



Lisann Birgit Seim

KVALITEEDI OPTIMEERIMINE SALATI PAKENDAMISLIINIL ETTEVÕTTE X NÄITEL

LÕPUTÖÖ

Tehnoloogia ja ringmajanduse instituut
Tootmise ja tootmiskorralduse õppekava
Juhendaja: Ülle Aasjõe, MA

Tallinn 2024

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Lisann Birgit Seim

annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Kvaliteedi optimeerimine salati pakendamisliinil ettevõtte X näitel

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada ja teha üldsusele kättesaadavaks Tallinna Tehnikakõrgkooli digiarhiivi DSpace kaudu.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi.

Autorideklaratsioon

Mina, Lisann Birgit Seim

tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja ja iseenda varasematele teostele on viidatud õiguspäraselt. Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autorile ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

(allkirjastatud digitaalselt)

Juhendaja Ülle Aasjõe

Töö vastab lõputööle esitatavatele nõuetele.

(allkirjastatud digitaalselt)

Lõputöö on kaitsmisele lubatud instituudi direktori korraldusega.

(allkirjastatud digitaalselt)

(kuupäevad digiallkirjades)

SISUKORD

SISSEJUHATUS	4
1 TEOREETILINE OSA.....	6
1.1 Toiduainete töötlemine ja säilitamine	6
1.2 Pakendamislainide ajalugu	9
1.3 Ülevaade pakendi olemusest ja esitatavatest nõudmistest	10
1.4 Toiduainete pakendamisel kasutatavad pakkematerjalid.....	11
1.4.1 Nanotehnoloogia rakendamine toiduainete pakendites.....	14
1.4.2 Nanotehnoloogia võimalikud riskid ja eelised toiduainetööstuses.....	15
1.5 Pakendamismasina funktsioonid ja optimeerimine	16
2 UURIMISMEETOD	26
3 EMPIIRILINE OSA	27
3.1 Ettevõtte lühitutvustus.....	27
3.2 Pakendamise ruumi tutvustus	27
3.3 Majoneesipõhjaliste salatite pakendamine	28
3.4 Vaatlus	31
3.5 Mõõtmistulemused	35
3.6 Analüüs.....	45
3.7 Parendusettepanekud	48
KOKKUVÕTE	52
SUMMARY.....	53
VIIDATUD ALLIKAD.....	54

SISSEJUHATUS

Lõputöö pealkirjaga „Kvaliteedi optimeerimine salati pakendamislíinil ettevõtte X näitel“ käigus viidi läbi analüüs külma köögi majoneesipõhjaliste salatite pakendamislíinile, et uurida ja analüüsida tingimusi, kuidas toimub salatite pakendamine líinil, et ettevõtte saaks realiseerida enda püstitatud eesmäärke – salatite efektiivset pakendamist gaasikeskonda salati pakendamislíinil. Ettevõtte soetas aastal 2020 uue pakendamislíiini Grunwald Rotary 12 000, et pakendamist parendada. Lõputöö eesmärk on uurimise ja analüüsi tulemusel leida, kas ja millised kitsaskohad on uuel pakendamislíinil ning kas neid on võimalik parendada.

Lõputöö uurimisküsimuseks on: „Kuidas vähendada salati pakendamislíinil olemasolevat praagi teket?“. Probleemiks on mõningad kitsaskohad, mis praaki tekitavad.

Töös püstitatud teemad ja küsimused, millele antakse vastused:

1. Salati pakendamise protsessi kirjeldus salati pakendamislíinil, et saada vastus töös püstitatud uurimisküsimusele.
2. Vaatluse käigus pakutakse välja ideid ettevõttele salati pakendamislíiini protsessi kvaliteedi tõstmiseks ja pakendamisel tekkiva praagi vähendamiseks.
3. Analüüsist järeldub, kas pakutavad ideed on reaalselt rakendatavad salati pakendamislíiini parendamiseks kvaliteedi osas.
4. Luua väärtust ka teistele toiduainetööstustele, millel on mõningaid probleeme pakendamislíiinidega.

Lõputöö käigus uuriti ja vaadeldi antud toiduainetööstuse X salati pakendamise protsessi ja produktiivsust. Antud töös on toodud välja ettevõtte ootused toote kvaliteedile ja mahule ning eeldatavad nõuded ja tingimused tootmisprotsesside kvaliteetsel realiseerimisel.

Uurimise käigus selgub, millised on ettevõtte poolt loodud eesmärgid ja strateegia, kuidas neid ellu viiakse ning kuivõrd reaalsed on protsessi takistavad tegurid, mis seatud eesmäärke toetavad või siis mõningal määral pidurdavad.

Esimeses peatükis käsitleb töö autor teemat pakendamislíiinide aastate jooksul läbi tehtud suurest tehnilisest arengust. Samuti annab töö autor ülevaate, millised on olnud ootused ja eesmärgid pakendamislíiinide arendamisel ning tuuakse välja erinevate toiduainete valdkondade vajadused pakendamislíiinide järgi. Töös analüüsitakse erinevatel pakendamislíiinidel esinevate probleemide üle, uurides, millest pakendamisel ebakvaliteet võib tekkida. Lõputöös püüab autor leida lahendusi pakendamise probleemidele.

Teises peatükis, empiirilises osas, on tutvustatud toiduainetööstust X. Antud peatükis on uurimise ja vaatluse tulemusel läbi viidud analüüs ettevõtte majoneesipõhjaliste salatite pakendamislíinist. Vaatluse alla on võetud etiketeerimine, kaanetamine, kiletamine vaakumpakendisse gaasikeskonda, pakkeliinioperaatori tegevused, üleminekusalatid ning alamõõdulised salatid. Peatükis tuuakse välja graafiliselt teostatud analüüs ja tulemused tööprotsessidest ning protsesside tulemuslikkusest. Töö autor pakub mõningaid lahendusi pakendamislíini töö efektiivistamiseks, et vähendada võimalust praagi tekkeks pakendamislíinil. Kokkuvõtteks reflekteerib autor töö tulemuste üle ning teeb järeldused saadud informatsioonist.

1 TEOREETILINE OSA

1.1 Toiduainete töötlemine ja säilitamine

Suure osa Eesti rahvuslikust koguproduktist annab toiduainetööstus, olles olulisemaks lisandväärtuse loojaks tooraine töötlemisest kuni turustuseni. [1, lk 11]

Põllumajandus- ja Toiduameti veebilehel on märgitud, et toiduainete töötlemine on protsess, milles kasutatakse toidule soovitud omaduste andmiseks erinevaid tootmis- ja töötlemisprotsesse. [2]

Toiduteaduse alla liigitatav praktiline valdkond, toiduainete tehnoloogia, tegeleb toidutoormest toiduainete valmistamise tehnoloogiliste protsesside ja tehniliste lahenduste uurimisega ning praktilise kasutamisega tootmisliinides. Töötlemisprotsessi tulemusel, läbi erinevate tehnoloogiliste rakenduste, antakse toiduainele tootearenduse näol lisandväärtust. Erinevate toitude ja toidugruppide valmistamise tehnoloogiad on siiski erinevad. Suur enamus toiduainetest valmistatakse loomsest ja taimsest toormest ning selleks eraldi spetsialiseerunud toiduainetööstustes. Sõltuvalt sellest, mida toodetakse, kasutatakse ka erinevaid tehnoloogiaid. Baseerudes eelpool toodule võib öelda, et tööstuses on olemas tooteahel, mille sisendiks on looduslik või põllumajanduslik toidutoore ja väljundiks tarbijale vajaminev kvaliteetne toit. [1, lk 13]

Samuti mängib pakend toiduainete töötlemisel ja säilitamisel suurt rolli kogu tootmisahelas. Pakendi puhul on olulised nii pakendi välimus, atraktiivsus kliendi silmadele kui ka oodatavad funktsioonid, mida pakend täidab toote jaoks. Pakendi ülesandeks on säilitada toidu soodne keskkond, et toode oleks kasutamiskõlblik alates hetkest, kui see on valminud kuni kliendini jõudmiseni. Paljuski mõjutab kvaliteeti see, kas pakendamisel on säilitatud toote hügieeniline seisund. Lisaks toote säilitamisele on pakendil ka oma osa täita toote ilmastikuoludele vastupidamisel. Sellisel juhul on oluline pakendi kvaliteetsus, et tagada tootele stabiilsus transportimisel, ladustamisel, turustamisel ja jaemüügis. [3]

Toiduainete tehnoloogia osaks võib lugeda ka toidu hindamist, näiteks maitse, lõhna, välimuse, samuti konsistentsi määramist. Samuti toidu tootearendust, mis tegeleb uute toodete arendamisega, mis tegeleb ka toidu säilivusega, uurib kvaliteeti mõjutavaid faktoreid kui ka temperatuuri. Samuti on väga oluline osa toidupakenditel, kus toiduohutus tegeleb toidupõhiste haiguste ja terviseriskide põhjuste välja selgitamisega. Toiduteadus ja toiduainete tehnoloogia on tihedalt omavahel seotud toidu tooteahela toimimises ja arengus. Toiduainete tehnoloogia on aga eelkõige toiduainetetööstuse,

logistika ja kaubandusega seotud osa. Toiduainetööstustes on iga konkreetse tehnoloogia jaoks välja töötatud spetsiaalsed seadmed tehnoloogiliste protsesside ja operatsioonide jaoks. Nendest seadmetest on toiduainetööstuses moodustatud tehnoloogilised liinid, mille toimivuse tagab terviklikkus ja iseärasused vastavate toodete valmistamiseks. Teatud osa liinide tehnoloogilistest protsessidest võivad olla universaalsed. Kasutatavate liinide tehnoloogiliste protsesside järjestuse oluliseks vahendiks on tehnoloogiline skeem, mille puhul on üldskeemil ära toodud vaid kõige olulisemad protsessid ja operatsioonid ning detailskeemil on näidatud kõik operatsioonid ja protsessid ning nende olulisemad mõõdikud. Tehnoloogilise liini skeem on vajalik, kuna skeem kirjeldab lisaks tehnoloogiale ka täpselt konkreetsetes tööstustes kasutatavaid seadmeid, millega operatsioone ja protsesse sooritatakse. [1, lk 40-44]

Pakkimistoimingud on tavaliselt toiduainetööstustes automaatsed või poolautomaatsed. Pakkimismasinad on aja jooksul tööstustes täieliku töö-, täitmis- ja sulgemistehnikate saavutamiseks arenenud väga laias variantsioonis integreeritud süsteemideks. Pakkimismasinad on juhitud arvutipõhiste mikroelektrooniliste süsteemide läbi. Selleks, et pakkimistoiming oleks tõhus, on vaja pakkematerjale, mille omadused, tüüp, tõmbetugevus, jäikus, mõõtmed, vorming sobiksid masinaga. Lisaks sellele on vaja arvestada ka pakkimis- ja toiduainetöötlemistoimingute nõuetega. Näide materjali ja masina sobivusest on vormimis-, täitmis- ja tihendusmasinaga, mis toodab voolumähisega toodet. Selliste masinate töö nõuab spetsiifilise laiuse ja südamikula läbimõõduga rullmaterjalist kilet, kindlate omadustega plastmaterjali ning seda, et kile pinnad oleksid omaduselt hõõrde-, antistaatilised ning blokeerimisvastased. Väikesed materjali muutused võivad tekitada probleeme masina jõudluses, mis tähendab, et uute pakkematerjalide kasutuselevõttu tuleb suhtuda ettevaatlikkusega. Materjalid on soovitatav valida alles siis, kui masinat on katsetatud ning on teada, et see on saavutanud oma tõhususe ja tootlikkuse astme. Ettevõtte jaoks võivad otseseid kulusid suurendada uued konstruktsioonid, mis toovad kaasa nii vähesel kui suuremal määral masinamuudatusi ning see omakorda uusi vormitööriistu. Masina seisakuajast, pikematest ümberlülitusaegadest, operaatorite täiendavatest koolitustest võivad suurened ka kaudsed kulud. Nii otseseid kui ka kaudseid kulusid võivad suurendada tootlikkuse vähenemisest tulenevad uued pakendikujundused ning masina muutus. Selleks, et muudatustega kohanemine oleks kiirem, on vaja projekteerimisprojekti kaasata masinate ja materjalide tarnijaid kui ka liinitöötajad. [4, lk 16-18]

Toit peab vastama sellele kehtestatud nõuetele, nagu mikrobioloogilistele ja keemilistele nõuetele, kogu säilivusaja jooksul. Seda hinnatakse organoleptiliste, füüsikaliste, keemiliste ning mikrobioloogiliste näitajate järgi. Toitudes võivad esineda nii säilivusaja

keskel kvaliteedinäitajate muutused, nagu toitainete kontsentratsiooni ning värvuse muutused, toiduohutuse näitajatega seotud muutused nagu näiteks *Listeria monocytogenes* kasv. Säilitamistingimustel ei tohi külmaahelat katkestada. Vastavalt EÜ 852/2004 määrusele võib toimuda ettenähtud temperatuurist kõrvalekaldumine piiratud ajaks, kui see on põhjendatud ja vältimatu toidu valmistamisel, veoks, hoidmiseks, kauba väljapanekuks, serveerimiseks, ent ainult sel juhul, kui see on ohutu inimese tervisele. [5, lk 9-14]

Tänapäeva toiduainete tehnoloogias on tavapärane kasutada lisaaineid ning need esitatakse koostisosade loetelus toidu pakendil. Nende kasutamine sõltub paljuski toidu tootmismeetoditest ning selles kasutatavatest koostisosadest, säilimisajast, toidu väljanägemisest, pakendamismeetoditest ning vajadusest kaitsta seda bakterite eest. Lisaained liigitatakse tulenevalt nende päritolust looduslikeks, loodusidentseteks ning sünteetilisteks. Looduslikeks lisaaineteks nimetatakse toidust eraldatud aineid, näiteks puuviljadest eraldatakse tardainet pektiini (E 440), peedist eraldatakse toiduvärve nagu peedipunast (E 162) ning paprikast eraldatakse paprikaekstrakti (E 160c). Loodusidentseteks aineteks nimetatakse lisaained, mis saadakse sünteesimise teel ning nende analooge leidub ka looduses. Loodusidentssed ained on näiteks antioksidant askorbiinhape (E 300), säilitusained nagu sorbiinhape (E 200) ning bensoehape (E 210). Looduses ei leidu analooge sünteesi teel saadud asovärvidele. E number lisaainetel tähistab, et on läbitud ohutuse hinnangud ning on Euroopa Liidus heaks kiidetud. Toiduainetööstuses kasutatatakse järgnevaid mõningaid lisaaineid: säilitusained, toiduvärvid, sünteetilised magusained, emulgaatorid, stabilisaatorid, paksendajad, antioksidandid, lõhna- ja maitsetugevdajad, happesuse regulaatorid, paakumis- ja vahtutamistavastased ained, mahuained, emulgeerivad soolad, tardained, vahutusained. [5, lk 30]

Liha ja lihasaaduseid üldjuhul pakendatakse gaasikeskkonda, kus säilimise jooksul ei muudeta pakendis olevat keskkonda. Modifitseeritud atmosfääriga pakendi MAP tehnoloogias kasutatakse tavaliselt süsinikdioksiidi, sest seda ei talu enamik aeroobsed mikroobid ning hallitusseened. Lämmastik leiab palju kasutust hapniku asendamises ning oksüdeerumise vältimises. Mikroobide kasvu suudavad pidurdada ning toitu mikrobioloogiliselt ohutuks muuta toiduainetes antibakteriaalsed ühendid, toiduainete külmutamine, kuumutamine, kuivatamine, konservandid nagu näiteks sorbiin-, bensoe-, propioon- ja väävlishape, eeterlikud õlid, taimsed antibiootikumid nagu fütontsiidid, membraanfiltratsioon, kõrgsurvepressi meetod ehk *high pressure processing* (HPP), pulseeriv elektriväli ja teised tehnoloogiad. [5, lk 31]

1.2 Pakendamislüinide ajalugu

Ajastute algusest saati on inimkond eristunud teistest elusolenditest oma mitmekülgsete võimete poolest teha uuendusi, mis tulid abiks, et parandada materiaalse elu kvaliteeti. Tehnikaga seotud varajased avastused olid seotud peamiselt julgeoleku ohuga ning eesmärgiga luua erinevat tüüpi relvi. Leiutati kaasaegse inimtegevuse aluseks olevad tule tegemise riistad maakide sulatamiseks ja metallide saamiseks. Ratta leiutamine oli vajalik transpordi hõlbustamiseks. Erinevat liiki tööriistu ja masinaid kasutati sihtotstarbeliselt ning suur osa nendest teadmistest saadi empiirilisel mitmete aastate jooksul saadud praktilistest kogemustest. Kõik praktilise kasutusega materjalid nii nagu ka metallid on läbinud järk-järgulise kasutustsükli arengutee. Vajadus ja nõudlus erinevate toodete järgi kasvas, arenema hakkas järjest enam teaduse mõju, mis tõi kaasa uuringute ja arutluskäikude mõju Euroopas. Selle tulemusena kasvas teaduslike avastuste arv füüsikaliste nähtuste ja maa peal olemasolevate ressursside rakendamise kohta. Selleks, et kasutada suures koguses toorainet ning toota suurtes kogustes säästlikult ja kvaliteetselt, täiustustati ja projekteeriti tööriistu ning jõudsalt arenes tootmistehnika. [6, lk 1-10]

Enne 20. sajandi algust ei olnud veel suurt vajadust toiduainete pakendamiseks, kuna toitu kasvatati ning toodeti enamasti kohapeal. Erandiks olid kaubad nagu suhkur, mida osteti sisse kottides või tünnides. [7]

Toidupakendite algusaegadel võeti esmalt kasutusele toiduainete säilitamiseks ja turustamiseks pakendina konservid, seejärel võeti kasutusele paberist ja papist pakendid ning klaasmahutid. [8]

20. sajandi alguses koos tööstusrevolutsiooniga muutus oluliseks toiduainetööstuse toodete transportimine. Kvaliteedi märksõnaks toiduainete tootmisel oli juba sellel ajal toote kauakestvus ja vastupidavus. Pakendamine oli sellel ajal üsna kulukas, samuti ka väheste võimaluste tõttu küllaltki jäik. Kuna toodete pakendamine oli alles oma arengutee alguses, otsiti teisi lihtsamaid lahendusi ja alternatiive oma valmistoodangu kaitsmiseks. [7]

20. sajandil, peale teist maailmasõda hakati esmakordselt kasutama ühekordselt kasutatavaid materjale nagu foolium ja plast ning lahtiseid tooteid enam ei kaalutud ega pakitud käsitsi. Kasutusele võeti esmakordselt fleksograafia, et trükkida pakenditele realistlikke pilte. [7]

1950-1980 aastatel töötati välja polüetüleen ja polüetüleentereftalaat, alumiiniumpurgid omandasid lihtsama ning kuluefektiivsema disaini, leiutati esimene vöötkoodiskanner. [7] Võeti kasutusele MAP, keedutoidud, jaemüügipakendite vöötkoodisüsteem, et selle

meetodiga ennetada ja tuvastada toidupakendi võltsimist. 1980ndatel aastatel võeti kasutusele plastmaterjalid, mida saaks ümber pöörata ja näiteks mikrolaineahjus soojendada. Ühtlasi hakati kasutama PET-katteid valmistoitude pakendamiseks. [4, lk 4]

Pakendilt oodati ka originaalsust ning silmapaistvust. [7]

1990ndatel aastatel hakati kasutama graafika digitrükki toidupakendite etikettidele ning kartongümbristele. [4, lk 4]

2008. aastal hakati kasutama toodetel QR koodi, mis pakub suurel hulgal võimalusi läbi nutiseadme jõuda kiiresti ligi suuremale hulgale toote kohta käivale informatsioonile. Selle eesmärk oli klient suunata telefoniga koodi skanneerimisel veebilehele, kus oli võimalik saada detailsemat teavet huvi äratava toote kohta. [7]

21. sajandil hakati rõhku panema pakendi taaskasutatavusele. [7] Pakendamises on rohkem hakatud kasutama nanotehnoloogiat. 2006. aastal leidis nanotehnoloogia rakendust selleks, et toiduaine oleks kergemini purgist eemaldatav ning kogu toode oleks purgist hõlpsasti kättesaadav. 2007. aastal võeti esmakordselt kasutusele täielikult taaskasutatud PET-materjalist pudel. [4, lk 5]

1.3 Ülevaade pakendi olemusest ja esitatavatest nõudmistest

Pakendid liigitatakse nii otstarbe kui ka taaskasutuskordade järgi. Otstarbe järgi liigenduvad pakendid müügi-, rühma- ja veopakenditeks. Taaskasutuskordade järgi liigenduvad pakendid korduskasutuspakenditeks ning ühekorrapakenditeks. [9]

Müügipakendiks nimetatakse pakendeid, mida müüakse lõpptarbijale- või kasutajale. Sellised pakendid võivad olla erinevad topsid, pudelid, kilekotid, karbid ja purgid. Rühmapakenditeks nimetatakse selliseid pakendeid, mida rühmitatakse müügiühikute kaupa müügikohas. Rühmapakendeid kasutatakse kauba käsitsemise hõlbustamiseks, kaitsmiseks ning esitlemiseks, sest pakendit saab eemaldada ilma toote omadusi muutmata. Teinekord kasutatakse rühmapakendeid ka selleks, et müüa seda koos kaubaga otse lõppkasutajale- või tarbijale. Rühmapakendiks võivad olla erinevad kastid või pakkekiled. Veopakendiks nimetatakse pakendeid, mida kasutatakse kaupade turvaliseks käsitsemiseks ja veoks. Sellisteks pakenditeks on erinevad kaubaalused, puidust raamid või metallilindid, ent mitte maantee, raudtee ega õhuveokonteinerid. [9]

Korduskasutuspakendite eesmärk on olenevalt pakendi kasutusotstarbest, võimalustest ning kõlblikkusest läbida oma olelusringi korduskasutussüsteemis mitu ringi. Sellisteks pakenditeks on näiteks klaasist korduskasutuspudelid, metallvaadid ning korduskasutuseks mõeldud kaubaalused. Ühekorrapakendiks nimetatakse pakendeid, mida kasutatakse vaid kord. Sellisteks pakenditeks on näiteks erinevad plastpudelid või kilekotid, mis muutuvad peale kasutamist jäätmeiks. [9]

Toidupakenditel on ohutuse tagamiseks märgistused. Märgistustele on lisatud mõnikord sõnad „toiduga kokkupuuteks“. Toidupakenditel kasutatakse konkreetset viitavat märget, milleks võivad olla erinevad spetsiifilised eristusmärgid. Pakendile märgitakse lisaks tootjale, käitlejale ja müüja kontaktinfole ka kasutamisyjuhise. Selleks on näiteks kasutamistemperatuurid, kas toode sobib masinpesuks, mikrolaineahjus või sügavkülmas kasutamiseks ning millega võib olla toit kokkupuutes. Pakendi peal olev märgistus peab olema selgesti märgatav. Plastkarpidel kasutatakse piktogramme ehk graafilisi märke ning erinevaid kasutust lubavaid ja/või keelavaid märke. See, milline märk visuaalselt välja näeb, sõltub suurel määral tootjast. Kui pakendil ei ole mõnda spetsiifilist lubavat märget peal, on soovituslik lähtuda sellest, et toode pole selle kasutamiseks mõeldud. [10]

1.4 Toiduainete pakendamisel kasutatavad pakkematerjalid

Üle poole pakenditest, mida jaekaubanduses toodete pakendamisel kasutatakse on plastikust. Nendeks materjalideks on suures osas PET ja PETE ehk polüetüleentereftalaat, mida kasutatakse plastikust vee- ja karastusjoogipudelites, joogiveetünnides, plastist õlletaaras ning kastmetepudelites. PET on mehaanilise tugevuse poolest sarnane raua tugevusele, ent enne purunemist venib PET kile koormuse all rohkem kui raud [4, lk 157]. Valgetes topsides ja toidukarpides, lihatoodete pakendites, säilituskarpides, joogikörtes, ravimite pakendites kasutatakse PP-d ehk polüpropüleen, mis on tuntud oma hea kuumataluvuse omaduse poolest. Ühekordsetes sööginõudes, termokarpides- ja topsides, vahtplastist lihaalustes, mida kasutatakse lihatoodete pakendamisel, munakarpidel ja CD-pakendite tootmisel kasutatakse PS-i ehk polüstüreeni. PS on tuntud tugev ja jäik materjal, millest saab teha paindumatuid või vahust tooteid. [11]

Plastid on keemiliselt inertsed, ent mitte tingimata läbilaskmatud kerged ning annavad võimalusi värvi või läbipaistvuse, kuumtiheduse, kuumakindluse ja tõkkeomaduste valikul. PE ehk polüetüleen on tänapäeval enim kasutatav leidev plast, mis töötati välja samuti 20. sajandi esimesel poolel, 1933. aastal, ning hakkas pakendimaterjalina laialdasemat rakendust leidma 1940. aastate lõpus. Üheks suurimaks plasti kasutamise sektoriks Euroopas, seda ligikaudu 40%, on pakendite tootmine ning pakendamine ja ligikaudu 50% toiduainetest pakendatakse Euroopas plastpakenditesse. [4, lk 157]

PP-d ehk polüpropüleen hakati kasutama alates 1950. aastatel. PP on omaduselt PE-st tugevam, tihedam ja loomulikult kujul läbipaistvam. PP eelised teiste termoplastide ees on madal tihedus, kõrge sulamistemperatuur ning taskukohane hind. Materjalil on mitmekülgne töödeldavus ning omab laia variatsiooni toidupakendeid, alates painduvast kilest kuni jäigal kujul toidupakenditeni. Polüpropüleen kõrge sulamistemperatuuri 160

kraadi tõttu leiab see rakendust nii toiduainete pakendamisel, mis vajavad soojustakistust, kuuma täitmist kui ka mikrolaineahjus pakendamisel. PP kiled on siledade pindadega, jäigad ning heade sulamisomadustega ning kile on valamisel klaasselge ning kuumalt suletav. Seda omadust kasutatakse pakendatud toodete välimuse parandamisel. PP kile muutub hapraks temperatuuril alla 0 kraadi ning pingepragunemine võib tekkida -5 kraadi juures. Sel põhjusel kasutatakse seda laminaadis, kui kile rakendatakse sügavkülma. Selleks, et kontrollida ESC mõju ehk madala temperatuuri tõttu pakendi murenemise ohtu, on välja töötatud spetsiaalsed testid, näiteks säilivusaja testid. Erinevalt PP kilest leiab OPP kile ehk orienteeritud polüpropüleen kile rohkem sügavkülmas kasutust. OPP kile leidis rakendust regenereeritud tsellulooskile (RCF) asendamises suuremates pakendamiskonstruktsioonides. Polüvinülideenkloriidi ehk PVDC-d kasutatakse tõkkekilena nii gaaside kui ka veeauru jaoks. PVDC leiab rakendust šokolaadikondiitritoodete ümbristena, teepakkide ümbristena, tagamaks maitse- ja niiskusebarjääri. Pakendi lamineerimiseks kasutatakse etüleenvinüülalkoholi ehk EVOH-ist ühepoolset kaetud katteid. Läbi PP kilede metalleerimise ja tihendiga kuumutamise kasutatakse PVDC gaasi- ja veeaurutõkkekilena, mis leiab laialt rakendust toiduainetööstustes. Enamus polüpropüleen materjalist kilesid leiavad lamineerimisena kasutust koos teiste PE kiledega. Kilele annab tõmbetugevust ja tõkkeomadusi, näiteks veeauru tõkkeomadusi juurde, kui kilet orienteerida või pikendada. PP-d kasutatakse ka survevalu eesmärgil jogurti, jäätise, või margariini pakenditele, puhumisvormitud pudelitele, laia avaga purkidele, pudeli ning purkide sulguritele. Seda materjali kasutatakse ka ümberpööratavate survevalukaante ja anumate jaoks, et avamisel jääks toode anuma külge kinni. Suupistete ja krõpsude pakendamisel saab ka kasutada metalliseeritud PP kilet. Metalliseeritud PP kilet kasutatakse toodete pakendamiseks, mis vajavad suuremat kaitset või peavad säilima kauem. PP kilesid on olemas mitmes valikus, nii valgete ja läbipaistmatutena kui ka keerduvate ümbristomadustega kilesid. Välja töötatud on nii kuum- kui ka külmtihenduskatteid, mida kasutatakse vastava toote pakkimiseks. Toiduainete pakendamiseks kasutatakse mõnikord mitut ainet, milleks võivad olla näiteks PS, EVOH ja PE. Need materjalid leiavad rakendust nii aseptiliselt pakendatud, kuumtäidisega-, mikrolaineahjus kui ka ümberpööratavates pakendites. [4, lk 171-173]

PET kilet saab kasutada ka väga külmades tingimustes, kilet saab lamineerida PE-le, et pakendil oleksid head kuumsulgumisomadused. PVDC-ga katmine annab pakendile hea gaastihkuse ning kuumakindluse. PET-i keskmiseid auru- ja hapnikutõkkeomadusi parandatakse läbi alumiiniumiga metalliseerimise. Metalliseeritud PET-ga pakendeid kasutatakse suupistete pakendites, millel on kõrge rasvasisaldus ning mis vajavad pakendisse hapniku ja UV-tõket. Suurte kasutusvõimalustega metalliseeritud PET on materjal, mis pakub palju rakendusi, näiteks riba või painduva laminaadina on see

kasutusel susceptorina mikrolaineahjus kasutatavas pakendis. PET materjal on toiduainete pakendamise plast, mis on kõige kiiremini kasvav trend toiduainete pakendamisel, materjal on kasutusel vee- , gaseeritud karastusjookide, mineraalveepudelite tootmisel. [4, lk 173-174]

Enim kasutust leidvateks toiduainete pakkematerjalideks on painduv paber, õhukesed laminaadid, plastkile, pooljäigad materjalid nagu alumiiniumist foolium, laminaadid, papp, termovormitud plastik, jäigad materjalid nagu metall, klaas või paksem plastik. Plastik on enim levinumaid pakkematerjale oma odava hinna, lihtsa vormitavuse ja kerguse tõttu. Polüvinüülkloriidi, polüvinülideenkloriidi, polüpropüleen kasutatakse toodete puhul, mida on rohkem vaja niiskuse eest kaitsta. Polüetüleen kasutatakse toodete jaoks, mis vajavad suuremat gaasi läbilaskvust, näiteks värsked puu- ja juurviljad. [12, lk 7]

Viimasel ajal on plastpakendite kasutuses ülekaalus materjalina polüetüleen (PE), polüpropüleen (PP), polüstüreen (PS) ja polüetüleentereftalaat (PET). [13, lk 59]

Modifitseeritud atmosfääriga pakend (MAP) on tõhus meetod toidu säilitamiseks läbi pakendis oleva gaasilise atmosfääri muutmise ja gaasitõkkesemega pakkematerjalide kasutamise. See võib tähendada, et pakendist eemaldatakse õhk täielikult või siis see asendatakse teiste gaasidega, mis aitab kaasa toidu säilivusaja pikendamisele. [13, lk 23]

Tähtsamad gaasid, mida sellise pakendamise puhul kasutatakse on süsinikdioksiid ehk CO₂ ning lämmastik. Nende kahe koosmõju ennetab pakendi kokkuvarisemist. CO₂ on tuntud oma lahustatavuse poolest, mis vähendab pakendis rõhku ja seetõttu on hea kasutada ka lämmastikku. [13, lk 26-27]

MAP meetodi kasutamine säilitab toidu maitse, teksturi ning toiteväärtuse. Toidu säilitamine läbi tehnikate nagu külmutamine, konserveerimine, kuumutamine, säilitusainete kasutamine võib erinevalt MAP-ist eelnevalt nimetatud aspekte toidus muuta. MAP-is kasutatakse väheses koguses säilitusaineid ning toit jääb samasse olukorda, nagu oli toodetud. [13, lk 23]

MAP-i hinnatakse kõrgelt selle pakendi läbipaistvuse tõttu. MAP-i eeliseks on see, et säilib toote värskus ja hoitakse kokku jäätmete tekke pealt. MAP meetodiga pakendatud tooteid on võimalik tänu pikemale säilivusajale transportida ja müüa ka pikemate vahemaade tagant. [13, lk 24]

MAP-i kasutamise eelduseks on kindla gaasi, tõkkeseme ja pitseri valik spetsiifilisele toote pakendile, et toode ei kaotaks oma säilivust. MAP-i kasutamine vajab pakendamisiini, mis suudab täita tingimusi nagu aeg, temperatuur, rõhk, tihendipiirkonna puhtus. Tingimustele on pidevalt vaja järelvalvet pidada, et

pakendamismasin täidaks vajalikke kriteeriume. Pakendamisliinid vajavad kõrgelt koolitatud operaatoreid, kes suudavad neid tingimusi täita ning hallata personali ja pakendamismasina jõudlust. [13, lk 24]

Nii Euroopa Liidu kui ka USA nõuded näevad ette, et MAP-i tingimuste täitmiseks on vajalik pidev ohuanalüüs ning kriitiliste kontrollpunktide ehk HACCP protsess kogu pakendamise- ja tarneahela jooksul. Masinaoperaatoritel peavad olema kõrged teadmised *on-line* ja *off-line* kvaliteedikontrollidest. Küllaltki levinud on õhuruumide analüüs ja mikroobide koormuse analüüs, et pakendamine oleks kvaliteetne. [13, lk 31-32]

Intelligentsete ja aktiivsete pakendamissüsteemid võivad üheskoos töötada, olles nutikaks pakendamissüsteemiks. Intelligentsele pakendamissüsteemile on tänapäeval teada kolm peamist tehnoloogiat, kus rakendatakse pakendiandureid, indikaatoreid ja raadiosagedustuvastussüsteeme (RFID). Nutikas pakend on uus ja pidevalt arenev valdkond, mis täidab paljusid funktsioone, milleks on toote säilivusaja pikendamine, toote värvuse, maitse, lõhna, tekstuuri ja viskoossuse parendamine, toote- ja pakendikeskne muutustele kiire reageerimine. Samuti pakendil oleva vajaliku teabe esitamine toote kohta, mugavuse pakkumine pakendi avamisel on nutika pakendi olulised ja strateegilised funktsioonid, et kvaliteetne toode jõuaks tarbijani. Lisaks MAP-ile, aktiivsele, intelligentsele ja nutikale pakendamissüsteemile on kasutusel antimikroobseid pakendeid, mis pikendavad toidu säilivusaega. Antimikroobne pakend on paljulubav tehnoloogia, mis immutab antimikroobid tõhusalt toidupakendi kilematerjali ja seejärel tarnib selle eeldatava aja jooksul, et hävitab patogeensed mikroorganismid, mis mõjutavad toiduaineid. Naonomaterjale ja nanoseadmeid kasutatakse toiduainetööstustes pakendamises ja kvaliteedikontrolli süsteemides. Need on abiks riknemise ennetamisel, avastamisel, temperatuuri ja niiskuse jälgimisel, gaaside ja lenduvate ühendite redutseerimisel ja osküdeerimisel ning seiresüsteemides. Nanopõhiseid andureid kasutatakse siis, kui on kiiresti vaja tuvastada ja analüüsida tooteid või kui toidupakendid läbivad tolli ning laoruume. [14, lk 67-70]

1.4.1 Nanotehnoloogia rakendamine toiduainete pakendites

Nanotehnoloogia kujutab toiduainetööstuses tipp tehnoloogia rakendamist, et toidu omadusi ja kvaliteeti paremaks muuta. Nanotehnoloogia leiab palju kasutust toiduainete konserveerimisel, toidu lisaainetes, toiduainete pakendamises antimikroobse ühendina. Selle jaoks, et toidu säilivusaeg ja kvaliteet oleks pikem, jaotatakse toidule ja/või toidu välispinnale vastavad toimeained. Teisisõnu kasutatakse antimikroobseid nanoosakesi aktiivsetes pakendites, et kaitsta toidu kvaliteeti, muuta pakend tugevamaks, kergemaks ning hapnikule vähem ligipääsetavaks. [15]

Nanotehnoloogia kasutab pakendamiseks keskkonnareostuse vähendamise eesmärgil biolagunevaid materjale. Nanotehnoloogia on pakendamisel kasutusele võtnud antimikroobsed ained, kõrgete tõkete omadustega plastid ja saasteainete tuvastamise meetodid. Nanotehnoloogias on toidu säilitamiseks levinud nanosensorid, nanokomposiidid ning nanoosakeste kasutamine pakendis. Nanosensorite omaduseks on nende tundlikkus ja selektiivsus peenete muutuste avastamisel, näiteks toiduvärvimuutuse või riknemise tõttu gaaside tekke tuvastamine, mis on nende eeliseks. Nanoosakesed leiavad toiduainetööstuses kasutust toidu stabiilsuse, värv- ja voolavusomaduste parendamises. Pakendite arendamine on muutunud ajas innovaatilisemaks ning pakend on muutunud tänapäeval omaette tooteklassiks, järjest rohkem püütakse leida kasutust ka nutikatele pakenditele, milles antigeenispetsiifilisi markereid kasutatakse polümeersete nanokomposiitkilede valmistamiseks nanoosakeste lisamise ja toiduainete pakendamise kaudu. [16]

1.4.2 Nanotehnoloogia võimalikud risikid ja eelised toiduainetööstuses

Nanoosakesed leiavad kasutust nii toiduainete pakendamisel kui ka töötlemisel. Neid kasutatakse värv- ja maitselisanditena, paakumisvastaste ainetena, et vältida tükkide teket, tarretusainena toidu tekstuuri parandamiseks, nanokandjana ning nanokapslitena maitse, lenduvate ja kuumuslabiilsete koostisosade kaitsmiseks, säilitusainetena ning bioaktiivsete ühendite kandjana toiduainetes. Nanotehnoloogia aitab valmistada täiustatud, aktiivseid ja nutikaid pakendeid. Täiustatud toidupakend kujutab nanoosakeste lisamist pakendisse, mille toimetel paranevad pakendi füüsikalised ja mehaanilised omadused, näiteks vastupidavus, tugevus, paindlikkus, biolagunevus, termiline taksitus, UV-kiirguse neelduvus, veeauru ning hapniku läbilaskvus. Nutikaid pakendeid nimetatakse ka intelligentseks pakendiks ning Euroopa Komisjon on neid määratlenud materjalide ja esemetena, mis jälgivad pakendatud toidu seisukorda või toitu ümbritsevat keskkonda. Neid nimetatakse nutikateks pakenditeks, sest nad koosnevad erinevatest nutiseadmetest nagu võõtkoodid, raadiosageduslikud identifitseerimisildid (RFID), andurid ja indikaatorid. Sellised nutiseadmed aitavad suhelda, jälgida, tajuda, salvestada ning näidata toiduteavet, ohutust, kvaliteeti ning ajalugu kogu tarneahela vältel. Nanoosakesi pole ette nähtud kasutada toiduainetes vaid pakkematerjalides, andurites ja toiduainete tootmisettevõtete desinfitseerimisel. Nanomaterjale saab lisada ka otse toidu sisse eesmärgiga arendada välja toitainete manustamissüsteem ja muuta toiduainete reoloogilisi ja optilisi omadusi. [17]

Nanoosakesed on väga väikesed silmale nähtamatud osakesed, suurusega 1-100 nanomeetrit. Nanotäiteainete lisamine aitab parandada toidupakendi auru- ja gaasitõkkeomadusi. Nanoosakesed võivad teinekord suure pindala ja ruumala suhte tõttu

muutuda toksiliseks ning seetõttu on tähtis uurida nanoosakeste migratsiooni ja koostoimet polümeermaatriksiga, kui pakkematerjale välja töötatakse. [17]

Nanoosakesi, mida pakendamises kasutatakse, on erinevaid. Üheks nanoosakeseks on nanotselluloos, mis saadakse taimedest läbi mehaaniliste ja keemiliste protsesside. Pakendi tugevus- ja tõkkeomadusi aitavad parandada ka valgupõhised nanoosakesed. Intelligentset andurid aitavad tuvastada toiduainete riknemisprotsesse. Hõbeda nanoosakesi, lühendiga AgNP, kasutatakse aktiivsete toidupakendite valmistamises. Hõbeda nanoosakesed saavad toimida mikroobide levimise vastu, kuna neil on omadus mõõdukalt eralduda pakkematerjalist toiduainetesse või toidu pinnale. See pikendab ka toidu säilivusaega. Nanoosakeste eraldumine toiduainesse on oluline nüanss, mida arvesse võtta ka nende toksiliste omaduste tõttu. Usutakse, et hõbeda nanoosakeste kasutamine võib vähendada toitu lisatud säilitusainete hulka, et pikendada toidu kvaliteeti ja säilivusaega. [17]

Nanotehnoloogia ning selle vormid nagu tahked nanoosakesed, nanokiud, nanokapslid ja muud nanosüsteemid on andnud suure panuse toiduainete töötlemisele, pakendamisele ning säilitamisele. See on lihtsustanud toiduainete transportimist pikkade vahemaade taha ning pikendanud toiduainete säilivusaega ja riknemist. [16]

1.5 Pakendamismasina funktsioonid ja optimeerimine

Ettevõttele vajaliku masina tellimiseks on kasulik alustada nõutavast väljundist ning otsida usaldusväärseid väljundandmeid, mis vastaksid ootustele. Tunnustatud masinatarnijatel on masina spetifikatsiooni andmed olemas kliendikogemuse põhjal. Liini rajamise efektiivsust saab määrata eeldatava nõutava väljundi määramisega. Selleks on oluline teada pakendamisliini iga jaama väljundit, kuna üldine väljund ei ole kunagi suurem kõige aeglasema jaama väljundist. [18, lk 528-530]

Enamasti on pakendamismasina ehitatud standardse raamistiku või konfiguratsiooni alusel. Selles raamistikus on võimalik neid mitmel viisil kohandada, näiteks erineva suurusega pakendite töötlemisel. Kohandada on võimalik toote konkreetse kaalu- või mahuvahemiku saavutamiseks. Pakendamismasina kohandamisel saab lisada mitmeid lisafunktsioone, nagu näiteks kuupäeva kodeerimine ning infolehe sisestamine. Samuti saab ka ühildada pakendamisliini teiste pakendamismasinatega. Selleks, et tootja saaks vältida riske ja kulusid, mis tihti kaasnevad täiesti uut tüüpi pakendamismasina projekteerimisega, on mõistlik rajada iga uus kujundus olemasoleva vormingu modifikatsioonile, mida saaks olemasoleva tehnoloogia kohandamisega ühildada.

Tavaliselt alustatakse ostuprotsessi nõutava üksikasjaliku spetsifikatsiooni koostamisega, seda võimaluse korral tarnijatega arutades. [18, lk 533-534]

Nendeks spetsifikatsioonideks on [18, lk 534]:

1. toote omadused, milleks on toote tüüp, samuti koostis ja materjal;
2. toote töötlemise nõuded, näiteks temperatuur, milles masinad peavad töötama;
3. pakkematerjalid ja tihendusnõuded;
4. märgistusega seotud materjalid ja nõuded;
5. pakendi kuju ning mõõtmed;
6. pakendi kaalu ja mahtude vahemik ning selle täpsusaste;
7. oluliste ümberlülituste number ja aeg, variatsioon ja tempo;
8. vajaminevad lisaartiklid, juriidilised nõuded, masina ja toote suhtes kohaldatavad õigusaktid;
9. hügieeninõuded, näiteks toiduainete aseptilise töötlemise korral;
10. sobivus teiste pakendamislüli masinatega, et neid vajadusel kohandada;
11. võimalikud ohud;
12. paigaldus-, võimsus- ja hooldusnõuded;
13. personali- ja koolitusnõuded masinaga töötamisel ja selle hooldamisel.

Kõiki neid nõudeid arvesse võttes otsitakse ametlikke hinnapakumisi. Järgnevas etapis on kaalutlused, mis on seotud pakendamismasina soetamisega seotud kapitaliinvesteeringuga, näites liini maksuvusega. Määravat tähtsust omab tugiteenuste kvaliteet ja selle kättesaadavus, millisel määral on olemas juurdepääs varuosadele või hooldusinseneridele, tähtis on dokumentatsiooni kvaliteet, milline on masin projekteerimisest kuni valmishituse paigaldamiseni ja kasutuselevõtu ajakava. Väga tähtis on see, et teenuse nõuded oleksid selgelt määratletud. Kui leping on tehtud, algab tellitud masina projekteerimine ja ehitus. Seejärel tellija ehk tootmiskoht viib läbi masinale eeldatavate nõuete kontrollimise, milleks on kõigi funktsioonide töönoüetele vastavuse kinnitamine. Sobivuse korral toimub masina tarnimine ja paigaldamine. Masina rakendamisel tööstuses testitakse masina tootmisvõimet. [18, lk 533-534]

Pakendamislüli on süsteem, mis koosneb mitmest omavahel ühendatud masinast, kõikidel nendel masinatel on eraldi funktsioon pakendamisprotsessi etappides. Pakendamislüli paigutuse kavandamisel on oluline, et seadme ümber oleks piisavalt suur ligipääs liinimeeskonnal erinevate komponentide kohaletoimetamiseks kuni valmistoodangu äraveoni. Samuti on vajalik liinimeeskonnal ligipääs ruumi masinate käitamiseks ning ka kogu liini puhastamiseks ja hooldamiseks. See võib ka tähendada masinate eemaldamist uuendamise või kapitaalremondi jaoks. Pakendamislülil on väga tähtis personali tervis ja ohutus. Ülimalt oluline on, et liikuvad osad on kaitstud. Sama

oluline on, et toodete pakendamislíinid peavad olema kavandatud ja káititud asjakohasel hügieenitasemel, et ei kahjustataks pakendatud valmistoote kvaliteeti, ohutust ega seadusandlikke nõudeid. Üldine nõue näeb ette, et masin oleks täielikult valideeritud konkreetse toote ja materjalide jaoks, mida sellega käsitletakse. Seda nii tervise ja ohutuse ning ressursside säästliku kasutamise huvides ning ka EL-i pakendidirektiivi materjalide minimeerimise nõuete kohaselt. [18, lk 534-535]

Uute masinate või pakendamislíinide paigaldamine nõuab masinate kasutamisel erinevaid teenuseid, näiteks toiteallikaid nagu elekter, aur, õhk. Samuti on vajalik ventilatsioon, líini pakendiga varustamine, pakendi varustamiseks kasutatud ümbriste näiteks kilede eemaldamine, valmistoote eemaldamine ja selle turvaline ladustamine. Líini töötajatel on nõue riietuda ette nähtud sobivasse tööriietusse, pidada rangelt kinni hügieeni-, puhtuse- ning riietumisreeglitest. Selleks loob ettevõtte ka vastavad tingimused. Pakendamislíini jaoks on vajalikud toetavad inseneriteenused - seadmete kauplused osade vahetamiseks, samuti seadmed masinate puhastamiseks, eriti nende osade puhul, mis puutuvad kokku puistetoodetega ja seadmed tootmisrajatise puhastamiseks. Ruumid on vajalikud kvaliteedikontrolli protsesside läbiviimiseks ning mistahes kontrolliseadmete ladustamiseks, vajalikud on ka lao- ja materjalikäitlusruumid. [18, lk 534-536]

Suur osa pakendamislíinidest on kujundatud eesmärgiga, mis võimaldaks sobitada konkreetse toote variatsioonidega, milleks võib olla maht ning kaal. Masina kiirusest oleneb kui suure tõenäosusega on võimalik saavutada erinevaid variatsioone ümberlülitusteks teistele režiimidele. Ideaalselt paindlike kombinatsioonidega ja variatsioonidega pakendamislíinidel peaksid olema lihtsad ja tõhusad ümberkalibreerimisprotseduurid, näiteks uute kaalude programmeerimisjuhised. Ka suhteliselt lihtsate üleminekute haldamisel, kui minnakse üle uuematele tehnoloogilistele lahendustele, tuleb arvestada suuremate personalikuludega, mis hõlmavad endas ka personali koolitamist. Toote suures mahus tootmine vähendab küll ühikukulusid ehk omahinda, mis on viidud võimalikult madalaks, kuid samas võib omakorda kergitada laokulusid. Seetõttu kasutavad tänapäeval paljud tootmisettevõtted *just-in-time* (JIT) tootmissüsteeme, mis seab prioriteediks tarne järjepidevuse, et ülejäänud tarneahel ei oleks ohustatud. Teisalt aga suurendavad sagedased ümberlülitused sõidu ühikukulusid, kuid hoiavad laokulud madalal. Siin on üksikettevõtte jaoks vajalik läbi mõelda olukord, kuidas iga kulu minimeeritakse. Seda tuntakse majandusliku tellimuse kogusena (EOQ). [18, lk 531-532]

Klassikaline pakendamisliini tööprotsessi järjekord on järgmine [18, lk 490-491]:

1. pakendamiskomponentide toomine pakendilaost;
2. toote asetamine konveierliinile, mis viib need pakendamisliinil edasi;
3. näiteks puhaste anumate täitmine toiduainetega, anumate sulgemine;
4. kontroll etapp, kus kontrollitakse toote kvaliteeti;
5. etiketeerimine;
6. toodete asetamine kaubaalusele, et need viia valmiskaupade lattu.

Pakkimismasin täidab mitmeid olulisi funktsioone, mis kiirendab ja lihtsustab toote pakendamisprotsessi. Pakendamise juures on väga oluline funktsioon täitmismasinal, mis mõõdavad toote kaalu, mahtu või arvu. Masinatüübi valimisel arvetatakse toote eripäraga, kas toode on vedel või tahke. [18, lk 493]

Alljärgnevalt on kirjeldatud mõningaid pakendamissüsteeme:

Mahutäimise masina tööprotsess koosneb seadmest, kus avatud topsid täidetakse kordamööda. Masin jälgib, et doseerimiskogus oleks ühtlane. Mahutäitesüsteemid kasutavad ka vaakumpakendamist, seda sõltuvalt toote omadustest, milleks võib olla pulbriline toode, näiteks kakaopulber. See tehnika sobib toodetele, mis võib õhku kinni hoida ja põhjustada ebatäpset täitmist ning oksüdatsiooni tõttu lühendada säilivusaega. [18, lk 496-499]

Kaalu järgi täitmisel on elektrooniliselt juhitud süsteemidega võimalikud palju keerulisemad, kiiremad ning paindlikumad süsteemid. Tänapäeval on kasutusel seadmed, mis täidavad tooted korraga mitmesse anumasse, süsteemid kasutavad iga konteineri täitmiseks mitut kaalumisaama. Kaasaegne masin saab teha arvutusi, kui palju igasse konteinerisse on toodet tarvis ning seejärel kaalub igat tarnitavat tükki. Kõik vale kaaluga pakendid lükatakse tagasi. Vabalt voolavaid tooteid, näiteks pulbreid, saab mõõta mahu järgi. Selleks kasutatakse masina teleskoopmõõteosa, mis enne toote mahutisse viimist täidetakse. Mõningate toodete puhul, näiteks tablettide puhul, kontrollitakse toote kogust loenduse järgi, selleks kasutatakse enamasti mehhaanilisi või fotoelektronilisi süsteeme. Tablettide blisterpakendamise masina loendusmehhanism kasutab plastikust termovolditud auke. Mehhaaniliste loendussüsteemide puhul asetatakse toode plaadi kohale, millel on ettenähtud arv suurusega auke. Seejärel üleliigsed tooted pühitakse plaadilt maha ning plaadi järgi loetud toode liigub toitesüsteemi ja konteinerisse. Kasutatakse ka süsteeme, mis koosnevad õhukestest perforeeritud liistudest, mis võtavad toote üles, kui toode liigub läbi tootepunkri. Järgnevalt liiguvad liistud masina esiosa alla, et kontrollida pakendamisliinil pakendatud toote kvaliteeti, et iga auk sisaldaks toodet ja alles seejärel liigub toode etteandekanalisse, mis täidab konteineri.

Fotoelektroonilised loendussüsteemid suudavad pöörata või vibreerida toodet nii, et tekib esemete liikumine, mis liigub loendamiseks konveierilindil fotosilmast mööda. Fotosilm loendab igat kujundit, tuvastades selle varju. Samuti suudavad need elektroonilised süsteemid mõõta ka toote varju suurust, et see vastaks mõõdule. Kui ettenähtud arv on olemas suunab värv loendatud esemed ümber etteandekanalisse, mis täidab mahuti. [18, lk 496-499]

Pakendamislíini kasutamisel tuleb arvestada toote erinevate käsitsemisomadustega, see eeldab ka lahendusi täitemasinale, seda ka pakendi kujunduse ning materjali osas.

Vedelamate toodete puhul voolab toode toitepaagis allolevasse anumasse, toitepaagi kõrgus mahuti kohal on määravaks toote voolukiirusel. Tavapärase konstruktsiooniga masinal on täitetoru, mille ventiil on ühendatud vedruga välimise toruga, mis sobib üle mahuti kaela. Kui konteiner on üles tõstetud, siis vedru avab anuma täitmisel klapi. Mõningates süsteemides tuvastab andur, kui toode on jõudnud mahuti ülaossa ja sulgeb klapi. Samas on olemas masinad, kus iga klapp on iseseisvalt ajastatud juhtanduri poolt, et viia toodet mahutisse ning ülejääk suunatakse ülevoolupaaki. Gravitatsiooniga täitmismeetod on suhteliselt odav protsess, see on aeglasem kui vaakumtäitmine, mille puhul täitetoru ja vaakumtoru langetatakse konteineri kaela ning seejärel kael tihendatakse ja järgnevalt tõmmatakse konteinerist õhku, et luua vaakum. Kogu tööprotsessi puhul kasutavad vaakumtäituriid ka andureid, et kontrollida soovitud tulemuse saavutamist. Survega täitmisel juhitakse vedel toode toitepaagist anumasse ja sealt pumpa, kus üle- või vasturõhuga masinates hoitakse toitepaaki kõrge rõhu all, surudes vedeliku läbi pumba mahutisse. Survega täitmine on küllaltki kiire ning sobib hästi viskoossetele toodetele, mille puhul toote segamine pole vajalik. [18, lk 504-506]

Pakendi sulgurite rolliks on pakendite nõuetekohane sulgemine ja kaitsmine. Sulgurtüüpe on palju erinevaid ning on määratletud sulgemise saavutamise järgi. Sulgur lisatakse pärast täitmist pakendile eraldi, seda kasutab tarbija selleks, et saada juurdepääs tootele. [18, lk 361]

Järgnevalt on loetletud mõningad sulgurite ehk kaante tüübid [18, lk 361]:

- *push-fit* sulgurid;
- kruvikeermega sulgurid;
- kuumsuletud sulgurid, näiteks kotikesed, kilekaaned ja tableti blisterpakendid;
- volditud sulgurid, sageli liimitud, näiteks karbid ja kaaned, paberkotid jahu ja/või suhkru jaoks;
- mehaaniline õmblus, näiteks metallpurkidel;
- õmmeldud või klammerdatud sulgurid, näiteks paberkottidel.

Kaaned peavad ühilduma anumaga ja/või pakendiga ega tohi rikkuda täidetud anuma sisu. Need peavad taluma töötlemistingimusi, nagu steriliseerimine või jõu kasutamine, näiteks keeratava korgi pingutamisel või kroonkorgi kokkupressimisel pudelile. Kaas peab kaitsma täidist vibratsiooni, temperatuuri kõikumise, õhu, valguse, niiskuse või võõrosaksete, näiteks mustuse tootesse sattumise eest. Samuti peab see tagama õhukindla tihendi või vaakumi pakendis. Kaas peab sageli olema ka uuesti suletav ning suutma säilitada oma funktsiooni ka korduval avamisel ja sulgemisel. Kaane ehk sulguri tüüp peab vastama tootmismahule- ja kiirusele ning tootmisliini nõuetele. Samuti peab see vastama materjalikulule, seadistus- ja pakkimisliini kuludele. Sulgur peab vastama kehtestatud keskkonnanõuetele, samas hõlbustama ka kasutatava materjali sulguri ringlussevõttu. [18, lk 361-362]

Push-on sulgurid on valmistatud metallist või plastikust. Plastikust sulgurid peavad olema suhteliselt hästi venitatavad, et sulgemiseks venitada piisava tihedusega üle anuma ääre. Enamasti on anuma ääred ümarad, et sulgurit oleks kergem eemaldada ja uuesti paigaldada. Selleks, et toote säilivusaeg tagada ning ka võltsinguid vältida, kasutatakse lisafunktsioone, näiteks alumiiniumist membraani. Nii anumate kui ka sulgurite disainivõimalusi on väga palju erinevaid. [18, lk 364-365]

Siiski on kaanetamisel palju kasutusel plastikut, eriti polüetüleenid ja polüpropüleen, mis on kergesti vormitavad ja ka värvitavad. [18, lk 371]

Mõningatel juhtudel kasutatakse kaanena näiteks tihendusmaterjali, tihti kasutatakse seda jogurtipurkide kaanena. Selleks kasutatakse alumiiniumfooliumi, paberit, metalliseeritud PET-i või PP-d, sageli kasutatakse neid ka koos. Kuumtiheduse jaoks on sees olev polümeerkiht oluline, sellised kaaned eemaldatakse tagasikoorimise teel, tihend on piisavalt tugev, et toode on kaitstud ning on piisavalt mugav avamiseks. Paljudel pakenditel kasutatakse tihendi osana sakki, mida kasutaja saab kaane eemaldamiseks kasutada. [18, lk 373]

Siiski sõltumata kaanetamise tüübist, tuleb selle toimivust testida, et see oleks kvaliteetne ja täidaks vajalikud nõudmised kliendile, ladustamisele ja transportimise ajal. Testid on mõeldud selleks, et hinnata, kas sulgur on piisavalt täitnud oma ülesannet. Ettenähtud testimist viib läbi koolitatud personal, kasutades täpselt kalibreeritud ja hooldatud seadmeid. [18, lk 379-380]

Korralikult etiketeeritud toode annab tarbijale vajaliku informatsiooni toote kohta.

Sildid on pakenditööstuse osa olnud juba üle 100 aasta. Esialgu nägid need välja lihtsad ja neid kirjutati käsitsi. Esimesed sildid olid kasutusel riidepallide tuvastamisel värvuse ja partii järgi. Siltide kasutamine levis kiiresti ning tänapäeva pakenditööstuses on see saanud lahutamatuks ja vajalikuks osaks, millel on kõige olulisem teave toote kasutusjuhendi kohta, sisalduse ja kaalu kohta ning võib sisaldada ka hoiatusi, näiteks ohtlike ainete kohta või farmaatsia- ja kosmeetikatoodetel. Märkised näitavad toiduaine värskust, omadusi, aga ka võltsimisvastaseid meetmeid ja tõendeid, neid saab kanda ka näiteks värsketele puuviljadele. Arenevaks trendiks on RFID-märkendite kasutamine, milleks on raadiosagedustuvastus. Neid silte kasutatakse mitmetes erinevates jälgimis- ja turvarakendustes, näiteks jaemüügikauplustes, toodete jälgimiseks tarneahelate kaudu. Need on järk-järgult asendamas hinna- ja sooduskampaaniate vöötkoode. [18, lk 395-396]

Kuna etikettide kujundamise ja tootmise pakkujaid on palju, siis on kehtestatud nendele siiski nõuded.

Trükitud etiketid peavad vastama selleks ettenähtud nõuetele, toote kasutustingimused peavad oleme hästi loetavad, etikett peab olema vastupidav kulumisele, pleekimisele või purunemisele. Etikett on esmatähtis projekteerimisetapis. Vöötkoodide loetavus peab olema müügikohas ja turustusprotsessi punktides. Sildi, rulli, südamiku mõõtmed ning lahterdamise suund peab olema täpne enne etiketi printimist, et tagada maksimaalne ühilduvus, samuti tuleb etikettide säilitamist jälgida, et etiketid oleksid kasutamiseks valmis. Sildid peavad hästi nakkuma toote pinnaga, millele need paigaldatakse, samuti peavad etiketi nõuded olema täidetud kasutaja jaoks, näiteks niisketes tingimustes köögiviljade puhul, ja lõpuks arvestama ka utiliseerimisel. Enam kui 12% tänapäeva uuematest etiketiseadmetest on digitaalsed, need töötavad tavapärasest trükitehnikast tõhusamalt. Tulevikusuundumus näeb ette muuta kõik etiketeerimise toimingud digitaalseks läbi juhtimisinfosüsteemi (MIS). [18, lk 406]

Pakendite jälgitavus on väga olulisel kohal, eriti tähtis on toiduainete ja ravimite partiide jälgitavuse nõue. Selleks kasutavad ettevõtted pakendi kujundust, kasutades toote identiteediandmeid, mis trükitakse pakendile. Selleks võib olla tootespetsiifiline vöötkood,

ettevõttesisene toote kodeerimine, koostise kodeerimine, samuti trükitud logod. [18, lk 487]

Kuid siiski kasutatakse palju ette tellitud kujundusega etikette. Mõnikord võib tekkida etiketeerimisel ka probleeme.

Enamasti prinditakse etiketid ette ja virnastatakse masina täiteseadmesse. Etiketi silt võetakse virnast liimitud korjajale ja vaakumülekande abil üle liimitud rulliku ning kantakse seejärel tootele. Kui mahuti on nõrgalt haaratud võib tekkida liigne liikumine liinil ja etikett võib kinnituda valesti. Etiketeerimisprotsessi käigus silt pühitakse rullide või pintslitega pakendile. [18, lk 400]

Pakendite etiketeerimisel kasutatakse erinevat tüüpi etikette, kasutatakse nii paberkleebiseid kui ka ilmastikukindlaid variante. Ettevõtted valivad, milliseid etikette nad kasutavad, need võivad olla erineva kujuga ning mõõduga.

Pakendi jaoks etiketirullid on sildid, mis on juba eelnevalt välja lõigatud ja silikoonkattega aluspaberil. Isekleepuvate siltide paigaldamine on mehhaniseeritud tööprotsess. Aplikaator tõmbab aluspaberit, mis asetab etiketi pakendi külge, sildi kiirus ja anuma kiirus on sobitatud nii, et silt tuleb auspaberilt maha ja pühitakse anumale. Enamasti on isekleepuvad etiketipaigaldajad paindlikud ja suhteliselt lihtsasti reguleeritavad. [18, lk 509-510]

Kodeerimissüsteemid annavad infot toote kohta.

Kodeerimissüsteemid on vajalikud selleks, et kindlaks teha, mis ajal on toote partii valmistatud ja pakitud ning kes kasutas millist masinat selleks. Toote ohutuse ja kvaliteediga seotud probleemide korral on võimalik tuvastada, millisest partiist see oli pärit. Partii kodeerimiseks saadaolevate tehnikate hulka kuuluvad reljeeftrükk, kuum fooliumtrükk, soojusülekanne, tindiprinter ning lasermärgistus. [18, lk 521-522]

Pakendamismasin vajab järjepidevat hooldust.

Liinitehnikute ja masinaoperaatorite hea väljaõpe tagab masina võimalikult suure tõhususe ja ohutuse selle kasutamisel. Pakendamislíini professionaalne seadistamine, selle kasutamine ja hooldus on prioriteet, et tagada soovitud kvaliteediga toode ning võimalikult ökonoomne tootmine. Tervise- ja ohutuseeskirjade kui ka ISO 9001 kvaliteedistandardi kohaselt tuleb ettevõttel jälgida, et töötajad ja seadmed suudaksid vajalikke tootmisprotsesse täita. [18, lk 528]

Ettevõtte jaoks on pakendamislíini töö tõhusus võtmetähtsusega.

Liini efektiivsust arvutavad ettevõtted erinevalt, mõõdetakse jaama, mis täidab funktsiooni pakendamislíinil, selle töökiirust ehk aega, mis kulub töötsüklile. Mõõdetakse jaama projekteerimiskiirust ideaalsetes töötingimustes. Mõõdetakse sisendit, milleks on jaama sisestavate toodete arv või maht ja väljundit, milleks on toote kogus ja tõhusus. Ükski masin ei tööta pidevalt oma disainikiirusel, seda võivad mõjutada tööprobleemid, nagu vooluvarustuse kõikumine, toote tarnimise kvaliteedi kõikumine, komponentide probleemid, ummistused, hooldus- ja puhastusvajadus, kulumus. Kõik need tegurid võivad vähendada keskmist väljundit tegelikes töötingimustes. Pakendamislíinide efektiivseid optimeerimise võimalusi on mitmeid. Praktikas tuleb ette, et kõik jaamad pakendamislíinil ei tööta pidevalt samal jõudlusel, need võivad eri aegadel erineda ja tekitada probleemseid kitsaskohti. Optimeerimisel võetakse reeglina võrdlusaluseks pakendamislíini kõige kriitilisem jaam. Enamasti puudutab see täitmisoperatsiooni, mis on toote kvaliteedi ja ohutuse seiskukohast tähtsaim. Kaasaegsed juhtimissüsteemid kavandavad tihti projekteerimiskiiruse suurendamist, reguleeritakse jaamade lisavõimsust, et tagada pakendite sujuv liikumine täitainesse ja täidetud pakendisse. Suurema probleemi korral kasutatakse olukorra lahendamisel líini aeglustamist kuni probleemi lahendamiseni ja seejärel kiirust järk-järgult suurendades kuni vajaliku tasemeni, mõningal juhul kasutatakse seiskamis- ja käivitusnuppe. Praktikas kasutatakse ühe insenertehnilise lahendusena probleemide tekkimisel akumul eerivaid seadmeid iga masina vahel, mis sellisel juhul toodet ladustavad. Akude praktiline väärtus seisneb selles, et líini osad on otstarbekalt üksteisest eraldatud, et taolises olukorras tootmist jätkata. Sellises olukorras masina teises otsas võivad edasised toimingud jätkuda. Ka on kasulikum omada tootmisettevõttel aeglasemat masinat, mis omab ühte konkreetset töötlemisprotsessi, üldiselt on teada, et seda töökindlam on masin. Üldreeglina mida kiirem ja mitmeotstarbelisem on masin, seda haavatavam see on, masin ei pruugi toime tulla suurte sisenditega ja seisakuid tööprotsessis on keerulisem vältida. Tootmisettevõtte kuludest lähtuvalt kaalutakse enamasti siiski olemasolevate pakendivormingute sobitamist standardsuurustega, seda on lihtsam kasutada ja sobitada olemasoleva tehnoloogia puhul. [18, lk 530-531]

Pakendamislíinide töö ei pruugi alati sujuda ootuspäraselt.

Mitmed tegurid võivad kaasa aidata pakendamislíinide probleemide tekkele, selleks võib olla masina disain, masina konstruktsioon, masinate seadistuse reguleerimine, pakendi komponentide spetifikatsioon, líinipersonalile antud väljaõppe mitte piisavus või nõutava toodangu kvaliteedistandardid. Tänapäeval on tänu masinate arvutipõhiste juhtimisseadmete arendamisele muutunud masinate töö diagnostika lihtsamaks. Kuid see ei pruugi alati anda lahendust, kui pakendikomponentide kvaliteediga on tekkinud probleeme. Sellisel juhul tuleb neid hoolikalt hinnata. Võimalikke põhjuseid on palju,

alustades halbadest ladustamistingimustest, mis põhjustavad niiskeid etikette kuni insenerivigadeni välja, milleks võib näitena tuua kanduri mehhanismi, mille tõttu see ei tõmba ühtlaselt või kulunud väljastusnokka, mis ei ole enam sirge, põhjustades sellega ebaühtlast pinget aluspaberi sees. Samuti võib olla probleemiks kombinatsioon mitmest veast. [18, lk 536-537]

Kokkuvõtvalt võib öelda, et toiduainete tehnoloogia tegeleb toiduainete valmistamise protsessidega, tehniliste lahenduste arendamisega ja praktilise kasutamisega tootmisliinidel. Eestis on toiduainetööstus üks olulisemaid valdkondi, mille toodang on suunatud esmajärjekorras siseturule. Toiduainete töötlemisel on pakendamisel suur ja oluline roll täita, kuna pakend ise kui toode peab hoidma, kaitsma ning säilitama pakendis olevat toodet saastumise, riknemise, keskkonnohtude eest ning tagama kvaliteedi valmimisest kuni kliendini jõudmiseni. Tänapäevased pakendamismasinad on aja jooksul täiustatud, enamasti on nad ehitatud standardse raamistiku või konfiguratsiooni alusel. Pakendamismasinad on juhitud arvutipõhiste mikroelektrooniliste süsteemide läbi. Pakendamisliinid on oma võimsuselt ja funktsioonidelt erinevad, on automaatseid kui ka poolautomaatseid masinaid. Sõltuvalt ettevõtte ambitsioonidest, kasutatakse nii eritellimusel projekteeritud paindlike funktsioonidega pakendamisliine kui ka standardseid pakendamise seadmeid. Järjest rohkem pannakse rõhku ringluspakendite kasutamisele, tooteid pakendatakse keskkonnasõbralikku pakendisse, mis on valmistatud taaskasutatud materjalist. Üle poole pakenditest, mida toiduainetetööstuses pakendamisel kasutatakse on plastikust, mille materjaliks on PET või PETE. Pakendamismasina üks olulisemaid funktsioone on täitmismasinad, mis mõõdavad toote kaalu, mahtu või arvu. Töö empiirilises osas käsitleb autor uurimismeetodit, mida antud töös kasutati, analüüsib ettevõttes vaadeldud pakendamisliini tööprotsesside tulemusel saadud andmeid ning toob välja mõningad parendusettepanekud.

2 UURIMISMEETOD

Töö autor on valinud uurimismeetodiks tegevusuuringu, milleks on kvantitatiivne meetod, vaatlus ning andmete kogumine. Eesmärk on samaaegselt nii uurida kui ka välja pakkuda mõningaid parendusettepanekuid võimalikele kitsaskohtadele. Tegevusuuringu esimeses etapis alustatakse uuringuga, kus töö autor tutvub vajaliku kirjandusega ning teabeallikatega. Teises etapis toimub vaatlemine ning ettevõttes oleva olukorra kaardistamine ning kirjeldamine. Kolmandas etapis toimub kaardistatud informatsiooni analüüsimine. Neljandas etapis toimub teabe kogumine, milleks on erinevate andmete ja dokumentide läbi vaatamine. Viiendas etapis toimub uurimisküsimusele „Kuidas vähendada salati pakendamisiinil olemasolevat praagi teket?“ vastuse saamiseks vaatluse käigus saadud andmete analüüsimine. Kuuendas ehk viimases etapis annab töö autor ülevaate oma uurimistöö empiirilisest osast ning teeb kokkuvõtted leitud mõningatest kitsaskohtadest ning pakub välja parendusettepaneku. Samuti arutleb autor teemadel, millised ettepanekud on realselt rakendatavad koheselt ning milliseid ettepanekuid võiks kaaluda ning arvesse võtta tulevikus. [19, lk 9]

Töö autor valis lõputöö uurimispaigaks toiduainetööstuse, milleks on ettevõtte X. Kokkulepete kohaselt ei ole antud töös lubatud töö autoril ettevõtte nime avalikustada, kuna käsitletud andmed on konfidentsiaalsed. Lubatud oli avalikustada antud töös pakendamisiini nimi ning tehnilised andmed, liini töö- ja puhastusprotsessid, samuti pakendatavate salatite sortiment, nendes sisalduvad allergeenid ja pakendatavad kogused. Lubatud oli töös käsitleda informatsiooni, mis on seotud kahe nädala lõikes vaatluse alla võetud toodete mahuga. Ettevõtte on andnud loa kasutada antud töös sisedokumente, mis puudutavad kasutusel oleva pakendamisiini tehnilisi andmeid. Antud sisedokumendid on ettevõtte X omandis ning sisedokumente, mida töös kasutati, on viidatud vastavalt reeglitele. Ettevõttepoolseteks konsultantideks olid tegevdirektor ning tootmisjuht, kes on antud lõputööga tutvunud.

3 EMPIIRILINE OSA

3.1 Ettevõtte lühitutvustus

Ettevõtte X on Eesti valmistoidu tootja, mis on loodud 2012 aastal. 2024 aasta esimese kvartali seisuga töötab ettevõttes kokku 265 töötajat.

Ettevõtte sortimendis on üle neljasaja toote. Igapäevaselt väljastab ettevõtte ca 15 tonni toodangut. Ettevõttes on neli tootmistsehhi, kus igapäevaselt toimub tootmine. Nendeks tsehideks on külm köök, kuum köök, kondiiter-pagar ja magustoit. Pakendamine toimub külma köögi kõrval asuvas tootmisruumis. Ettevõtte tootmis- ja pakendamisruumides on temperatuur +8 kuni +12 kraadi ning kogu toodang väljastatakse tehastest temperatuuril +6 kraadi.

Ettevõtte viib laiali igapäevaselt oma toodangut kauplustesse üle Eesti, Tallinna ja Tartu Kaubamajja kui ka hooajaliselt laevadele. Samuti tellitakse ettevõttelt tooteid kaitsevähke. Ettevõttel on samuti olemas Gurmee Catering, mis pakub peokorralduse täisteenust. Kauplused esitavad tellimusi igapäevaselt või üle päeva ning päeva jooksul sõidab majast välja olenevalt päevast umbes neli sõidukit, et kaup üle Eesti poeketi kauplusteni või otse tellijani viia. Enim väljastatakse kaupa ettevõttest neljapäeviti ja reedeti ning kõige rohkem toodetakse ettevõttes kolmapäeviti ja neljapäeviti. Laupäeviti ettevõtte ei väljasta tooteid ning esmaspäeviti ja teisipäeviti on kauba väljastus suhteliselt väikesemahuline.

Maakonniti ja valdade lõikes on tellimused erinevad koguste ja ka toodete valiku lõikes. Suuremad tellijad on enamasti suuremate keskuste kliendid ja kauplused. Aastate jooksul on välja kujunenud klientuur, kes hindab kõrgelt kvaliteeti ja mugavust, et säästa aega toidu valmistamise pealt.

3.2 Pakendamise ruumi tutvustus

Salati pakendamine toimub tootmisruumis, kus on eraldi neli pakendamisliini. Nendel pakendamisliinidel pakendatakse majoneesisalateid, dūnovanne, mis on salati pakendamise karp, mahutavusega 2500-5000 milliliitrit ning on suletud keevituskilega, kokteilisalateid ning toorsalateid. Iga salati jaoks on eraldi pakendamisliin. Kokteilisalatid on ainukesed salatid, mida valmistatakse kui ka pakendatakse liinil. Tootmisruumi suurus on 159 m² ning ruumi temperatuur on +8 kuni +12 kraadi, keskmiselt +10 kraadi. Ruumis, kus pakendatud salateid vastu võetakse ja kauba väljastuse liinile saadetakse on ruumi suurus 50 m² ning antud ruumis on toatemperatuur. Salati segamise ruumis,

kus majoneesisalateid, dünovanne ja toorsalateid valmistatakse, on temperatuuriks +10 kraadi ning ruumi suurus on 49 m². Külmakamber, kus salateid hoiustatakse enne pakendamist on temperatuur +2 kuni +6 kraadi ja ruumi suurus on 40 m². Tootmisruumis, kus pakendatakse, on epopõrand, *sandwich*-i materjaliga seinad, betoonlagi ning ruum ise on akendeta.

Majoneesipõhjaliste salatite pakendamisliini tööaeg sõltub tellimuse suuruselt päevas. Tööaeg võib erinevatel päevadel olla kõikuv ning mõjutajaks on tellimuse suurus. Tellimuse suurus mõjutavad suuresti pühad, kampaaniad, nädala algus või nädalalõpp. Töötajate tööpäev algab kell 7.00 hommikul ja pakendamisliiniga alustatakse tööd orienteeruvalt kell 8.15. Tööpäeva alguses, enne pakendamist, doseerivad töötajad käsitsi dünovanne ning tehakse muid vajalikke tööoperatsioone. Tööpäevad võivad maksimaalselt kesta kuni kella 17.30ni, kuni kõik salatid on pakendatud, ent on ka päevi, mil lõpetatakse varem.

Isiklike hügieenireeglite kohaselt on nõutav enne tootmisruumidesse sisenemist kanda puhast eririietust, kitlit ja pükse või kombinesooni ning kõiki juukseid katvat peakatet, kanda tuleb ette nähtud spetsiaalseid tööjalatseid. Kindaid ning kätiseid tuleb puhastada vähemalt üks kord päevas või välja vahetada, kui need on määrdunud. Puhkepauside ajal hoitakse kitleid nagis selleks ettenähtud ruumis, kus on ühtlasi hügieenilüüs ning kätepesuvõimalused. Enne tootmisruumi sisenemist on vajalik kõikidel, kes tootmisruumidesse lähevad, läbida hügieenilüüs, milleks on käte ja jalatsite desinfitseerimine. Selleks, et võõrkehi ei satuks toidu sisse on keelatud ehete, nähtavate kehaneetide, kella, küünelaki, kunstküünte kandmine, ka lõhnaõli või tugevalõhnalised deodorandid pole lubatud. Samuti ei ole lubatud tootmisesse tuua oma isiklike esemeid. Kõik isiklikud esemed, kaasa arvatud ravimid ning toit, jäävad spetsiaalsetesse töötajatele mõeldud seifidesse. Selleks, et vältida nakkusriski toiduainetööstuses on keelatud nähtavate terviseprobleemidega inimesel tootmisüksuses viibida. Selleks on kõik võimalikud nakkushaigused ja bakteriaalsed haigused.

3.3 Majoneesipõhjaliste salatite pakendamine

Majoneesipõhjaliste salatite pakendamiseks kasutatakse pakendamisliini Grunwald Rotary 12 000. Enne masina tööle panekut valib operaator ekraanilolevast valimist, millist salatit ja mis koguses pakendama hakatakse, selleks sisestab soovitud doseerimiskäigu kaalu hoidmiseks ning väärtuse, kui palju salateid on vajalik pakendada. Enne pakendamisliini käivitamist kontrollitakse kile olemasolu. Masin on igast küljest ümbritsetud kaitseustega.

Järgnevalt annab töö autor ülevaate, kuidas pakendamisliin töötab tuginedes ettevõttest X saadud pakendamisliini ehituse sisedokumendile.

Pakendamisliini töö esimeses etapis tõstetakse ja kallutatakse valmis segatud majoneesipõhjaline salat, temperatuuriga ca +6 kraadi, Euro bins DIN 9797 200 kg mahutavast rataskärust automaatselt dosaatori kolusse. Euro bins DIN 9797 rataskäru üles tõstmiseks ja alla toomiseks asuvad pakendamisliini küljel vastavad lülitid. Dosaatori kolu on pakendamisliini üks osa, kus doseerimisjaamast hakatakse salatit karpidesse doseerima. Salatikarp ning kaas on valmistatud taaskasutatud materjalist ning selleks on rPET, ehk taaskasutatud PET. Kile materjaliks on PA/PE/PET ehk polüamiid, polüeteen ja polüeteentereftalaat. Karbid on 200 grammi ning 700 grammi mahutavusega. Doseerimisjaamal on lõikur, mida tuleb käsitseda ettevaatlikkusega, et kätt mitte sirutada lõikurisse, sest lõikuri üliteravad terad võivad sõrmi amputeerida. Lõikur on liinil selleks, et takistada tootejääkide järeltilkumist. Normaalrežiimis kaitseb masina kate kasutajat täiteseadme eest. Avarii väljalülituse või kaitseukse avamise korral suletakse täitesead. Doseerimisüksus on projekteeritud pakendamisliini küljest teiseldatavana. Lukustuse vabastamise ja ajamite lahtiühendamisega masinalt saab doseerimisüksust eemale liigutada. See hõlbustab doseerimisüksuse puhastust ja peale selle on võimalik tooteid kiiresti vahetada kasutades mitut doseerimisüksust. Pöördsiibriga avatakse ühendus lehtriga. Doseerimiskolviga tõmmatakse toodet lehtrist doseerimissilindrisse. Lõikur jääb sisseimu ajal suletuks. Doseerimiskolvi alumises surnud punktis lülitatakse pöördsiiber ümber, nii sulgub ühendusliidus lehtriga ja avaneb ühendusliidus täitetoruga. Samal ajal avaneb lõikur. Järgnevalt surutakse doseerimiskolviga toodet topsi täimiseks välja. Peale doseerimist sulgub lõikur ja katkestab selliselt tootevoolu.

Enne karpidesse salati doseerimist asetab karbijaam automaatselt plastist karbid kahe kaupa transportööriinile ning suunab dosaatori alla ning toimub automaatne salati doseerimine kahes kaaluvahemikus ca 200 grammi ja ca 700 grammi vastavalt pakendi suurusele. Enne masina käivitamist on vaja piisavas koguses karpe ja kaasi karbi- ja kaanejaama. Karbi- ja kaanejaama saab täita ka paralleelselt masina töötamise ajal. Karbijaam on võimeline mahutama 200 salatikarpi ning kaanejaam 400-450 kaant.

Peale salati doseerimist salatikarpidesse liiguvad salatikarbid keevitusvormi alla ja toimub pakendi kilega sulgemine gaasikeskkonda. Gaasiseguga gaasikeskkonda pakendamisel peab jääkhapnik jääma alla 2%. Keevitusvormis tõmmatakse karbist välja hapnik ning lisatakse hapniku asemele süsihappegaasi ning lämmastiku segu, nii tekitatakse pakendile vajalik soovitud vaakum. Peale seda keevitatakse karpidele samas keevitusvormis peale kilekate. Enne vaakumkambri sulgemist tõmmatakse kattefoolium rullilt maha ja paigutatakse topsi kohale. Vaakumkamber viiakse seejärel alt ja ülalt

kinni, vaakumkambri sisemus esmalt tühjendatakse ning järgnevalt täidetakse kaitsegaasiga. Seejärel keevitatakse foolium ühe tööprotsessi käigus kinni ja lõigatakse teraslindist nugaadega vastavalt piirjoontele välja. Kaanekile keevitamine topsi külge toimub kuumutatud keevispea abil, mis surutakse masina taktis pneumosilindri abil topsilahtris oleva topsi peale. Keevispea ja stantsimismehhaanika peab formaadi vahetamisel välja vahetama. Keevispea ühetasane pealepanek tagatakse sfäärilise paigutuse abil. Külgedele paigutatud soojenduselementide abil viiakse keevispea nõutavale temperatuurile. Keevispeal oleva tajuri abil mõõdetakse keevitustemperatuuri ja temperatuuri languse korral tõstetakse see automaatselt uuesti seadistatud sihttemperatuurile. Õige vahekord sulgemistemperatuuri ja sulgemissurve vahel tuleb individuaalselt kindlaks määrata vastavalt keeviskaane fooliumi paksusele, topsi sulgurservele ja katte etiketi materjalile.

Järgnevalt liiguvad pakendid kaanejaama, kus pakendid suletakse kaanega. Pealetõmbekaane paigaldajaga võetakse iga töötaktiga salvest üks kaas ära ja pannakse see täidetud topsi peale. Kaaned paiknevad salves pealepaneku küljega ülespoole. Salves olevat kaante virna hoitakse virnast võtmise segmentide abil. Kõige alumise kaane äravõtmiseks liigutatakse kaante imiseadet altpoolt salveni, imiseadme vaakum lülitatakse sisse pärast kokkupuudet kaanega, et see imiseadme peal tsentreerida. Alumised virnast võtmise segmendid avatakse ja kõige alumine kaas kukub kaante imiseadme peale, samas kui ülejäänud virna hoitakse ülemiste virnast võtmise segmentide abil. Enne kui kaante imiseadet allapoole liigutatakse, suletakse uuesti alumised virnast võtmise segmendid ja avatakse ülemised virnast võtmise segmendid, et kaante virn saaks järele libiseda. Imiseadmega võetakse kaas vastu, pööratakse seda allapoole liikumise ajal 180 kraadi võrra ja pannakse see topsi peale. Kaane anduri päring tehakse vaakumi lüliti kaudu. Kui kaante salves ei ole enam ühtegi kaant, tehakse see kaante imiseadme töötades vaakumi lüliti abil kindlaks ja edastatakse masina juhtsüsteemile. Masin pööratakse lõppasendisse ja tööprotsess seisatakse.

Järgnevalt, topside transpordi paigalseisu jõudes, tõstetakse täidetud ja suletud tops väljatõstjaga topsilahtrist välja. Seejärel lükatakse tops väljalükkehoovaga üle väljalükke plekktahtvli äraveolindi peale. Valgustõkke abil tuvastatakse võimalik topside ummik äraveolindil. Topside ummiku korral äraveolint ja masin seisatakse.

Äraveolindil toimub salatikarpide markeerimine etiketiga pealt ja küljelt, milleks kasutatakse masinaid ALTECH ja Videojet. Etiketeerimise masinad on ühendatud üheks süsteemiks pakendamislüiniga. Nende kõrval on riulis eriketirullid. ALTECH-iga markeeritakse karbi küljele etikett, kuhu on märgitud toote nimetus, koostis, näiteks kui palju on 100 grammis tootes energiasisaldust, rasvasid, küllastunud rasvhappeid,

süsivesikuid, suhkruid, valke ja soola. Videojet-iga märgitakse tootele säilimisaeg, toote EAN, kaal ja toote koostisosad.

Markeeritud pakendid liiguvad äraveolindil teise ruumi, kus pakkeliini operaator tõstab käsitsi salatid kasti ning saadab automatiseeritud liinil kauba väljastusse. Enne toodete kauba väljastusse saatmist etiketeerib operaator kasti, kuhu ta asetab salatikarbid.

3.4 Vaatlus

Ettevõttes X oli uurimismeetodiks vaatlus ning andmete kogumine, mille käigus tutvus töö autor majoneesipõhjaliste salatite pakendamisliiniga, liinil pakendatavate salatitega, ruumi töökorraldusega, operaatorite tööoperatsioonidega, salatite pakendamise etappidega ja liini puhastusprotsessidega.

Tööprotsessi vaadeldi ja kaardistati 14 päeva jooksul, alates hommikul kell 7.00 kuni ajani, mil tööoperatsioonid päeva lõpus lõpetati. Tööpäevade pikkus varieerus, sõltuvalt pakendatavate salatite tellimusest, mida päeva jooksul tuli täita. Pakendatavate salatite maht ei olnud päevade lõikes ühesugune. Tööpäevad olid intensiivsed, kuid päevakava oli päevade lõikes sarnane. Liinitöö ettevalmistamine algas hommikul kell 7 ning seejärel juba kell 8.15 toimus salatite pakendamine. Pakendamisliini töötempo oli suhteliselt kiire, mis nõudis tähelepanu konsentreerimist, et jälgida detailselt igat konkreetset tööetappi, mis liinil hetkel toimus. Liinitöötajad olid sõbralikud ning avatud suhtlejad, kes meelsasti selgitasid enda tööülesandeid, mida nad hetkel pakendamisliini juures tegid. Vaatluse käigus sai jälgitud, kuidas pakendamisliinil salatite pakendamine algusest lõpuni toimub ning kuidas ja mis põhjusel tekkis praak. Vaatlus toimus igapäevaselt 14 tööpäeva jooksul ning kaheksa tundi päevas.

Majoneesipõhjaliste salatite pakendamisliin pakendab 15 erinevat salatit. Salateid pakendatakse kahe suurusega karpidesse, 200 grammistesse ja 700 grammistesse. Karpide mõõdud 200 grammistele karpidele on 116 mm pikkus, 116 mm laius ning 48,5 mm kõrgus. Karpide mõõdud 700 grammistele karpidele on 116 mm pikkus, 116 mm laius ja 117 mm kõrgus. Salateid, mida doseeritakse karpidesse 600 grammistes kogustes pakendatakse 700 grammistesse karpidesse, eraldi spetsiaalseid karpe 600 grammistele salatitele ei ole. Pakendamisliinil on võimsus pakendada tunnis 6000-18 000 salatikarpi [20].

Järgnevalt on toodud tabel (Tabel 1), kus on märgitud salatite pakendamise järjekord ning ettevõtte sisedokumentidest saadud informatsioon salatite allergeenide loetelust, toodete nimetustest ning kogustest pakendis. Lisaks on tabelisse märgitud vahepesude järjekorrad ning seadme põhjalik pesu pakendamise protsessi lõpus.

Tabel 1. Grunwald Rotary 12 000 poolt pakendatavate salatite tootmisjärjekord, nende kogused ja puhastusprotsessid (Ettevõtte sisedokumentidest)

Toote järjekorra number	Allergeenid	Toote nimetus	Toote kogus
1	piim, sinep, muna	Kodune kartulisalat	200/700
2	piim, sinep, muna, seller	Kartuli-singisalat	200/700
3	piim, sinep, muna, soja, gluteen	Laadasalat	700
4	piim, sinep, muna, seller, soja, gluteen	Sünnipäevasalat	200/700
5	piim, sinep, muna, gluteen, seller	Makaroni-singisalat	200/700
6	piim, sinep, muna, gluteen	Pasta-suitsukanasalat	200/700
7	piim, sinep, muna, gluteen	Nuudli-salaamisalat	200/700
VAHEPESU			
8	piim, sinep, muna, soja, gluteen, kala	Krabimaitseiline riisalat	200/700
VAHEPESU			
9	piim, sinep, muna	Kana-karrisalat	200
VAHEPESU			
10	piim, sinep, muna	Oa-singisalat	200
VAHEPESU			
11	piim, sinep, muna	Porgandi-küüslaugusalat	200/600
12	piim, sinep, muna	Coleslaw salat	200/600
13	piim, sinep, muna	Peedi-küüslaugu-majoneesi salat	200/700
14	piim, sinep, muna	Peedi-lihasalat	200/700
15	piim, sinep, muna, kala	Kodune rosolje	200/700
SEADME PÕHJALIK PESU			

Töötajate tööpäev algab pakendamise ettevalmistamisega, kus tuuakse salatikarbid- ja kaaned vahelaost tootmisruumi selleks ettenähtud riulile, kontrollitakse kile olemasolu liinil, suletakse liini kaitseuksed, mis olid jäänud avatuks peale eelmise tööpäeva seadme põhjalikku vahepesu. Töötajatel on nõutud jätta kõik kaitseuksed avatuks tööpäeva lõpus peale seadme põhjalikku pesu. Samuti tuuakse salat tootmisruumi kõrval asuvast külmakambrist liini juurde. Külmakambris hoiustatakse valmistatud ja pakendamist ootavaid salateid. Masina ümber peab jätma vähemalt kahe meetri laiuse vaba ruumi montaaži, kasutuselevõtu, käituse ja tehnohoolduse personali jaoks. See piirkond tuleb hoida alati vaba ega tohi olla tõkestatud kastide või muu taolisega.

Pakendamisliinil töötab kaks operaatorit. Ühe operaatori tööülesannete hulka kuuluvad salati tõstmine ja valamine doseerimiskolusse, doseerimiskolus oleva salati segamine, karbi- ja kaanejaama täitmine, pakendamisliinilt väljaveo konveierile tulevate salatikarpide kaalumise, masina seadistamine ja liini puhastusprotsessid. Teise operaatori tööülesannete hulka kuuluvad kastide etiketeerimine, kuhu ta pakendatud salatid asetab, pakendatud salatite väljavoolu konveieril vastu võtmine, automatiseeritud liinil salatite saatmine kauba väljastusse, vajadusel teise operaatori aitamine etiketeerijatel Videojet ja ALTECH etiketirullide vahetamisel uute salatite pakendamise jaoks.

Enne pakendamisliini käivitamist tõstetakse salat doseerimiskolusse, valitakse etiketeerija Videojet ekraanilolevast valimist, millist salatit ja mis koguses pakendama hakatakse. Iga järgneva pakendatava salatiga ja kogusega muudab operaator etiketeerijas Videojet programmi. Pakendamisliinil Grunwald Rotary 12 000 muudetakse doseerimiskäike salati kaalu hoidmiseks ning samuti määratakse liinil mitu salatikarpi tükki plaanitakse pakendada. Ühtlasi tsentreeritakse ekraanil, kuhu soovitakse, et etikett karbil asetub. Üldiselt etikett tsentreeritakse nii kaane peal kui ka karbi küljel keskele. Grunwald Rotary 12 000 ekraanil sisestatakse soovitud doseerimiskäik salati kaalu hoidmiseks salatikarpides ning väärtuse, kui palju salateid on vajalik pakendada. Doseerimiskäiku saab vastavalt vajadusele pakendamise protsessi ajal muuta.

Enne, kui pakendamisliini protsess käivitatakse kontrollitakse salati kaalu. Selle jaoks doseeritakse esimesse karpi salatit, peatatakse liin, tehakse liini kaitseuksed lahti ja kaalutakse salatit sellele spetsiaalselt määratud liini kõrval laual oleval kaalul. Peale esimese salatikarbi kaalu kontrollimist taaskäivitatakse pakendamisliin. Samal ajal, kui pakendamisliin töötab, segab operaator doseerimiskolus olevat salatimassi, täidab vajadusel karbi- ja kaanejaama, tõstab salatit doseerimiskolusse uues rataskäru juurde, muudab doseerimiskäiku, kaalub salatikarpe. Teine operaator võtab samal ajal salatikarpe väljavoolu konveierilt vastu ning asetab salatikarbid kastidesse. Üks kast mahutab kuus 700 grammist salatikarpi või kaksteist 200 grammist salatikarpi, mis viimase puhul asetatakse kahte virna kuue kaupa. Pakendamisliini töö lõpeb, kui salat on doseerimiskolus lõppenud ja soovitud arv salatikarpe on pakendatud.

Samuti saab pakendamisliin lõpetada automaatselt töötamise järgmistel põhjustel:

1. karbi- ja kaanejaamas vastavalt karbid ja/või kaaned otsa saavad;
2. etiketirullis saavad etiketid otsa;
3. doseerimiskolust saab salat otsa ning enam ei ole karpidesse võimalik doseerida;
4. kile saab kilerulli peal otsa.

Peale pakendamist vahetatakse etiketeerijatel etiketirullid järgmise etiketirulli vastu ning vastavalt vajadusele reguleeritakse etiketeerijate kõrgust olenevalt sellest, mis suuruses salatikarpe hakatakse järgmisena pakendama. Peale seda valatakse uues rataskäru salat doseerimiskolusse. Olenevalt toomisjärjekorrast võivad operaatorid enne uue salati doseerimiskolusse valamist teha liinile vahepesu. Vahepesu tehakse olenemata suurusest peale Nuudli-salaamisalati, Krabimaitse riisalat, Kana-karrisalat, Oa-singisalat ja Koduse rosolje pakendamist. Kodune rosolje on alati viimane salat, mida pakendatakse ja peale seda tehakse seadme põhjalik pesu. Vahepesu võtab aega keskmiselt ligikaudu 10 minutit ning seda teeb tavaliselt üks operaator. Tööpäeva lõpus tehakse masinale vahupesu, mis võtab aega keskmiselt üks tund ja seda teevad enamasti mõlemad pakendamisliini operaatorid.

Järgnevalt on toodud liini puhastusprotsessi ja põhjaliku pesu järjestus:

1. Pesu ajaks asetatakse fiksaatoritele sinised kaitsekorgid.
2. Võetakse lahti kolm õhuvoolikut ning kui neis on biojäätmekorgid, siis need puhastatakse.
3. Salatiliini pesuks ei tohi surveotsikut kasutada.
4. Printeriseadmed kaetakse kilega vee eest kaitsmiseks ning masinast eemaldatakse kõik pakkematerjalid.

Järgnevalt on toodud puhastusmeetodi järjestus allergeenide/salatigruppide vaheldumisel. Antud meetodis kasutatakse puhastamiseks vett.

1. Eemaldada dosaator liini küljest.
2. Kraapida kokku dosaatori kolust toidujäätmekorgid ning visata need biojäätmekorgi ämbrisse.
3. Eemaldada ettevaatlikult dosaatori küljest eemaldatavad osad ning asetada need pesukorvi.
4. Loputada eemaldatavad osad korralikult.
5. Pesta dosaatorit ning kolu korralikult puhta veega.
6. Panna eemaldatavad osad dosaatori külge tagasi.
7. Ühendada dosaator tagasi liini külge.

Järgnevalt on toodud päeva lõpus toimuva puhastusmeetodi järjekord, kus puhastamiseks kasutatakse vahupesu:

1. Korjata kokku lappi kasutades suuremad biojäätmed.
2. Eemaldada seadme küljest keevitusplaat ning puhastada see kraanikausis.
3. Puhastada pinnad sooja vee abil. Määratud kohtade puhul kasutada desinfitseerivat D10 ainet.
4. Kuivatada pinnad ning vaakumvoolikud.
5. Ühendada tagasi vaakumvoolikud ning võtta fiksaatoritelt sinised kaitsekorgid.
6. Kevitusplaat jätta seadme peale, mitte seadme sisse, sest see installeeritakse igal hommikul tööd alustava liinitöötajate vahetuse poolt.
7. Eemaldada dosaator liini küljest.
8. Kraapida kokku dosaatori kolust toidujäätmed ning visata need biojätmete ämbrisse.
9. Eemaldada ettevaatlikult dosaatori küljest eemaldatavad osad.
10. Lasta kolu küljele vett ning eelloputada pinnad.
11. Kanda seadmetele vaht, millel lasta mõjuda 5-10 minutit.
12. Samaaegselt töödelda mehaaniliselt pindu harjadega.
13. Loputada kolu korralikult.
14. Kuivatada osad.
15. Panna eemaldatavad osad tagasi dosaatori külge.

3.5 Mõõtmistulemused

Autor on analüüsinud ettevõttes X pakendatavate salatite protsessi ning pakendamise käigus tekkinud vigu. Antud töösse on lisatud kahe nädala mõõtmistulemused pakendamisliini tööprotsessil tuvastatud kitsaskohtadest. Kitsaskohtadeks olid üleminekusalatid, kaanetamisel ja etiketeerimisel tekkinud vead ning alamõõdulised salatikarbid pakendamise protsessi lõppfaasis.

Üleminekusalateid tekkis päevade lõikes pidevalt, kui pole eelnevalt vahepesu tehtud. Üleminekusalatid koosnevad kahe salati koostisosadest, eelmisest liinil pakendatud salati jääkidest, mis jäi doseerimiskolu külge ning salatist, mida hakatakse pakendama. Selleks, et eelmise salati lõppjääke doseerimiskolust eemaldada ja puhastada, ei rakendatud iga kord vahepesu, vaid lasti täitmissüsteemil täita tühjad salatianumad senikaua salatitega, kuni doseerimiskolu oli eelnevast pakendatud salatist puhastunud pakendamisprotsessi mehaanilise töö tulemusel. Masinal ei kasutatud elektroonilist süsteemi, mis tuvastab anuma täitmise käigus eelneva salati koostisosi järgnevas salatis, mistõttu oli vajalik, et üleminekusalatite kogused oleksid suhteliselt suured.

Pealetõmbekaane paigaldajaga võetakse kaanejaamast üks kaas ning kaanetatakse täidetud salatikarp. Salatikarpide kaanetamise tööprotsessi käigus esines vigu, kus kaas jäi täidetud salatikarbil puudu või ei kinnitunud piisavalt tihedalt täidetud salatikarbi peale, mistõttu salatikarp ei olnud hermeetiliselt suletud ja tekkis praak. Probleem tekkis siis, kui kaas jäi pakendamisliini kaanejaama kinni ja täidetud salatikarp jäi ilma kaaneta. Probleemiks võis olla, kui pealetõmbekaane paigaldaja ei surunud liinil liikuvale täidetud salatikarbile piisava tugevusega peale või kukkus kaas liinil liikuvast täidetud salatikarbist mööda. Praagi tulemuseks oli sellisel juhul toode, mille kaas oli ebahermeetiliselt peal või puudus täielikult. Selliseid praake tekkis siiski suhteliselt harva.

Kõik 200 grammised salatikarbid on suletud nii, et kaanetamist eraldi kaane abil ei toimu. Peale 200 grammiste salatite doseerimist salatikarpidesse liiguvad salatikarbid keevitusvormi alla, et salatikarbid pealt hermeetiliselt kilega sulgeda gaasikeskkonda. Praak tekkis, kui kiletamisel paigaldas masin salatikarbile kaks korda kile, esimene kile sulges küll karbi hermeetiliselt gaasikeskkonda, kuid teine kile jäi nurkapidi lahti salatikarbi peale keevitatud kilele. Antud kirjeldusega tekkinud praak oli pigem visuaalne, kuid ei tekitanud tootele ohtu riknemiseks.

Salatid, mis on doseeritud suurematesse 700 grammistesse karpidesse, liiguvad pakendamisliinil samuti keevitusvormi alla, kus toimub pakendi kilega sulgemine gaasikeskkonda. Seejärel liiguvad kiletatud salatid kaanejaama, kus toimub salatikarpide kaanetamine. Kaanetamisprotsessil esines mõningaid probleeme, näiteks kaas jäi kaanejaama kinni ning salatikarp liikus liinil edasi ilma kaaneta. Probleemi lahendas liinitöötaja, kes eemaldas kaanejaama kinni jäänud kaane ning asetas selle salatikarbi peale. Viga pakendamisliini kaanetamisprotsessil tekkis mõnikord kaane ebatäpsel paigutusel salatikarbi peale. Ka tekkis olukordi, kus kaanetamisel kukkus salatikarbi kaas kaanejaamast salatikarbist mööda põrandale.

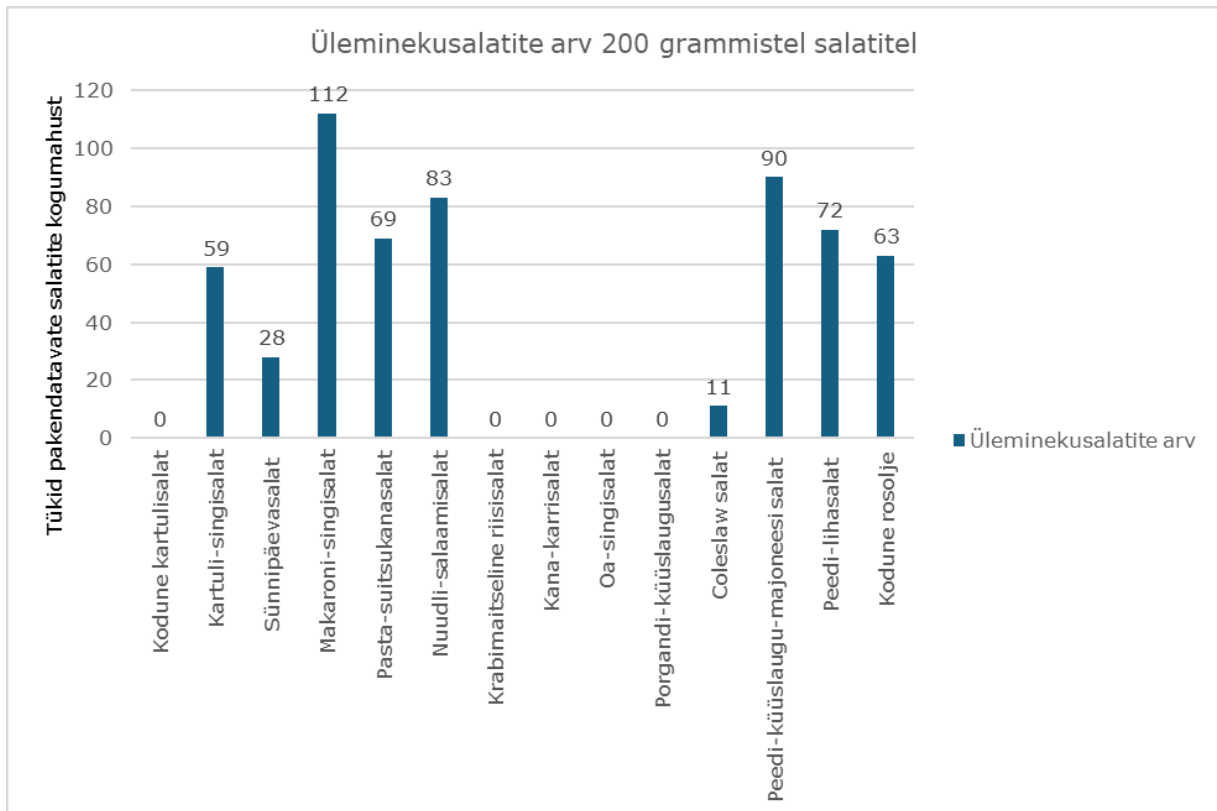
Koguste ebatäpsused pakendamise protsessi lõppfaasis tekkisid seoses konkreetse pakendatava salatimassi lõppemisega doseerimiskolus, mistõttu doseeris doseerimisjaam alamõõdulises kaalus salateid karpidesse. Olenevalt kogusest, mida päevade lõikes pakendati, oli alamõõdulisi salateid pakendamise lõpus ning need väiksema doseeringuga salatikarbid läksid praaki. Pakendamisliini Grunwald Rotary 12 000 programmil ei kasutatud funktsiooni, mis doseerib ja täidab liinil liikuvat tühja anumaid vaid siis, kui on olemas piisav kogus salatit doseerimiskolus. Seetõttu tekkis päevade lõikes salatikarpe, mis olid täidetud alamõõduliselt. Liinioperaatoritel oli võimalik pakendamisliini tööprotsess stopp nupuga seisata, et vähendada alamõõduliselt täidetud salatikarpide kogust, kuid see polnud iga kord siiski otstarbekas. Salat tuleb doseerimiskolust eemaldada ja selleks kõige kiirem meetod on alamõõduliste salatite pakendamise viis

tööprotsessi lõpus. Need on teadlikud otsused, et alustada järgmise salati pakendamist ning vältida iga kord vahapesu tegemist.

Salatikarpide markeerimine etiketiga toimub äraveoliinil. Kui etiketeerimismasinal ja liinil, millel liiguvad salatid, esineb ühildusviga, siis karbile liikuv etikett ei paigutu selleks ette nähtud kohale karbil ning tekib praak. Enamasti oli sellisel puhul pealmine või küljel olev etikett salatikarbil viltu paigutunud. Olenevalt salatikarbi suurusest, lahendati probleem erinevalt. Suurematel 700 grammistel salatitel eemaldas liinioperaator käsitsi kaane ja asendas selle uue kaanega, et see uuesti etiketeerida. Probleemne olukord tekkis aga 200 grammiste salatitega, mis on suletud pealt kilega gaasikeskkonda nii, et kaant eraldi ei ole võimalik etiketivea tõttu vahetada. Etiketiveaga 200 grammised salatikarbid läksid praaki.

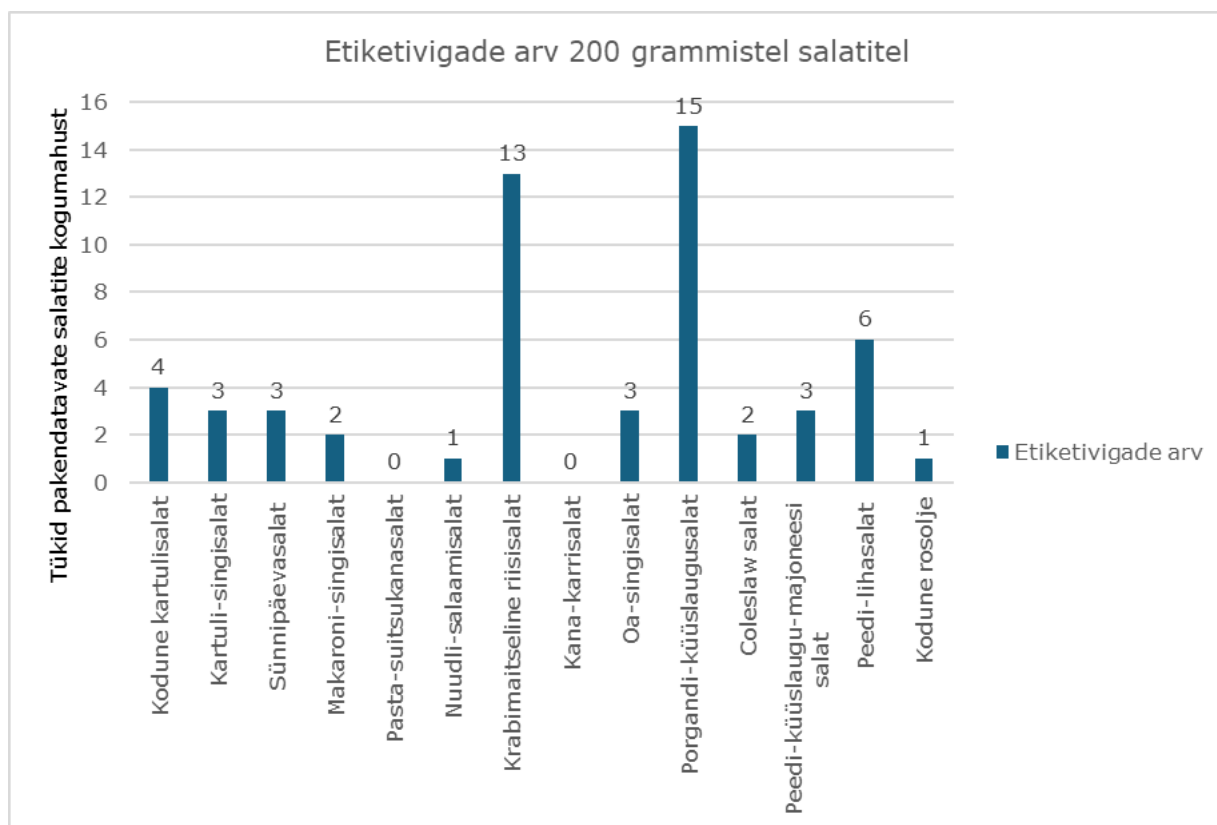
Järgnevalt on toodud kahe nädala joonised. Joonistel on märgitud, millises koguses tuli kindlale salatile üleminekusalateid ning kui palju tuli etiketeerimisest, kaanetamisest ja kiletamisest vigu ning kui palju oli alamõõdulisi salateid ning kui palju oli kvaliteetset toodangut, mis läks kauba väljastusse. Joonistel kasutatavateks ühikuteks kahe nädalase perioodi jooksul kogutud andmete põhjal on tükid.

Üleminekusalatite arv (Joonis 1) 200 grammistel salatitel kahe nädala lõikes oli varieeruv. Kodusele kartulisalatile, Krabimaitsele riisalatile, Kana-karrisalatile, Oa-singisalatile ning Porgandi-küüslaugusalatile ei tehta üleminekusalateid. Kõige rohkem üleminekusalateid tuli 14 päeva lõikes Makaroni-singisalatile, mida pakendati 2939 tükki, millest üleminekusalateid oli 112 tükki, ehk kvaliteetset toodangut oli 2817 tükki. Kvaliteetset toodangut oli 2817 tükki, sest lisaks üleminekusalatitele tekkis Makaroni-singisalatil pakendamisel 2 etiketiviga ning 8 alamõõduliselt täidetud salatikarpi.



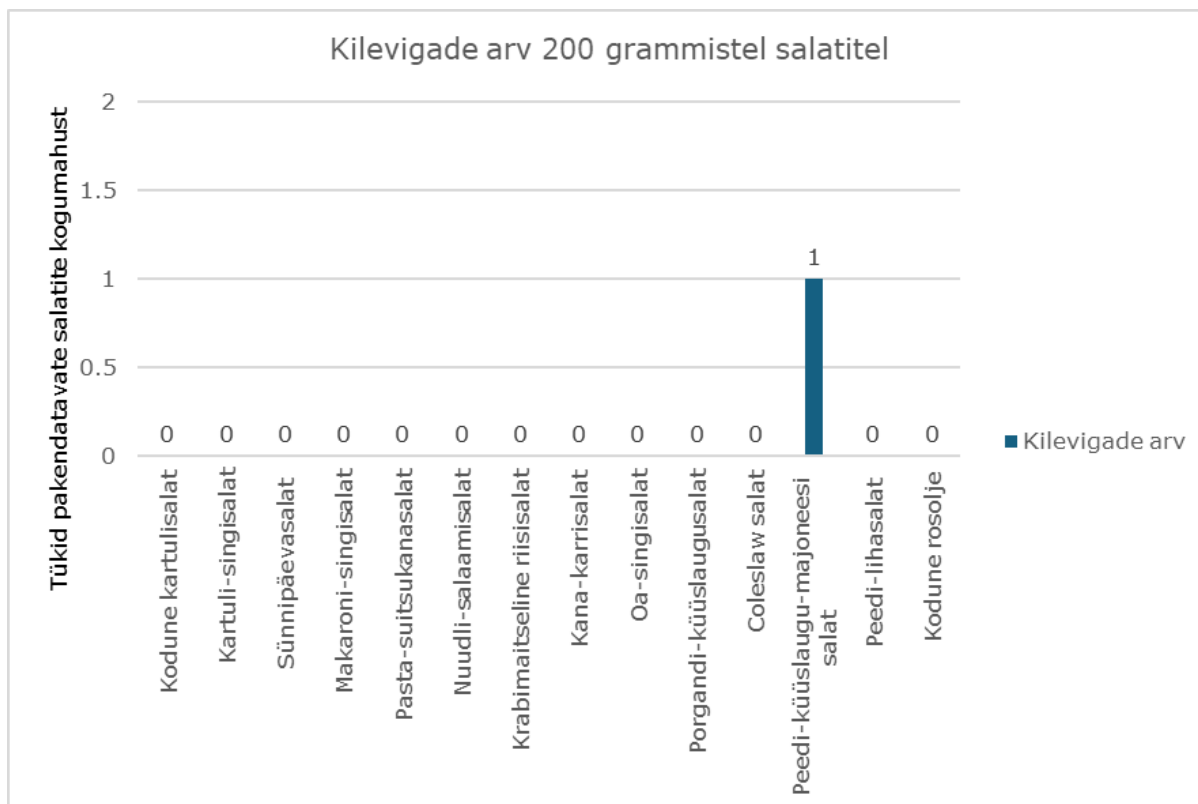
Joonis 1. Üleminekusalatite arv 200 grammistel salatitel kahe nädala lõikes

Etiketivigade arv (Joonis 2) 200 grammistel salatitel kahe nädala lõikes jääb enamasti alla 10 tüki. Enim etiketivigu tuli Krabimaitsele riisalatile ja Porgandi-küüslaugusalatile. Krabimaitsele riisalatit pakendati 2945 tükki, millest etiketivigu oli 13 tükki, ehk kvaliteetset toodangut oli 2898 tükki. Kvaliteetset toodangut oli 2898 tükki, sest pakendamisel tekkis lisaks etiketivigadele ka 34 alamõõduliselt täidetud salatikarpi. Porgandi-küüslaugusalat, mida pakendati 2294 tükki, oli etiketivigu 15 tükki, ehk kvaliteetset toodangut oli 2275 tükki. Kvaliteetset toodangut oli 2275 tükki, sest lisaks etiketivigadele tekkis pakendamisel Porgandi-küüslaugusalatile ka 4 alamõõduliselt täidetud salatikarpi.



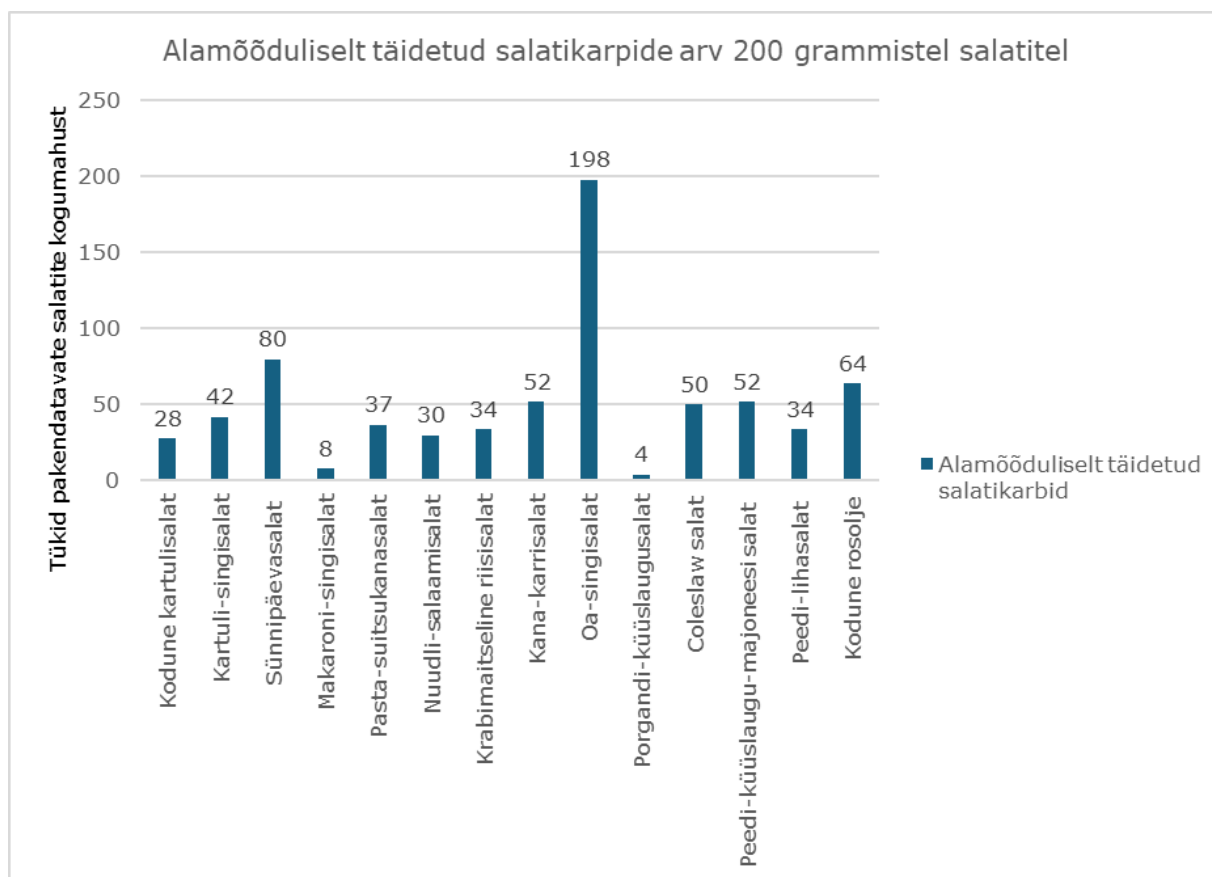
Joonis 2. Etiketivigade arv 200 grammistel salatitel kahe nädala lõikes

Kilevigade arv (Joonis 3) 200 grammistel salatitel kahe nädala jooksul oli peaaegu olematu. Peedi-küüslaugu-majoneesi salatit pakendati 14 päeva jooksul 6914 tükki, millest 1 salatikarbil esines kileviga, ehk kvaliteetset toodangut oli 6768 tükki. Kvaliteetset toodangut oli 6768 tükki, sest lisaks kilevigadele tekkis Peedi-küüslaugu-majoneesi salatile pakendamisel ka 90 üleminekusalatit, 3 etiketiviga ja 52 alamõõduliselt täidetud salatikarpi.



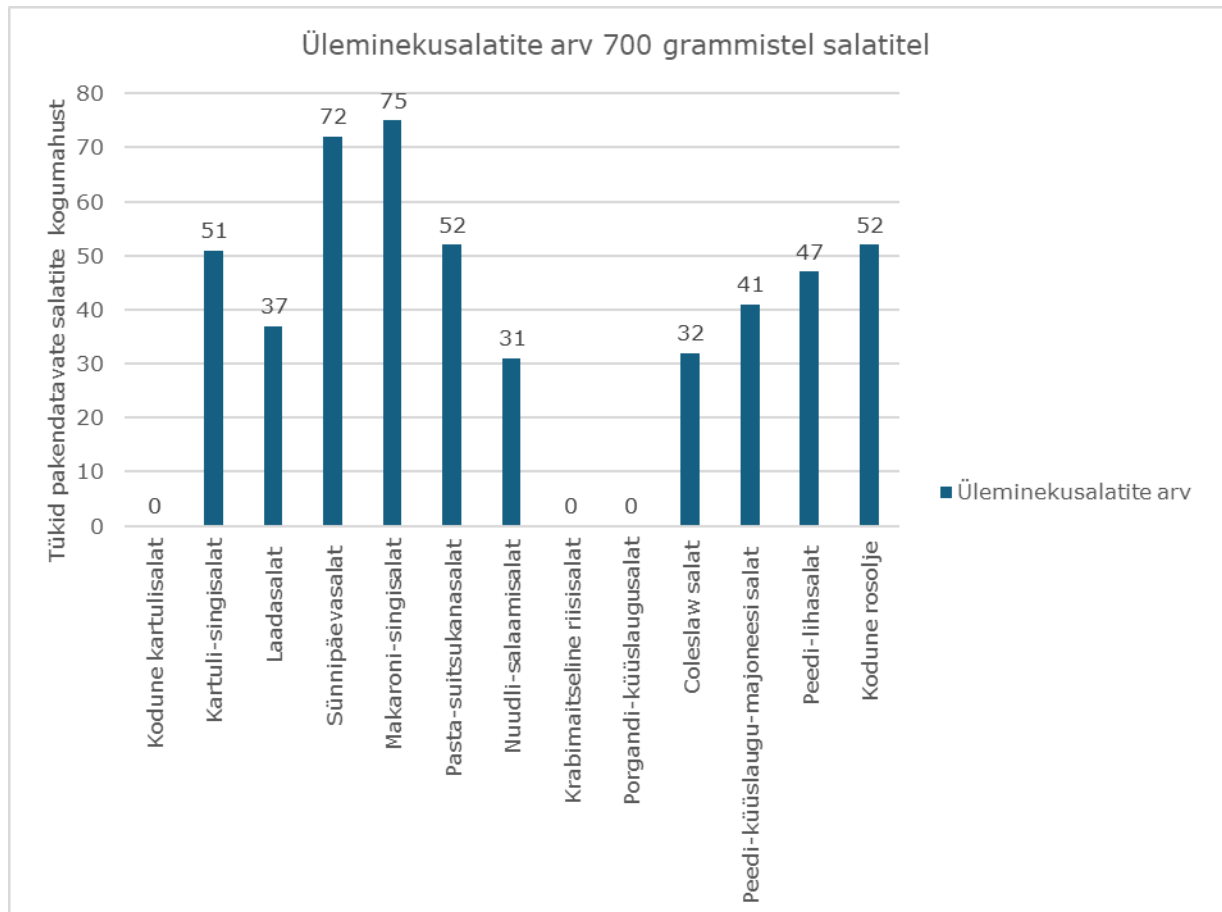
Joonis 3. Kilevigade arv 200 grammistel salatitel kahe nädala lõikes

Alamõõduliselt täidetud (Joonis 4) 200 grammiste salatikarpide arv kahe nädala lõikes oli olenevalt salatist mastaapsete erinevustega. Kõige vähem alamõõduliselt täidetud salatkarpe esines Porgandi-küüslaugusalatil, mida pakendati 2294 tükki, millest 4 tükki olid alamõõdulised salatid. Kõige rohkem alamõõduliselt täidetud salatkarpe esines Oa-singisalatil, mida pakendati 3198 tükki, millest praaki oli 198 tükki, ehk kvaliteetset toodangut oli 2997 tükki. Kvaliteetset toodangut oli 2997 tükki, sest lisaks alamõõdulistele salatikarpidele tekkis Oa-singisalatile ka 3 etiketiviga.



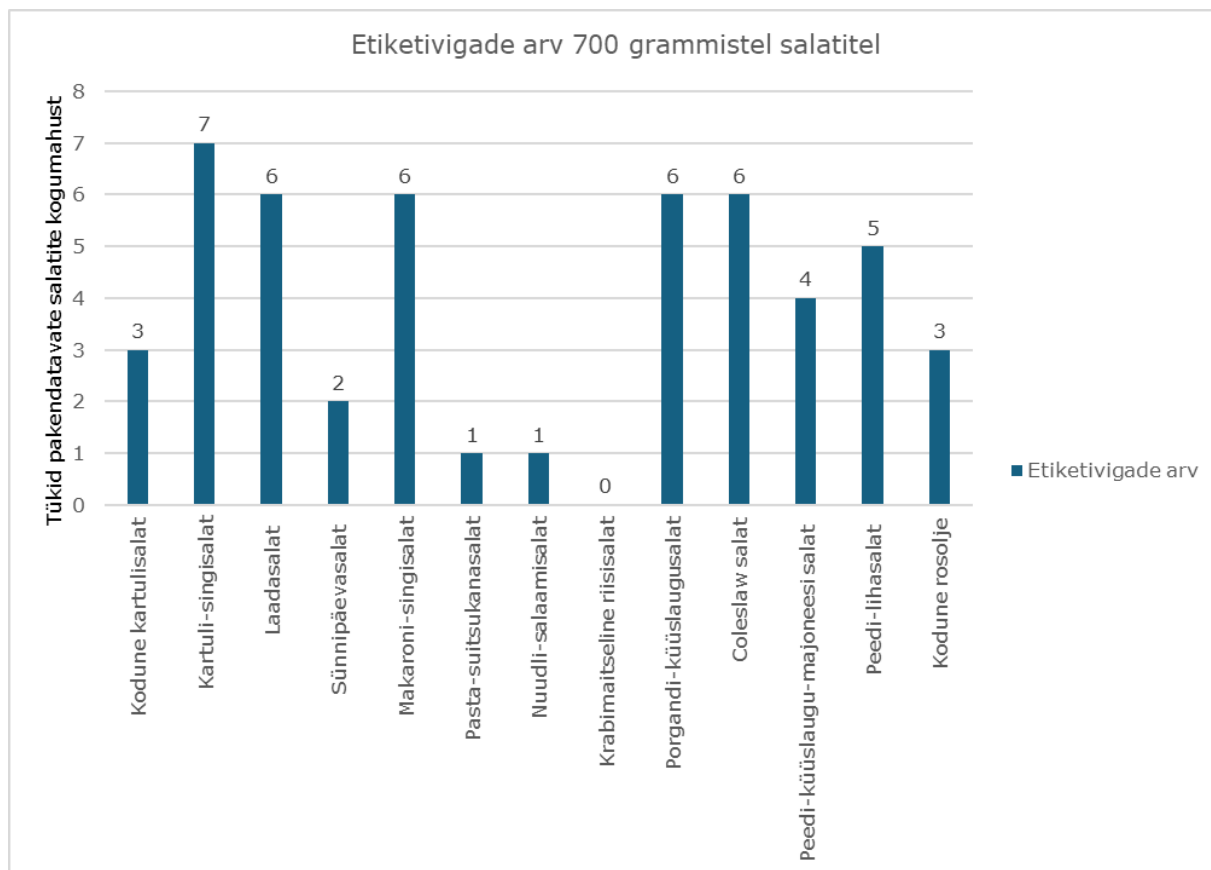
Joonis 4. Alamõõduliselt täidetud salatikarpide arv 200 grammistel salatitel kahe nädala lõikes

Üleminekusalatite arv (Joonis 5) 700 grammistel salatitel kahe nädala lõikes oli küllaltki varieeruv. Üleminekusalateid ei tehta Kodusele kartulisalatile, Krabimaitsele riisalatile ning Porgandi-küüslaugusalatile. Kõige rohkem üleminekusalateid tuli Makaroni-singisalatile, mida pakendati kahe nädala jooksul 4316 tükki, millest üleminekusalatit oli 75 tükki, ehk kvaliteetset toodangut oli 4196 tükki. Kvaliteetset toodangut oli 4196 tükki, sest lisaks üleminekusalatitele tekkis Makaroni-singisalatile ka 6 etiketiviga, 2 kaaneviga ja 37 alamõõduliselt täidetud salatkarpi.



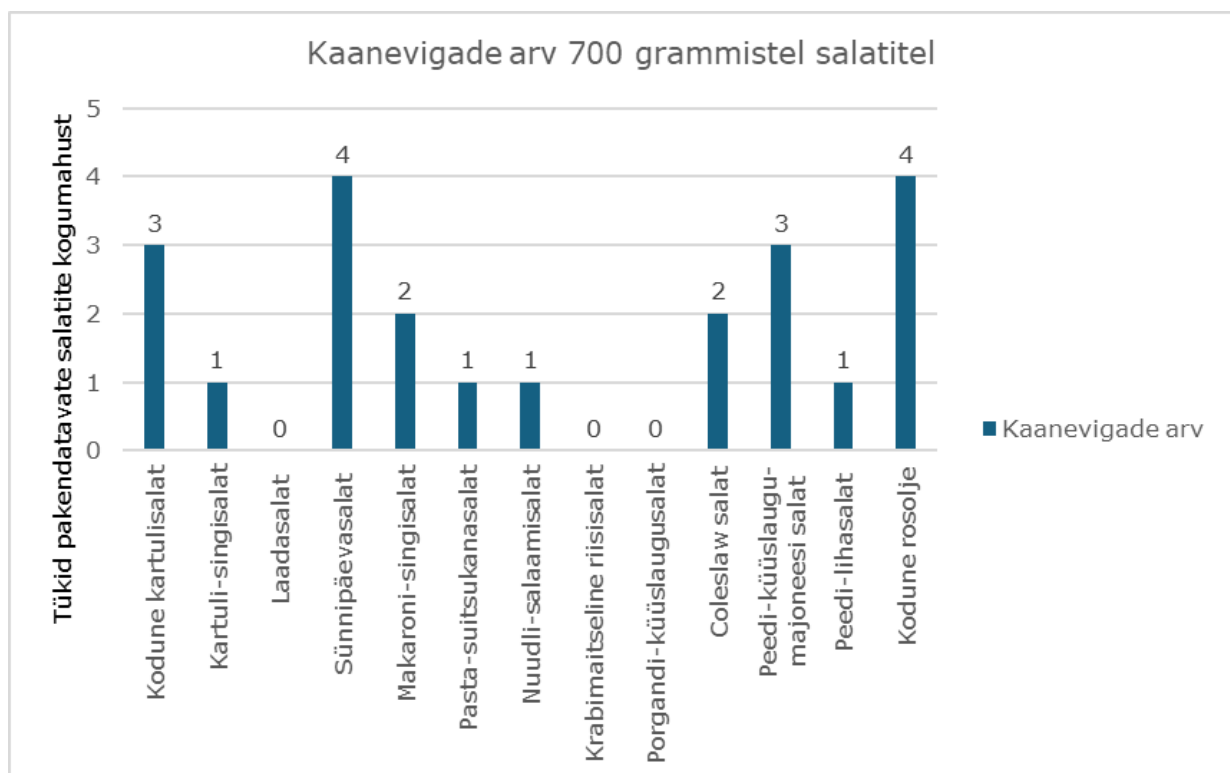
Joonis 5. Üleminekusalatite arv 700 grammistel salatitel kahe nädala lõikes

Etiketivigade arv (Joonis 6) 700 grammistel salatitel oli väike. Etiketivigu ei esinenud 14 päevase perioodi jooksul Krabimaitseisel riisilсалатil. Kõige rohkem esines etiketivigu Kartuli-singisalatil, mida pakendati 4927 tükki, millest 7 salatikarbil oli etiketiviga, ehk kvaliteetset toodangut pakendati 4842 tükki. Kvaliteetset toodangut oli 4842 tükki, sest lisaks etiketivigadele, tekkis Kartuli-singisalatile pakendamisel ka 51 üleminekusalatit, 1 kaaneviga ning 26 alamõõduliselt täidetud salatkarpi.



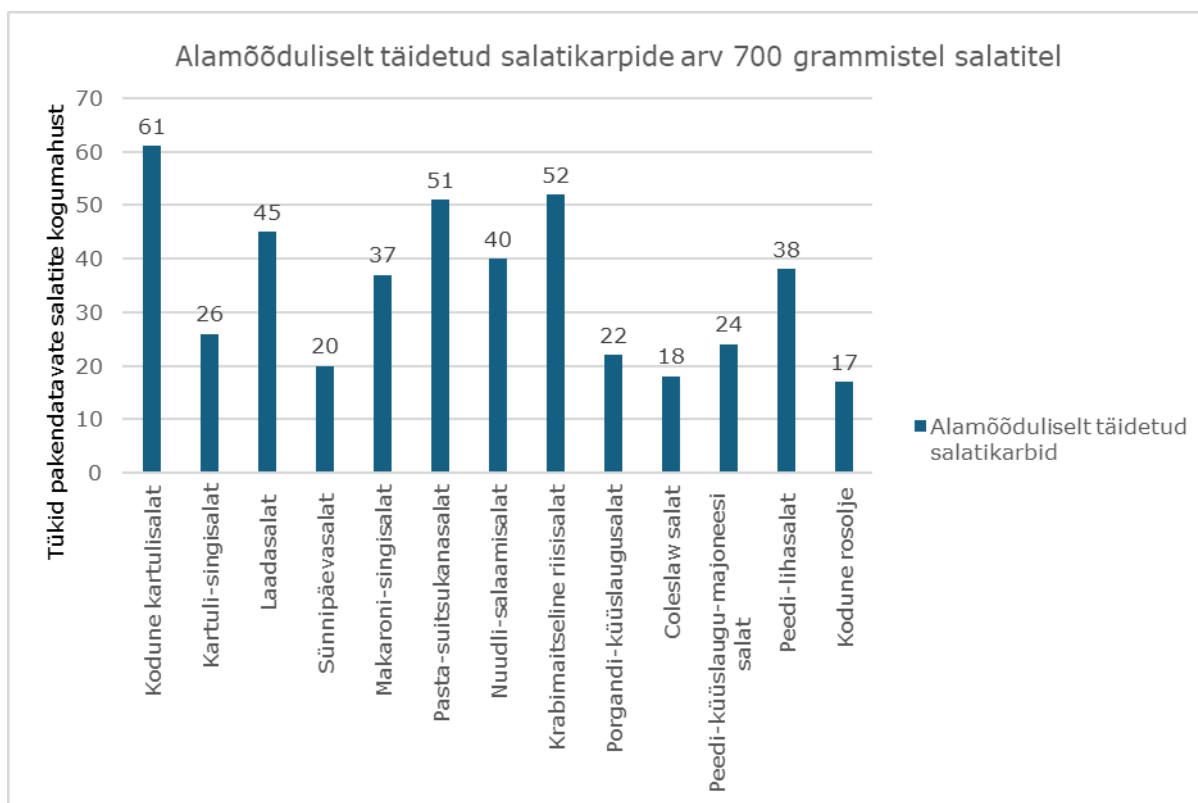
Joonis 6. Etiketivigade arv 700 grammistel salatitel kahe nädala lõikes

Kaanevigade arv (Joonis 7) 700 grammistel salatitel kahe nädala lõikes oli väike. Kaanevigu ei olnud Laadasalatil, Krabimaitseisel riisil ja Porgandi-küüslaugusalatil. Sünnipäevasalatit pakendati 14 päeva jooksul kokku 4407 tükki, millest 4 salatikarbil olid kaanevead, ehk kvaliteetset toodangut oli 4309 tükki. Kvaliteetset toodangut oli 4309 tükki, sest lisaks kaanevigadele tekkis Sünnipäevasalatile pakendamisel 72 üleminekusalatit, 2 etiketiviga, 4 kaaneviga ning 20 alamõõduliselt täidetud salatikarpi. Kodust rosoljet pakendati kokku 1904 tükki, millest 4 salatikarbil olid kaanevead, ehk kvaliteetset toodangut oli 1828 tükki. Kvaliteetset toodangut oli kokku 1828 tükki, sest lisaks kaanevigadele tuli Kodusele rosoljele pakendamisel ka 52 üleminekusalatit, 3 etiketiviga ning 17 alamõõduliselt täidetud salatikarpi.



Joonis 7. Kaanevigade arv 700 grammistel salatitel kahe nädala lõikes

Alamõõduliselt täidetud 700 grammiste salatikarpide arv (Joonis 8) kahe nädala lõikes oli erinev. Kõige vähem alamõõduliselt täidetud salatikarpe oli Kodusel rosoljel. Kõige rohkem oli aga Kodusel kartulisalatil. Kodust rosoljet pakendati kokku 1904 tükki, millest alamõõdulisi salatikarpe oli 17 tükki. Kodust kartulisalatit pakendati kokku 2284 tükki, millest alamõõdulisi salatikarpe oli 61 tükki, ehk kvaliteetset toodangut oli 2217 tükki. Kvaliteetset toodangut oli kokku 2217 tükki, sest lisaks alamõõduliselt täidetud salatikarpidele tekkis Kodusele kartulisalatile ka 3 etiketiviga ja 3 kaaneviga.



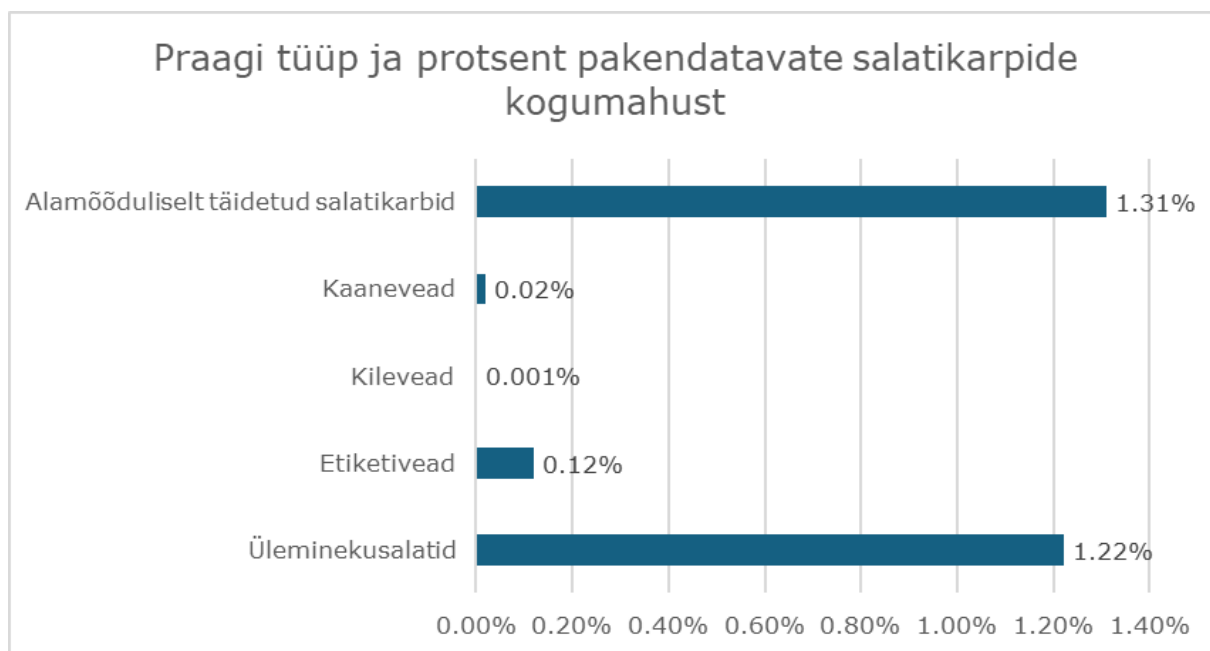
Joonis 8. Alamõõduliselt täidetud salatikarpide arv 700 grammistel salatitel kahe nädala lõikes

3.6 Analüüs

Antud peatükis on töö autor toonud välja, millised olid ettevõttes kogutud andmed ning analüüsib vaatluse tulemusi. Autor on töös vaatluse alla võtnud üleminekusalatite, etiketivigade, kilevigade, kaanevigade ja alamõõduliselt täidetud salatikarpide arvud.

Kokku pakendati kahe nädala jooksul 88 155 salatikarpi, millest 2359 salatikarpi olid vigadega, seega kokku veatut pakendatud toodangut oli 85 796 salatikarpi. 14 päevase vaatluse tulemusel mõõdetud perioodi jooksul moodustas pakendatud salatitest praak alla 3%.

Järgnevalt on toodud välja kõik majoneesipõhjaliste salatite pakendamisliinil tekkivad praagi tüüpide väärtused protsentuaalselt 14 päeva jooksul pakendatavate salatikarpide kogumahust (Joonis 9).



Joonis 9. Praagi tüüp ja protsent pakendatavate salatikarpide kogumahust kahe nädala lõikes protsentidena

Andmete analüüsimise tulemusel selgus, et kõige rohkem tekkis ettevõttes X alamõõduliselt täidetud salatikarpe, mis moodustas 1.31% kõigist pakendatavate salatikarpide kogumahust. Protsentuaalselt oli üleminekusalateid 1.22% pakendatavate salatikarpide kogumahust. Etiketivead moodustasid 0.12% kogu pakendatavate salatikarpide kogumahust. Kaanevigu tekkis 0.02% kogu pakendatavate salatikarpide kogumahust. Kilevigu esines kahe nädala lõikes vaid 1 kord, moodustades 0.001% kogu pakendatavate salatikarpide kogumahust.

Üleminekusalatite protsendist saab järeldada, et kuna pakendamisliinil ei kasutata elektroonilist süsteemi, mis tuvastab anuma täitmise käigus eelneva salati koostisosi järgnevas salatis, siis seetõttu tehakse rohkem üleminekusalateid. Põhjus, miks mõõtmistulemustest järeldus, et enim üleminekusalateid tehakse nii 200 kui ka 700 grammisele Makaroni-singisalatile, on see, et eelnevalt pakendatakse Sünnipäevasalatit, mille üheks koostisosaks on hernes, ent Makaroni-singisalati koostisosana herneid salatis ei ole. Seega selleks, et salati voolamisel ja doseerimisel hernestest täielikult vabaneda, tehakse rohkem Makaroni-singisalatile üleminekusalateid. Kõige vähem üleminekusalateid 200 grammiste salatite puhul tehakse Coleslaw salatile. Põhjus on selles, et alati enne Coleslaw salati pakendamist pakendatakse sellele sarnast salatit,

milleks on Porgandi-küüslaugusalat, millel on sarnased allergeenid ja koostisoad. Samas, kui Porgandi-küüslaugu salatit eelnevalt siiski ei pakendata, siis tehakse pakendamislainile vahepesu. Kõige vähem üleminekusalateid 700 grammistel salatitel tehakse Nuudli-salaamisalatite, sest eelnevalt pakendati sellele sarnast salatit, milleks oli Pasta-suitsukanasalat, millel on samad allergeenid ja sarnased koostisosad salatis. Erinevalt 700 grammistest salatitest on 200 grammistele Nuudli-salaamisalatitele üleminekusalateid rohkem. Tegemist on suuremate karpidega, kuhu saab rohkem doseerida üleminekusalateid ning eelneva salati koostisosadest vabaneb kiiremini. Võib öelda, et kui jätta kõrvale salatikarpide kaks erinevat kaalukategooria suurust, milleks on 200 grammised ja 700 grammised karbid, siis salati mass üleminekusalatina, mis voolab doseerimismasinasse, et puhastada eelneva salati koostisosad masinast, on suhteliselt sarnase suurusjärguga, seda nii 200 grammistel kui 700 grammistel salatitel.

Kilevigu esines kahe nädala jooksul vaid üks kord, mis tekkis 200 grammisel Peedi-küüslaugu-majoneesisalatil. Masin paigaldas salatikarbile kaks korda kile, esimene kile sulges karbi hermeetiliselt ja teine kile jäi nurkapidi lahti salatikarbi keevitatud kilele peale. Antud juhtum oli erand, viga oli masinal seoses elektrivooluga, üldiselt kilevigasid ei teki. Selleks, et kile keevitada salatikarbile, juhitakse salatikarp keevituskambrisse, karp seisatatakse liinil selleks hetkeks, kui toimub karbi peale kile keevitus, sellel momendil on karp fikseeritud kambrisse nii, et see ei liigu millimeetritki ja seetõttu ei teki ka praaki.

Kaanevead olid varieeruvad päevade lõikes ja kahe nädala jooksul, ent viga tekkis siiski suhteliselt vähe. Kaanevead tekkisid liinil liikuvate salatikarpide ja doseeritavate karbikaante ühilduvuse veast. Masina vibratsioon tekitas salatikarpidele lindil liikumise ajal nihkumist ja seetõttu ei toimunud karbikaane paigaldamisel täpset fikseeritud ja ettenähtud tugeva survega kaanetamist. Antud pakendamismasinale ei kasutatud funktsiooni, millega tuvastada, kas kaas on täielikult sulgunud salatikarbi peal. Seetõttu tekkis olukordi, kus ebatäpselt kaanetatud salatikarbid liikusid siiski liinil edasi järgmise etapi, etiketeerimise suunas. Kuna salatikarpide peal olid pooleldi avatud kaaned, siis liinioperaator paigaldas käsitsi ebatäpselt masina poolt paigaldatud kaaned salatikarbile.

Etiketivigade protsent oli kahe nädala lõikes kummagi kaalukategooria salatitele väike. Vead tekkisid liinil liikuvate salatite ning etiketeerimismasina ühildumisvea tõttu, kuna salatikarbid olid liinil nihkunud paigast, masin ei tuvastanud karpide nihkumist ning seetõttu etikett paigutus salatikarbile valesti.

Alamõõduliselt täidetud salatikarpide protsent on kõige suurem päevade ja kahe nädala lõikes. Enne järgmise salati pakendamist doseeritakse kõik eelnev salat karpidesse, sest

ei ole otstarbekas peale iga salati pakendamist teha pakendamisliinile vahapesu. Oa-singisalatil puhul on näha, et alamõõdulisi salateid on tehtud kõige rohkem. Selle põhjuseks on salati koostisosa uba, mis on raskemini eemaldatav pakendamisliini doseerimiskolust. Põhimõtteliselt kasutatakse seda meetodit sarnasel eesmärgil nagu üleminekusalateid. Erinevus seisneb selles, et alamõõduliste salatite karpidesse on doseeritud vähem salatit, kuid see ei sisalda teise salati koostisosasid, üleminekusalatid aga seevastu koosnevad eelmise salati koostisosadest.

Järgnevalt on toodud praagi tüüpide võrdlemiseks 2020. aasta andmed (Tabel 2), mil kasutusel oli pakendamisliin Speedy ning 2024. aasta andmed, kui kasutatakse pakendamisliini Grunwald Rotary 12 000.

Tabel 2. Praagi tüüpide võrdlus pakendamisliinide Grunwald Rotary 12 000 ja Speedy vahel

Võrreldavad aastad:	2020		2024	
Võrreldavad mõõtühikud:	kg	%	kg	%
Praagi tüüp:				
Üleminekusalat	178	4.5	33	1.22
Alamõõduline salat	79	2	31	1.31
Etiketivead	10	0.25	3.2	0.12
Kaanevead	10	0.25	1.1	0.02
Kilevead	0	0	0	0.001
Kokku:	277	7	68.3	2.67

Võrreldes 2020. aastaga, kui ettevõtte X kasutas majoneesipõhjaliste salatite pakendamiseks pakendamisliini Speedy, on tänaseks praak vähenenud 7%-lt 2,67%-le päevas. Sellest saab järeldada, et investeering 2020. aastal uude pakendamisliini on olnud kasulik, sest praak vähenes.

Pakendamisliini vahetus on vähendanud kadusid summeeritult ligikaudu 60% ehk ca 210 kg. 2020. aastal oli igapäevaselt 28 ämbritäit biojäätmeks majoneesisalateid ning hetkel on see vähenenud 7 ämbritäie peale. Uus pakendamisliin on vähendanud üleminekusalatite hulka ning seetõttu on ka ettevõtte keskkonna jalajälg vähenenud.

3.7 Parendusettepanekud

Kitsaskohtadena toob töö autor välja üleminekusalatite suure koguse, sest salat sisaldab mitme salati koostisosasid ja seetõttu läheb biojäätmeks. Küll aga kasutab ettevõtte üleminekusalatid biogaasi tootmiseks, sest üleminekusalatid lähevad biokomplimaatorisse. Toodetud biogaasiga sõidavad Tallinna bussid. Üleminekusalatit ei saa kasutada toiduna, sest allergeenide seisukohalt ei saa toiduohutust tagada ja täita muid Põllumajandus- ja Toiduameti poolt esitatud nõudeid, milleks on näiteks

toitumisalane teave. Alamõõdulisi salateid müüb ettevõtte kaalutootena tehase kaupluses, kus on salatitele vastavalt kogusele erihind.

Ühe ettepanekuna pakub töö autor parendusena idee, et lisada salatitele säilitusainena äädikhapet, nagu seda teevad konkureerivad rahvusvahelised toiduainetööstused. Antud parendusettepanek pikendaks pakendatud salati säilivusaega ning jaemüügi realiseerimisega, mistõttu oleks võimalik salatite pakendamine muuta süsteemsemaks protsessiks, kus pakendatakse teatud tüüpi salateid konkreetsel valitud nädalapäeval vajadusest lähtuvalt. Läbi sellise tegevuse oleks võimalik ettevõttel vähendada üleminekusalatite hulka. Näiteks sarnase koostisosaga ja allergeenide sisaldusega salateid doseeritakse karpidesse ja pakendatakse ühel kuupäeval ning seega ei tekiks vajadust üleminekusalatite või alamõõduliste salatite pakendamiseks liinil. Samuti saaks antud meetodit kasutades vähendada päeva jooksul vahepesude arvu, sest päeva jooksul pakendatakse vaid sarnaste koostisainetega salateid. Omakorda aitaks antud meetod kokku hoida tööjõu ressursi, sest liinitöötaja vahepesu käigus tegeleb vahepesul doseerimisjaama lahti võtmisega ning selle detailse puhastamisega, mis on aegnõudev protsess. Antud meetod võimaldaks tootmisüksuses pakendada konkreetseid salateid suuremates kogustes ning seega jääks ära vajadus neid igapäevaselt pakendada. Selle meetodi puhul tekiks vajadus laopinna järele, millel on eraldi nõuded, kuid laopinna asemel võiks toiduainetööstus kasutada ladustamist ja turustamist otse kaupluse pinnal ehk viia kaup suuremas koguses kaupluse riiulitele müüki. Suuremat kogust on võimalik pikema aja vältel kaupluses müüa, sest äädikhape lisamine annab salatitele säilimis- ja realiseerimisega juurde.

Järgnevalt on toodud kolm tabelit, kus on autori märgitud parendusettepanekud salatite pakendamiseks vastavalt vajadusele kolmel päeval, millega saaks ka pakendamismahtu suurendada ning vahepesusid vähendada. Sortimendis olevad punased salatid, milleks on Peedi-küüslaugu-majoneesi salat, Peedi-lihasalat ja Kodune rosolje võiks jätta pakendamisjärjekorras päeva viimasteks salatiteks. Eriti Kodune rosolje võiks võimalusel jääda viimaseks pakendatavaks salatiks, sest sinna allergeenidesse lisandub kala, mis on tugev maitsemõjutaja ning kala teistes punaste salatite komponentides ei ole.

Järgnevas tabelis (Tabel 3) on toodud parendusettepanekud sarnaste koostisosadega ja allergeenidega salatite pakendamiseks. Kõikides salatites, välja arvatud Oa-singisalat, on üheks koostisosaks kartul. Viimaseks pakendatavaks salatiks on Oa-singisalat, sest teistes salatites puudub koostisosana uba. Oa-singisalatit on võimalik ka lisada teiste päevade viimaseks pakendatavaks salatiks, kuid selleks, et kõikidel päevadel saaks pakendada 5 salatit, on autor lisanud salati siia tabelisse.

Tabel 3. Parendusettepanek salatite pakendamiseks vastavalt sarnastele koostisosadele ja allergeenidele

Toote järjekorra number	Allergeenid	Toote nimetus	Toote kogus
1	piim, sinep, muna	Kodune kartulisalat	200/700
2	piim, sinep, muna, seller	Kartuli-singisalat	200/700
3	piim, sinep, muna, soja, gluteen	Laadasalat	700
VAHEPESU			
4	piim, sinep, muna, seller, soja, gluteen	Sünnipäevasalat	200/700
VAHEPESU			
5	piim, sinep, muna	Oa-singisalat	200
SEADME PÕHJALIK PESU			

Järgnevas tabelis (Tabel 4) on toodud parendusettepanekud sarnaste koostisosadega ja allergeenidega salatite pakendamiseks. Antud tabeli põhjal pakendatakse makaroni ja riisi koostisosadega salateid. Viimaseks pakendatavaks salatiks on Kana-karrisalat, sest teistes salatites puudub koostisosana karri. Nii nagu Oa-singisalati puhul saab ka Kana karrisalatit pakendada teistel päevadel, kuid viimase salatina.

Tabel 4. Parendusettepanek salatite pakendamiseks vastavalt sarnastele koostisosadele ja allergeenidele

Toote järjekorra number	Allergeenid	Toote nimetus	Toote kogus
1	piim, sinep, muna, gluteen	Pasta-suitsukanasalat	200/700
2	piim, sinep, muna, gluteen	Nuudli-salaamisalat	200/700
3	piim, sinep, muna, gluteen, seller	Makaroni-singisalat	200/700
VAHEPESU			
4	piim, sinep, muna, soja, gluteen, kala	Krabimaitseiline riisalat	200/700
VAHEPESU			
5	piim, sinep, muna	Kana-karrisalat	200
SEADME PÕHJALIK PESU			

Järgnevas tabelis (Tabel 5) on toodud parendusettepanekud sarnaste koostisosadega ja allergeenidega salatite pakendamiseks. Antud tabeli põhjal pakendatakse porgandi ja peedi koostisosadega salateid. Viimaseks pakendatavaks salatiks on Kodune rosolje, sest teistes pakendatavates salatites puudub koostisosana kala, sest kalal on tugevad lõhna- ja maitseomadused. Antud päevale ei ole lisatud vahepesusid, kuigi pakendatakse heledaid ja punaseid salateid, sest üleminekusalatite arv on vähene ning üleminekusalateid kasutab ettevõtte biogaasi tootmiseks.

Tabel 5. Parendusettepanek salatite pakendamiseks vastavalt sarnastele koostisosadele ja allergeenidele

Toote järjekorra number	Allergeenid	Toote nimetus	Toote kogus
1	piim, sinep, muna	Porgandi-küüslaugusalat	200/600
2	piim, sinep, muna	Coleslaw salat	200/600
3	piim, sinep, muna	Peedi-küüslaugu-majoneesi salat	200/700
4	piim, sinep, muna	Peedi-lihasalat	200/700
5	piim, sinep, muna, kala	Kodune rosolje	200/700
SEADME PÕHJALIK PESU			

KOKKUVÕTE

Lõputöös uuriti, kuidas ja millisel põhjusel tekib majoneesipõhjaliste salatite pakendamisel praak ning leida vaatluse tulemusel üles võimalikud kitsaskohad ja seejärel teha ettevõttele X parendusettepanekuid.

Ettevõttes X läbi viidud 14 päevase vaatlusperioodi tulemusena selgus, et pakendatavate salatikarpide kogumahust tekib praaki 2,67%. Analüüsi tulemusena selgus, et külma köögi majoneesipõhjaliste salatite pakendamisel tekib arvuliselt ning protsentuaalselt suurimas koguses mitte realiseeritavaid salatikarpe pakendamisliini täitmisahela doseerimiskolu puhastusmeetodina kasutusel oleva üleminekusalatite ja alamõõduliste lõppsalatite pakendamise tõttu.

Uuritud ja vaadeldud pakendamisprotsess pakendamisliinil oli produktiivne, ettevõtte ootused kvaliteedile on kõrged ning antud pakendamisliin suudab need ka täita, kuna pakendatud salatikarpe, mis olid praagid pakendamisliinil tekkinud vea tõttu, oli 14 päevase uurimisperioodi jooksul pigem vähe.

Lõputöö uurimisküsimusele, „Kuidas vähendada salati pakendamisliinil olemasolevat praagi teket?“, pakkus töö autor välja lahenduse, mida antud edukas toiduainetööstus võiks tulevikus kaaluda, et viia praagi ja vigade tekkepõhjused miinimumini. Pakutava lahendusena on toodud välja salatite säilivusaja pikendamine, mis võimaldaks salatikarpe pakendada ettevõtte planeeringu järgi. Seejärel ladustada salatid kohapeal või kasutada ühe meetodina ladustamist ning ka turustada kauplustes.

Analüüsist võib järeldada, et pakutavad idee tasandil muudatused võiksid tuua ettevõttele pikemas perspektiivis majanduslikku kasumlikkust ning pakutavad ideed on reaalselt rakendatavad salati pakendamisliini parendamiseks kvaliteedi osas.

SUMMARY

The aim of the bachelor's thesis „Optimizing Quality on the Salad Packaging Line on the Example of Company X“ is to determine the bottlenecks of the new packaging line and their improvement opportunities. In 2020, the company acquired a new packaging line, Grunwald Rotary 12 000, to package mayonnaise-based salads. Previously the company used the packaging line Speedy. The data observed and analyzed were the types of waste generated on the packaging line, which were: transitional salads, label errors, film errors, lid errors, undersized salads.

Method used for the thesis is action research. The action research started with the author observing and analyzing the new packaging line, then analyzing the measurement results and afterwards identifying and analyzing the bottlenecks. Finally, the author provided recommendations on how to improve the identified bottlenecks.

The bachelor's thesis is composed of three chapters, where the first chapter is the theoretical part, the second chapter is the description of the method of the thesis and the third chapter is the empirical part of the thesis. Both the first and the third chapter are subdivided into specific chapters to look more into the various topics covered in the thesis. The theoretical part is introductory and describes food processing and preservation, the history of packaging lines, the overview of packaging materials used for food packaging and their requirements. The theoretical part also includes the application of nanotechnology in food packaging and its advantages and possible risks in the food industry, along with explanation of the packaging line functions and optimization possibilities. The empirical part of the thesis looks briefly into the company, what are the characteristics of the company, how did the packaging room and packaging line looks like and how was the packaging of mayonnaise-based salads done. The empirical part also offers an overview of the observation, measurement results, bottlenecks and suggestions for improvement.

On the basis of the results of this research, it can be concluded that the change of the packaging line has been useful, as the percentage and quantity of the waste has notably decreased compared to the previous packaging line. Transitional salads and undersized salads create the most waste in the new packaging line. In order to reduce transitional salads, the author suggests extending the shelf life of salads by adding acetic acid to the salads, changing the packaging to a more systematic process, where certain types of salads are packed on a specific selected day of the week based on the demand. This would also reduce the number of intermediate washes.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] V. Poikalainen *et al.*, *Toiduainete tehnoloogia Kõrgkooliõpik*. Tartu: Audiomeister OÜ, 2017.
- [2] „Toidu tootmine, töötlemine, transport | Põllumajandus- ja Toiduamet“. Vaadatud: 18. veebruar 2024. [Online]. Available at: <https://pta.agri.ee/ettevotjale-tootjale-ja-turustajale/toidu-tootmine/tootmine-tootlemine-transport>
- [3] M. Abdessater, F. Fayyad, J. Matta, ja L. Karam, „Assessment of prerequisite programs implementation at food packaging manufacturing companies and hygiene status of food packaging in a developing country: Cross-sectional study“, *Heliyon*, kd 9, nr 9, lk e19824, sept 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e19824.
- [4] R. Coles ja M. Kirwan, Toim, *Food and Beverage Packaging Technology: Second Edition*. Blackwell Publishing Ltd, 2011.
- [5] M. Roasto ja K. Laikoja, *Toidu säilimisaja määramine, 1. osa*. Tartu: Eesti Maaülikool, toiduhügieeni ja rahvatervise õppetool, 2019.
- [6] M. A. Parameswaran, *Mechanical Design A Practical Insight*. Alpha Science International Ltd, 2017.
- [7] M. Davies, „The History of Food Packaging“, Charlotte Packaging Ltd. Vaadatud: 24. jaanuar 2024. [Online]. Available at: <https://www.charlottepackaging.com/latest-news/history-food-packaging/>
- [8] G. L. Robertson, „History of Food Packaging“, *Reference Module in Food Science*, Elsevier, 2019. doi: 10.1016/B978-0-08-100596-5.22535-3.
- [9] „Pakendid | Kliimaministeerium“. Vaadatud: 30. jaanuar 2024. [Online]. Available at: <https://kliimaministeerium.ee/elukeskkond-ringmajandus/ringmajandus/pakendid>
- [10] „Toidupakendid | Põllumajandus- ja Toiduamet“. Vaadatud: 30. jaanuar 2024. [Online]. Available at: <https://pta.agri.ee/tarbijale-ja-eraisikule/toit/toidupakendid>
- [11] R. Pesti, „Mida tähendavad märgid (plast)pakenditel? - Ragn-Sells“. Vaadatud: 1. veebruar 2024. [Online]. Available at: <https://ragnsells.ee/kuukiri/mida-tahendavad-margid-plastpakenditel/>
- [12] J. S. Tumuluru, „Introductory Chapter: Food Processing, Preservation, and Packaging – A Brief Overview“, *Food Processing and Packaging Technologies - Recent Advances*, IntechOpen, 2023. doi: 10.5772/intechopen.110229.
- [13] N. Farmer, Toim, *Trends in packaging of food, beverages and other fast-moving consumer goods (FMCG) Markets, materials and technologies*. Woodhead Publishing Limited, 2013.
- [14] R. M. S. Cruz, *Food Packaging: Innovations and Shelf-Life*. CRC Press, 2019.

- [15] R. Biswas, M. Alam, A. Sarkar, M. I. Haque, Md. M. Hasan, ja M. Hoque, „Application of nanotechnology in food: processing, preservation, packaging and safety assessment“, *Heliyon*, kd 8, nr 11, lk e11795, nov 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e11795.
- [16] A. F. Hamad, J.-H. Han, B.-C. Kim, ja I. A. Rather, „The intertwine of nanotechnology with the food industry“, *Saudi Journal of Biological Sciences*, kd 25, nr 1, lk 27–30, jaan 2018, doi: 10.1016/j.sjbs.2017.09.004.
- [17] A. Ashfaq, N. Khursheed, S. Fatima, Z. Anjum, ja K. Younis, „Application of nanotechnology in food packaging: Pros and Cons“, *Journal of Agriculture and Food Research*, kd 7, lk 100270, märts 2022, doi: 10.1016/j.jafr.2022.100270.
- [18] H. Emblem, A. Emblem, ja A. Emblem, *Packaging Technology: Fundamentals, Materials and Processes*. Cambridge, UNITED KINGDOM: Elsevier Science & Technology, 2012. Vaadatud: 1. mai 2024. [Online]. Available at: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/nlibee-ebooks/detail.action?docID=1583649>
- [19] E. Löfström, *Tegevusuuringu käsiraamat*. Tallinn: Archimedes, 2011.
- [20] „Grunwald Rotary Machines“. Vaadatud: 15. aprill 2024. [Online]. Available at: <https://www.grunwald-uk.com/rotary-machines>