...);
- izvajalce sistema nadzora – **kdo spremlja** (npr. glavni kuhar, živilski tehnolog, higienik ...);
- prostor, kjer bo potekal nadzor – **kje spremljati** (npr. sprejemni prostor, hladilnik – H1, parno-konvekcijska pečica, pH v ekstraktu: v presnem in toplotno obdelanem mesu ter mesnih izdelkih ...);
- čas in pogostost spremljanja – **kdaj in kolikokrat** (npr. ob 7.uri, ob sprejemu, po končani fazi toplotne obdelave, po zakolu živali ...).

Korak 10 - Načelo 5: Vzpostavitev korekcijskih ukrepov

Korekcijski ukrep, je vsak postopek, ki ga je potrebno izvesti, kadar rezultati spremljanja pokažejo, da KKT ni pod nadzorom (FAO/WHO, 2009).

Korekcijski ukrepi naj vključujejo učinkovit postopek za ponovno vzpostavitev sistema nadzora na KKT in postopek ravnanja z neskladnim izdelkom (Jevšnik in Ovca, 2015).

Glavni koraki korekcijskega postopka so (Jevšnik in Ovca, 2015):

- ugotoviti vzrok odstopanja in ga odpraviti;
- določiti stopnje neustreznosti izdelka;
- zapisati izvedene popravne postopke in zapise hraniti;
- ponovno oceniti načrt HACCP.

Korak 11 - Načelo 6: Vzpostavitev verifikacijskih postopkov

Verifikacija oz. presoja je uporaba metod, postopkov, preizkusov in drugih vrednotenj s katerimi se poleg spremljanja določa skladnost s HACCP načrtom (FAO/WHO, 2009).

Verifikacija je dejavnost, s katero preverimo učinkovitost sistema HACCP. Zajema postopke, metode, teste, razgovore z zaposlenimi, opazovanje procesa in druga vrednotenja z namenom, da bi ugotovili, ali so bili principi HACCP pravilno vključeni in ali je sistem učinkovit (Jevšnik in Ovca, 2015).

Med postopke verifikacije lahko štejemo (Vesel, 2002):

- **Začetna validacija:** pomaga nam pri pregledu in testiranju načrta HACCP. V tej fazi s pomočjo mikrobioloških, kemičnih ali fizičnih testov ugotavljamo, ali je proizvodni proces pod nadzorom in ali proizvajamo s stališča varnosti sprejemljiv proizvod. S

to fazo dokažemo, da so postopki, ki smo jih uvedli v teoriji, učinkoviti tudi v proizvodnem okolju.

- **Redne periodične verifikacije:** posamezne točke načrta HACCP temeljijo na dnevni analizi. V okviru teh opravimo kalibracijo meril, validacijo KKT in sprejete popravne postopke ter pregledamo zapise.
- **Ocena delovanja sistema HACCP:** oceno najpogosteje podamo s presojo, ki je lahko zunanja ali notranja. Te se izvajajo najmanj enkrat letno ali ob vseh večjih spremembah surovin, proizvodnih postopkov, proizvodov, pakiranja, distribucije in uporabe. V tej fazi ugotavljamo skladnost predpisanega in dejanskega načrta HACCP. Rezultati teh presoj so spremembe načrta HACCP.

Korak 12 - Načelo 7: Vzpostavitev vodenja dokumentacije in evidenc

Dokumentacija je urejen sistem shranjevanja dokumentov in podatkov v zvezi z izvajanjem notranjega nadzora z namenom zagotavljanja zdravstvene ustreznosti živil (Jevšnik in Ovca, 2015).

V sistemu HACCP ločimo (Jevšnik in Ovca, 2015):

- dokumente o splošnih in posebnih tehničnih in higienskih zahtevah in o načrtu HACCP;
- zapise, ki dokazujejo skladnost z zahtevami, učinkovitost delovanja sistema in sledljivost.

2.3.5 Predpogoji za uspešno postavitve sistema HACCP

Pred vpeljavo sistema HACCP v živilsko-predelovalni obrat morajo biti vzpostavljene dobre prakse, kot sta na primer dobra higienska praksa (DHP) in dobra proizvodna praksa (DPP), saj bo le tako bo sistem HACCP učinkovit (Arvanitoyannis in Kassaveti, 2009).

2.3.5.1 Dobra higienska praksa

DHP pomeni v praksi preverjene dobre izkušnje in navade, vezane na higieno dela (osebja, prostorov, delovnega procesa itd.) v posamezni branži (Jevšnik in Fink, 2015).

Pogoji za delo skladno z DHP so opredeljeni v uredbah Evropskega parlamenta in Sveta EU (2004a) o higieni živil in EU (2004b) o posebnih higienskih pravilih za živila živalskega izvora. Natančno opredeljene in dokumentirane higienske zahteve so sestavni del dokumentacije sistema HACCP.

Splošne higienske zahteve za vse nosilce živilske dejavnosti vključujejo (Uredba (ES), 2004a):

- splošne in posebne sanitarne in tehnične zahteve za prostore živilskega obrata, kot so zasnova in razporeditev prostorov, prezračevanje, razsvetljava, vzdrževanje, odstranjevanje odplak in odpadkov, čiščenje, nadzor škodljivcev-dezinfekcija, dezinfekcija in deratizacija (DDD), shranjevanje nevarnih snovi,
- zahteve za prevozna sredstva in/ali posode za prevoz živil,
- zahteve glede opreme, njene razporeditve, čiščenja in razkuževanja z namenom preprečevanja kontaminacije,
- ravnanje z ostanki živil,
- oskrbo s pitno vodo,
- sprejem surovin in skladiščenje,
- vzdrževanje osebne higiene in spremljanje zdravstvenega stanja zaposlenih,
- usposabljanje zaposlenih.

2.3.5.2 Dobra proizvodna praksa

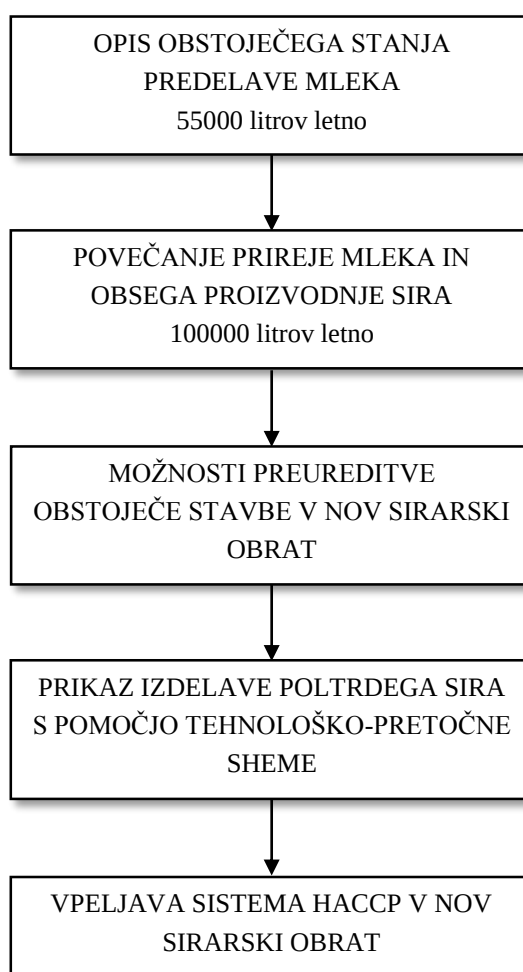
DPP je skupek vseh faktorjev, ki zagotavljajo, da so kakovost, varnost in učinkovitost zdravila ali določenega živila v skladu z njegovo specifikacijo in nameravano uporabo (Bernik, 2002).

Elementi DPP se nanašajo na osebje, delovne prostore in opremo, delovni proces, dokumentacijo, kontrolo kakovosti, pogodbene aktivnosti, transport, analize, reklamacije, odpoklic/umik izdelka in notranji nadzor (Jevšnik in Fink, 2015).

3 MATERIAL IN METODE

Na kmetiji Hlebanja že skoraj 20 let predelujemo mleko v sir in druge mlečne izdelke. Ker v zadnjem času povpraševanje po naših izdelkih močno narašča, smo se odločili povečati količino predelanega mleka z zdajšnjih 55000 l na 100000 l letno. Za tako povečan obseg proizvodnje pa obstoječa sirarna ne bo več ustrezna, zato bomo na kmetiji uredili nov sirarski obrat. Namen diplomske naloge je bil pripraviti tehnološko-pretočno shemo izdelave poltrdega sira v novem obratu ter v želji po izboljšanju nadzora in zagotavljanju standardne kakovosti izdelkov, vanj uvesti sistem HACCP.

Načrt dela je prikazan na spodnji shemi (slika 5).



Slika 5: Shema poteka naloge

Nov sirarski obrat želimo urediti tako, da bo izpolnjeval zahteve, predpisane za odobritev obrata, ki jih določa Pravilnik o registraciji in odobritvi obratov na področju živil (2014).

3.1 MATERIALI

3.1.1 Opis obstoječega stanja

Trenutno predelava mleka poteka v manjši sirarni, ki je bila sprva namenjena za mlekarnico, potem pa smo del preuredili v sirarno, v manjšem delu pa uredili mlekarnico v kateri se zbira in hladi mleko ter shranjuje in čisti oprema za molžo. Mlekarnica in sirarna sta povezani z vrati, skozi katera se sprejema mleko v sirarno. Prostori sirarne so majhni, razporeditev opreme ni optimalna, višina stropa je le 2,40 m, v prvem prostoru je strop poševen in posledično še nižji. V obratu ni garderobe in sanitarnih prostorov, vanj se vstopa direktno iz okolice. Zorilni prostor in skladišče embalaže se nahajata v drugi stavbi. Zaradi pomanjkanja prostora je kad s slanico v zorilnici, prav tako nimamo ločenega prostora, kjer bi se površina sira po soljenju posušila in prostora za skladiščenje sira.

Tloris obstoječe sirarne z vrisano opremo je prikazan v prilogi A.

3.1.2 Ureditev novega sirarskega obrata

Za ureditev novega sirarskega obrata smo se odločili iz več razlogov:

1. Zaradi povečanja prireje mleka v stari sirarni predelava ne bo več mogoča, saj imamo v njej 300 l sirarski kotel, večjega 600 l pa ni možno namestiti zaradi omejenega prostora.
2. Sedanja sirarna zadostuje le minimalnim sanitarno - tehničnim zahtevam.
3. Razporeditev prostorov in opreme je neprimerna, ni možno preprečiti križanja čistih in nečistih poti. Oteženo je tudi čiščenje prostorov.
4. Prostora sta premajhna in prenizka, saj je višina le 2,40 m, zaradi tega je zračenje nezadostno, posledično je v sirarni previsoka vlažnost.
5. Stavba je slabo izolirana, zaradi tega se na stenah nabira kondenz, kar omogoča rast plesni.
6. Prostor za zorenje je v drugi stavbi, zato je sedaj potrebno hlebce sira prenašati iz ene stavbe v drugo, poleg tega bo obstoječa zorilnica za povečano proizvodnjo sira premajhna.
7. V zorilnici nimamo ločenega prostora za soljenje in sušenje sira, zaradi tega je v prostoru previsoka relativna vlažnost, površina sirov pa se po soljenju ne posuši dovolj, kar omogoča rast plesni in kvasovk.
8. Ker se kad za slanico nahaja v zorilnem prostoru, je temperatura slanice previsoka.
9. Nimamo ločenega prostora za shranjevanje sira.
10. Keramične obloge in stavbno pohištvo v sirarni so dotrajani in potrebni prenove.
11. Lokacija sirarne je neprimerna (poleg hleva).

Novo sirarno imamo možnost urediti v že obstoječi stavbi, kjer se trenutno nahajata delavnica v zgornji etaži in garaža v spodnji etaži ter podstrešje. Poleg stavbe stoji kurilnica s sodobno pečjo na sekance, ki bo zagotavljala toplo sanitarno vodo, grelni medij za pasterizator in ogrevanje prostorov. V spodnji etaži bomo uredili zorilnico in prostor za skladiščenje sira ter ločena prostora za slanico in sušenje sira ter za pranje in sušenje lesenih

polic. V zgornji etaži bomo uredili sirarno, garderobo, sanitarije in hladilnico. Na podstrešju pa skladišče za embalažo in pisarno za uradnega veterinarja.

Tloris stavbe prikazujeta prilogi B in C.

3.2 METODE

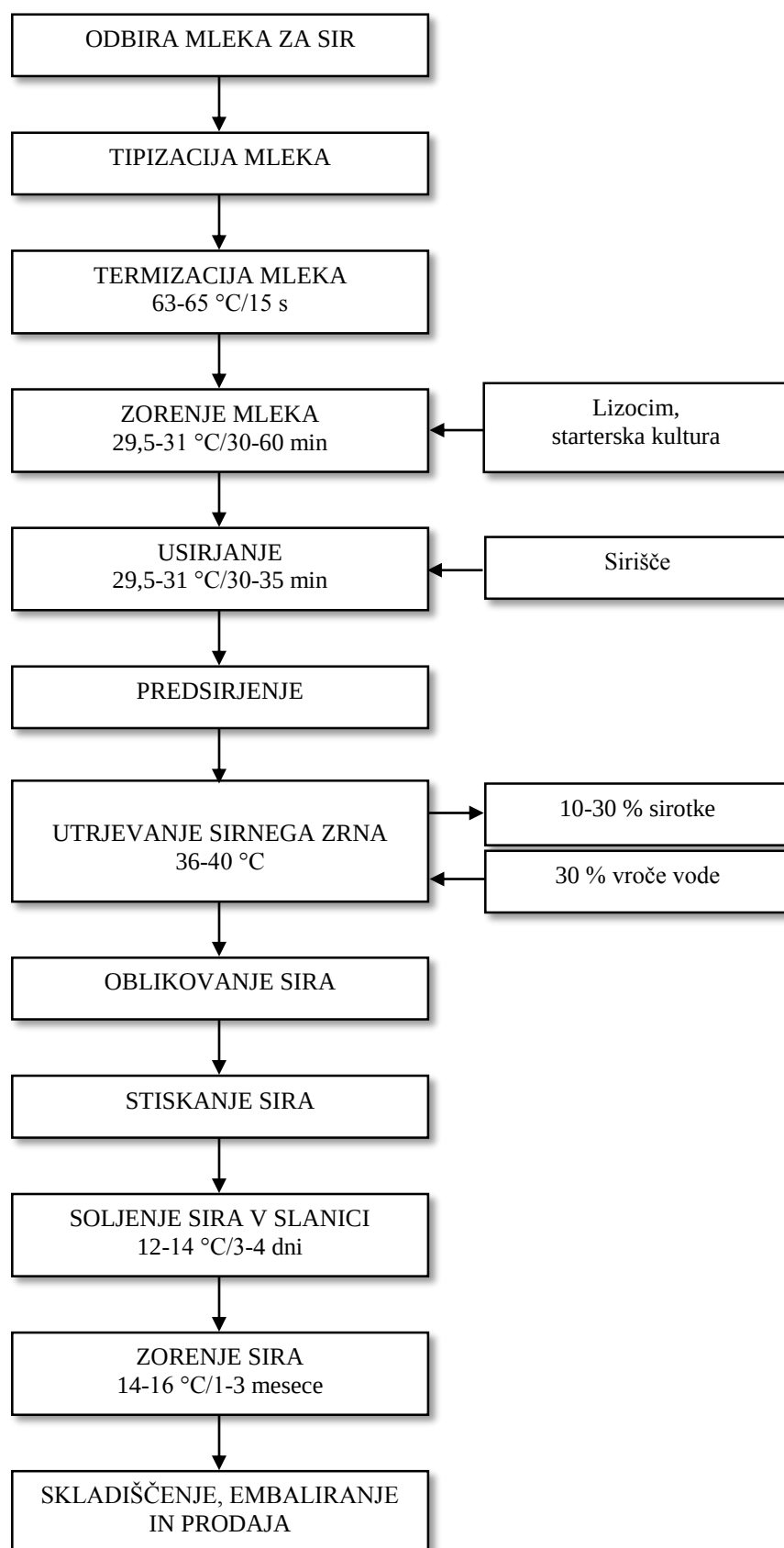
Ker je kakovost sira v veliki meri odvisna od kakovosti surovega mleka, je potrebno za kvalitetno surovino poskrbeti že v hlevu z zagotavljanjem higienskega pridobivanja mleka, z ustreznim hlajenjem in skladiščenjem mleka, ter s pravilno prehrano in dobrim zdravstvenim stanjem krav molznic.

3.2.1 Tehnološki postopek izdelave poltrdega sira

Celovito kakovost mleka v tehnološkem smislu določa njegova sposobnost usirjanja. Prav od te sposobnosti so v veliki meri odvisni kakovost, hranilna vrednost in pridobitek sira. Sestavine mleka morajo oblikovati takšne kemično-fizikalne lastnosti, ki po eni strani dopuščajo normalno usirjanje, po drugi strani pa omogočajo tehnološko koristnim MO ustrezno življenjsko okolje (Slanovec, 1982).

Usirjanje mleka po dodatku sirišča in zmožnost le-tega, da tvori čvrst koagulum, označujemo s pojmom sposobnost mleka za usirjanje. Mleko pri katerem je ta lastnost slabo izražena, ima v primerjavi z normalnim mlekom, ki ga odlikujejo dobre lastnosti za usirjanje, bistveno podaljšan čas usirjanja, mehak koagulum in tudi sirotka se slabo izloča iz sirnega zrna (Renčelj in sod., 1995).

Tehnološki postopek izdelave poltrdega sira je sestavljen iz večih stopenj obdelave, ki so opisane v tehnološki shemi izdelave poltrdega sira (slika 6).



Slika 6: Tehnološka shema izdelave poltrdega sira

3.2.1.1 Odbira mleka za sir

Mleko za izdelavo sira mora imeti dobre koagulacijske lastnosti ter omogočati normalen in hiter razvoj mikrobiološke kulture, kar pomeni da:

- ima dobre fizikalno-kemijske lastnosti v smislu primerne vsebnosti beljakovin, kalcija, fosforja, maščobe in laktoze,
- je njegova kislinska stopnja med 6,2 do 7,5 SH oz. je vrednost pH med 6,3 do 6,9,
- zmrziščna točka ne sme biti višja od -0,52 °C,
- ima ustrezno mikrobiološko kakovost,
- ne vsebuje zaviralnih snovi (antibiotiki, detergenti, pesticidi, dezinfekcijska sredstva),
- ni od bolnih krav ali tistih, ki se zdravijo,
- da je namolzeno vsaj 8 dni po telitvi in najmanj 30 dni pred njo,
- so molznice krmljene s kakovostno krmo.

3.2.1.2 Tipizacija mleka

Tipizacija ali standardizacija mleka je postopek, s katerim uravnamo količino mlečne maščobe v mleku in posledično v siru. Postopek poteka tako, da s pomočjo posnemalnika iz ogretega mleka (40 - 45 °C) odstranimo skoraj vso maščobo, za njim je nameščen ventil, ki v posneto mleko vrača določen del smetane in tako dobimo mleko z ustrezno vsebnostjo mlečne maščobe.

3.2.1.3 Termizacija mleka

Termizacija je način toplotne obdelave mleka za izdelavo sira, s katerim odstranimo večino naravno prisotnih MO v mleku in tako zagotovimo primerno okolje za rast MKB iz starterske kulture. Toplotni režim za poltrde sire je 15 sekund pri temperaturi 63 - 65 °C. Paziti je potrebno, da temperatura ni previsoka, saj bi to povzročilo spremembe v strukturi mleka (minerali in beljakovine) ter posledično slabše usirjanje in pridobitev sira, ali prenizka, saj bi v tem primeru lahko prišlo do preživetja patogenih MO in kvarljivcev.

3.2.1.4 Zorenje mleka

Je mikrobiološka priprava mleka za sirjenje, ko mikrobiološko neoporečnemu mleku dodamo cepivo, saj smo s toplotno obdelavo v mleku za sir uničili tudi večino naravno prisotnih MKB, količina in vrsta cepiva sta odvisni od časa in T zorenja ter kislosti mleka. Za izdelavo poltrdega sira se uporablja mezofilna starterska kultura, zorenje pa poteka 30-60 min pri temperaturi 29,5 - 31 °C oziroma toliko časa, da kislinska stopnja naraste na 7,5-9,0 SH.

Pred startersko kulturo lahko v mleko dodamo encim lizocim, ki zavira rast maslenokislinskih bakterij (*Clostridium*) in tako preprečujemo pozno napihovanje sira.

3.2.1.5 Usirjanje / koagulacija mleka

Mleko ustrezne kislosti usirimo pri temperaturi 29,5 - 31 °C z ustrezno količino tekočega sirišča, ki smo ga 30 min pred uporabo razredčili s hladno vodo. Trajanje encimske koagulacije je odvisno od temperature mleka ter kislinske stopnje in znaša 30 - 35 min. Potek usirjanja spremljamo tako, da koagulum zarežemo ter privzdignemo z nožem in ko se školjkasto prelomi je dovolj čvrst.

3.2.1.6 Predsirjenje

Pedsirjenje obsega predevanje (razporedimo maščobo in ogrejemo vrhnje plasti koaguluma), rezanje in drobljenje koaguluma s sirarskimi harfami do sirnih zrn velikosti graha. Po tej fazi mora biti pH sirotke med 6,52 in 6,57.

3.2.1.7 Utrjevanje sirnega zrna / dosirjanje

Ta faza obsega dogrevanje in pranje ter sušenje sirnega zrna. Pranje sirnega zrna služi prilagoditvi vsebnosti sladkorja v siru in posledično njegove končne vrednosti pH. Iz kotla odvezamo 10 - 30 % sirotke, nato sirna zrna počasi dogrevamo (10 - 15 min) z dodajanjem vroče vode (30 %) dokler temperatura v kotlu ne doseže 36 - 40 °C. Paziti moramo, da sirotke in s tem mlečnega sladkorja ne razredčimo preveč. Nato sirno zrno sušimo 20 - 60 min oz. do klenosti sirnega zrna, kar preverimo tako, da zajamemo sirno zrno v dlan, ga stisnemo v svaljek in razdrobimo. Če se svaljek zlahka zdrobi smo sušili predolgo, če pa ga ne moremo zdrobiti nadaljujemo sušenje.

3.2.1.8 Oblikovanje sira

Ko je sirno zrno kleno, pričnemo z ločevanjem sirotke od sirnega zrna in oblikovanjem sira. Sirna zrna pustimo, da se usedejo na dno sirarskega kotla in zlepijo, lahko jih rahlo stisnemo, nato sirnino narežemo in jo pod plastjo sirotke prenesemo v oblikovala. Drugi način je, da sirotko s sirnim zrnem neposredno iztočimo v sirarsko odcejalno mizo, kjer sirnino rahlo stisnemo in pod plastjo sirotke polnimo v oblikovala. Pred polnjenjem je potrebno vsa oblikovala splakniti s toplo vodo, saj s tem preprečimo ohlajanje in lepljenje sira na stene oblikoval. Temperatura prostora mora biti konstantna, in sicer vsaj 22 °C.

3.2.1.9 Stiskanje sira

S stiskanjem iz sira odstranimo del kapilarne in večino proste vode, ki se nahaja med posameznimi sirnimi zrn, to omogoči hitrejše povezovanje sirnih zrn in oblikovanje sira ter nastanek skorje. Sila stiskanja je na začetku manjša, nato jo postopno povečujemo, odvisna je od velikosti hlebcev. Med stiskanjem sire večkrat obrnemo, zato da sirotka hitreje izteka, in da se voda enakomerneje porazdeli. Temperatura prostora v katerem stiskamo sire mora

biti vsaj 18 °C. Med stiskanjem MKB intenzivno proizvajajo mlečno kislino, kar povzroči padec vrednosti pH sira na 5,85 do 6,05.

3.2.1.10 Soljenje sira v slanici

Soljenje pomembno prispeva k izboljšanju senzoričnih lastnosti sira, izboljšuje nastajanje homogenega testa, pospešuje nabrekanje beljakovin, zmanjšuje vlago, vpliva na utrjevanje skorje, upočasnjuje delovanje MO in encimov ter s tem podaljšuje obstojnost in usmerja zorenje sira.

Za soljenje poltrdega sira mora biti temperatura slanice 12 - 14 °C, koncentracija soli 18 - 20 % in vrednost pH 5,2. Kislost slanice mora biti podobna kislosti sirov. Trajanje soljenja je odvisno od vrste in velikosti sirov, 8 kg hlebce solimo 3 - 4 dni. Po soljenju ima sir vrednost pH med 5,15 in 5,25.

3.2.1.11 Zorenje sira

Po soljenju sir pustimo 24 ur v suhem prostoru, da se osuši, nato ga prenesemo na lesene police v zorilnem prostoru, v katerem morajo biti ustrezni pogoji. Poltrdi sir zori 1 - 3 mesece (odvisno od velikosti) pri temperaturi 14 – 16 °C in vlagi 80 – 85 %. Med zorenjem moramo sire negovati (obračati in čistiti skorjo), da preprečimo razvoj neželene mikrobiote. Skorjo čistimo s koncentrirano raztopino soli, po čiščenju jih osušimo in postavimo na čisto polico.

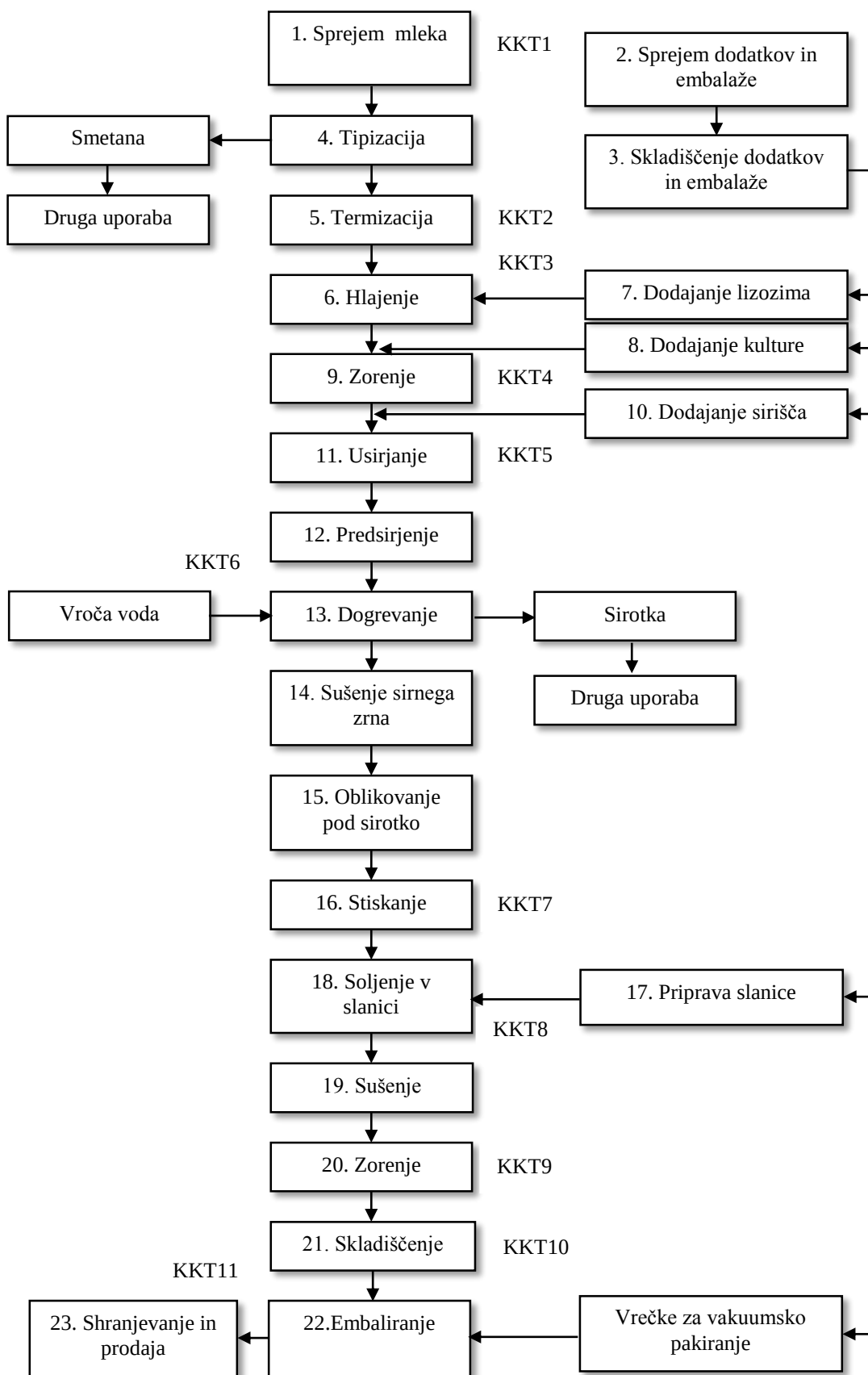
3.2.1.12 Skladiščenje, embaliranje in prodaja sira

Poltrde sire skladiščimo pri temperaturi 8 - 12 °C in relativni vlažnosti 80 - 85 % nekaj mesecev, odvisno od kakovosti sira in pogojev skladiščenja. S temperaturo skladiščnih prostorov nadzorujemo mikrobioliške, biokemijske, kemijske in fizikalne spremembe v siru, z nižjo temperaturo te procese zaviramo. Tako kot med zorenjem, moramo sire tudi med skladiščenjem negovati.

Pred prodajo sire razrežemo in jih vakuumsko zapakiramo v plastične vrečke, do prodaje jih shranjujemo na $T < 6\text{ °C}$.

3.2.2 Shema proizvodnega postopka

Izdelali smo natančno shemo proizvodnega postopka (hodogram), ki zajema vse stopnje od sprejema mleka do distribucije sira. Slika 5 predstavlja posamezne korake oz. hodogram tehnološkega postopka izdelave poltrdega sira z vpisanimi KKT.



Slika 7: Hodogram izdelave poltrdega sira z vpisanimi KKT

3.2.3 Merjenje fizikalnih in kemijskih parametrov

Mikrobiološka tveganja, med procesom izdelave poltrdega sira, nadzorujemo z merjenjem fizikalnih in kemijskih parametrov kot so temperatura, vrednost pH ali SH, čas, pretok, koncentracija soli in relativna vlaga.

➤ Merjenje temperature

Temperaturo v KKT lahko merimo z avtomatskimi sondami (»on-line«) ali z različnimi termometri kot so:

- digitalni prenosni termometer z vbodno sondo (mleko, sirnina, voda),
- alkoholni termometer (prostori, slanica),
- bimetalni termometer (hladilnik in zamrzovalnik).

Temperatura se spremlja »on-line« in avtomatsko zapisuje na koncu vzdrževalnika temperature in v sirarskem kotlu, vendar moramo na teh mestih poskrbeti za dvojni nadzor temperature in sicer avtomatski s sondo ter s termometrom za odčitavanje na koncu zadrževalne sekcije in z digitalnim prenosnim termometrom v sirarskem kotlu. Sonda in termometer v pasteurizatorju ne smeta biti nameščena predaleč narazen.

➤ Merjenje koncentracije soli v slanici

Koncentracijo soli v slanici merimo z Bauméjevim areometrom umerjenim na 15 °C, rezultat odčitamo v °Bé (stopinja po Bauméju) in jih s pomočjo spodnje tabele (preglednica 5) pretvorimo v % soli.

Preglednica 5: Gostota in koncentracija slanice (Mavrin in Oštir, 2002: 156)

Gostota slanice pri 15 °C	% soli	Stopinje po Bé
1,0810	11	10,81
1,0886	12	11,74
1,0962	13	12,66
1,1038	14	13,57
1,1115	15	14,48
1,1194	16	15,39
1,1273	17	16,30
1,1352	18	17,19
1,1432	19	18,08
1,1511	20	18,96
1,1593	21	19,83
1,1676	22	20,71
1,1758	23	21,57
1,1840	24	22,42
1,1923	25	23,27
1,2010	26	24,16

➤ Določanje kislosti

Kislost določamo s titracijsko metodo ali z merjenjem vrednosti pH.

Titracijska metoda: v Sloveniji je priznana metoda za določanje kislosti titracijska metoda po Soxhlet-Henklu, pri kateri za nevtralizacijo 100 ml mleka uporabimo 0,25-molarno raztopino NaOH in fenolftalein za indikator (Mavrin in Oštir, 2002).

1 SH = 1 ml porabljene 0,25-molarne NaOH

Višja kot je kislina v izdelku, večja je vrednost SH.

Merjenje pH: vrednost pH merimo s pH-metrom, ki ga moramo pred vsako uporabo umeriti z dvema pufernima raztopinama, ki imata podoben pH kot vzorec ali pa jo določamo s pH indikatorskimi lističi s katerimi dobimo zgolj orientacijsko vrednost, ki ne zadošča za nadzor tehnološkega postopka.

Vrednost pH slаницe nikoli ne smemo meriti s pH-metrom, ker lahko visoka koncentracija soli uniči elektrodo.

➤ Merjenje relativne vlage

Relativno vlago v zornici in prostoru za skladiščenje bomo uravnavali z avtomatsko klimatsko napravo. Poleg tega jo bomo dvakrat dnevno odčitali na higrometru, ki bo stalno v prostoru.

3.2.4 Načrt vzorčenja surovega mleka in sira

Surovo mleko vzorčimo z namenom določiti njegovo tehnološko in mikrobiološko kakovost. Kemijske, fizikalne in mikrobiološke analize izvajajo v laboratoriju Nacionalnega veterinarskega inštituta (NVI) Veterinarske fakultete Univerze v Ljubljani, enota Kranj.

Vsako leto naredimo plan vzorčenja in ga med letom izvajamo. Mikrobiološka merila za surovo mleko namenjeno predelavi vključujejo le kriterije za SŠMO in ŠSC (preglednica 2). Ker želimo imeti boljši nadzor nad varnostjo sira, vzorčimo surovo mleko tudi za testiranje na prisotnost patogenih bakterij.

Surovo mleko vzorčimo:

- Dvakrat mesečno za analizo na ŠSC, SŠMO ter vsebnost maščobe in beljakovin.
- Štirikrat letno (vsake 3 mesece) za analizo na prisotnost patogenih bakterij: *E.coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. in koagolaza pozitivnih stafilokokov.

Poleg tega se mesečno na kmetiji izvaja kontrola proizvodnje mleka (A kontrola), v okviru katere se v mleku določa: ŠSC, % maščobe, % beljakovin, % laktoze, % SSBM in zmrziščna točka.

Ker imamo lasten vir pitne vode, jo moramo v skladu s Pravilnikom o pitni vodi (2004) vzorčiti:

- Dvakrat letno za mikrobiološke analize.
- Enkrat letno za fizikalno – kemično analizo.

Enkrat letno vzorčimo poltrdi sir za analizo na prisotnost patogenih bakterij: *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* in *Staphylococcus aureus*.

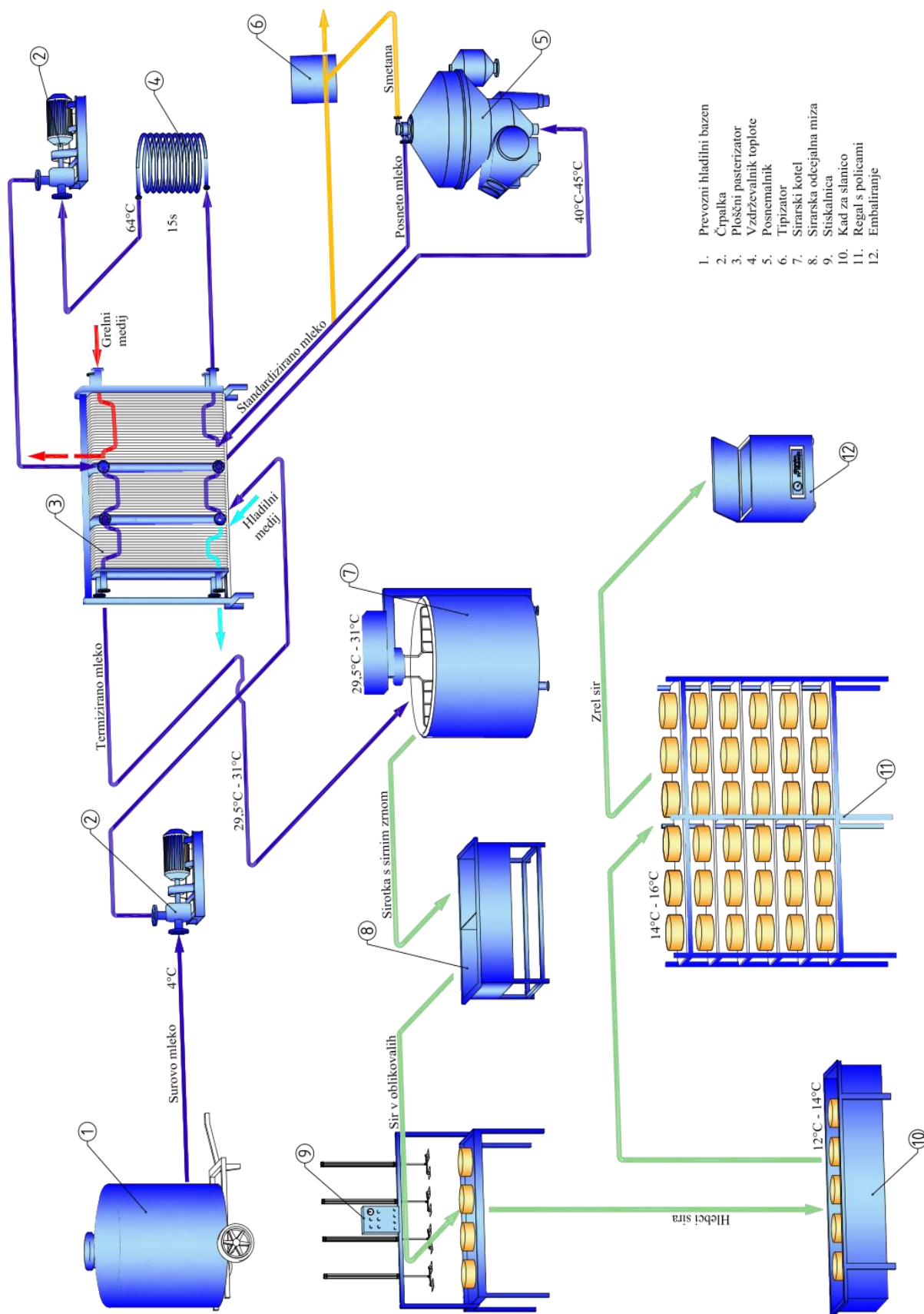
4 REZULTATI Z RAZPRAVO

4.1 TEHNOLOŠKO-PRETOČNA SHEMA IZDELAVE POLTRDEGA SIRA

Razporeditev strojev in sirarske opreme ter predviden potek proizvodnega postopka v novem sirarskem obratu smo prikazali s tehnološko-pretočno shemo (slika 8).

Predvidevamo, da bomo s povečanjem hleva povečali prirejo mleka na 100000 l letno, kar bi zneslo 270 l mleka dnevno. Pri izdelavi tehnološko-pretočne sheme smo upoštevali, da bomo mleko predelovali vsak drugi dan po 600 l.

Mleko se bo do uporabe skladiščilo v prevoznem hladilnem bazenu kapacitete 600 l v mlekarnici, ki bo v sklopu hleva, od koder ga bomo pred začetkom predelave pripeljali v sirarski obrat. Iz prevoznega hladilnega bazena bomo mleko črpali preko regulatorja pretoka v ploščni pasterizator, v katerem se bo mleko najprej predgrelo na temperaturo za posnemanje (40 - 45 °C) in nato termiziralo (64 °C, 15 s). Termizacija in tipizacija mleka se bosta odvijali v zaprtem sistemu, za tak način smo se odločili, ker omogoča dober izkoristek energije in prihranek časa ter boljši nadzor. Primerno ohlajeno mleko (29,5 - 31 °C) bo teklo v sirarski kotel, kjer se bo odvijala nadaljna obdelava (zorenje mleka, usirjanje, predsirjenje, dogrevanje in sušenje sirnega zrna). Ko bo sirno zrno dovolj kleno, ga bomo skupaj s sirotko pretočili v sirarsko odcejalno mizo, kjer ga bomo pustili da se usede na dno, potem ga bomo rahlo stisnili in sirnino pod nivojem sirotke prenesli v sirarska oblikovala. Sir v oblikovalih bomo nato prenesli na stiskalnico, po stiskanju bomo hlebce dali v slanico, kjer bo potekalo soljenje in nato v zorilnico, ter v kolikor bo potrebno (če ne bo povpraševanja), v prostor za shranjevanje sira. Pred prodajo bomo sir vakuumsko pakirali.

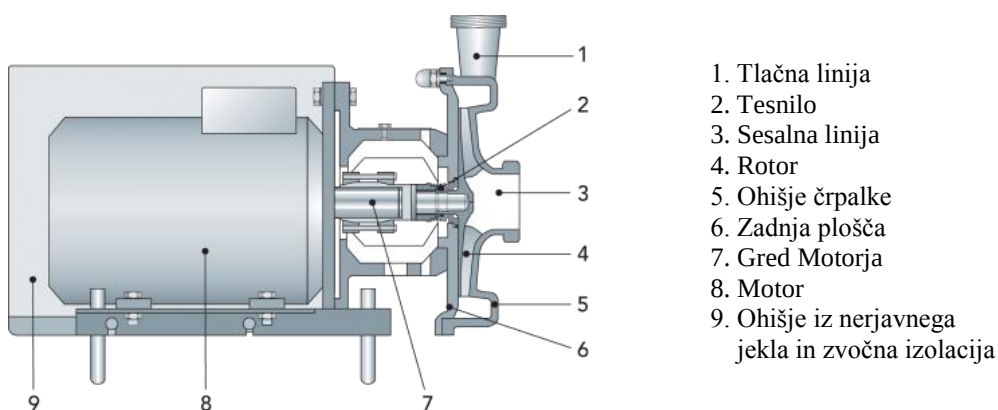


Slika 8: Tehnološko-pretočna shema izdelave poltrdega sira

4.1.1 Črpalka

Za zagotavljanje konstantnega pretoka skozi pasterizator moramo v sistem vključiti dve črpalke in sicer eno za črpanje mleka iz hladilnega bazena v ploščni pasterizator in drugo na koncu vzdrževalnika temperature za črpanje v prvi del pasterizatorja, kjer se mleko ohlaja. Izbrati moramo črpalko, ki bo zagotavljala konstanten pretok skozi pasterizator in vzdrževalnik temperature, saj bomo le tako lahko zagotovili predpisan zadrževalni čas mleka.

Za črpanje mleka bomo uporabili centrifugalno črpalko (slika 9), ki se najpogosteje uporablja v predelavi mleka saj je cenovno ugodna ter preprosta za uporabo, vzdrževanje in čiščenje. Uporaba frekvenčnega pretvornika omogoča uravnavanje hitrosti rotorja in s tem hitrosti pretoka skozi črpalko.



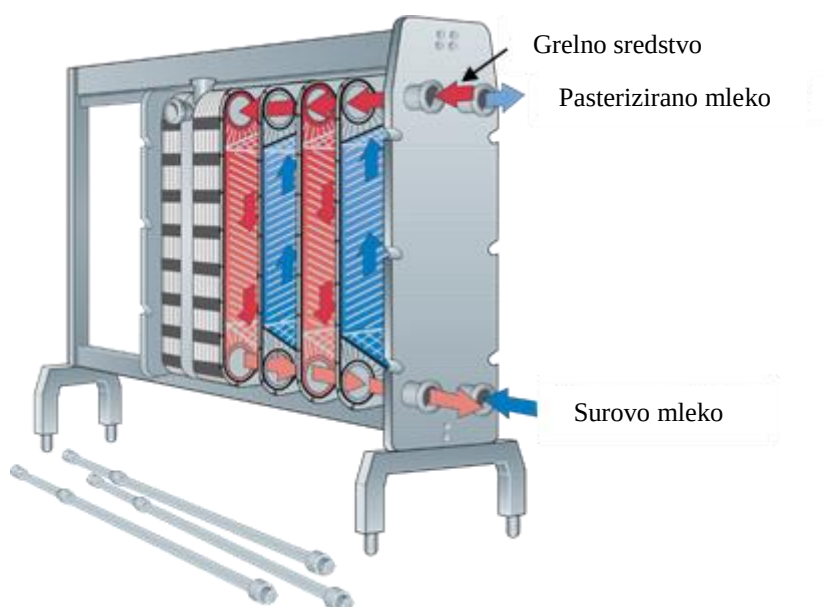
Slika 9: Glavni deli centrifugalne črpalke (Bylund, 1995: 143)

4.1.2 Delovanje ploščnega izmenjevalnika toplote

Postopek termizacije mleka bo potekal v ploščnem izmenjevalcu toplote, saj je tak način hitrejši in energetsko učinkovitejši, kot segrevanje in ohlajanje preko dvojnega plašča sirarskega kotla. Kot grelni medij bomo uporabili vročo vodo iz peči, kot hladilni medij pa ledno vodo, ki jo bomo lahko uporabili tudi za hlajenje slanice.

Ploščni izmenjevalec toplote (slika 10) sestavljajo v okvir vpete narebrene plošče iz nerjavečega jekla, preko katerih poteka prenos toplote. Sestavljajo ga lahko različni sklopi plošč v katerih potekajo različne stopnje toplotne obdelave, kot so predgretje, dogrevanje in hlajenje. Po kanalčkih med ploščami na eni strani teče grelni oziroma hladilni sredstvo, na drugi strani pa v protitoku mleko (Bylund, 1995).

Vstopajoče hladno surovo mleko se v prvem delu ploščnega pasterizatorja v protitoku segreva z izstopajočim vročim termiziranim mlekom, ki se pri tem ohlaja. V tem delu se mleko predgreje na temperaturo posnemanja (40 - 45 °C) in teče v posnemalnik kjer poteka separacija, preko naprave za standardizacijo (tipizator) se določen del smetane vrne v posneto mleko in tako dobimo mleko z uravnano količino mlečne maščobe. Mleko se nato vrača v del ploščnega izmenjevalnika, kjer poteka dogrevanje, pri tem se mleko, s pomočjo vroče vode iz peči, segreje na temperaturo termizacije (64 °C). Iz dogrevalnika mleko teče v cevni vzdrževalnik toplote, kjer se mora na temperaturi termizacije zadrževati določen čas (15 s). Na koncu vzdrževalnika je nameščen termometer s katerim nadziramo temperaturo, ki jo termograf ves čas beleži. Mleko, ki nima predpisane temperature, se avtomatsko, preko vračalnega ventila vrne nazaj v pasterizator. Termizirano mleko teče v prvi del toplotnega izmenjevalnika, kjer se ohlaja s surovim mlekom, ki teče v protitoku na drugi strani plošč in se predgreva, dokončno se ohladi v ploščnem hladilniku z ledno vodo. Primerno ohlajeno mleko (29,5 - 31°C) nato teče v sirarski kotel.



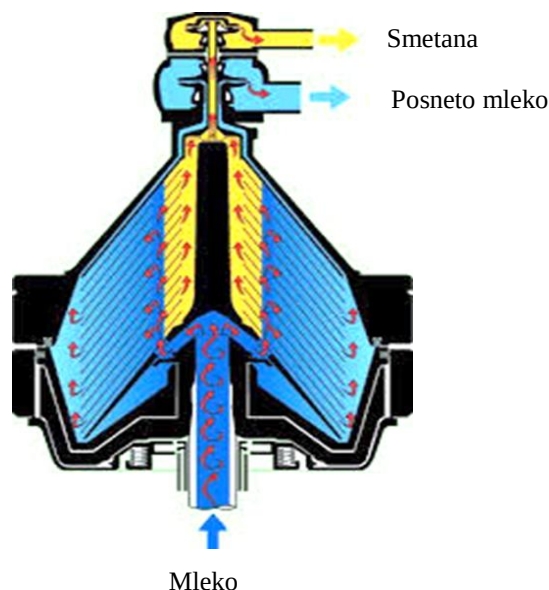
Slika 10: Način pretoka in prenosa toplote v ploščnem izmenjevalniku toplote (Bylund, 1995: 86)

Pomanjkljivost ploščnega izmenjevalnika toplote je, da lahko pride do puščanja tesnil med ploščami in s tem do mešanja termiziranega mleka s surovim ali s hladilno vodo. Zato je pomembno zagotavljanje konstantnega pretoka skozi ploščni izmenjevalnik toplote in vzdrževanje razlike tlakov pri prehodu skozi vzdrževalnik temperature (Walstra in sod., 2006).

4.1.3 Delovanje posnemalnika

Osnova za delovanje posnemalnika je različna specifična teža sestavin mleka, ki jih ločuje na principu centrifugalne sile. Posnemalnik sestavljajo krožniki, ki se vrtijo z veliko hitrostjo (5000 - 7000 vrtlajev/minuto). Zaradi centrifugalne sile potujejo maščobne kroglice proti osi posnemalnika, težji delci (posneto mleko) pa navzdol proti obodu krožnikov. V zaprtih

procesih predelave mleka se uporabljajo posnemalniki s samočistilnim bobnom (nečistoče se izločajo preko šob), v katere priteka mleko pod pritiskom (slika 11) (Bylund, 1995).



Slika 11: Delovanje posnemalnika v zaprtem procesu predelave mleka (Bylund, 1995: 98)

4.1.4 Sirarski kotel

Nadaljna obdelava mleka (zorenje, usirjanje, pedsirjenje, dogrevanje in sušenje) se bo odvijala v sirarskem kotlu kapacitete 600 l narejenem iz nerjavnega jekla. Vzdrževanje temperature bo potekalo preko vodnega plašča, dogrevalo se bo z vročo vodo iz peči, hladilo pa z ledeno vodo. Opremljen bo s krmilnikom, ki omogoča nastavitve, spremljanje in shranjevanje parametrov procesa gretja in hlajenja ter digitalnim zapisovalcem temperature, ki bo ves čas procesa beležil temperaturo v sirarskem kotlu. Rezanje koaguluma in drobljenje sirnega zrna bo potekalo z avtomatsko sirarsko harfo.

Kotel bo opremljen z dvizžno napravo, s pomočjo katere ga bomo lahko dvignili in sirotko s sirnim zrnom iztočili v sirarsko odcejalno mizo. Ker tu ne moremo uporabiti črpalke, saj bi poškodovala sirno zrno, moramo sirarski kotel dvigniti na tako višino, da pod izpusit lahko postavimo sirarsko odcejalno mizo. Druga možnost je, da sirarski kotel postavimo na podest in tako pridobimo višino, ki je potrebna za iztok sirnega zrna s sirotko v sirarsko odcejalno mizo.

4.1.5 Ostala oprema

➤ Sirarska odcejalna miza

Sirarska odcejalna miza (slika 12) bo narejena iz nerjavnega jekla in opremljena z odcejalnima mrežama s pomočjo katerih bomo sirnino rahlo stisnili in jo pod nivojem sirotke, ki bo odtekla skozi mrežo prenesli v sirarska oblikovalca. Prostor med odcejalnima

mrežama bo nastavljen glede na količino mleka, kapaciteta bo 600 l. Sirarska miza bo ogrevana, kar bo preprečilo ohlajanje sirnine med polnjenjem v oblikovalu.



Slika 12: Sirarska odcejalna miza (Plevnik, 2010)

➤ **Sirarska oblikovala**

Če predvidevamo, da je izkoristek mleka za proizvodnjo poltrdega sira 11 %, lahko izračunamo, da bomo ob polno izkoriščeni kapaciteti sirarskega kotla potrebovali 8 sirarskih oblikoval velikosti 8 kg. Uporabljali bomo Kadova® sirarska oblikovala, ki so izdelana iz PE (polietilena), odobrenega s strani FDA. Imajo zelo dobre lastnosti saj so lahki, imajo gladko površino, so preprosti za vzdrževanje in čiščenje, so trpežni in obdržijo obliko.

➤ **Stiskalnica**

Stiskanje sirov bo potekalo s pnevmatsko sirarsko stiskalnico. Na stiskalnici so nameščeni štirje pnevmatski valji, na vsakem sta dve mesti za stiskanje, kar omogoča hkratno stiskanje osmih hlebcev sira. Stiskalnica omogoča nastavitve tlaka.

➤ **Kad za slanico**

Kad za slanico mora biti izdelana iz nerjavnega kislinsko odpornega jekla, saj bo izpostavljena visokim koncentracijam soli in kislin. Opremljena bo z dvojnim plaščem, preko katerega bomo slanico, v kolikor bo to potrebno, lahko ohlajali ali segrevali in tako uravnavali temperaturo.

Če bomo vsak drugi dan izdelali 8 hlebcev sira, premera 319 mm in višine 150 mm in bomo istočasno v slanici solili po 16 hlebcev sira, mora biti velikost slanice (dolžina x širina x višina), vsaj 2000 mm x 1000 mm x 450 mm. Za kad teh dimenzij, bomo pripravili 600 l slanice.

➤ **Priprava in oskrba slanice**

Slanico pripravimo iz čiste nejudirane kuhinjske soli, ki ne vsebuje težkih kovin in drugih primesi in prekuhane vode ali sekundarne sirotke, kislost uravnamo s kisló sirotko ali mlečno kislino.

V slanici moramo uravnovati:

- koncentracijo soli (razredčevanje z vodo ali dodajanje NaCl)
- temperaturo slanice,
- kislost slanice (če je previsoka razredčimo z vodo ali dodamo NaOH, če je prenizka dodamo mlečno kislino ali kisló sirotko) in
- kalcij (če ga je preveč je skorja sira pretrda, če ga je premalo je premehka).

Težave v slanici lahko povzročá rast halofilnih MO, večinoma kvasovk in laktobacilov, posebno, če je temperatura slanice previsoka ($> 14\text{ }^{\circ}\text{C}$), če je vrednost pH previsoka ($> 5,2$) ali je koncentracija soli prenizka ($< 16\text{ }\%$ NaCl) (Walstra, 2006).

V primeru, da slanica postane motna, sluzasta ali začne zaudarjati, je to znak mikrobiološkega kvara, zato jo je potrebno pasterizirati s segrevanjem na $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ in odstraniti oborjene beljakovine s filtracijo. Lahko jo tudi razkužimo z natrijevim hipokloritom, kalijevim sorbatom ali drugimi učinkovinami (Mavrin in Oštir, 2002).

Ker hlebci sira v slanici plavajo na gladini, jih je po zgornji ploskvi potrebno potresti s soljo, tako preprečimo izsuševanje skorje sira in nadomestimo sol, ki jo je sir absorbiral, prav tako jih moramo v slanici redno obračati.

➤ **Zorilnica in prostor za skladiščenje**

Siri bodo zreli in se skladiščili na policah iz smrekovega lesa, razmak med policami bo 400 mm, regali s policami, bodo postavljeni tako, da bo zrak med njimi neovirano krožil. Razmere (vlažnost, temperaturo in pretok zraka) v zorilnici in prostoru za skladiščenje bomo uravnavali s pomočjo avtomatske klimatske naprave.

4.2 IZDELAVA NAČRTA HACCP

4.2.1 **Izbira skupine HACCP**

Ker gre v našem primeru za obrat z majhno predelavo in v njem ni mogoče postaviti delovne skupine HACCP, bom načrt HACCP v okviru diplomskega dela, s pomočjo mentorice in somentorja, pripravila Katarina Hlebanja.

4.2.2 **Opis poltrdega sira in določitev njegove namembnosti**

Pripravili smo opis poltrdega sira, ki vsebuje vse pomembne informacije v zvezi z njim ter določili njegovo namembnost. Vse informacije smo prikazali v preglednici 6.

Hlebci poltrdega sira S'rjan imajo obliko valjev z zaobljenimi robovi, njihova teža je okrog 8 kg. Skorja sira je slamnato rumene barve, prav tako tudi testo, ki je čvrsto z redko posejanimi okroglimi očesi. Okus je blag in prijeten, lahko je tudi rahlo pikanten. Poltrdi sir je namenjen uživanju brez predhodne toplotne obdelave in ni primeren za alergike na mleko ali jajca, ker vanj dodajamo lizocim (encim jajčnega beljaka).

Preglednica 6: Opis poltrdega sira

Ime izdelka	Poltrdi sir S'rjan
Način uporabe izdelka	Uživanje brez predhodne termične obdelave
Sestavine	Termizirano kravje mleko, nejodirana sol, mikrobiološka kultura, sirišče (živalskega izvora), lizocim (encim jajčnega beljaka)
Izvor surovin in način shranjevanja	Kravje mleko prirejeno na kmetiji Hlebanja $\Rightarrow$ hladilni bazen v sklopu hleva ($T < 4\text{ }^{\circ}\text{C}$), sol $\Rightarrow$ v suhem skladišču mikrobiološka kultura (DVS) $\Rightarrow$ v zamrzovalniku ($T < -18\text{ }^{\circ}\text{C}$) sirišče $\Rightarrow$ Bioren v hladilniku ($T < 7\text{ }^{\circ}\text{C}$) zaščiteno pred svetlobo, lizocim $\Rightarrow$ v hladilniku ($T < 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) zaščiteno pred svetlobo
Tehnološki postopki	Termizacija mleka, tipizacija mleka, mlečnokislinska fermentacija, encimska koagulacija, soljenje v slanici, zorenje 2 - 5 mesecev
Fizikalno-kemijski parametri	Vsebuje 40 - 52 % mlečne maščobe v suhi snovi (m.m. v s.s.), 40 - 50 % vode, 55 - 63 % vode v nemaščobni snovi (nezorjen), 1,5 - 2,2 % NaCl, pH 5 - 6, a_w vrednost 0,97 - 0,94
Način pakiranja izdelka	Vakuumsko pakiranje v vrečke iz plastičnih materialov, pogoji skladiščenja vrečk: zaščiteno pred svetlobo, T : 18 - 25 $^{\circ}\text{C}$, vlaga v prostoru: 40 - 70 %
Rok uporabe izdelka	Pri pravilnem skladiščenju nekaj mesecev oziroma pri embaliranem siru 2 meseca od datuma pakiranja
Pogoji skladiščenja izdelka	Skladiščenje, pri 8 - 12 $^{\circ}\text{C}$ in relativni vlažnosti 80 - 85 %, nekaj mesecev
Način prodaje izdelka	Prodaja končnemu potrošniku na tržnicah in na kmetiji
Pogoji shranjevanja	V hladilniku pri temperaturi $T < 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ do konca roka uporabnosti
Način transporta izdelka	Avto s hladilno komoro ($T < 6\text{ }^{\circ}\text{C}$)

4.2.3 Izdelava analize tveganj in določitev preventivnih ukrepov za njihovo obvladovanje

Na podlagi hodograma izdelave poltrdega sira (slika 5), smo za vsak korak tehnološkega postopka, določili vsa potencialna tveganja: biološka (B), kemična (K) in fizična (F) ter ukrepe za njihovo preprečevanje.

Za vsako potencialno tveganje smo na podlagi ocene za stopnjo nevarnosti tveganja, pogostost tveganja in verjetnost neugotovljenega tveganja izračunali skupno oceno tveganja. Pri tem smo uporabili model za opisno in/ali številčno oceno tveganj (preglednica 7).

Preglednica 7: Model za opisno in/ali številčno oceno tveganj (Jevšnik in Ovca, 2015: 73)

Stopnja nevarnosti tveganja (S)	Pogostost tveganja (P)	Verjetnost neugotovljenega tveganja (V)
velika / ocena 5	velika / ocena 5	velika / ocena 5
srednja / ocena 3	srednja / ocena 3	srednja / ocena 3
majhna / ocena 1	majhna / ocena 1	majhna / ocena 1

Izračun za oceno tveganj = stopnja nevarnosti tveganja (S) x pogostost tveganja (P) x verjetnost neugotovljenega tveganja (V). Največje možno število točk ($5 \times 5 \times 5 = 125$); najmanjše možno število točk ($1 \times 1 \times 1 = 1$) (Jevšnik in Ovca, 2015)

Analizo tveganj, oceno tveganj in preventivne ukrepe za njihovo preprečevanje, smo za vse stopnje postopka izdelave poltrdega sira, prikazali v preglednici 8. Upoštevali smo tudi stopnje pred (sprejem surovin) in po samem postopku izdelave sira (skladiščenje, embaliranje in prodaja).

Preglednica 8: Analiza tveganj po stopnjah procesa izdelave poltrdega sira

Št.	Stopnja procesa	B K F	Opis tveganja	Ocena tveganja				Preventivni ukrepi
				S	P	V	Sk.	
1	Sprejem surovega mleka	B	Visoko SŠMO, visoko ŠSC, prisotnost patogenih MO ali kvarljivcev mleka	3	3	3	27	Testiranje mleka po načrtu vzorčenja, merjenje pH, temperature in senzorična kontrola ob sprejemu mleka v obrat
		K	Prisotnost zaviralnih snovi in drugih škodljivih kemikalij	5	1	5	25	Upoštevanje karence pri zdravljenju krav, redni servisi sistema za čiščenje mlekovoda (CIP)
		F	Tujki v mleku (dlake, seno itd.)	1	5	1	5	Filtriranje mleka med črpanjem iz prevoznega hladilnega bazena
2	Sprejem sirišča	B	Prisotnost patogenih MO ali tehnoloških kvarljivcev, presežen rok uporabe	5	1	3	15	Zanesljivi prodajalci, proizvodna specifikacija, izjava o zdravstveni ustreznosti, kontrola roka uporabe

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 8: Analiza tveganj po stopnjah procesa izdelave poltrdega sira

Št.	Stopnja procesa	B K F	Opis tveganja	Ocena tveganja				Preventivni ukrepi
				S	P	V	Sk.	
			neustrezni pogoji dostave ($T > 7^{\circ}\text{C}$)					
		K	Vsebnost težkih kovin in drugih kemikalij	1	1	5	5	Zanesljiv proizvajalec, proizvodna specifikacija
		F	Poškodovana transportna embalaža, prisotnost tujkov	1	1	1	1	Vizualna kontrola
2	Sprejem mikrobiološke kulture	B	Neaktivna kultura, prisotnost patogenih MO ali kvarljivcev, pretečen rok uporabe, neustrezni pogoji dostave (previsoka T)	5	1	3	15	Zanesljivi dobavitelji, proizvodna specifikacija, kontrola roka uporabe
		F	Poškodovana transportna embalaža	1	1	1	1	Vizualna kontrola
2	Sprejem lizozima	B	Prisotnost patogenih MO ali kvarljivcev	3	1	5	15	Zanesljivi dobavitelji, proizvodna specifikacija
		K	Težke kovine in druge kemikalije	1	1	5	5	Zanesljivi dobavitelji, proizvodna specifikacija
		F	Poškodovana embalaža	1	1	1	1	Vizualna kontrola
2	Sprejem soli	B	Mikrobiološka kontaminacija	1	1	5	5	Zanesljivi dobavitelji, proizvodna specifikacija
		K	Vsebnost težkih kovin in drugih kemičnih primesi	3	1	5	15	Zanesljivi dobavitelji, proizvodna specifikacija
		F	Tujki (kamenčki, ipd.), vlaga, poškodovana embalaža	1	1	1	1	Vizualna kontrola
2	Sprejem embalaže	B	Patogeni MO ali kvarljivci	3	1	5	15	Zanesljivi dobavitelji
		K	Migracija snovi iz embalaže	1	1	5	5	Zanesljivi dobavitelji, izjava o skladnosti embalaže
		F	Prisotnost tujkov, poškodovana transportna embalaža	1	1	1	1	Vizualna kontrola
3		B	Rast patogenih MO ali kvarljivcev, izguba	3	1	5	15	Upoštevanje navodil proizvajalca za pogoje

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 8: Analiza tveganj po stopnjah procesa izdelave poltrdega sira

Št.	Stopnja procesa	B K F	Opis tveganja	Ocena tveganja				Preventivni ukrepi
				S	P	V	Sk.	
	Skladiščenje dodatkov in embalaže		aktivnosti (kultura, sirišče), navzkrižna kontaminacija					shranjevanja, kontrola roka uporabe, izvajanje DHP in DPP, nadzor temperature, zapiranje embalaže
		F	Iztrebki glodalcev, mrčes	3	1	1	3	Izvajanje DDD, vizualna kontrola
		K	Vlaga	1	3	1	3	Ustrezni skladiščni prostori, vizualna kontrola
4	Tipizacija mleka	B	Kontaminacija s kvarljivci ali patogenimi MO	1	1	5	5	Redno vzdrževanje in čiščenje posnemalnika
5	Termizacija mleka	B	Preživetje in rast kvarljivcev ali patogenih MO	3	3	5	45	Kontrola temperature in časa termizacije, zagotavljanje konstantnega pretoka skozi pasterizator in vzdrževalnik
		K	Pralna sredstva	1	1	5	5	Redni servisi sistema CIP
6	Hlajenje mleka	B/K/F	Rekontaminacija (mešanje s surovim mlekom ali hladilno vodo)	3	1	5	15	Zagotavljanje razlike tlaka, redni pregledi in vzdrževanje pasterizatorja
7	Dodajanje lizozima	B	Kontaminacija med pripravo in dodajanjem raztopine lizozima	1	1	5	5	Izvajanje DHP in DPP, neoporečna pitna voda
		K	Alergen	5	5	1	25	Pravilno napisana deklaracija končnega izdelka
8	Dodajanje kulture	B	Mikrobiološka kontaminacija med pripravo in dodajanjem kulture	3	1	5	15	Izvajanje DHP, DPP
9	Zorenje mleka	B	Počasna rast MKB iz mikrobiološke kulture, prevlada neželenih ali škodljivih MO	5	3	3	45	Preverjanje aktivnosti kulture pred uporabo (merjenje pH), kontrola temperature in časa zorenja ter količine dodane kulture, merjenje pH ali SH
10	Dodajanje sirišča	B/K/F	Kontaminacija med pripravo in dodajanjem sirišča	1	1	5	5	Izvajanje DHP in DPP, neoporečna pitna voda
11	Usirjanje	B	Rast kvarljivcev ali patogenih MO zaradi	5	1	3	15	Natančno odmerjanje sirišča, kontrola temperature ter časa

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 8: Analiza tveganj po stopnjah procesa izdelave poltrdega sira

Št.	Stopnja procesa	B K F	Opis tveganja	Ocena tveganja				Preventivni ukrepi
				S	P	V	Sk.	
			predolgega usirjanja in slabe rasti MKB					kosmičenja in usirjanja, merjenje vrednosti pH
12	Predsirjenje	B	Navzkrižna kontaminacija (oprema in osebje)	3	1	5	15	Upoštevanje DHP in DPP
13	Dogrevanje z vročo vodo	B/K/F	Navzkrižna kontaminacija (voda, oprema, osebje), rast kvarljivcev ali patogenih MO, počasna rast MKB iz mikrobiološke kulture, slaba sinereza	3	3	3	27	Analiza pitne vode po planu vzorčenja, UV sterilizacija vode, filtri, upoštevanje DHP, DPP, merjenje temperature in časa dogrevanja, natančen izračun in merjenje količine in temperature dodane vode, merjenje pH
14	Sušenje sirnega zrna	B	Rast kvarljivcev ali patogenih MO, počasna rast MKB iz mikrobiološke kulture, slaba sinereza	3	3	3	27	Nadzor temperature in vrednosti pH
15	Oblikovanje sira pod nivojem sirotke	B	Navzkrižna kontaminacija (oprema in osebje)	3	1	5	15	DHP, DPP
16	Stiskanje	B	Navzkrižna kontaminacija, rast patogenih MO ali kvarljivcev zaradi počasne acidifikacije in slabega iztekanja sirotke	3	3	3	27	DHP, DPP, kontrola temperature v prostoru, merjenje pH, kontrola tlaka
17	Priprava slanice	B/K/F	Navzkrižna kontaminacija (sol, voda, osebje)	3	1	3	9	Merjenje temperature pasterizacije, nadzor sprejema surovin, DHP, DPP
18	Soljenje v slanici	B	Rast kvarljivcev ali patogenih MO v slanici	3	1	5	15	Preverjanje vonja in izgleda ter redna pasterizacija in filtriranje slanice, merjenje in uravnavanje pH, temperature in koncentracije soli
19	Sušenje sira	B	Navzkrižna kontaminacija (police za odcejanje, okolje, osebje), rast neželenih in škodljivih MO na površini sira in v siru	3	1	5	15	Redno čiščenje polic, DHP, DPP, uravnavanje temperature in relativne vlage v prostoru
20	Zorenje sira	B	Rast kvarljivcev ali patogenih MO v siru in na površini sira, navzkrižna	3	3	3	27	DHP, DPP, redno čiščenje desk, nega skorje sira s slano vodo, uravnavanje temperature in

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 8: Analiza tveganj po stopnjah procesa izdelave poltrdega sira

Št.	Stopnja procesa	B K F	Opis tveganja	Ocena tveganja				Preventivni ukrepi
				S	P	V	Sk.	
			kontaminacija (police, osebje, okolje)					relativne vlage v zoričnem prostoru
21	Skladiščenje	B	Rast kvarljivcev ali patogenih MO v siru in na površini sira, navzkrižna kontaminacija (police, osebje, okolje)	3	1	3	9	DHP, DPP, nega skorje sira, uravnavanje temperature in relativne vlage v skladiščnem prostoru
22	Embaliranje	B/K/F	Navzkrižna kontaminacija (embalaža, osebje, oprema), nezadosten vakuum	5	1	3	15	DHP, DPP, uporaba neoporečne embalaže, redno vzdrževanje stroja za vakuumsko pakiranje
23	Shranjevanje in prodaja	B	Rast kvarljivcev ali patogenih MO	5	1	3	15	Merjenje temperature hladilne vitrine, vizualna kontrola embalaže, DHP, DPP

Legenda: B – biološko tveganje, K – kemično tveganje, F – fizično tveganje, S – stopnja nevarnosti tveganja, P – pogostost tveganja, V – verjetnost neugotovljenega tveganja, Sk. – skupna ocena tveganja

Nato smo skupno oceno tveganja ovrednotili z določitvijo kriterijev za stopnje tveganj (preglednica 9). Nizka stopnja tveganja pomeni, da obstaja majhna verjetnost, da se bo tveganje pojavilo in imelo negativne posledice za varnost sira. Srednja stopnja tveganja pomeni, da se tveganje lahko pojavi, če določeni parametri niso doseženi. Visoka stopnja tveganja pomeni, da obstaja velika verjetnost, da se bo pri izvajanju postopka tveganje pojavilo in vplivalo na varnost sira.

Preglednica 9: Vrednotenje tveganj

Skupna ocena tveganja	Stopnja tveganja
1 – 14	nizko tveganje
15 – 45	srednje tveganje
46 – 125	visoko tveganje

Visoke stopnje tveganja nismo določili na nobenem koraku postopka izdelave poltrdega sira, zato bomo KT in KKT določili za vse korake procesa na katerih smo določili srednjo stopnjo tveganja.

4.2.4 Določitev KKT z uporabo dreves odločitve

Po določitvi potencialnih tveganj in njihovi analizi, smo za korake procesa s srednjo stopnjo, kjer je bila skupna ocena tveganja višja od 15 preverili, ali je na tej stopnji KT ali KKT, pri čemer smo si pomagali z drevesoma odločitve (slika 3 in slika 4) in zaporedjem vprašanj:

Vprašanje 1: Ali se lahko pojavi tveganje za zdravje potrošnika, če izgubimo nadzor?

DA $\Rightarrow$ na vprašanje 2, NE $\Rightarrow$ KT

Vprašanje 2: Ali obstajajo kontrolni preventivni ukrepi?

DA $\Rightarrow$ na vprašanje 3, NE $\Rightarrow$ ni KKT

Vprašanje 3: Ali ta stopnja odpravi ali zmanjša tveganje na sprejemljivo raven?

DA $\Rightarrow$ KKT, NE $\Rightarrow$ na vprašanje 4

Vprašanje 4: Ali lahko na tej stopnji nastane nedopustno onesnaženje ali pa se obstoječe poveča na nesprejemljivo raven?

DA $\Rightarrow$ na vprašanje 5, NE $\Rightarrow$ ni KKT

Vprašanje 5: Ali bo na kateri od naslednjih stopenj tveganje odpravljeno oz. zmanjšano na sprejemljivo raven?

DA $\Rightarrow$ ni KKT, NE $\Rightarrow$ KKT

Določitev KKT po stopnjah procesa izdelave poltrdega sira, potencialna tveganja in odgovore na vprašanja smo prikazali v preglednici 10.

Preglednica 10: Določitev KT in KKT v procesu izdelave poltrdega sira z uporabo dreves odločitve

Št.	Stopnja procesa	Tveganje	Vprašanja					KT/KKT
			1	2	3	4	5	
1	Sprejem surovega mleka	Visoko SŠMO, visoko ŠSC, prisotnost patogenih MO ali kvarljivcev v mleku	DA	DA	DA	/	/	KKT 1
		Prisotnost zaviralnih snovi in drugih škodljivih kemikalij	DA	NE	/	/	/	KT
2	Sprejem sirišča	Prisotnost patogenih MO ali kvarljivcev	DA	NE	/	/	/	KT
2	Sprejem mikrobiološke kulture	Neaktivna kultura, prisotnost patogenih MO ali kvarljivcev	DA	DA	NE	DA	DA	KT
2	Sprejem lizozima	Prisotnost patogenih MO ali kvarljivcev	DA	NE	/	/	/	KT
2	Sprejem soli	Vsebnost težkih kovin in drugih kemičnih primesi	DA	DA	NE	NE	/	KT
2	Sprejem embalaže	Patogeni MO ali kvarljivci	DA	NE	/	/	/	KT
3	Skladiščenje dodatkov in embalaže	Rast patogenih MO ali kvarljivcev, izguba	DA	DA	NE	DA	DA	KT

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 10: Določitev KT in KKT v procesu izdelave poltrdega sira z uporabo dreves odločitve

Št.	Stopnja procesa	Tveganje	Vprašanja					KT/KKT
			1	2	3	4	5	
		aktivnosti (kultura, sirišče), navzkrižna kontaminacija						
5	Termizacija mleka	Preživetje in rast kvarljivcev ali patogenih MO	DA	DA	DA	/	/	KKT 2
6	Hlajenje mleka	Rekontaminacija (mešanje s surovim mlekom ali hladilno vodo)	DA	DA	NE	DA	NE	KKT 3
7	Dodajanje lizocima	Alergen	DA	DA	NE	DA	DA	KT
8	Dodajanje kulture	Mikrobiološka kontaminacija med pripravo in dodajanjem kulture	DA	NE	/	/	/	KT
9	Zorenje mleka	Počasna rast MKB iz mikrobiološke kulture, prevlada neželenih ali škodljivih MO	DA	DA	NE	DA	NE	KKT 4
11	Usirjanje	Rast tehnoloških ali patogenih MO zaradi predolgega usirjanja in slabe rasti MKB	DA	DA	NE	DA	NE	KKT 5
12	Predsirjenje	Navzkrižna kontaminacija	DA	NE	/	/	/	KT
13	Dogrevanje z vročo vodo	Navzkrižna kontaminacija, rast kvarljivcev ali patogenih MO, počasna rast MKB iz mikrobiološke kulture	DA	DA	NE	DA	NE	KKT 6
14	Sušenje sirnega zrna	Rast kvarljivcev ali patogenih MO, počasna rast MKB iz mikrobiološke kulture, slaba sinereza	DA	DA	NE	NE	/	KT
15	Oblikovanje sira pod nivojem sirotke	Navzkrižna kontaminacija (oprema in osebje)	DA	NE	/	/	/	KT
16	Stiskanje sira	Navzkrižna kontaminacija, rast kvarljivcev ali patogenih MO	DA	DA	NE	DA	NE	KKT 7

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 10: Določitev KT in KKT v procesu izdelave poltrdega sira z uporabo dreves odločitve

Št.	Stopnja procesa	Tveganje	Vprašanja					KT/KKT
			1	2	3	4	5	
18	Soljenje v slanici	Rast kvarljivcev ali patogenih MO v slanici	DA	DA	NE	DA	NE	KKT 8
19	Sušenje sira	Navzkrižna kontaminacija (police za odcejanje, okolje, osebje), rast MO na površini sira in v siru	DA	DA	NE	NE	/	KT
20	Zorenje sira	Rast kvarljivcev ali patogenih MO v siru ali na površini sira	DA	DA	NE	DA	NE	KKT 9
21	Skladiščenje sira	Rast kvarljivcev ali patogenih MO v siru ali na površini sira	DA	DA	NE	DA	NE	KKT 10
22	Embaliranje	Navzkrižna kontaminacija (embalaža, osebje, oprema), nezadosten vakuum	DA	DA	NE	DA	DA	KT
23	Shranjevanje in prodaja	Rast kvarljivcev ali patogenih MO	DA	DA	NE	DA	NE	KKT 11

Legenda: KT – kritična točka, KKT – kritična kontrolna točka

4.2.4.1 Opis in razlaga KKT

S pomočjo dreves odločitve smo v tehnološkem postopku izdelave poltrdega sira določili enajst KKT in sicer:

- Na stopnji št. 1, sprejem surovega mleka, **KKT 1**.

Potencialno biološko tveganje na tej stopnji predstavlja prisotnost patogenih MO, njihovih spor in toksinov ali tehnoloških kvarljivcev in njihovih encimov v mleku.

V mleku razdelimo MO na tehnološko koristne (MKB, propionske bakterije, žlahtne plesni), škodljive MO oz. kvarljivce, ki povzročajo kvar in napake mleka in mlečnih izdelkov (proteolitični, lipolitični MO) in zdravju škodljive oziroma patogene MO, ki ogrožajo zdravje potrošnika (povzročajo infekcije in zastrupitve). Poseljenost mleka z MO takoj po molži imenujemo primarna mikrobiota mleka in je odraz higiene molže oziroma higienskih razmer pri oskrbi živali in v hlevu ter zdravstvenega stanja živali. Število MO, ki jih vsebuje mleko pri prevzemu v predelovalni obrat pa imenujemo sekundarna mikrobiota mleka. Velikost in sestava sekundarne mikrobiote sta odvisni od hitrosti in temperature hlajenja

mleka po molži, dolžine skladiščenja, higiene opreme za hlajenje in primarne mikrobiote mleka. Zato se z ugotavljanjem SŠMO določa bakteriološko sprejemljivost oziroma higiensko kakovost surovega mleka, saj je dober indikator bakteriološke okužbe med pridobivanjem mleka (Rogelj, 2003).

Visoko SŠMO v mleku predstavlja biološko tveganje, saj obstaja velika verjetnost, da tako mleko vsebuje veliko spor in toksinov, ki so termostabilni in jih s termizacijo ne moremo odstraniti, prav tako termizacijo preživijo termodurne bakterije. Visoka poseljenost mleka s škodljivimi MO (kvarljivci) predstavlja nevarnost, da bo v njem veliko njihovih presnovnih produktov, ki ovirajo delovanje MKB, ali termostabilnih encimov (proteolitičnih in lipolitičnih), ki povzročajo razgradnjo beljakovin in maščob, ter s tem kvar mleka in sira. Poleg SŠMO se kot merilo kakovosti surovega mleka uporablja tudi ŠSC. Somatske celice so predvsem epitelne celice mlečne žleze ter krvne celice (eritrociti, levkociti) in pridejo v mleko med njegovim nastajanjem. Do povečanega števila somatskih celic v mleku pride, če je tkivo mlečne žleze vneto ali razdraženo in je pokazatelj slabšega zdravstvenega stanja živali (mastitisa), povzročajo pa ga različne bakterije, med katerimi so tudi patogene. Slednje lahko proizvajajo termostabilne toksine v mleku, kar predstavlja tveganje za zdravje potrošnika. Mastitično mleko vsebuje večjo količino proteolitičnih encimov, ki razgrajujejo beljakovine (kazein), zato se slabše usirja, poleg tega ima tudi spremenjeno sestavo mineralov, predvsem manj kalcija, kar poslabša izločanje sirotke (sinerezo).

Ker se mleko vzorči za določanje SŠMO le dvakrat mesečno in za določanje ŠSC trikrat mesečno, kar nam da le okvirno sliko mikrobiološke kakovosti, jo moramo ob vsakem sprejemu mleka v obrat določiti posredno s senzorično kontrolo (vonj, okus, izgled) in merjenjem pH, pomembna je tudi temperatura mleka, ki mora biti $< 4^{\circ}\text{C}$.

Znane so tudi nekatere najpogostejše napake mleka, ki so posledica mikrobiološkega delovanja (Mavrin in Oštir, 2002):

- Povišana kislinška stopnja mleka je zelo pogosta napaka, zlasti poleti. Zaznamo jo lahko že s čutili, natančneje njegovo kislost izmerimo s titracijo z NaOH ali s pH metrom. Pri močno povečani kislosti pride do poškodb beljakovin mleka, ki se med toplotno obdelavo izkosmičijo. To napako povzročajo MKB in koliformne bakterije (*Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*).
- Sladko sirjenje mleka je posledica delovanja proteolitičnih encimov, ki jih proizvajajo nekatere bakterije iz rodu *Bacillus* in katalizirajo razgradnjo beljakovin mleka. Pri toplotni obdelavi se poškodovane beljakovine izkosmičijo.
- Žarko-slano mleko je posledica delovanja lipolitičnih MO, ki razgrajujejo maščobe in fosfolipide (nekateri plesni in kvasovke, *Pseudomonas*, nekatere koliformne bakterije) ali paposledica hudih vnetij mlečne žleze.
- Vlečljivo ali sluzavo mleko je bolj viskozno in se »vleče v niti«; vzrok so bakterije, ki tvorijo ovojnice ali kapsule (nekateri koliformne bakterije, rod *Kleibsell* in drugi).
- Nenormalno obarvano mleko je lahko modrikasto, kar je posledica delovanja bakterij iz rodu *Chromobacter*, ali rdečkasto, za kar je vzrok okužba z bakterijo *Serratia marcescens*.

Zato je pomembno, da ob sprejemu mleka v obrat senzorično preverimo ali je mleko ustreznega vonja, okusa in videza ter mu izmerimo temperaturo in vrednost pH, ki mora biti za sveže mleko med 6,5 in 6,7 (mejna vrednost: 6,3 - 6,9).

➤ Na stopnji št. 5, termizacija mleka, **KKT 2.**

Biološko tveganje predstavlja možnost preživetja in rasti neželene in škodljive mikrobiote v mleku. Nekateri patogeni MO ali kvarljivci se lahko v primeru, da preživijo termizacijo, med tehnološkim postopkom, zaradi različnih vzrokov, namnožijo do take mere, da predstavljajo tveganje za varnost sira. Preventivna ukrepa s katerima zmanjšamo tveganje sta nadzor nad temperaturo in zadrževalnim časom termizacije, pri tem je pomemben konstanten pretok mleka skozi pasterizator in vzdrževalnik. Termorezistentni MO lahko rastejo na ploščah pasterizatorja in tako okužijo mleko med termizacijo, zato je nujno redno in učinkovito čiščenje ploščnega pasterizatorja.

Po termizaciji mleka je zelo pomembno preprečevanje rekontaminacije mleka. Glavni viri navzkrižne kontaminacije so zrak, voda, oprema, osebe, starterske kulture, sirišče in embaliranje.

Na stopnji št. 6, hlajenje mleka, **KKT 3.**

Biološko tveganje na tej stopnji predstavlja možnost mešanja termiziranega mleka s hladilno vodo ali surovim mlekom, ki tečeta v protitoku. To predstavlja veliko nevarnost mikrobiološke kontaminacije v kolikor pride do napake v delovanju pasterizatorja, zato so nujni redni pregledi in servisi pasterizatorja.

➤ Na stopnji št. 9, zorenje mleka, **KKT 4.**

Na tej stopnji biološko tveganje predstavljata rast in prevlada patogenih MO ter kvarljivcev. V primeru, ko je mikrobiološka kultura zaradi različnih vzrokov (zaviralne snovi, bakteriofagi, temperatura) neaktivna in slabo raste v mleku ter posledično ne proizvaja dovolj mlečne kisline, lahko pride do prevlade kvarljivcev ali patogenih MO v mleku. Pomembna je uporaba aktivne mikrobiološke kulture, ki hitro presnavlja laktozo v mlečno kislino in tako povzroči hiter padec vrednosti pH, s čimer zavira rast neželene mikrobiote v sirnini in nenazadnje zagotovi varen sir.

Na aktivnost starterskih kultur lahko negativno vpliva več dejavnikov, kar vodi v slabo kakovost fermentiranih mlečnih izdelkov. Vzrok slabe aktivnosti je lahko neustreznost sevov, pogostejše pa so to zunanji dejavniki, ki vključujejo okužbo z bakteriofagi, ostanke antibiotikov in čistilnih sredstev, razlike v sestavi mleka, ki so posledica mastitisa ali sezonskih odstopanj ter metabolite kvarljivcev (Surono in Hosono, 2011).

Slabše fermentacijske sposobnosti starterske kulture lahko povzroči tudi nepravilno rokovanje s kulturo, nihanje temperature inkubacije in prekomerna acidifikacija. Aktivnost starterske kulture spremljamo z merjenjem vrednosti pH na vsakem koraku postopka izdelave sira od dodajanja mikrobiološke kulture naprej.

➤ Na stopnji št. 11, usirjanje mleka, **KKT 5**.

Tako kot v KKT 4, lahko tudi na tej stopnji pride do slabše rasti mikrobiološke kulture in s tem do prevlade neželjene mikrobiote v mleku. Zaradi slabšega usirjanja, ki je lahko posledica slabe aktivnosti sirišča, premajhne količine dodanega sirišča, previsoke vrednosti pH ali prenizke temperature, koagulum nima ustrezne čvrstosti, kar poslabša sinerezo in povzroči napake v teksturi sira (mehko in mazavo testo). Slabše se usirja tudi mastitično mleko.

➤ Na stopnji št. 13, dogrevanje sirnine z vročo vodo, **KKT 6**.

Na tej stopnji lahko pride do kontaminacije z oporečno vodo in do povečane rasti neželenih MO. Voda je lahko onesnažena z neželenimi in škodljivimi MO, tveganje predstavljajo predvsem tisti, ki rastejo v in na siru med zorenjem ter povzročajo napihovanje in kvar sira. Sirnino dogrevamo na $T\ 36 - 40\ ^\circ\text{C}$, ki je za večino patogenih MO optimalna in spodbudi njihovo rast v kolikor so prisotni v sirnini in če je mlečnokislinska kultura neaktivna. Paziti moramo, da sirotke in s tem laktoze ne razredčimo preveč ter da ne dogrevamo prehitro in na previsoko T , saj s tem lahko upočasnimo rast in delovanje MKB.

Glavne faze vključene v nadzor rasti patogenih bakterij med proizvodnjo sira so termizacija mleka, temperatura dogrevanja in čas sušenja sirnega zrna ter stopnja padca vrednosti pH sirnine.

Časovno-temperaturni režim, ki se uporablja pri dogrevanju in sušenju sirnega zrna ter vključuje stopnjo dogrevanja, čas sušenja in nadaljnjo stopnjo hlajenja, je pomemben parameter nadzora nad rastjo patogenih MO med proizvodnjo sira. Veliko sirov se dogreva na temperature od 34 do $40\ ^\circ\text{C}$, ki spodbudijo rast patogenih MO, v kolikor so prisotni v sirnini. Na rast patogenih MO pomembno vpliva tudi starterska kultura, ki z ustrezno fermentacijo povzroči hiter padec pH sirnine in s tem inhibira patogene MO, medtem ko se pri počasni rasti MKB, zaradi kontaminacije s fagi in/ali ostankov antibiotikov v mleku, lahko pojavi zaskrbljujoča rast patogenih MO v prvih urah proizvodnje (Cogan, 2011a).

➤ Na stopnji št. 16, stiskanje sira, **KKT 7**.

Med stiskanjem sira lahko pride do slabše aktivnosti mikrobiološke kulture, kar se odraža v manjši acidifikaciji in slabšem odtekanju sirotke. Zaradi slabše rasti MKB, lahko pride do prevlade patogenih MO ali kvarljivcev. Ker se sir pod stiskalnico lahko hitro shladi je pomembno, da nadziramo temperaturo prostora v katerem poteka stiskanje.

➤ Na stopnji št. 18, soljenje sira v slanici, **KKT 8**.

Zaradi prenizke koncentracije soli v slanici in previsoke vrednosti pH slanice lahko v njej rastejo nekateri halofilni MO s katerimi se okuži sir med soljenjem. Zaradi soljenja v slanici s prenizko koncentracijo soli in previsoko vrednostjo pH ali prenizko vsebnostjo kalcija, ima sir mehko skorjo z visoko vsebnostjo laktoze, kar spodbudi rast plesni in kvasovk na površini sira in s tem sluzasto ter pikčasto razbarvano skorjo sira.

➤ Na stopnji št. 20, zorenje sira, **KKT 9**.

Med zorenjem sira tveganje predstavljajo patogeni MO in kvarljivci, ki so preživel ostale postopke v procesu predelave oziroma je do okužbe prišlo med predelavo in lahko rastejo v pogojih, ki vladajo v siru med zorenjem. Zaradi pogojev v zorilnici in kontaminacije, na površini sirov lahko rastejo plesni in kvasovke, ki povzročajo napake sira, lahko pa predstavljajo tudi tveganje za zdravje potrošnika, saj nekatere plesni proizvajajo mikotoksine.

Pri poltrdih in trdih tipih sirov predstavlja dodatno oviro za razmnoževanje in aktivnost patogenih bakterij dolgo zorenje (nekaj tednov do nekaj mesecev), med katerim protimikrobni metaboliti MKB ustvarjajo neugodne pogoje za njihovo delovanje (Rogelj, 2003).

Dejavniki, ki nadzirajo rast patogenih MO v siru med zorenjem, so vlaga, sol, nitrati, pH in temperatura zorenja, vendar niso vsi učinkoviti proti vsem MO. Tako lahko naprimer *Staphylococcus aureus* in *Listeria monocytogenes* rasteta ob prisotnosti 15 % in 10 % NaCl. Vsebnosti soli in vlage sta tesno povezani, saj je sol raztopljen v vodi in tako znižuje a_w . Vrednost pH večine trdih in poltrdih sirov je na začetku zorenja približno 5,3 in med zorenjem počasi naraste na 5,5, taka vrednost pH ima pomemben inhibitorski učinek na rast patogenih MO. Temperatura zorenja sirov, okrog 12 °C, je veliko nižja od optimalne temperature za rast patogenih MO, zato bo, v kolikor so prisotni, njihova rast zelo počasna. Izjema je *Listeria monocytogenes*, ki je psihotrof in lahko raste pri temperaturi 4 °C. Oksido-redukcijski potencial sira je nizek (~ -250 mV), kar je posledica rasti MKB, vendar ne vpliva na rast patogencev, saj so vsi fakultativni anaerobi. Preprečevanje kontaminacije mleka in natančno upoštevanje DHP med proizvodnjo sira in zorenjem zmanjša pojavnost patogenih MO v siru, poleg tega je izvajanje sistema HACCP zelo učinkovito pri preprečevanju rasti patogenih MO v siru, uporaba aktivne s fagi neokužene starterske kulture ter termizacija mleka pa sta glavni KKT (Cogan, 2011a).

Med zorenjem se lahko pojavi pozno napihovanje sirov, ki ga povzročata paličasti, sporogeni maslenokislinski bakteriji *C. butyricum* in *C. tyrobutyricum*. V začetnih fazah izdelovanja sira se maslenokislinske bakterije slabše razvijajo, saj za rast rabijo kalcijeve laktate, ki nastajajo iz mlečne kisline med zorenjem sira. Kljub temu, da siri, še posebno tisti, narejeni iz pasteriziranega mleka, ne predstavljajo velikega tveganja za zdravje, zahteva njihova proizvodnja striktno izvajanje HACCP-principov in doseganje predpisanih mikrobioloških kriterijev (Rogelj in Perko, 2003).

➤ Na stopnji št. 21, skladiščenje sira, **KKT 10**.

Pojavljajo se enaka tveganja kot pri zorenju sira. Rast MO na skorji sira lahko negativno vpliva na kakovost sira, posebno na okus in izgled. Zlasti pomembna je rast plesni (nekateri med njimi lahko proizvajajo mikotoksine), korinebakterij in kvasovk.

Obilna rast kvasovk in korinebakterij na površini sira lahko povzroči sluzasto skorjo in pikčasta razbarvanja. Vzroki za rast teh MO so neustrezno sušenje skorje po soljenju v slanici, visoka vsebnost laktoze v skorji, ki je posledica nezadostne acidifikacije sira, šibka

slanica z visoko vrednostjo pH in slabo očiščene police. Rast plesni povzroča razbarvanja in okus po zatohlem, pod ekstremnimi pogoji lahko povzroči tveganje za zdravje potrošnika, zaradi tvorbe mikotoksinov. Večina napak pri sirih je mikrobiološkega izvora, spremenjena sestava sira (vsebnost soli, vode in sladkorja ter vrednost pH), ki je posledica napak v tehnološkem postopku, lahko vpliva na rast neželenih bakterij. Rast slednjih je intenzivnejša, če je vrednost pH višja in če je prisoten nefermentiran sladkor, kar pa ob neustrezni acidifikaciji, vodi do napak (Walstra, 2006).

Zato je za preprečevanje številnih napak sira nujen nadzor procesa.

Najpomembnejše napake in ukrepi za njihovo preprečevanje so (Düsterhöft in sod., 2011):

- **Maslenokislinska fermentacija:** rast anaerobne bakterije *Clostridium tyrobutyricum*, ki izvira iz spor v mleku, povzroča pozno napihovanje (velika očesa in/ali razpoke s sladkim in maslenim priokusom) v siru starem od enega do petih mesecev. Večinoma jo lahko preprečimo z uporabo nitrata in baktofugiranja.
- **Sluzasta skorja:** rasti korinebakterij na skorji sira se lahko izognemo z dobro acidifikacijo med izdelavo sira in dobrimi pogoji sušenja skorje sira. Sluzasta skorja je lahko tudi posledica prenizke koncentracije kalcija v slanici.
- **Rast plesni:** izognemo se ji s pravimi pogoji sušenja skorje sira po soljenju in pravimi pogoji ter nego sira med zorenjem.
- **Grenkoba:** nastane med zorenjem, vzroka zanjo sta prevelika količina sirišča ali prenizek pH pred stiskanjem, kar vodi v zadrževanje sirišča v siru. Vendar je glavni razlog uporaba starterske kulture z nezadostno peptidazno aktivnostjo za razgradnjo grenkih peptidov.
- **Napake v teksturi:** Razen nastanka razpok ali prevelikih lukenj, se lahko zgodi, da ima sir preveč majhnih oces ali celo luknjic. V izogib temu, mleko ne sme vsebovati preveč zračnih mehurčkov. Med mešanjem sirnine moramo paziti, da se vanjo ne ujame preveč zraka. Sprejemanje sirnega zrna v kepe povzroči zastajanje sirotke in sirotkina gnezda.

➤ Na stopnji št. 23, shranjevanje in prodaja, **KKT 11**.

Med shranjevanjem in distribucijo lahko pride do rasti neželenih in škodljivih MO, v kolikor je temperatura shranjevanja previsoka ali če pride do poškodbe embalaže in s tem do izgube vakuumu. Pomemben je tudi nadzor roka uporabe in pravilno napisana deklaracija (alergeni).

Čeprav prisotnost zaviralnih snovi in drugih škodljivih kemikalij ter mikotoksinov v mleku predstavlja kemično tveganje, ki ga med postopkom ne moremo odstraniti ali zmanjšati na sprejemljivo raven, v našem primeru to ni KKT, saj na tej točki ni kontrolnih preventivnih ukrepov. Analiz za ugotavljanje njihove prisotnosti ne izvajamo, ker imamo mleko lastne prireje. Ta KT je KKT procesa pridobivanja mleka, nadzor je vzpostavljen z upoštevanjem karenčne dobe zdravl pri zdravljenju živali in vodenjem dnevnika veterinarskih posegov, z rednimi servisi in nadzorom delovanja sistema CIP za čiščenje mlekovoda ter z nadzorom sprejema in shranjevanja krme.

4.2.5 Določitev parametrov spremljanja in njihovih kritičnih mejnih vrednosti

Za vsako KKT v procesu smo določili parametre spremljanja in njihove kritične mejne vrednosti. Prav tako smo za vsako KKT določili popravne postopke, katerih namen je ugotoviti vzroke za odstopanja od kritičnih mejnih vrednosti in njihova odprava.

Mikrobiološko tveganje neposredno spremljamo le na prvi stopnji procesa izdelave poltrdega sira, tako KKT1 spremljamo s periodičnim vzorčenjem mleka, v skladu z načrtom vzorčenja, za testiranje na SŠMO, ŠSC in prisotnost patogenih MO. Ker so mikrobiološke analize dolgotrajne in ne dajo rezultata v doglednem času za vsakodnevni nadzor predelave, ter veliko stanejo, vzorčimo le nekajkrat na mesec (glede na plan vzorčenja). Mikrobiološko tveganje na tej KKT pa vsakodnevno spremljamo posredno s senzorično analizo mleka ter z merjenjem vrednosti pH ali SH in temperature ob sprejemu mleka v sirarski obrat.

Prav tako mikrobiološka tveganja v ostalih KKT spremljamo posredno z merjenjem fizikalnih in kemijskih parametrov. Fizikalne in kemijske kritične mejne vrednosti moramo postaviti tako, da njihova prekoračitev pomeni mikrobiološko tveganje.

Parametri, ki jih spremljamo v KKT postopka izdelave poltrdega sira so:

- temperatura,
- čas,
- kislost (pH ali SH),
- pretok,
- koncentracija soli,
- vlaga,
- tlak in
- okus, vonj ter izgled.

Kritične mejne vrednosti, parametre spremljanja in popravne postopke za vsako KKT smo prikazali v preglednici 11.

Preglednica 11: Spremljanje in kritične mejne vrednosti parametrov KKT ter popravni postopki

Stopnja postopka	KKT	Tveganje	Parametri spremljanja	Kritična mejna vrednost	Popravni postopek
Sprejem surovega mleka	KKT 1	Visoko SŠMO in ŠSC ali prisotnost patogenih MO	Vzorčenje mleka po načrtu vzorčenja. Senzorična kontrola (vonj, okus, videz) ter merjenje T in vrednosti pH mleka ob vsakem sprejemu	SŠMO < 100 000, ŠSC < 400 000, patogeni MO: (preglednica 14), normalnega videza brez tujih okusov in vonjav, mejna vrednost pH: 6,3 - 6,9, ciljna vrednost pH: 6,5 - 6,7 T < 4 °C	Pregled krav na mastitis, pregled in razkuževanje opreme za molžo, izboljšanje higijene molže, kontrola delovanja in popravilo bazena za hlajenje mleka, ponovna nastavitev temperature hlajenja
Termizacija mleka	KKT 2	Preživetje in rast kvarljivcev ali patogenih MO	Merjenje T na koncu zadrževalne sekcije (ves čas postopka), merjenje pretoka (l/s) mleka skozi pasterizator (ves čas postopka)	Zadrževalni čas: 15 s Kritična mejna vrednost: 63 - 65 °C Ciljna vrednost: 64 °C	Kontrola delovanja in servis pasterizatorja, ponovna termična obdelava, ponovna nastavitev pretoka skozi pasterizator, ponovna nastavitev T vzdrževalnika
Hlajenje mleka	KKT 3	Mešanje s surovim mlekom ali hladilno vodo	Nadzor nad razliko pritiskov v pasterizatorju (ves čas postopka), pregledi tesnil in plošč (enkrat letno)	Konstanten tlak, nedotrjana tesnila in plošče	Ponovna termična obdelava, kontrola delovanja in popravilo ploščnega pasterizatorja, menjava dotrajanih tesnil in plošč
Zorenje mleka	KKT 4	Rast kvarljivcev ali patogenih MO	Merjenje T in vrednosti pH ali SH pred inokulacijo in pred dodajanjem sirišča, merjenje časa zorenja (vsaka serija)	T: 29,5 - 31 °C, pH pred inokulacijo: 6,5 - 6,7 (6,2 - 7,5 SH) pH pred dodajanjem sirišča: 6,5 - 6,55 (6,6 - 7,5 SH) Čas zorenja: 30 - 60 min	Ponovna nastavitev T sirarskega kotla, preverjanje količine in aktivnosti dodane starterske kulture, menjava starterske kulture

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 11: Spremljanje in kritične mejne vrednosti parametrov KKT ter popravni postopki

Stopnja postopka	KKT	Tveganje	Parametri spremljanja	Kritična mejna vrednost	Popravni postopek
Usirjanje	KKT 5	Rast kvarljivcev ali patogenih MO	Merjenje T in časa kosmičenja ter usirjanja, opazovanje koagulacije, merjenje vrednosti pH ali določanje SH (vsaka serija)	T: 29,5 - 31 °C, čas kosmičenja: 17 - 20 min čas usirjanja: 35 - 40 min, vrednost pH: 6,47 - 6,52 (7,0 - 7,6 SH)	Ponovna nastavitev T sirarskega kotla, preverjanje aktivnosti in količine dodanega sirišča
Dogrevanje z vročo vodo	KKT 6	Rast kvarljivcev ali patogenih MO	Analiza pitne vode (po načrtu vzorčenja), merjenje T in časa dogrevanja, natančen izračun in merjenje količine in T dodane vode (vsaka serija), merjenje pH ali določanje SH (po dodajanju vode)	Pravilnik za pitno vodo, T dogrevanja: 36 - 40 °C Čas: 15 min Količina vode: 30 % T vode: izračunamo glede na T v kotlu pH: 6,55 - 6,57 (6,4 - 6,6 SH)	Pregled delovanja UV lučke, ponoven izračun T in količine dodane vode
Stiskanje sira	KKT 7	Rast kvarljivcev ali patogenih MO, slabo odtekanje sirotke	Merjenje T prostora, ves čas dokler je sir v njem, merjenje vrednosti pH sira (pred soljenjem), nadzor tlaka in opazovanje odtekanja sirotke (med stiskanjem)	T prostora: 18 - 22 °C pH: 5,85 - 6,05 (10 - 12,5 SH) tlak: odvisno od velikosti sira	Ogrevanje prostora, ponovna nastavitev tlaka
Soljenje v slanici	KKT 8	Rast kvarljivcev ali patogenih MO v slanici	Merjenje koncentracije soli, pH vrednosti in T slanice ter senzorična kontrola (vonj in izgled) (enkrat dnevno)	T: 12 - 14 °C, NaCl: 18 - 20 %, pH: 5,2 - 5,4 (20 - 22 SH), brez tujih vonjav, ni motna ali sluzasta	Hlajenje slanice, uravnavanje koncentracije soli in kisline, pasterizacija ali razkuževanje in filtracija
Zorenje sira	KKT 9	Rast kvarljivcev ali patogenih MO v siru ali na površini sira	Merjenje T in relativne vlage zorilnih prostorov, pregled sirov (dvakrat dnevno)	T: 14 - 16 °C, relativna vlažnost: 80 - 85 %	Pregled delovanja in ponovna nastavitev klimatske naprave, nega sirov
Skladiščenje sira	KKT 10	Rast kvarljivcev ali patogenih MO v siru ali na površini sira	Merjenje T in relativne vlage skladiščnih prostorov, pregled sirov (dvakrat dnevno)	T: 8 - 12 °C, relativna vlažnost: 80 - 85 %	Pregled delovanja in ponovna nastavitev klimatske naprave, nega sirov

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 11: Spremljanje in kritične mejne vrednosti parametrov KKT ter popravni postopki

Stopnja postopka	KKT	Tveganje	Parametri spremljanja	Kritična mejna vrednost	Popravni postopek
Shranjevanje in prodaja	KKT 11	Rast kvarljivcev ali patogenih MO	Merjenje T hladilne vitrine (dvakrat dnevno), pregled rokov uporabe in embalaže (enkrat dnevno)	T: 4 - 6 °C	Pregled delovanja, popravilo in ponovna nastavitve temperature hladilne vitrine, izločitev neustreznih sirov (poškodovana embalaža, presežen rok uporabe, napačna deklaracija)

4.2.6 Verifikacija sistema HACCP

4.2.6.1 Mikrobiološka analiza sira S'rjan

Verifikacija pomeni preverjanje ali sistem HACCP deluje pravilno in s tem zagotavlja varen proizvod.

Učinkovitost sistema HACCP in postavljenih kritičnih mejnih vrednosti parametrov, ki smo jih določili za nadzor tveganj v KKT procesa izdelave poltrdega sira, preverjamo z mikrobiološko analizo sira. V ta namen, enkrat letno, vzorec sira pošljemo na mikrobiološko analizo na prisotnost patogenih bakterij *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli* in koagulaza pozitivnih stafilokokov. Rezultati testiranja vzorca morajo biti v skladu z Uredbo komisije (ES) (2005) o mikrobioloških merilih za živila (preglednica 3).

V preglednici 12 so prikazani rezultati testiranja vzorca poltrdega sira, ki ga proizvajamo v sedanji sirarni.

Preglednica 12: Rezultati mikrobiološke analize vzorca poltrdega sira S'rjan

Patogena bakterija	Rezultat
<i>Salmonella</i> spp.	Negativno (-) v 25 g
<i>Listeria monocytogenes</i>	Negativno (-) v 25 g
<i>E. coli</i>	< 10 KE/g
koagulaza pozitivni stafilokoki	< 10 KE/g

Rezultati testiranja poltrdega sira na prisotnost patogenih bakterij izpolnjujejo mikrobiološka merila za sir. Iz tega lahko sklepamo, da imamo že sedaj, v stari sirarni, učinkovit sistem nadzora in izdelujemo varen proizvod ter da med procesom izdelave sira ne prihaja do velikih tehnoloških napak.

4.2.6.2 Kalibracija meril

Med postopke verifikacije spada tudi kalibracija meril (termometri, pH meter). Merila moramo enkrat letno ali po potrebi poslati na kalibracijo pooblaščenim ustanovam. Točnost digitalnega termometra lahko preverimo tako, da v vodi raztapljamo led in v trenutku, ko se ves led raztopi, izmerimo temperaturo, ki mora biti 0 °C. V kolikor je odstopanje majhno, ga upoštevamo pri meritvah, če pa je veliko moramo termometer poslati na kalibracijo. Ph meter moramo umeriti pred vsako uporabo, to naredimo z dvema pufernima raztopinama, ki imata podoben pH kot vzorec.

4.2.7 Rezultati testiranja vzorcev surovega mleka

V preglednici 12 so prikazani rezultati kemijske in higienske analize vzorcev surovega mleka, odvzetih v obdobju od januarja 2016 do maja 2016 in vključujejo rezultate lastne kontrole (ŠSC, SŠMO, % maščobe in % beljakovin) in A kontrole (ŠSC, % maščobe, % beljakovin, % laktoze, ZT in SSBM).

Preglednica 13: Rezultati kemijske in higienske analize vzorcev surovega mleka

Mesec vzorčenja	ŠSC/ml	SŠMO KE/ml	Maščoba %	Beljakovine %	Laktoza %	ZT °C	SSBM %
Januar	276000	12000	4,48	3,58	/	/	/
	161000	/	4,49	3,61	4,66	-0,524	9,00
	81000	22000	4,40	3,58	/	/	/
Februar	82000	18000	4,63	3,34	/	/	/
	75000	22000	4,65	3,35	/	/	/
	55000	/	3,63	3,10	4,69	-0,514	8,51
Marec	68000	12000	3,35	3,26	/	/	/
	66000	17000	3,50	3,24	/	/	/
	59000	/	3,63	3,24	4,63	-0,515	8,61
April	72000	14000	3,62	3,13	/	/	/
	65000	20000	4,07	3,06	/	/	/
	136000	/	3,84	3,04	4,63	-0,513	8,40
Maj	45000	20000	3,71	2,91	/	/	/
	66000	23000	3,92	3,02	/	/	/
	117000	/	3,84	3,13	479	-0,528	8,64

Legenda: ŠSC-število somatskih celic, SŠMO-skupno število mikroorganizmov, ZT-zmrziščna točka, SSBM-suha snov brez maščobe

ZT mleka je bila januarja primerna (-0,524 °C), februarja, marca in aprila pa malo previsoka. V obdobju od februarja do aprila sta se, v primerjavi z januarjem, znižali vsebnosti beljakovin v mleku s 3,61 % na 3,04 % in suhe snovi brez maščobe (SSBM) z 9,00 % na

8,40 %. Ker imamo mleko lastne prireje in je potvorba mleka z vodo izključena, menimo da je višja ZT posledica nižje vsebnosti beljakovin v mleku. Še nekoliko bolj se je znižal delež beljakovin v mleku meseca maja, ko je znašal le 2,91 %.

Vsebnost maščobe je bila v vseh mesecih zadovoljiva, prav tako tudi delež laktoze.

Nižja vsebnost SSBM v mleku je posledica stadija laktacije, saj je večina molznic na začetku prve laktacije in slabe oskrbljenosti živali s presnovljivimi beljakovinami ter energijo.

SŠMO je bilo v obdobju od januarja do maja med 12000 in 23000 KE/ml, ŠSC pa med 55000 in 276000 celic/ml, kar izpolnjuje predpisana merila za surovo kravje mleko (preglednica 1).

V preglednici 14 so prikazani rezultati mikrobiološke analize vzorcev surovega mleka na prisotnost patogenih bakterij, odvzetih januarja, februarja in maja 2016.

Preglednica 14: Rezultati testiranja vzorcev surovega mleka na patogene bakterije

Vzorec	<i>Listeria monocytogenes</i> (v 25 ml)	<i>E. coli</i> (KE/ml)	<i>Salmonella</i> spp. (v 25 ml)	Koagulaza pozitivni stafilokoki (KE/ml)
15.1.2016	Negativno (-)	< 10	Negativno (-)	250
15.2.2016	/	/	/	< 10
16.5.2016	Negativno (-)	< 40	Negativno (-)	< 10

V januarju smo zaznali porast somatskih celic v mleku, pri pregledu molznic smo ugotovili, da ima ena izmed njih ponavljajoče se mastitise in je bila v zadnjih dveh mesecih že trikrat zdravljena z antibiotiki. V januarju je bilo v mleku ugotovljeno tudi povečano število koagulaza pozitivnih stafilokokov. Zaradi teh dejstev smo se odločili, da molznico izločimo iz črede. Po izločitvi smo preverili prisotnost koagulaza pozitivnih stafilokokov, ki je bila < 10 KE/ml, prav tako se je drastično zmanjšalo ŠSC. Iz teh podatkov lahko zaključimo, da sta bila povečano število koagulaza pozitivnih stafilokokov v mleku in povečano ŠSC posledica mastitisa.

Ker za surovo mleko, namenjeno za predelavo, ni predpisanih mikrobioloških meril za patogene bakterije, jih moramo postaviti sami (preglednica 15).

Preglednica 15: Merila za patogene bakterije v mleku

Vrsta patogene bakterije	Mejna vrednost
<i>L. monocytogenes</i>	Odsotnost v 25 ml
<i>Salmonella</i>	Odsotnost v 25 ml
<i>E. coli</i>	< 10 KE/ml
koagulaza pozitivni stafilokoki	< 10 KE/ml

Bakterij vrste *Listeria monocytogenes* in rodu *Salmonella* v vzorcih surovega mleka, odvzetih januarja in maja 2016, ni bilo odkritih. Vzorec, odvzet januarja 2016, je vseboval manj kot 10 kolonijskih enot bakterije vrste *E. coli* v mililitru mleka, kar izpolnjuje merila, ki smo jih določili. Vzorec, ki smo ga odvzeli maja 2016, pa je vseboval povečano število bakterij vrste *E. coli*. Ker so bakterije vrste *E. coli* indikatorji fekalne kontaminacije, povzročajo pa lahko tudi mastitis, je potrebno izboljšati higieno molže in pregledati molznice na mastitis.

Na podlagi rezultatov testiranja vzorcev mleka, odvzetih v obdobju od januarja do maja 2016, lahko zaključimo, da imamo mleko dobre mikrobiološke kakovosti, saj so vsi vzorci izpolnjevali mikrobiološka merila za surovo kravje mleko, prav tako v mleku ni bilo prisotnega večjega oz. nedovoljenega števila patogenih bakterij. Fizikalno-kemijske lastnosti so v zadnjih 3 mesecih nekoliko slabše, saj je delež beljakovin prenizek, posledično je prenizek tudi delež SSBM. To bomo uredili z izboljšanjem prehrane molznic.

5 SKLEPI

Med izdelavo načrta HACCP smo na podlagi rezultatov in proučene literature ter predpisov prišli do naslednjih ugotovitev:

- Da je za varnost hrane odgovoren predvsem nosilec živilske dejavnosti, le ta mora vzpostaviti učinkovit nadzor v vseh fazah tehnološkega postopka.
- Da se sistem HACCP priporoča kot najbolj učinkovit način nadzora v proizvodnji in s tem zagotavljanja varnih živil.
- Poltrdi sir velja za varen izdelek v primeru, ko ne pride do velikih napak v tehnološkem postopku.
- Nevarnost za zdravje potrošnika predstavljajo tisti patogeni MO, ki preživijo termizacijo oziroma jo preživijo njihove spore in lahko rastejo pri pogojih, ki so v siru med zorenjem, oziroma tisti, ki se pred termizacijo v mleku preveč namnožijo in proizvajajo termostabilne toksine, ki jih med procesom ne moremo odstraniti in so pristani v končnem izdelku.
- Kvarljivci ali njihovi encimi lahko povzročijo take napake sira, da je neprimeren za prehrano ljudi, kar pomeni da ni varen za uživanje.
- Da je uporaba aktivne starterske kulture, ki hitro proizvaja mlečno kislino in povzroči hiter padec vrednosti pH, izrednega pomena za zagotavljanje varnosti sira.
- V tehnološkem procesu izdelave poltrdega sira smo določili 11 KKT, v vseh bi opustitev nadzora lahko povzročila tveganje za varnost sira oziroma za zdravje potrošnika.
- Da je mleko, prirejeno na naši kmetiji, dobre mikrobiološke kakovosti in je primerno za predelavo v sir, vendar ima slabše fizikalno-kemijske lastnosti, predvsem zaradi prenizke vsebnosti beljakovin, kar pomeni, da ima slabšo sposobnost za usirjanje.

6 POVZETEK

V diplomskem delu smo s tehnološko-pretočno shemo prikazali predvideno postavitev sirarske opreme in potek tehnološkega postopka izdelave poltrdega sira, ki ga bomo izdelovali v novem sirarskem obratu na kmetiji Hlebanja.

Nov sirarski obrat bomo uredili v že obstoječi stavbi, in sicer v zgornjem nadstropju garderobo, sanitarije, hladilnico in prostor za sirarano ter v kleti zorilnico z ločenimi prostori za slanico in sušenje sira, pranje in sušenje lesenih desk, zorilnico ter skladiščenje sira. Predvidena dnevna predelava mleka bo 600 litrov. Zaradi boljšega izkoristka energije in prihranka časa ter lažjega in učinkovitejšega nadzora smo se odločili, da bosta termizacija in tipizacija mleka potekali v zaprtem sistemu, in sicer termizacija v ploščnem pasterizatorju in tipizacija v posnemalniku s samočistilnim bobnom. Kot grelni medij v pasterizatorju bomo uporabili vročo vodo iz peči na sekance, kot hladilni medij pa ledno vodo, ki jo bomo lahko uporabili tudi za hlajenje slanice. Za črpanje mleka skozi pasterizator bomo uporabili centrifugalno črpalko, saj omogoča nastavitve hitrosti pretoka in zagotavlja konstanten pretok mleka, ki je potreben za zagotavljanje učinkovitosti termizacije, poleg tega je preprosta za uporabo, vzdrževanje in čiščenje. Nadaljna obdelava mleka bo potekala v sirarskem kotlu velikosti 600 l, ki bo opremljen s krmilnikom z možnostjo nastavitve temperature in digitalnim zapisovalcem temperature. Vzdrževanje temperature bo potekalo preko dvojnega plašča z vročo oziroma ledno vodo. Sirarski kotel bomo opremili z dvizžno napravo, s pomočjo katere ga bomo toliko dvignili, da bomo pod izpust lahko postavili kad za odcejanje in vanjo pretočili sirotko s sirnim zrnom ter nato sirnino pod nivojem sirotke prenesli v sirarska oblikovala. Sire bomo stiskali s pomočjo pnevmatske sirarske stiskalnice. Po soljenju v slanici jih bomo prenesli v zorilnico z nadzorovano klimo in po zorenju v kolikor bo to potrebno v prostor za skladiščenje sira. Pred prodajo bomo sire razrezali in vakuumsko pakirali v plastične vrečke.

Ker v novem sirarskem obratu želimo izboljšati nadzor nad proizvodnjo in s tem zagotoviti standardno kakovost sira, smo se odločili vanj uvesti sistem HACCP. Glede na tehnološki postopek izdelave poltrega sira in tehnološko-pretočno shemo smo pripravili preprost in natančen diagram poteka izdelave poltrdega sira, pri tem smo upoštevali tudi korake pred (sprejem surovin) in po samem procesu (skladiščenje, embaliranje, prodaja). Na vsaki stopnji proizvodnega procesa smo določili vsa potencialna tveganja, ki se lahko pojavijo in preventivne ukrepe, s katerimi lahko odpravimo ali zmanjšamo tveganja na sprejemljivo raven. Tveganja smo analizirali in s pomočjo modela za opisno in/ali številčno oceno tveganj ocenili ter izračunali skupno oceno tveganj. Na vseh stopnjah procesa, na katerih smo določili skupno oceno tveganja višjo od 15, kar pomeni, da je odprava ali zmanjšanje teh tveganj ključnega pomena za varnost sira, smo s pomočjo dreves odločitve preverili ali gre za KT ali KKT. Tako smo v procesu izdelave poltrdega sira določili 11 KKT. Glavno tveganje v vseh KKT predstavljata rast patogenih MO in kvarljivcev. Za vsako KKT smo določili parametre spremljanja in njihove kritične mejne vrednosti ter vzpostavili popravne postopke, ki jih je potrebno izvesti kadar rezultati spremljanja pokažejo, da KKT ni pod nadzorom. Ker so mikrobiološke metode drage in dolgotrajne, bomo mikrobiološke parametre v KKT spremljali posredno z merjenjem fizikalnih in kemijskih parametrov, kot so temperatura, čas, kislost, pretok, koncentracija soli, vlaga in tlak ter pri sprejemu mleka tudi senzorično (izgled, vonj, okus). Njihove mejne vrednosti smo postavili tako, da

prekoračena mejna vrednost fizikalnega ali kemijskega parametra pomeni, da obstaja mikrobiološko tveganje.

Učinkovitost sistema HACCP in postavljenih kritičnih mejnih vrednosti parametrov, določenih za nadzor tveganj v KKT procesa izdelave poltrdega sira bomo enkrat letno preverili z mikrobiološko analizo sira na prisotnost patogenih bakterij v skladu z Uredbo komisije (ES) (2005) o mikrobioloških merilih za živila. Pri pregledu rezultatov mikrobiološke analize vzorca poltrdega sira, ki ga proizvajamo v obstoječi sirarni, smo ugotovili, da izpolnjuje predpisana mikrobiološka merila za sir.

V zadnjem delu diplomske naloge smo naredili pregled rezultatov mikrobioloških in fizikalno-kemijskih analiz vzorcev surovega mleka odvzetih v obdobju od januarja do maja 2016. Namen vzorčenja mleka je preveriti mikrobiološko kakovost surovega mleka in določiti njegovo tehnološko vrednost. Na podlagi rezultatov lahko zaključimo, da imamo mleko dobre mikrobiološke kakovosti, ki izpolnjuje merila za surovo kravje mleko, ki jih predpisuje Uredba (ES) (2004b) o posebnih higienskih pravilih za živila živalskega izvora. Nekoliko slabša je njegova tehnološka vrednost, predvsem zaradi prenizke vsebnosti beljakovin.

7 VIRI

- Anand S.K., Griffiths M.W. 2011. Enterobacteriaceae. V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 67-71
- Arvanitoyannis I.S., Kassaveti A. 2009. HACCP and ISO 22000 - a comparison of the two systems. V: HACCP and ISO 22000: application to foods of animal origin. Part I. Chichester, Wiley-Blackwell: 3-45
- Arvanitoyannis I.S., Varzakas T.H., Koukaliaroglou-van Houwelingen M. 2009. Dairy foods. V: HACCP and ISO 22000: application to foods of animal origin. Part II. Chichester, Wiley-Blackwell: 91-180
- Asperger H., Zangerl P. 2011. *Staphylococcus aureus* - Dairy. V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 111-116
- Aureli P., Franciosa G., Scalfaro C. 2011. *Clostridium* spp. V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 47-53
- Batič M. 2002. Izbira delovne skupine za pripravo sistema HACCP. V: Priročnik za postavljanje in vodenje sistema HACCP. Raspor P. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 128-142
- Bernik J. 2002. Dobra proizvodna praksa. V: Priročnik za postavljanje in vodenje sistema HACCP. Raspor P. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 30-36
- Büchl N.R. in Seiler H. 2011. Yeasts in milk and dairy products. V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 744-753
- Bylund G. 1995. Dairy processing handbook. Lund, Tetra Pak Processing Systems AB: 436 str.
- Christiansson A. 2011. *Bacillus cereus*. V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 24-30
- Cogan T.M. 2011a. Public health aspects. V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 645-651
- Cogan T.M. 2011b. Microbiology of cheese. V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 625-631
- Desmarchelier P., Fegan N. 2011. *Escherichia coli*. V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 60-66
- Direktiva Sveta 93/43/EGS z dne 14. junija 1993 o higieni živil. 1993. Uradni list Evropske unije, L175, 1: 11 str.
- Düsterhöft E. M., Engels W., van den Berg G. 2011. Dutch-type cheeses. V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 721-727

- FAO/WHO. 2009. Codex alimentarius: food hygiene. Basic text. 4th ed. Rome, FAO-Food and Agriculture Organization: 125 str.
ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/Booklets/Hygiene/FoodHygiene_2009e_pdf (januar 2016)
- Fischer W.J., Schilter B., Tritscher A.M., Stadler R.H. 2011a. Contamination resulting from farm and dairy practices V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 887-897
- Fischer W.J., Schilter B., Tritscher A.M., Stadler R.H. 2011b. Environmental contaminants V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 898-905
- Hassan A.N., Frank J.F. 2011. Microorganisms associated with milk. V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 447-457
- Jevšnik M., Ovca A. 2015. Orodja za obvladovanje in analizo higienskih procesov. V: Higiena objektov in procesov. Jevšnik M. (ur.). Ljubljana, Zdravstvena fakulteta: 63-116
- Jevšnik M., Fink R. 2015. Obvladovanje kakovosti. V: Higiena objektov in procesov. Jevšnik M. (ur.). Ljubljana, Zdravstvena fakulteta: 22-36
- Jooste P.J., Anelich L.E.C.M. 2008. Safety and quality of dairy products. V: Advanced dairy science and technology. Britz T.J., Robinson R.K. (eds.). Oxford, Blackwell Publishing: 300 str.
- Mavrin D., Oštir Š. 2002. Tehnologija mleka in mlečnih izdelkov. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 218 str.
- MKGP. 2016. Kakovost pridelkov in živil. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 1 str.
http://www.mkgp.gov.si/si/delovna_podrocja/kmetijstvo/kakovost_pridelkov_in_zivil/ (januar 2016)
- Nickerson S.C. 2011. Contagious pathogens. V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 408-414
- Oliver S.P., Pighetti G.M., Almeida R.A. 2011. Environmental pathogens. V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 415-421
- Polanc J., Raspor P. 2002. Ugotavljanje možnih tveganj in določitev nadzornih ukrepov. V: Priročnik za postavljanje in vodenje sistema HACCP. Raspor P. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 184-202
- Poppe C. 2011. *Salmonella* spp. V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 93-98
- Pravilnik o pitni vodi. 2004. Uradni list Republike Slovenije, 14, 19: 2155-2166
- Pravilnik o registraciji in odobritvi obratov na področju živil. 2014. Uradni list Republike Slovenije, 24, 96: 10944-10946
- Pravilnik o veterinarski oznaki zdravstvene ustreznosti živil živalskega izvora, označevanju šarže in certificiranju. 1999a. Uradni list Republike Slovenije, 9, 94: 13868-13871
- Pravilnik o veterinarsko-sanitarnem nadzoru živilskih obratov, veterinarsko-sanitarnih pregledih ter o pogojih zdravstvene ustreznosti živil in surovin živalskega izvora. 1999b. Uradni list Republike Slovenije, 9, 100: 14926-14977
- Renčelj S., Perko B., Bogataj J. 1995. Siri – nekdanj in zdaj. Ljubljana. Kmečki glas: 203 str.

- Ryser E.T. 2011. *Listeria monocytogenes*. V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). 2nd ed. Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 81-86
- Rogelj I. 2003. Mleko. V: Mikrobiologija živil živalskega izvora. Bem Z., Adamič J., Žlender B., Smole Možina S., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 513-539
- Rogelj I., Perko B. 2003. Mlečni izdelki. V: Mikrobiologija živil živalskega izvora. Bem Z., Adamič J., Žlender B., Smole Možina S., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 541-577
- Plevnik. 2010. Sirarske mize. Dobrova, Plevnik d.o.o.: 2 str.
<http://www.plevnik.si> (junij 2016)
- Slanovec T. 1982. Sirarstvo. Ljubljana. Kmečki glas: 175 str.
- Smernice za mikrobiološko varnost živil, ki so namenjena končnemu potrošniku. 2009. Ljubljana, Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije: 38 str.
- Smole Možina S. 2002. Določanje kritičnih mej. V: Priročnik za postavljanje in vodenje sistema HACCP. Raspor P. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 216-225
- Sorhaug T. 2011. Spoilage molds in dairy products. V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 780-784
- Surono S., Hosono A. 2011. Starter cultures. V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 477-482
- UHVVR. 2015. Letno poročilo o zoonozah in povzročiteljih zoonoz, 2014. Ljubljana, Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin RS: 98 str.
http://www.uhvvr.gov.si/fileadmin/uvhvvr.gov.si/pageuploads/DELOVNA_PODROČJA/Zivila/zoonoze/Program_monitoringa_zoonoz_za_leto_2015.pdf (januar 2016)
- Uredba (ES). 2004a. 852/2004 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 29. aprila 2004 o higieni živil: 22 str.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0852&from=SL> (januar, 2016)
- Uredba (ES) 853/2004 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 29. aprila 2004 o posebnih higienskih pravilih za živila živalskega izvora: 55 str.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0853&from=SL> (januar, 2016)
- Uredba komisije (ES) št. 2073/2005 z dne 15. novembra 2005 o mikrobioloških merilih za živila: 36 str.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005R2073&from=SL> (januar, 2016)
- Uredba (ES) 854/2004 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 29. aprila 2004 o določitvi posebnih predpisov za organizacijo uradnega nadzora proizvodov živalskega izvora, namenjenih za prehrano ljudi: 47 str.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0854&from=SL> (januar, 2016)

- Uredba (ES) 178/2002 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 28. januarja 2002 o določitvi splošnih načel in zahtevah živilske zakonodaje, ustanovitvi Evropske agencije za varnost hrane in postopkih, ki zadevajo varnost hrane: 37 str.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2002R0178:20060428:SL:PDF>
(januar 2016)
- Uredba o izvajanju delov določenih uredb Skupnosti glede živil, higiene živil in uradnega nadzora nad živili. 2010. Uradni list Republike Slovenije, 20, 72: 10544-10547
- Vesel A., 2002. Uvajanje sistema HACCP v proizvodni postopek z overitvijo in revizijo. V: Priročnik za postavljanje in vodenje sistema HACCP. Raspor P. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 307-317
- Vodič dobre higienske prakse za proizvodnjo mlečnih izdelkov na kmetiji. 2005. Ptuj, Združenje malih sirarjev: 118 str.
- Vodopivec K., Raspor P. 2002. Določanje KKT. V: Priročnik za postavljanje in vodenje sistema HACCP. Raspor P. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 204-213
- Walstra P., Wouters J. T.M., Geurts T.J. 2006. Dairy science and technology. 2nd ed. Boca Raton, London, New York, CRC Press, Taylor & Francis Group: 763 str.
- Whyte P., Haughton P., O'Brien S., Fanning S., O'Mahony E., Murphy M. 2011. *Campylobacter* spp. V: Encyclopedia of dairy sciences. Vol. 3. 2nd ed. Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 40-46
- Zagorc T. 2002. Priprava hodogramov proizvodnih postopkov. V: Priročnik za postavljanje in vodenje sistema HACCP. Raspor P. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 143-150
- Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živili (ZZUZIS). 2000. Uradni list Republike Slovenije, 10, 52: 6949-6955

ZAHVALA

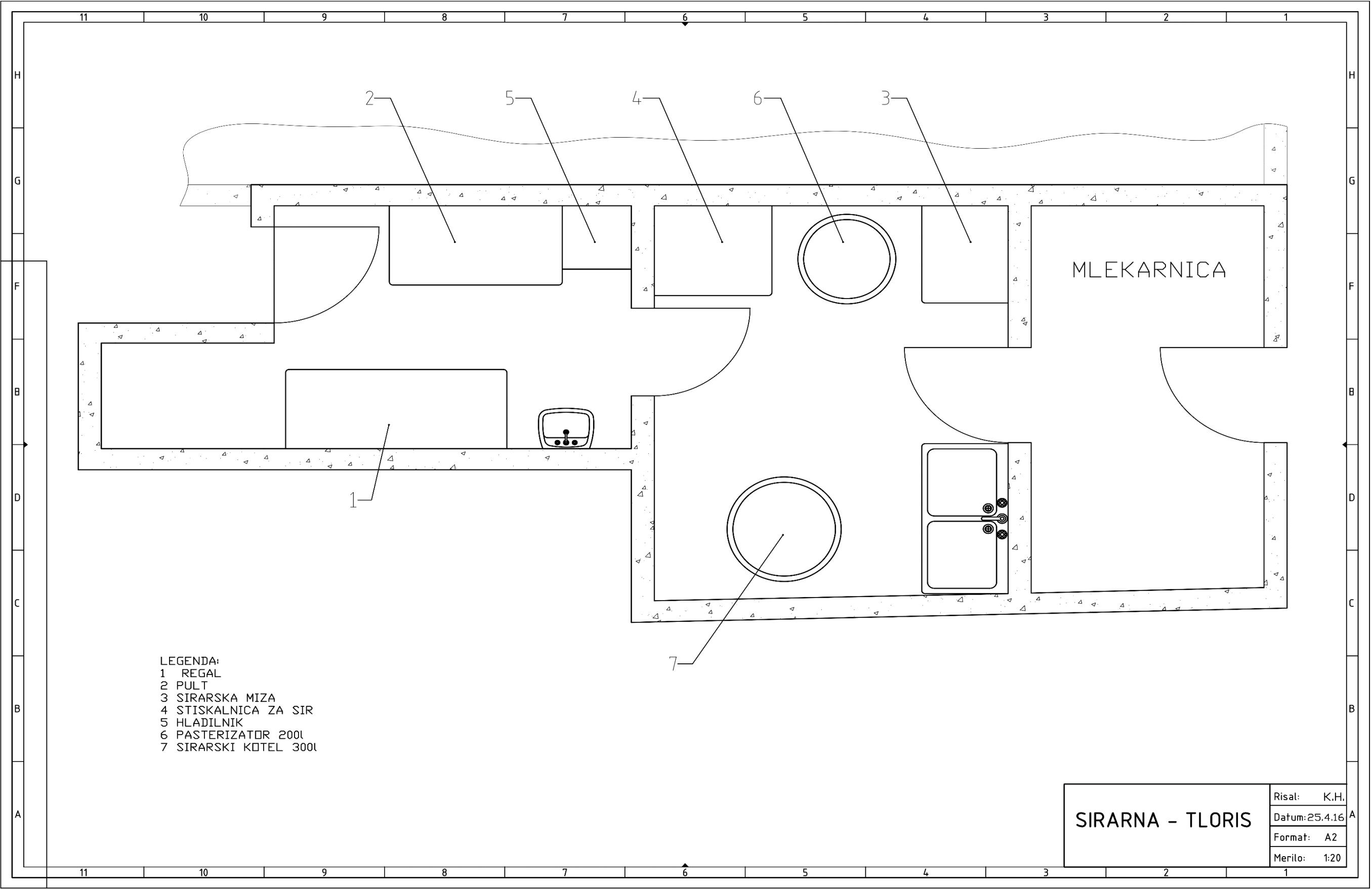
Za napotke in strokovno pomoč pri izdelavi diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorici doc. dr. Andreji Čanžek Majhenič in somentorju prof. dr. Bogdanu Perku. Prav tako se zahvaljujem tudi recenzentki prof. dr. Sonji Smole Možina za pregled diplomske naloge ter še posebej knjižničarki Barbari Slemenik za hiter tehnični pregled diplomske naloge in požrtvovalno delo do poznih večernih ur.

Največja zahvala pa gre moji družini, Petru za moralno podporo in razumevanje ter veliko pomoč pri risanju načrtov, hčerki Juliji in sinu Žigi pa za vso potrpežljivost in izkazano ljubezen.

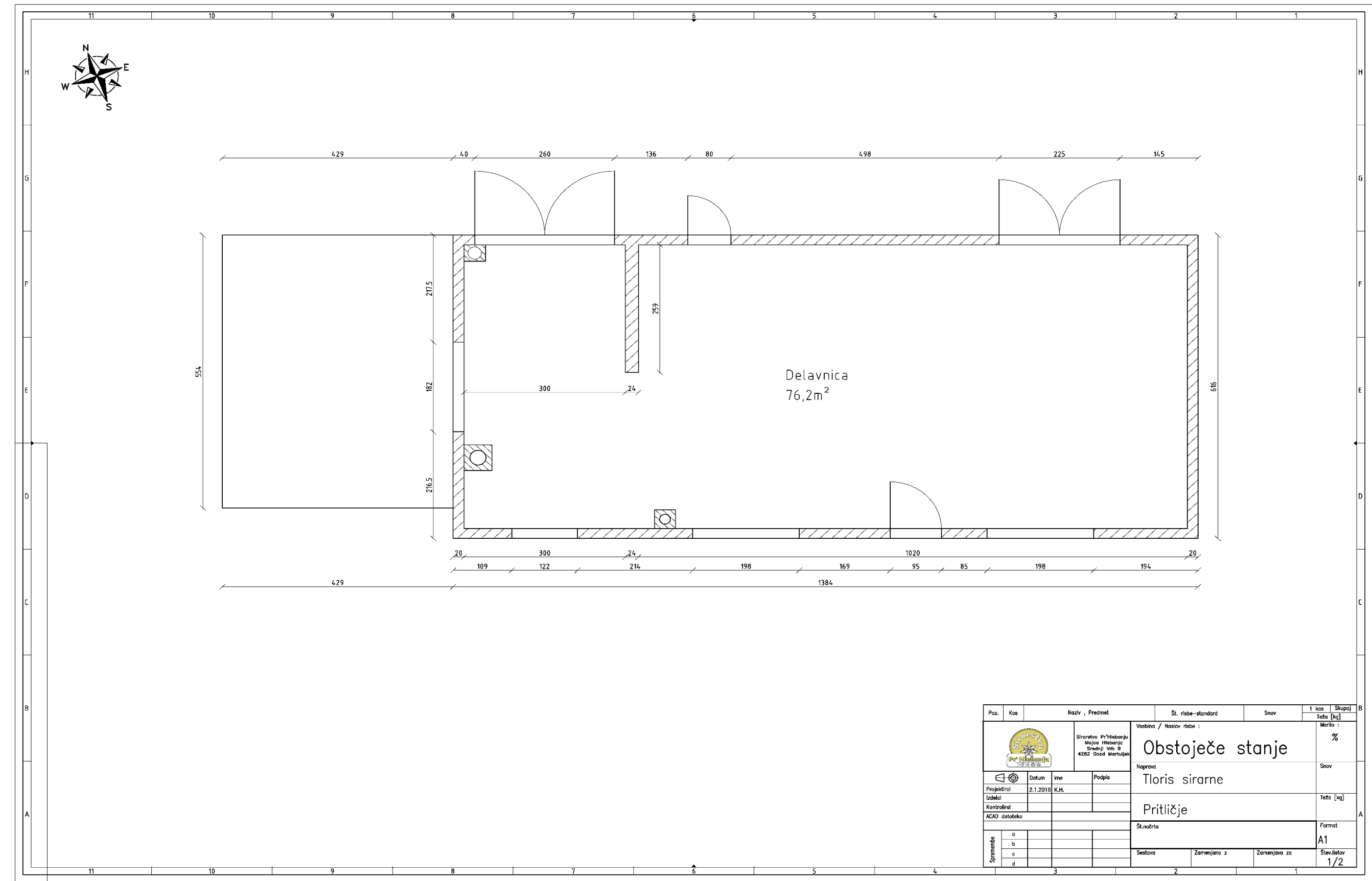
Hvala tudi dragim staršem, ker so mi omogočili študij in prijateljem, ki so verjeli vame in me spodbujali.

PRILOGE

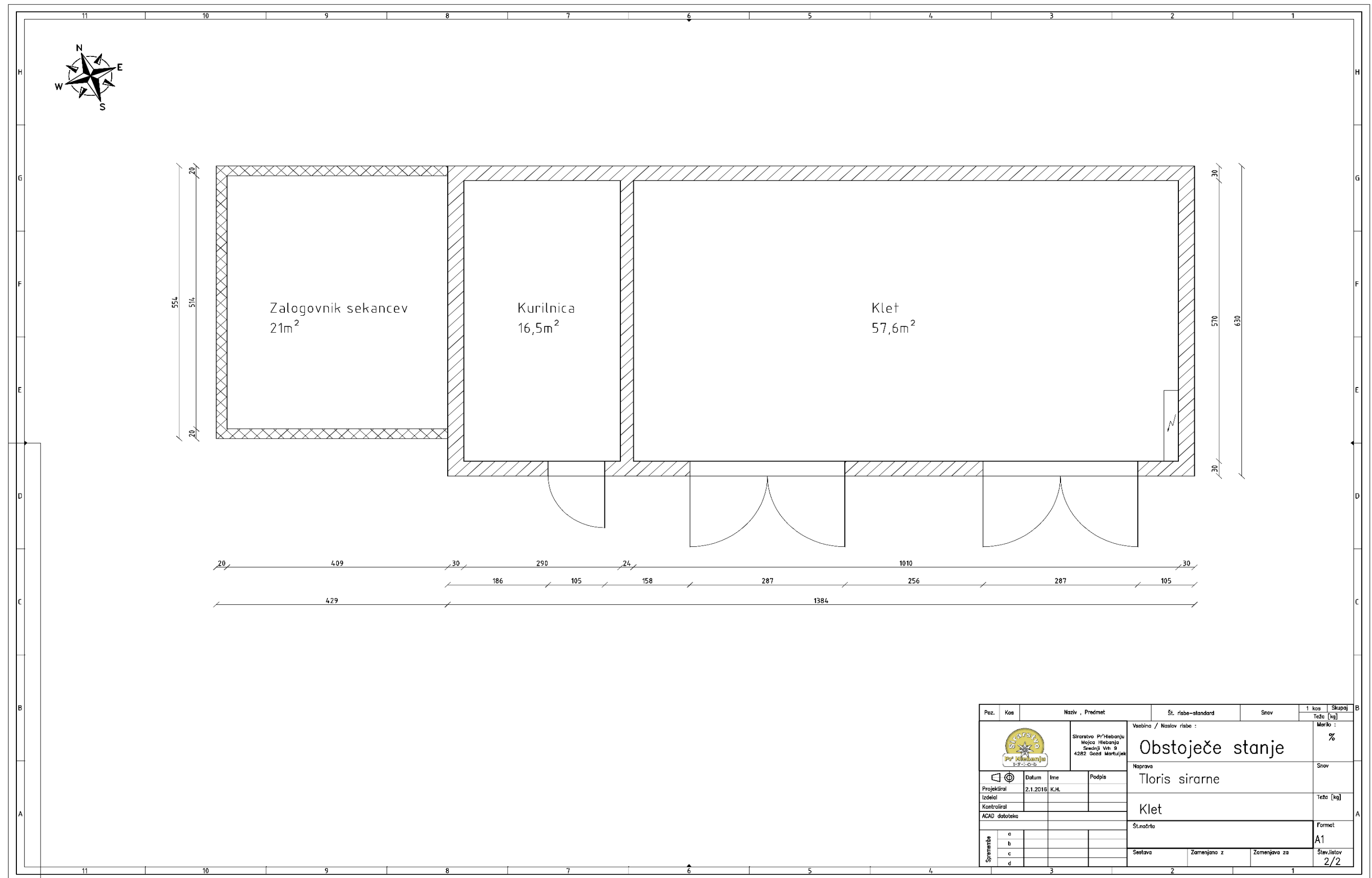
Priloga A: Obstoječa sirarna



Priloga B: Obstoječi objekt - delavnica (predvidena sirarna)



Priloga C: Obstoječi objekt - garaža (predvidena zorilnica in prostor za skladiščenje sira)



UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Katarina HLEBANJA

**VPELJAVA SISTEMA HACCP V SIRARSKI OBRAT
DNEVNE PREDELAVE 600 LITROV MLEKA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016