

Nadežda Gluškova

Karbamiidi mahalaadimise süsteemi rekonstrueerimine

LÕPUTÖÖ

Mehaanikateaduskond
Tehnomaterjalide ja turunduse eriala

Tallinn 2014

Tõendan, et lõputöö on minu, kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja loome- ja teadustööde seisukohad on viidatud.

Lõputöö koostamine, kaitsmine ja selles sisalduv informatsioon on *prima facie* õppeotstarbeline ja töö on kaitstud autoriõiguse seadusega, mille kohaselt on autoril töö suhtes mittevahalised õigused.

Juhul, kui seda lõputööd kasutatakse muudel põhjustel kui reprodutseerimine õppe- ja teaduslikel eesmärkidel, mis ei ole ajendatud äristest huvidest, siis laienevad lõputöö autorile lisaks mittevahalistele õigustele ka vahalistel õigused.

Lõputöö autor: Nadežda Gluškova
(allkiri ja kuupäev)

Üliõpilase kood m09004

Õpperühm TI81

Lõputöö vastab ülesandele ja kehtivatele nõuetele.

Juhendajad: Toomas Pihl
(allkiri ja kuupäev)

Vladimir Fantasov
(allkiri ja kuupäev)

Kaitmisele lubatud “.....” 20....a

Mehaanikateaduskonna dekaan

Vello Vainola
(allkiri)

SISUKORD

Sissejuhatus	5
1. AS Nitrofert.....	6
1.1 Üldiseloostus	6
1.2. Ettevõtte ajalugu	6
1.3. Keskkonna- ja kvaliteedi juhtimispoliitikast	9
2. Karbamiid.....	10
2.1 Üldkirjeldus	10
2.2 Kasutusala.....	10
2.3 Karbamiidi ajalugu ja tootmise meetodid.....	11
3. Karbamiidi kogumis- ja mahalaadimise süsteem.....	15
3.1 Üldiseloostus	15
3.1.1 Kogumissüsteemi tehnilised näitajad.....	15
3.1.2 Mahalaadimine veoautodele	15
3.2 Karbamiidi kogumis- ja mahalaadimise süsteemi kirjeldus	16
3.2.1.Kogumis- ja mahalaadimise süsteemi tehnilised tööprintsibid.....	16
3.2.2 Kogumis- ja mahalaadimissüsteemi skeem ja seletus	16
3.3. Tehnilised lahendused	16
3.4 Kogumis- ja mahalaadimise süsteemi töörežiimid	17
3.5 Ohutushoid ja menetlusanitaaria	18
3.6 Tootlikkuse arvutused.....	19
3.6.1 Kogumissüsteemi geomeetrilised parameetrid	19
3.6.2 Koormus külgeseinale.....	20
3.6.3. Seinte arvutus.....	21

3.6.4 Talade arvutus ja koormused alusmüüridele.....	21
3.7 Konveierite tootlikkuse näitajad	24
3.7.1 KonveierK1:.....	24
3.7.2. KonveierK2:.....	24
3.7.3 KonveierK3:.....	25
3.8 Mehhanismide käivitamisi järjekord	26
3.8.1 Käivitamise järjekord konveirile K1.....	26
3.8.2 Etteande sõlm konveirile K1	26
4. Rekonstrueerimine	27
4. 1 Väljatõmbeventilatsiooni lisamine	27
4. 2 Süsteemi tagaseina polsterdamine ja tigutransportööri piirikute eemaldamine	29
4.3 Vintsi lisamine luukide avamiseks	32
5. Majandusosa.....	34
5.1 AS Nitrofert majanduse olukorrast üldiselt	34
5.2 Otsustavad mõjurid, mis määravad ammoniaagi ja karbamiidi hindu	35
5.3 Rekonstrueerimise majanduslikud valikud ja hind.....	39
5.3.1 Ventilaatori hind	39
5.3.2 Roostevaba terase hind	39
5.3.3 Käsivinsi hind	40
Kokkuvõte	42
Summary	43
Viidatud allikad	44
Lisad	48
1. Mahalaadimise süsteemi joonis	48
2. Karbamiidi kvaliteedi kontroll.....	50

SISSEJUHATUS

AS Nitrofert on monopolne tehas Eestis, mis tegeleb karbamiidi tootmisega. Lõputöö teema valiku eesmärk on aidata arenda AS Nitrofertmahalaadimise protsessi ja seda parendada. Süsteemis on puudused, mida uuriti mahalaadimise protsessi jälgides ja töötajatega vesteldes. Näiteks, mahalaadimise protsessi jooksul halveneb karbamiidi kvaliteet, protsess aeglustab ja töötajate tervis on ohus. Tehases töötab rohkem kui 480 inimest ja mingil määral sõltub sellest Kohtla-Järve linna areng ning tehase arenemisega võib arendada nii Eesti sise- kui ka välismajandust. Kuna töö on seotud karbamiidi töötlemisega, mis on tervist kahjustav, peab olema kindel, et inimesed, kes tegelevad karbamiidi mahalaadimisega oleksid kaitstud. Lõputöö ülesanne on rekonstrueerida süsteemi nii odavalt kui võimalik, kergendada töötajate tööd ja suurendada mahalaadimise kiirust. Rekonstrueerimiseks on vajalikud järgmised tööd:

- tõstuki asendamine vintsiga,
- süsteemi tagaseina polsterdamine ja tigutranspordööri piirikute eemaldamine,
- tootliku ventilatsiooni lisamine.

Rekonstrueerimised mahalaadimisesüsteemis on väikesed, aga nad on reaalsed, kergesti tehtavad ja odavad. Teema on aktuaalne kuna kogumis- ja mahalaadimisesüsteem oli valmistatud 1995-ndal aastal ning pole kunagi renoveeritud.

Lõputöös on käsitletud AS-i Nitrofert ülevaadet, karbamiidi tootmist, karbamiidi kasutamist, mahalaadimisesüsteemi tehnilisi näitajaid ning on arvutatud mahalaadimissüsteemi parameetrid ja nõutavad jõud. On lisatud rekonstrueeritud karbamiidi mahalaadimise süsteemi skeem ja karbamiidi katseprotokoll.

1. AS NITROFERT

1.1 Üldiseloostus

AS Nitrofert on ainus mineraalväetiste tootja Eestis. Põhitegevusalaks on AS-i Eesti Gaas gaasitorustiku kaudu Venemaalt tarnitava loodusliku gaasi ümbertöötlemine-, ammoniaagi ja prilleeritud karbamiidi tootmise eesmärgil. Ettevõtte paikneb Ida-Virumaal (täpsemalt Kohtla-Järvel), Eesti tööstuspiirkonnas, 150 km kaugusel Eesti pealinnast ning suurimast sadamalinnast Tallinn. Ta on üheks suuremaks tööandjaks regioonis. Ettevõttes töötab umbes 480 inimest, sealhulgas 95 insener-tehnilist töötajat.

AS Nitrofert tarbib kuni 270 miljonit kWh elektrienergiat, s.t. umbes 5% Eestis müüdavast elektrienergiast ning kuni 210 miljonit m³ looduslikku gaasi aastas, s.t. umbes 25% Eestis müüdava loodusliku gaasi üldmahust.

Ammoniaagi ja karbamiidi tootmiskahtusid võib reguleerida sõltuvalt konjunktuurist ja mineraalväetiste hinnast maailmaturul. Maksimaalse ammoniaagi ja karbamiidi tootmiskaormuse korral võib samaaegselt toota umbes 100 tuhat tonni vedelat kaubandusammoniaaki ja 180 tuhat tonni karbamiidi aastas.[1]

Ettevõttel on olemas oma raudteemagistraal, mis on ühendatud AS-le Eesti Raudteele kuuluva raudteega, lisaks kolm komplekteeritud marsruuti, ettevõttele kuuluvatest raudteetsisternidest ja renditud 70 mineraalväetistehopperit karbamiidi transportimiseks sadamasse puistena[2].

Praegukuulub 100%AS Nitrofert Ostchem Holding AG (Austria) gruppi, mis konsolideerib kõik Group DF keemiatööstuse aktivad.[1][10]

1.2. Ettevõtte ajalugu

AS Nitrofert loodi 1993.a. detsembris endise Lämmastikväetise Tehase baasil, mis kuulus algul Tootmiskaondisele Slantshim, hiljem Riikliku Aktsiaseltsi Kiviter koosseisu. See oli müüdnud GAZPROM-ile.

Süntetilisest ammoniaaki ja karbamiidi tootev tehase tootangut välja laskma 1969-ndal aastal. Hiljem tootmist laiendati, aga osa moraalselt ja füüsiliselt vananenud tehnoloogiast on tänaseks töö lõpetanud (ammoniaagi tehase 1). Alates aastast 1979 töötab ammoniaagi agregaat, mille võimsus on 600 tonni vedelat ammoniaaki ööpäevas firma ENSA moderniseeritud skeemi järgi. Osa vedelast ammoniaagist läheb tarbijatele kaubaproduktina, teine osa töödeldakse ümber kohapeal karbamiidiks põllumajanduse ja tööstuse tarbeks (on olemas 2 tehnoloogilist liini võimsusega kumbki 90 tuhat tonni karbamiidi aastas). Kõrvalproduktidena toodetakse ammoniaakvett, mida kasutatakse tööstuses ja põllumajanduses, samuti vedelat süsihapet (kuni 10 tuhat tonni aastas), vedelat lämmastikku ning gaasilist hapnikku meditsiini ning tööstuse jaoks, mida toodetakse koostöös firmaga AGA.[3]

November, 2001.– AS-i Nitrofert aktsiate kontrollpaki omandab firma Oriental Chemtrade Ltd. Sellel aastal teenis Nitrofert 378,6 miljoni kroonise (24,2 miljoni euro, kui 1 eur võrdub 15,6466 eek) realiseerimise netokäibe juures 3,1 miljonit (198 tuhat eurot) puhaskasumit.[4]

2002 aasta lõpetas ettevõtte 161 miljoni kroonise (10,3 miljoni eurot) käibe ja 41 miljoni kroonise (2,6 miljoni eurot) kahjumiga. [4]

August, 2003.- tehases juhtus fors-mažoor, mille põhjustas äikesevihma tagajärjel ülemääraste sademete mahalangemine ja äikesevihm, mille tagajärjel toimus ettevõtte seadmete osaline uputamine. Ettevõttele oli vaja 2 nädalat, et likvideerida looduskatastroofi kahjustused ja tööstus taaskäivitada. [5]

2003. - aktsionäride üldkoosolek otsustas välja kuulutada suunatud emissiooni ettevõtte aktsiakapitali suurendamiseks. Läbiviidava emissiooni tulemusena ettevõtte tõstis aktsiakapitali seniselt 67,8 miljonilt kroonilt (4,3 miljonilt eurot) 161 miljoni kroonini (10,3 miljoni euroni).[6]

2003. - kümne aastaga on tehase ümber töödeldud 1,7 miljardit kuupmeetrit maagaasi ja tootnud üle 1,5 miljoni tonni ammoniaaki ning üle 800 000 tonni karbamiidi ning on maksnud Eesti riigile makse kokku 265 miljoni krooni (umbes 16,9 miljoni eurot) ulatuses.[4]

2004. - on investeeritud umbes 100 miljoni krooni (6,4 miljoni eurot) tootmisbaasi moderniseerimiseks. Moderniseerimistööde lühike loetelu :

- tsirkuleeriva veevarustussüsteemi viie jahutustorni rekonstrueerimine, mis võimaldas alandada ammoniaagi ja karbamiidi tootmisel kasutatava jahutusvee temperatuuri ja vähendada tootmiskulusid;
- veevarustussüsteemi rekonstrueerimine karbamiiditsehhis - tänu sellele alanes veekadu ja rõhk veeringluses tõusis, mille tulemusena on õhku paisatud gaaside puhastamine muutunud varasemast tõhusamaks;
- uute efektiivsete katalüsaatorite juurutamine ammoniaagi tootmisel - alanes energiakulu;

2004. - teenis 626,8 miljoni krooni (40 miljoni eurot) suuruse realiseerimise netokäibe juures 62,6 miljonit krooni (4 miljoni eurot) kasumit, kusjuures 90 protsenti toodangust turustas firma väljapoole Eesti piire.

2005. - jätkab AS Nitrofert ka seadmete uuendamist ja investeerimist tegutsevasse tootmisesse. Pidev intensiivne töö tootmise laiendamise erinevate variantide kallal, sealhulgas uute tsehide ehitamine toodangu laiema valiku eesmärgil.

2005. - alustati läbirääkimisi koostööks Tallinna Tehnikaülikooliga, et koolitada seal ettevõtte tulevase spetsialiste. Ettevõttel on plaanis määrata valitud üliõpilastele kogu õppeperioodiks oma stipendium ja organiseerida neile praktika AS-s Nitrofert.[7]

2006. - märtsikuust on ettevõttes juurutatud kvaliteedi juhtimissüsteem, mis vastab rahvusvahelise standardi ISO 9001:2000 nõuetele.[8]

2006. - tehas sai lepingu GAZPROM-iga kolmeks aastaks, ostab gaasi soodsamalt kui on turu hind. [9]

2007. - juulikuust AS Nitrofert metroloogia laboratooriumvastab EVS-EN ISO/IEC 17025:2005 nõuetele (reg. № K023).

2007.- AS Nitrofert täiustas oma juhtimissüsteemi, eesmärgiga täita rahvusvaheliste standardite ISO 9001:2000 ja ISO 14001:2004 nõudmisi. Uus – integreeritud juhtimissüsteem – on üheaegselt endise peaeesmärgiga – tarbijatele vajalike kvaliteetsete toodete valmistamisega – suunatud tootmisprotsessidest lähtuva kahjuliku keskkonnamõju vähendamisele.[11]

2007. - Nitrofert on Eestis TOP ettevõtete võitja, mis tegelevad keemiatööstuse alal.[12]

2008. - Rahvusvaheline akrediteerimisfirma Lloyds Register Quality Assurance andis välja sertifikaadi, mis tõendab, et AS Nitrofert keskkonna- ja kvaliteedijuhtimissüsteemid on rahvusvaheliste standardite ISO 14001:2004 ja ISO 9001:2000 alusel heaks kiidetud. [13]

Veebruarist 2009 kuni 2012-nda aastani- Nitrofert peatab valmistoodangu hinna languse ja omahinna tõusu tõttu tootmise. Ettevõtte jääb kolmeks ja pooleks aastaks ooterežiimile. Tehase omanikud ei sulgenud seda, kuid ei pidanud ka otstarbekaks käivitada tootmist, mis oleks kallinenud toorme ja valmistoodangu madalate hindade tõttu suurt kahjumit toonud. Kogu selle aja töötasid tehases inimesed, said palka ning kandsid hoolt seadmete ja kommunikatsioonide säilimise ja korrasoleku eest, et tehas võiks iga kell taas tootmise käivitada.

2012. - septembris oli AS-i Nitrofert tehnoloogilised seadmed kapitaalremondis ja novembrikuu kolmandas pooles alustati käivitustöödega. Nitrofert pandi taas tööle 2012-nda aasta sügisel ja jõudis väetist toota nappi aasta. Tänavu augustis peatati aga jälle plaaniliseks remondiks.[14]

Alates 2013-ndast aastast tänaseni - tehas seisab ning seal kestavad käivitustööd

1.3. Keskkonna- ja kvaliteedi juhtimispoliitikast

Kvaliteedijuhtimissüsteem, mis sertifitseeriti 2006-nda aasta juunis ja 2007-nda aasta detsembris atesteerimiseks. Esitatud keskkonnajuhtimissüsteem kindlustab tootmise majanduslikku ja ökoloogilist efektiivsust. Peamine AS Nitrofert poliitikas seisneb selles, et tootmise kasvuga ei tohi kaasneda looduskeskkonna kahjustamist. Igapäevases töös püüab AS Nitrofert vähendada ökoloogiliste aspektide kahjulikku toimet, see tähendab vähendada tegevuse mitmesuguste külgede ja elementide mõju ümbritsevale keskkonnale. AS Nitrofert on valmis kohusetundega ja avatult koostööks kõigi keskkonnakaitsest huvitatud ettevõtete ja isikutega. Keskkonnajuhtimissüsteem on tihedalt seotud kvaliteedijuhtimissüsteemiga ja kuulub koos sellega AS Nitrofert integreeritud juhtimissüsteemi (IJS).

AS Nitrofert peab kinni alljärgnevatest põhimõtetest:

- Juhinduda oma tegevuses Eesti kehtivatest õigusaktidest ja IJS dokumentidest;
- Hoolitseda töötajate keskkonnavaliste teadmiste süvendamise eest;
- Kavandada perspektiivplaanides tegevusi, mis vähendavad ökoloogiliste aspektide keskkonnamõju (selleks on, näiteks kavandatud gaasikondensaadi puhastamise seadme projekteerimine). Säästvalt kasutada looduslike ressursse (maagaasi, kaevu- ja järvevett), elektri- ja soojusenergiat, uurida tootmisjääkide kasutamise võimalusi;
- Pidevalt parendada IJS protseduure;
- Mitte harvem kui kord aastas – IJS toimimise juhtkonnapoolse analüüsi raames – teostada poliitika ülevaatust;
- Poliitika tegususe kontrollimist organiseerida siseaudiitorite abiga (plaani järgi) ja välisaudiitoreid rakendades (lepingu alusel);
- Anda üldsusele täiendavat informatsiooni keskkonnapoliitikast vastusena küsimustele telefonidel 337 8315 ja 337 8346;
- Võimaldada igal AS Nitrofert töötajal tutvuda IJS dokumentidega, ökoloogiliste eesmärkide saavutamise sihtprogrammiga ja ökoloogiliste aspektide hindamise tulemustega (kas oma struktuuriüksuses, projekteerimis- ja tehnikaosakonna inseneride abiga või vahetult AS Nitrofert siseinfo Intraneti lehekülgedel).[15]

2. KARBAMIID

2.1 Üldkirjeldus

Karbamiid avastati 1773-ndalaastal (teine nimetus on urea). Need olid värvitused kristallid, mis kergesti lahustusid vees, vedelas ammoniaagis ja vääveldioksiidis. Sulatemperatuur on 132,7°C, tihedus $1,33 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Tavatingimustel on karbamiid tule- ja plahvaohutu ning ei ole mürgine. Kuumutamisel (150-160°C) karbamiid laguneb ja moodustabbiuretaani, ammoniaagija süsihappegaasi. [16]

Toodetud karbamiid pakitakse spetsiaalsetesse paberkottidesse võiplastkottidesse normatiivse tehnilisedokumentatsiooni järgi. Pakitultvõi kuhjatisetena transporditakse kõikide kinniste liiklusvahenditega, välja arvatud õhutransport.

Kõik karbamiidi saamise tööstuslikud meetodid põhinevad ammoniaagi reaktsioonil süsinikdioksiidiga temperatuuril 200°C ning rõhul 200 barvõi kõrgemal, sellepärast tavaliselt ühtuvad karbamiidi ja ammoniaagi tootmised.

2.2 Kasutusala

Kasutusala järgi jagatakse karbamiid kahe tüüpi:

- A tüüpi - kasutatakse keemiatööstuses ja karjakasvatustes,
- B tüüpi - kasutatakse põllumajanduses.

Karbamiidi kasutatakse paljudes valdkondades, näiteks, nafta deparafinitsiooniks. Soolad moodustataksehapete ja karbamiidi toimel. Karbamiidkondenseerub väga kergesti formaldehüüdiga, sellepärast kasutatakse laialdaselt vaikude tootmises. Looduslikult on karbamiid mineraalväetis, mida kasutatakse erinevatel kasvupindadel. Karbamiidi kasutamine garanteerib saagi suurenemise. Toodetaksesedagranuleeritud kujul. Karbamiidi sisaldab rohkem lämmastiku (46,2%) võrreldes teiste lämmastikväetistega ja majanduslikult onsee kõige otstarbekam valik. Karbamiid lisatakse ka loomasöötadasse kui valkude asendaja, kuna mäletsejatel loomadel on

mikroorganismid, mis võimaldavad karbamiidi valkude sünteesi jaoks kasutada. Puhtat karbamiidi kasutatakse ka meditsiinis, et ennetada ja vähendada ajuturset. Huvitavad karbamiidi kasutamise valdkonnad on seotud soojuselektrijaama heitvee ja põletusprügi seadmetepuhastamisega. Karbamiidi abil toodetakse AdBlue produkti (32,5%karbamiidi lahus), mis on kasutatud diiselmootorite heitgaasi töötlemiseks. Tänu sellele karbamiidi lahusele vastab heitgaaside koostis Euro-4 ja Euro-5 normidele.[17]

Karbamiid, mis on toodetud AS Nitroferttehas kasutatakse:

- tööstuses tooraine lisandina vaikude, liimide, orgaanilisteklaaside, soojustusmaterjalide tootmiseks;
- põllumajanduses kasvupinna väetiste ja taimede jaoks;
- loomakasvatuses söödalisandinaloomadele;
- toiduainetööstuses närimiskummi tootmiseks;
- farmaatsiatööstuses analgeetikumide ja uinutide tootmise ning haavade tervenemise jaoks;
- pesemisvahendite, kosmeetika tootmises. [20]

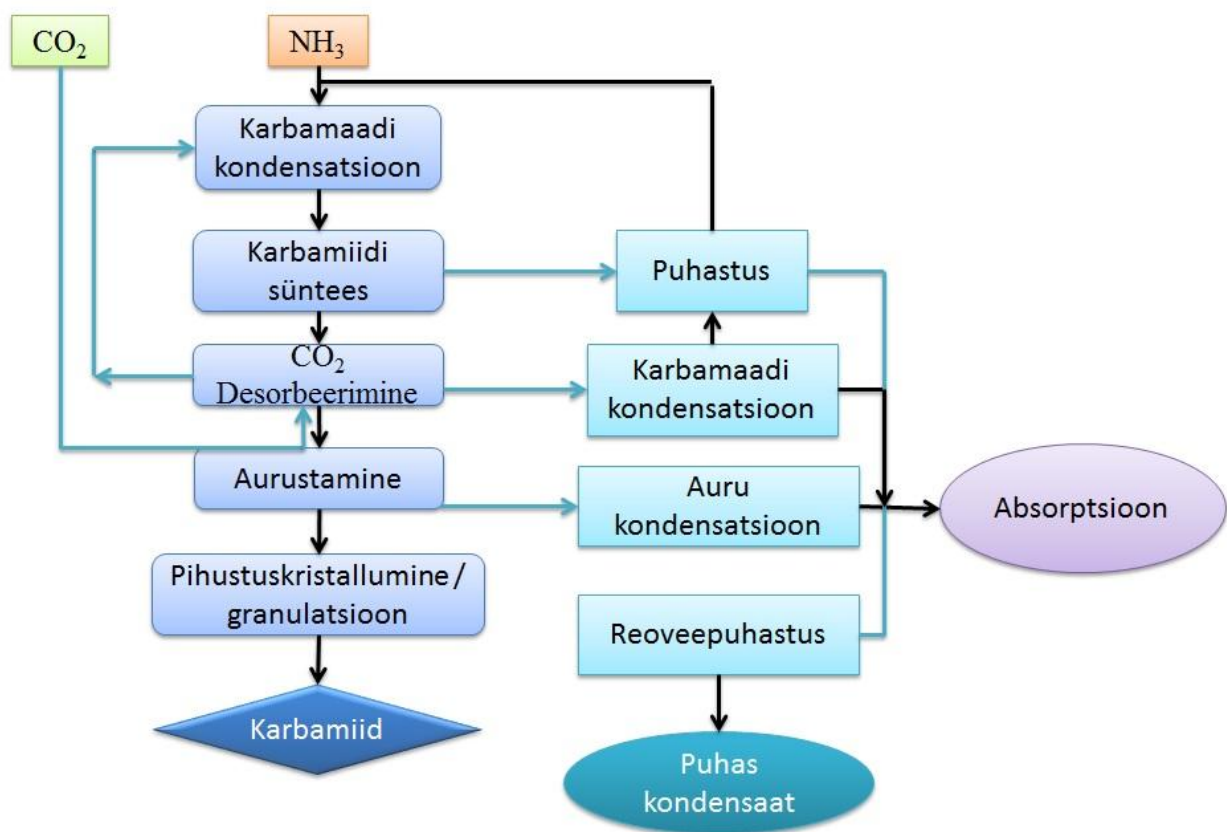
2.3 Karbamiidi ajalugu ja tootmise meetodid

Aastatel 1958 – 1959 oli Nõukogude Liidus loodud Karbamiidi Teadusliku Uurimise ja Projekteerimisinstituut (NIIK), mis projekteeris ja katsetas kahte karbamiidi saamise protsessi:

- karbamiidi sulami kaheetapilist destillatsiooni ammoniaagi liia kondenseerimise ja retsirkuleerimisega;
- destillatsiooni gaasi eraldamisega süsinikdioksiidi selektiivse absorbeerimise teel monoetanoolamiini lahuses.

Hiljem töötati välja ja katsetati karbamiidilahuse pideva aurustamise protsessi ja selle kristalliseerimist tigutüüpi seadmetes. Nende tööde alusel projekteeriti sel ajal esimesed võimsad karbamiidi tootmise agregaadid, mis suutsid toota aastas 35 tuhat tonni karbamiidi ammoniaagi osalise ja gaasi täieliku ringlussevõtiga.

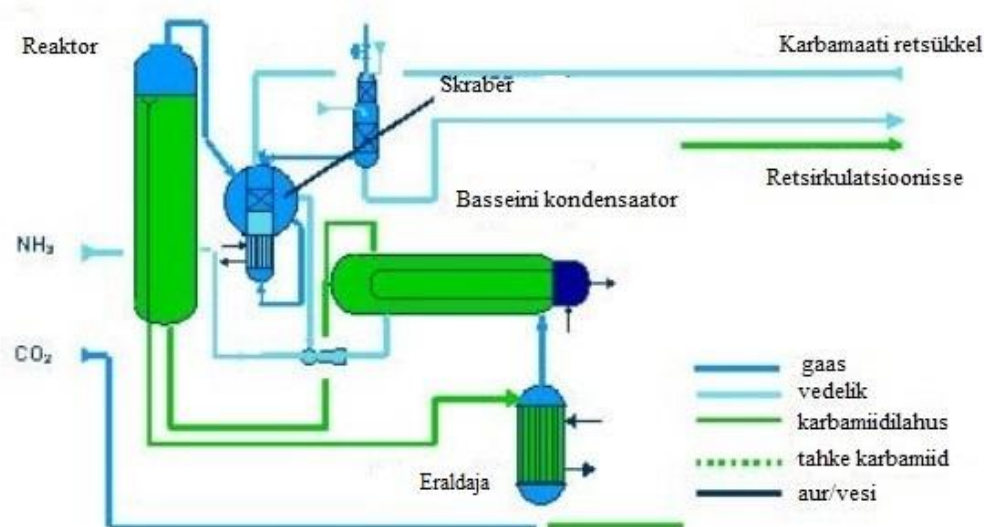
1959-ndal aastal alustas Hollandi ettevõtte Stamicarbon karbamiidi tootmist reageerimata ainete täieliku ringlussevõtiga ammooniumfosfaadisoolade vesilahuse kujul – nn täielik vedeliku ringlussevõtt – saades granuleeritud toote karbamiidi sulami pihustamise teel õõneskolonni vastu alt üles suunatud õhuvoogu (võimsus 90 tuhat tonni aastas). Seda granuleerimismeetodit hakati nimetama pihustuskristallumiseks. 1960–70 projekteeriti Nõukogude Liidus karbamiidi tootmise tehased vedeliku täieliku ringlussevõtiga tehnoloogia alusel võimsusega 90 tuhat tonni aastas. Kahe agregaadiga tsehhid käivitati 32 tehases, sealhulgas ka Kohtla-Järvel. Karbamiidi tootmise ettevõtted asuvad seitsmes endise Nõukogude Liidu riigis (Venemaal, Ukrainas, Valgevenes, Usbekistanis, Leedus, Eestis ja Tadžikistanis). Nendes ettevõtetes kasutatakse viit peamist karbamiidi tootmise meetodit: AK-70 vedeliku täieliku ringlussevõtiga, Stamicarboni süsinikdioksiidi desorbeerimine (striping), Snamproggetti ammoniaagi desorbeerimine (striping), Tecnimont ja TEC. AS Nitroferdil kasutatakse Stamicarboni süsinikdioksiidi desorbeerimist. (vt.sele 1)



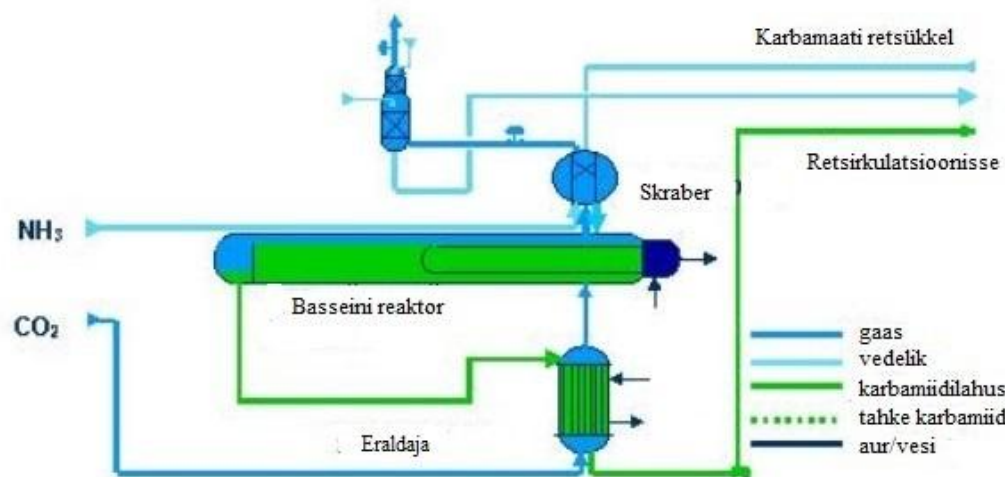
Sele 1. Stamicarbon ettevõtte CO₂ desorbeerimis protsess [18]

Ammoniaak ja süsinikdioksiid muundatakse karbamiidiks ammooniumkarbamaadi kokkusurumisel umbes 140-baarise rõhu all ja 180–185 °C temperatuuril. Ammoniaagi konversioon on 41%,

süsihappegaasil – 60%. Reageerimata ammoniaak ja süsinikdioksiid desorbeeritakse, seejuures on CO₂ desorbeeriva agendi rollis. Pärast kondensatsiooni lähevad CO₂ ja NH₃ retsirkuleerimisse ja tagastatakse sünteesiprotsessi. Kondensatsiooni soojust kasutatakse CO₂ protsessorisse auru tekitamiseks. [18] Uute võimsuste saavutamiseks on tehnoloogiaturul olemas desorbeerimis protsessi erinevad modifikatsioonid, mis erinevad üksteisest peamiselt sünteesisõlme aparatuuri osas [18]. Välisfirmad pakuvad praegu tootmisvõimsusi 1000 kuni 2000 ja isegi 3000 tonni ööpäevas [19]. Antud protsess võiks erinevat seadmete kogumit omandada. (vt. sele 2 ja sele 3).



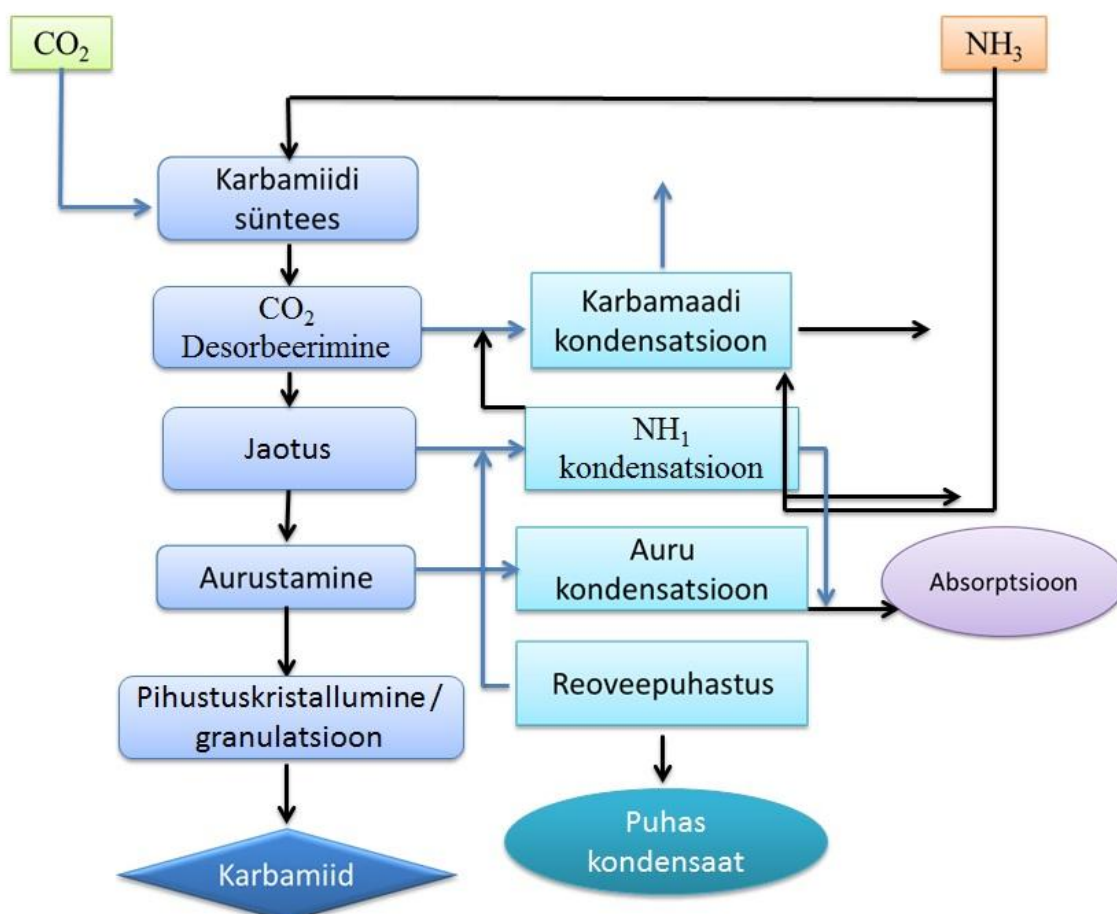
Sele 2. Tehnoloogia Urea 2000plus: süntees basseini kondensaatoriga [18]



Sele 3. Tehnoloogia Urea 200plus: süntees uputatud reaktoriga [18]

Tehnoloogiat nimetatakse Urea 2000plusTM. Niisugust süsteemi kasutatakse Hiinas (tootmise võimsus 2700 tonni ööpäevas), Kataris (tootmise võimsus 3200 tonni ööpäevas) [19]. Selle süsteemi teine variant eeldab basseinreaktori kasutamist. Basseinreaktori kasutamisega sünteesi eelisteks

onsee, et vertikaalse kolonnkondensaatoriga võrreldes vajatakse soojusvahetuseks 40%vähem pinda jatootmise konstruktsiooni kõrgus väheneb. On ka olemas karbamiidi mega-seadmed, nende tootmise võimsus on 5000 tonni ööpäevas. Snamprogetti pakub ammoniagi kasutada desorbeerimiselisandina. Ammoniaaki kasutatakse desorbeerivalisandna (komponendina). NH_3 ja CO_2 reageerivad 150-baarise rõhu ja 180 °C tingimustes, moodustades karbamiidi. Reageerimata karbamaat laguneb desorbeerimisel ammoniaagi mõjul. Antud süsteem on toodud seel 4. [18]



Sele 4. Snamprogetti ettevõtte CO₂ desorbeerimis protsess NH₃ [18]

Antud meetodite lõpptood on granuleeritud karbamiid. On olemas karbamiidi graanulite saamise kaks meetodit: pihustuskristallumine ja granulatsioonimeetod. Pihustuskristallumise meetod seisneb vabalt langevate karbamiidi tilkade jahutamises ja nende kristalliseerumises neile vastu suunatud jahutusõhu voolus. Granulatsioonimeetod seisneb pihustamises ja sellele järgnevas karbamiidi korduvates kihistumistes mittekonditsioonilise toote tahketele osakestele sfääriliste graanulite moodustamiseks ja sellele järgnevas graanulite jahutamises. Maailmas on kõige levinuim on pihustuskristallumise meethod. Granuleeritud karbamiidi peamine eelised on graanulite kõrgem püsivus ja väiksem paakumisoht transportimisel, aga granuleerimise seadme hind on 1,5-1,8 korda kallim, kui pihustuskristallumiseadmetel.[18]

3. KARBAMIIDI KOGUMIS- JA MAHALAADIMISE SÜSTEEM

3.1 Üldiseloostus

AS Nitrofet karbamiidi mahalaadimise süsteem oli projekteeritud 16. märtsil 1995 aastal. Selle eesmärk on karbamiidi kogumine ja mahalaadimine kuhjatisega raskeveokonteineritega, mis on varustatud laadimisluukidega ning asuvad auto- või raudteeveokitel. Süsteem on mõeldud karbamiidi tootmise tsehhisrakenduseks pärast granulatsioonitorni läbimist, mille tootmisevõimsus on alla 25 tonni tunnis (600 tonni ööpäevas).

3.1.1 Kogumissüsteemi tehnilised näitajad

- karbamiidinominaalmass kogumissüsteemis 1400 tonni,
- karbamiidimaksimaalmass kogumissüsteemis 1600 tonni,
- lintkonveieri K1ajami võimsus 5,5 kW,
- kogumissüsteemi üleslaadimisaeg:
 - a) kui $Q = 12,5$ tonni tunnis, siis 5 ööpäeva
 - b) kui $Q = 25$ tonni tunnis, siis 2,5 ööpäeva, kus Q on karbamiidi liikumise kiirus
- teenindajate arv 2 inimest.[29]

3.1.2 Mahalaadimine veoautodele

- transpordi etteandmise interval 45 minutit,
- konveierite tootlikkus 150 tonni tunnis,
- kahe konteiniri üleslaadimisaeg ($Q=17 \times 2=34$ t) maksimaalselt 20 minutit,
- ajamite võimsus 12,5 kW,
- teenindajate arv 3 inimest.

3.2 Karbamiidi kogumis- ja mahalaadimise süsteemi kirjeldus

3.2.1.Kogumis- ja mahalaadimise süsteemi tehnilised tööprintsüübid

Karbamiidi on vaja koguda mahalaadimistsehhi pideva etteandega mahus 1400 tonni (~ 5 ööpäeva)

Pärast kogumist tsehhi, tuleb kohe alustada karbamiidi mahalaadimist ja karbamiidi etteandmist 1400tonni tunnis.

Kahe ööpäeva jooksul tuleb maha laadida 2000 tonni karbamiidi ($1400 + 2 \cdot 300$).

Tavatranspordi kahe konteineri laadimine ei tohi kesta rohkem kui 20 minutit.

3.2.2 Kogumis- ja mahalaadimissüsteemi skeem ja seletus

Karbamiid, mis on saadud uues vibrogranulaatoris (grantornilt), mööda elevaatorid, mis on varustatud siibriga S1, saabub konveierile K1 ning - satub tsehhi. Konveieri K1 alla on paigaldatud mahuti, millel on kaldu olevad külgseinad ja vertikaalne otsasein. Kogumissüsteemi tsoonis konveieril K1 on avatavad konteinerid P1...P8. Konveieri K1 lõpprulli alla on monteeritud karbamiidi voogu reguleerivad siibrid.

Kogumismahuti alla on ehitatud tunnel (kuhu on paigaldatud konveier K2 pilutäitekoluga) kogu kogumissüsteemi pikkuse ulatuses. Täiturkolul on kaitsevõrk ning kogumise ajal on need kaetud liikuvate luukidega 12.

Konveieril K2 on edasisaatmise sõlm konveierile K3 ning ta on paigaldatud kaldu. Konveier K3 läheb läbi tsehhi seina ja lõpeb S6 raudtee telje kohal. Kogumis- ja mahalaadimissüsteemi skeem on toodud Lisas 1.

3.3. Tehnilised lahendused

Vibrogranulaatori kasutamine aitab karbamiidiskahandada tolmu hulka, mis tõstab karbamiidi paakumisohtu, alandab kauba kvaliteeti ja vähendab toote mahtu[22].

Kogumissüsteemi kaldseinad võimaldavad 90% karbamiidi isevoolugamahalaadida ja säilitada maksimaalselt tsehhi pinda.

Liikuvate luuke kasutamine võimaldab kogumissüsteemi mahalaadida ilma keerukate ja erimehhanismide kasutamiseta[22].

Mahuti seinad on tehtud puidust sest, puit on neutraalne mineraalväetisele, järelkult kauakestev antud keskkonnas ja lisandid ei satu toodangusse. Lauad paksusega 4 cm on soojustusmaterjal, mis vähendab auru kondensatsiooni seinade sisepinnale. Puit on küllaltki odav materjal ning pole vaja kasutada kallihinnalist täiendavat katet.

3.4 Kogumis- ja mahalaadimise süsteemi töörežiimid

Karbamiidi kogumine toimub portsionidena $Q = 12,5$ tonni tunnis, 5 ööpäeva jooksul. Pärast kogumissüsteemi mahalaadimist ja käivitamist kogumise režiimi, lülitakse P1 (avatav konteiner) ja karbamiidi voog hakkab täitmamahutit tsooni P1. Kui karbamiid tase jõuab nominaalkõrgusele $H = 7,6$ m, lülitakse sisse välja P1 ja lülitakse sisse P2 jne. (kuni P8-ni). Pärast karbamiidi kogumissüsteemi täitmist (nominaalmass võrdub 1400 tonni), hakatakse karbamiidi sealt mahalaadima. Juhul kui tekib tõrge mahalaadimisega, siis lubatakse kogumissüsteemi veel laadida 16 tunni jooksul kuni 1600 tonni ($H = 8,2$ m) või ümber lülitada „big-bagide“ üleslaadimisele juhtrulli konveieri K1 ja siibri läbi S3.[21]

Mahalaadimise nominaalrežiim: 20 minutit kestab mahalaadimine „big-bagide“ konteineritesse, seejärel 25 minutit kulub transpordi ootamisele, kokku on 60 tsüklit. Kogumissõlm võimaldab mahalaadimist intensiivistada nominaalsemahalaadimisega võrreldes rohkem kui kaks korda.

Enne mahalaadimise algust, tõstuki abil tõmmatakse esimest luuki. Mahalaadimise jooksul tõmmatakse järgemööda ka teisiluuke, mis sulgevad konveieri K2. Virnast satub karbamiid konveieri K2 lindile läbi ava $1,2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$.

Konveier K2 transpordib karbamiidi kogumissüsteemist konveierile K3 ja nii edasi big-bagi konteinerisse läbi ühe luukidest. Konteineri osa täitub sedamööda, kuidas operaator lülitab ümber karbamiidi voogu läbi teiste luukide siibri S6 abil kuni konteineri täitumiseni. Kui konteiner on täis, siis operaator lülitab korraga välja konveieri K2 ja K3. Pärast transpordi edasiliikumist täidatakse samamoodi teist konteinerit.

Karbamiidi voog satub virna, kaugusele 8...12 m mahalaadimise tsoonist jaiseseisvalt pääseb konveierile K2. Mahalaadimise ajal on võimalik, et karbamiid satuks läbi konveieri K1 pearulli, siibri S2 ja S3 otse konveierile K2. See tõstab tootlikkust 8,5%.[29]

3.5 Ohutushoid ja menetlussanitaaria

Lintkonveierite, tunnelite ja galeriide jaoks tuleb täita ohutusnõudeid vastavalt GOST 12.2.022-80 [28].

Karbamiidi laod kuuluvad B rühma ning ei kuulu projekti loetelusse, mis nõuavad automatiseeritud tulekustutusvahendid[26].Töökohtade valgustus on tehtud vastavalt ehitusnormidele SnIP-III-4-79 järgi.

Karbamiidi sõlmid on maksimaalselt hermeetilised ja on aspireeritud.

Tunnelisse on tehtud sundventilatsioon.

Platside, treppide, kaitsetarade, mehhanismide kaitsekatete ehitus ning metallkonstruktsioonide ja vahendite hoiatusvärvid on tehtud olemasolevate ergonoomika nõuete ja soovitude järgi.

Ammoniaagi aurud kogumissüsteemist eraldatakse koos kummutatud karbamiidi tõusva õhuvooluga. Määratakse ammoniaagi kontsentratsioon konveieri K1 tsoonis (vt. lisa 1). Mõõtmised, mis olid tehtud 23. – 25. jaanuaril 1995-ndal aastal näitasid, et ühe meetri paksusest puistatud kuhilast 24 tunni jooksul NH_3 sisaldus väheneb 0,026 –st kuni 0,023 kaalu protsendini. Edasi püsib NH_3 kogus 0,022% tasemel. Kuna ööpäevaringselt kogumissüsteemi puistatakse kiht, mille kõrgus võrdub ca 1 meetrit, siis selle aja jooksul NH_3 eraldub:

$$\frac{12,5 \cdot 24 \cdot (0,026 - 0,023)}{100\%} = 0,009 \text{ tonni tunnis}$$

ning NH_3 kontsentratsioon võrdub:

$$\rho = \frac{0,009 \cdot 10^3 \cdot 10^6}{15000 \cdot 24} = 25 \text{ mg / m}^3$$

Seega NH_3 kontsentratsioon on natukene kõrgem, kui on lubatud (20 mg / m^3). Estakaad asub kogumissüsteemist üleval pool ning seepärast (~ 5 minuti pärast 6 tunni jooksul) on vaja kasutada hingamiseks individuaalseid kaitsevahendeid.

3.6 Tootlikkuse arvutused

Minimaalse tsehipinna kasutamise eesmärgil on võetud karbamiidi virna pikkuseks 8,5 meetrit.

Kontrollitakse ka graanulite säilivust kogumissüsteemis.

Arvutustes on kasutatud järgmisi suurus:

$\rho = 0,3 \text{ kg}$ – purustav koormus graanulile, mille diameeter on 2 mm.

$k = 10$ – varutegur

Lubatud surve võrdub:

$$[\sigma] = \left[\left(\frac{1}{0,2} \right)^2 \cdot 0,3 \right] : 10 = 0,75 \text{ kg/cm}^2$$

Virna keskpunktis on survejõud arvutatav valemiga (1)[27] :

$$\sigma_k = \frac{H \cdot \gamma}{20} \cdot \frac{2 - \sin^2 \alpha}{1 + \sin^2 \alpha} \quad (1)$$

$$\sigma_k = \frac{8,5 \cdot 0,77}{20} \cdot \frac{2 - 0,4226^2}{1 + 0,4226^2} = 0,51 \text{ kg/cm}^2 < [\sigma] = 0,75 \text{ kg/cm}^2$$

3.6.1 Kogumissüsteemi geomeetrilised parameetrid

Kogumissüsteemi geomeetrilised parameetrid on toodud seel 5.

Vajalik maht arvutatakse valemiga(2)

$$V_{nom} = Q / \gamma \quad (2)$$

kus Q - karbamiidi mass, $Q = 1400 \text{ t}$ γ on karbamiidi puistetihedus,

$$\gamma = 0,77 \text{ t/m}^3$$

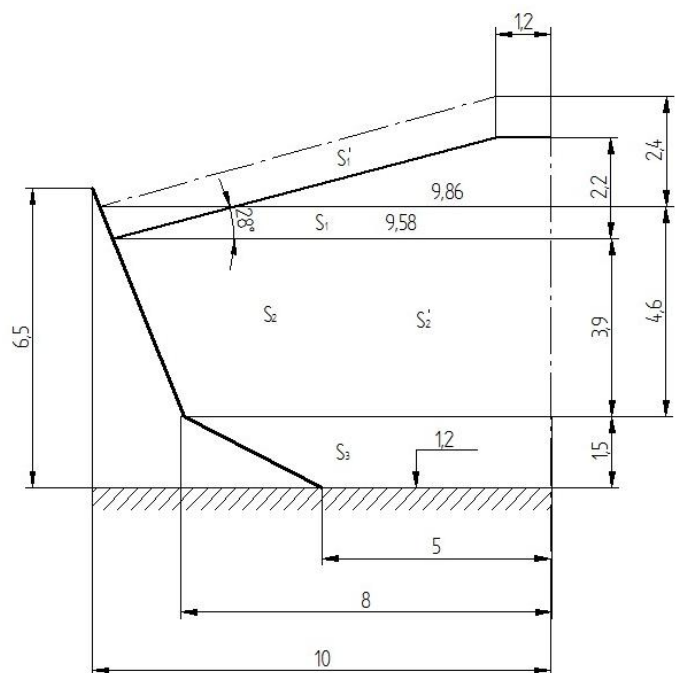
$$V_{nom} = 1400 / 0,77 = 1818 \text{ m}^3$$

Siis kogumissüsteem lõikes on:

$$S_1 = 11,9 \text{ m}^3$$

$$S_2 = 34,28 \text{ m}^3$$

$$S_3 = 9,75 \text{ m}^3$$



Sele 5. Kogumissüsteemi arvutuslikud parameetrid[21]

$$S_{\text{nom}} = S_1 + S_2 + S_3 = 55,9 \text{ m}^3$$

$$S'_1 = 16,6 \text{ m}^3$$

$$S'_2 = 41,1 \text{ m}^3$$

$$S_{\text{max}} = S'_1 + S'_2 + S'_3 = 67,4 \text{ m}^3$$

Kogumisüsteemi pikkus on:

$$L_n = V_{\text{nom}} / S_{\text{nom}} \quad (3)$$

$$L_n = 1818 / 55,9 = 32 \text{ m}$$

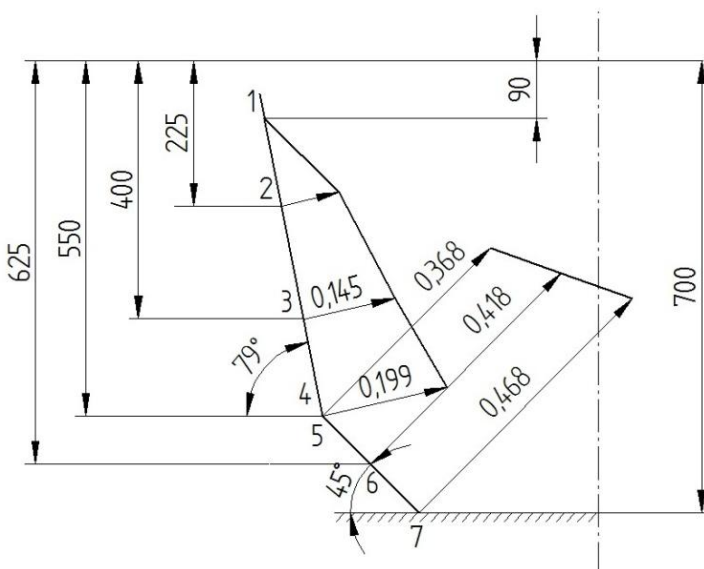
$$Q_{\text{max}} = V_{\text{max}} \cdot \gamma = L_n \cdot S_{\text{max}} \cdot \gamma \approx 1600 \text{ t}$$

3.6.2 Koormus külgeseinale.

Koormused määratletakse maksimaalse täituvuse järgi ja on toodud seel 6.

Maksimaalne arvutuslik kõrgus H_m võrdub 700 cm.

Koormusedkaldseinele arvutatakse järgneva valemi abil (4)[25]:



$$T = \eta_g \cdot h \cdot \gamma (\cos^2 \alpha + m_i \cdot \sin^2 \alpha) \quad (4)$$

kus

η_g – dünaamilisuse kordaja
madalatevibraatoriga punkerite jaoks, mis
võrdub 1,3

h – arvutuslikkõrgus

γ – karbamiidi puistetihedus, mis võrdub
 $0,77 \text{ g/cm}^3$

m_i – kordaja, $m_i = 0,18 / f = 0,338$

Sele 6. Kogumissüsteemi arvutuslikud parameetrid
ja koormused [21]

$$T_1 = 0$$

$$T_2 = 13 \cdot 255 \cdot 0,77 (\cos^2 79 + 0,338 \cdot \sin^2 79) = 1 \cdot 255 \cdot 0,362 = 92,3 \text{ g/cm}^2 = 0,092 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_3 = 400 \cdot 0,362 = 145 \text{ g/cm}^2 = 0,145 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_4 = 550 \cdot 0,362 = 199 \text{ g/cm}^2 = 0,199 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_5 = 550 (\cos^2 45 + 0,338 \cdot \sin^2 45) = 550 \cdot 0,669 = 368 \text{ g/cm}^2 = 0,368 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_6 = 625 \cdot 0,669 = 418 \text{ g/cm}^2 = 0,418 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_7 = 700 \cdot 0,669 = 468 \text{ g/cm}^2 = 0,468 \text{ kg/cm}^2$$

3.6.3. Seinte arvutus

Seinte arvutuse vajalikud parameetrid on toodud seel 7.

$$\text{Lõiges 6-7: } \tau \approx 0,43 \text{ kg/cm}^2$$

Laudadest kate, $[\sigma] = 200 \text{ kg/cm}^2$

$$\sigma = \frac{M}{W}; \quad M = \frac{l^2 \cdot \sigma}{8}; \quad W = \frac{b \cdot h^2}{6}; \quad h = 4 \text{ cm}$$

$$\sigma = \frac{l^2 \cdot \tau \cdot 6}{8 \cdot b \cdot h^2} \quad (5)$$

$$\text{kust } l_{\max} = \sqrt{\frac{\sigma \cdot 8 \cdot b \cdot h^2}{\tau \cdot 6}} = \sqrt{\frac{200 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 4^2}{\tau \cdot 6}} = \sqrt{\frac{4266,6}{\tau}} = 99,6 \text{ cm}$$

$$\text{Lõiges 3-5: } \sigma \approx 0,2, \text{ järelikult } l_{\max} = \sqrt{\frac{4266,6}{0,2}} = 146 \text{ cm}$$

3.6.4 Talade arvutus ja koormused alusmüüridele

Talade jaoks on valitud [U profiili (U200 x 70 x 6 – 6000 FeS)] $W = 152 \text{ cm}^3$

Määrati maksimaalne talade samm $l_{\max}$ valemist (6):

$$M = g \cdot L^2 / 8 \quad (6)$$

$$\text{kus } g = \tau \cdot l_{\max},$$

L – tala pikkus $L = 300 \text{ cm}$

g – jaotatud koormus

$$M = \frac{\tau \cdot l_{\max} \cdot L^2}{8}; \quad l_{\max} = \frac{M \cdot 8}{\tau \cdot L^2};$$

$$M = W \cdot [\sigma] \text{ on asendatud, saame } l_{\max} = \frac{W \cdot \sigma \cdot 8}{\tau \cdot L^2} = \frac{20,27}{\tau}$$

$$\text{Lõigus 6-7- } l_{\max} = \frac{20,27}{0,4} \approx 50 \text{ cm}$$

$$\text{Lõigus 3-4- } l_{\max} = \frac{20,27}{0,16} \approx 126 \text{ cm}$$

Talade jaotamine (vt. sele 7)

Vastavalt koormusele kaldseinetele (vt. sele 6), arvutati jõud, mis mõjub toele, valemi järgi (7):

$$Q = T \cdot l \cdot L \quad (7)$$

Arvutuste tulemused on toodud selel 7.

Leitud jõud lõigus A-C:

$$N_8 = 14,5 \text{ t}; N_7 = 2,8 \text{ t}; N_5 = N_6 = 16,42 \text{ t}$$

Alusmüürile mõjuvad jõud N_2 ja N_3

$$N_2 = \frac{N_6 \cdot 55 + N_7 \cdot 205}{275} + Q$$

$$Q = Q_1 + Q_2, \text{ kus } Q_1 \text{ koormustalilt, } Q_1 \approx \frac{1,4}{2} = 0,7 \text{ t,}$$

$$Q_2 \text{ tarindilt} = (0,24k + 0,39p + 1,35n + 0,4f) / 2 = 2,2 \text{ t}$$

$$Q = 0,7 + 1,0 = 1,9 \text{ t}$$

$$N_2 = 5,37 + 1,9 = 7,27 \text{ t}$$

$$N_3 = \frac{N_7 \cdot 70 + N_6 \cdot 220}{275} = 13,8 \text{ t}$$

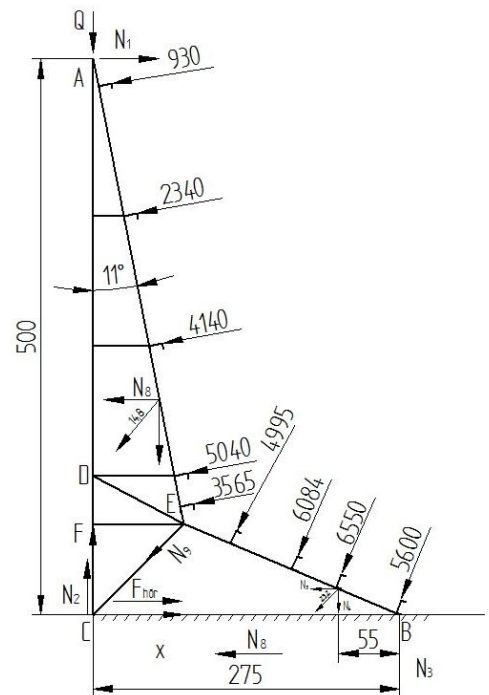
Nihke jõud alusmüürile N_8

$$N_8 = \frac{N_8 \cdot 350 + N_5 \cdot 590}{650} = 22,7 \text{ t}$$

Nihkejõudankru poltidele:

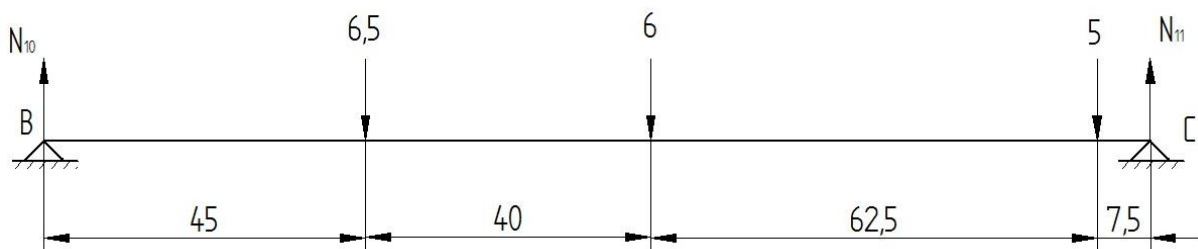
$$N_p^8 = N_8 - F_h = 22,7 - 0,1 (2,8 + 16,4) = 20,8 \text{ t}$$

Pinged lõigus B-C (vt. sele 8)



Sele 7. Kogumissüsteemi arvutuslikud parameetrid ja koormused alusmüüridele[21]

$$N_9 = \frac{23,2 \cdot 80}{175 \cdot \cos 11^\circ} + \frac{14,8 \cdot 360}{530 \cdot \cos 38^\circ} = 10,8 + 12,75 = 23,6 \text{ t (surve)}$$



Sele 8. Pinged lõigus B-C [21]

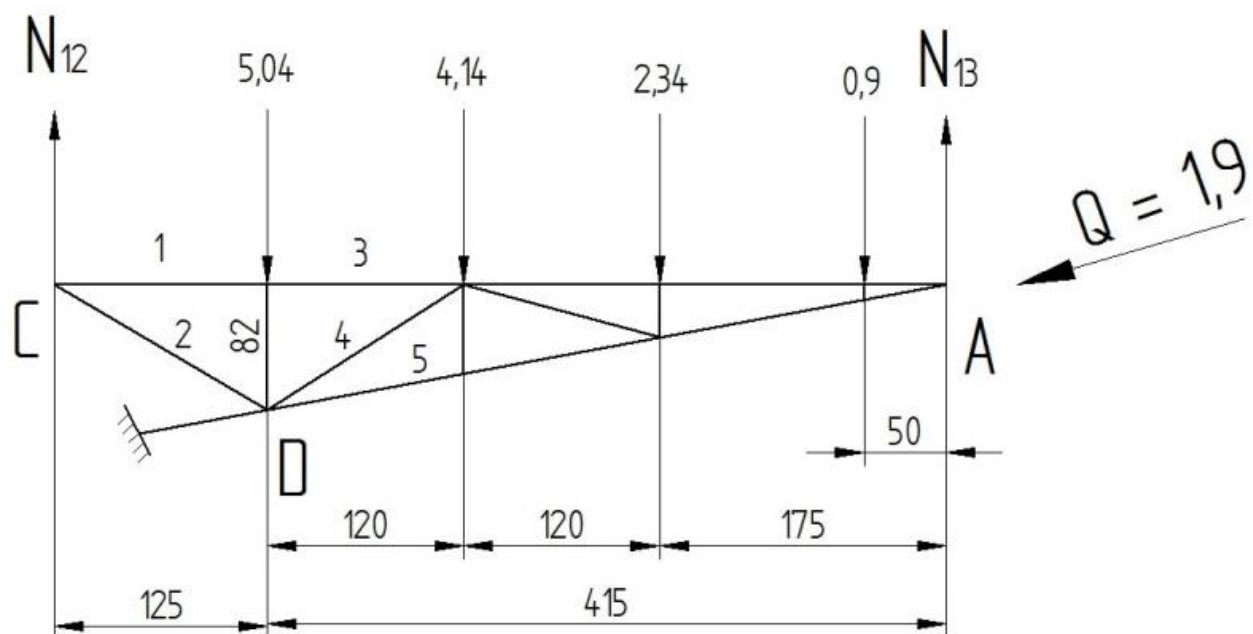
Määratakse inertsmoment $W_{\max}$ lõigus C - B

$$N_{11} = \frac{6,5 \cdot 45 + 6 \cdot 85 + 5 \cdot 147,5}{155} = 9,9 \text{ t}$$

$$M_{\max} = 9,9 \cdot 70 - 5 \cdot 62,5 = 380 \text{ tonni sentimeetris} = 3446,6 \text{ kg/m}$$

$$W_{\max} = \frac{380000}{1500} = 253 \text{ cm}^3$$

Staatiliselt määratud vorm ACD (vt. sele 9):



Sele 9. Staatiliselt määratud vorm ACD [21]

$$N_{13} = \frac{5,04 \cdot 125 + 4,14 \cdot 245 + 2,34 \cdot 365 + 0,9 \cdot 490}{540} = 5,44 \text{ t}$$

$$N_1 = \frac{N_{13}}{\cos 11^\circ} = 5,54 \text{ t}$$

3.7 Konveierite tootlikkuse näitajad

3.7.1 KonveierK1:

Tootlikkus 35 tonni tunnis

L_{k1} - konveieri pikkus, $L_{k1} = 68,38$ m,

B_1 – konveieri laius, $B_1 = 0,65$ m

Ülemine rulltugi – kolmerulline, $D_{r1} = 89$ mm

Rullide kaldnurk 20^0

Tsentreerivate rulltugede kogus:

- Ülemisel harul – 9 tükki (avatavate konteinerite vahel– 6 tükki)
- Alumisel harul – 4 tükki

Konveierilindi kiirus:

$$V_1 = \frac{35}{0,9 \cdot 470 (0,9 \cdot 0,65 - 0,05)^2 \cdot 0,75} = 0,55 \text{ m/s, valitud on } V = 1 \text{ m/s, kus } V_1 \text{ - konveieri } K_1 \text{ lindi kiirus}$$

Ajami võimsus: [23]

$$N_{e1} = (0,00015 \cdot 35 \cdot 68 + 0,021 \cdot 68 \cdot 1 + 0,0027 \cdot 35 \cdot 10) \cdot 1 \approx 4 \text{ kW, valitud } N_{e1} = 5,5 \text{ kW}$$

Kogumissüsteemi kohal on 8 avatavat konteinerit

3.7.2. KonveierK2:

Tootlikkus sõltub „big-bagi“ konteineri täislaadimisest ≈ 7 minutit

$$Q = \frac{60}{7} \cdot 17 = 145,7 \text{ tonni tunnis, valiti } Q = 150 \text{ tonni tunnis}$$

L_{k2} - konveieri pikkus, $L_{k2} = 55$ m ;

B_2 – konveieri laius, $B_2 = 0,8$ m

Pealmine rulltugi – kolmerulliline; $D_{r2} = 89 \div 102$ mm;

Rullide kaldnurk 30^0 ja 20^0

Tsentreerivate rulltugede hulk:

- Ülemiselharul – 5 tükki
- Alumisel harul – 3 tükki

Konveieri K2 lindi kiirus:

$$V_2 = \frac{150}{0,9 \cdot 550 (0,9 \cdot 0,8 - 0,05)^2 \cdot 0,75} = 0,9 \text{ m/s}$$

karbamiidi kihi paksus on piiratud tihendatud kolu piluga,

seepärast on valitud konveieri K2 lindi kiirus $V_2 \approx 1,25 \text{ m/s}$

Ajami eeldatav võimsus[23]:

$$N_{e2} = (0,00015 \cdot 150 \cdot 55 + 0,024 \cdot 55 \cdot 1,25 + 0,0027 \cdot 150 \cdot 2,2) \cdot 1 = 4,3 \text{ kW},$$

arvestades karbamiidi ja lindi hõõrdumist üleslaadimise tsoonis ($l = 1,5 \text{ m}$) ja tihendite hõõrdumist ($l = 2 \cdot 38 = 72 \text{ m}$), on valitud $N_{e2} = 7 \text{ kW}$

3.7.3 KonveierK3:

Tootlikkus konveieri K2 järgion 150 tonni tunnis

L_{k3} - konveieri pikkus, $L_{k3} = 22,52 \text{ m}$;

B_3 – konveieri laius, $B_3 = 0,8 \text{ m}$

Pealmine rulltugi – kolmerulliline; $D_{r3} = 89 \div 102 \text{ mm}$;

Rullide kaldnurk 30°

Tsentreeritud rulltugede hulk:

- Ülemiselharul – 3 tükki
- Alumisel harul – 2tükki

Lindi kiirus K3 võrdub lindi K2 kiirusega, $V_3 = 1,25 \text{ m/s}$

Ajami võimsus [23]:

$$N_{e3} = (0,00015 \cdot 150 \cdot 22,5 + 0,024 \cdot 22,5 \cdot 1,25 + 0,0027 \cdot 150 \cdot 6,2) \cdot 1,12 = 4,2 \text{ kW} ;$$

on valitud $N_{e3} = 5,5 \text{ kW}$

Konveierite parameetre arvutuseks oli kasutatud allikas [24]

3.8 Mehhanismide käivitamisjärjekord

3.8.1 Käivitamise järjekord konveirile K1

Üheaegselt konveieriga K2 lülitakse grantorni alt vajalikus suunas siibriga S1 karbamiidi koguskonveiereile K1 või nupuga juhtimispostilt C1, mis töötab sisselülitatud asendis.

Lülitakse välja siibri S1 pööramisega sõltuvalt karbamiidi liikumise suunast, kas elevatorisse või avariilüliti.[29] (vt. lisa 1)

3.8.2 Etteande sõlm konveierile K1

Siibrid S1 lülitatakse ümber automaatselt pneumoajamiga

Konveieri K1 seiskumisel siiber S1 pöörduv ja suunab karbamiidi koguse elevaatorisse, samaaegselt lülitub sisse elevaator. Siibrid peale elevaatorit suunavad karbamiidi avatavasse konteinerisse. Kui konveieri K1 lülitakse sisse, siis S1 lülitub algseisu ümber.

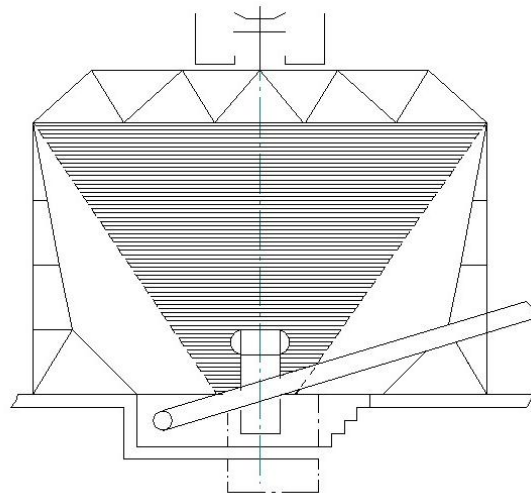
Karbamiidi etteandmine avatavast konteinerist toimub konveierile K1 läbi siibrite S4 ja S5 sõltuvalt kogusest. S4 ja S5 juhitakse käsitsi.

K2 ja K3 konveierid lülituvad sisse ja lülituvad välja samaaegselt punkris C2 (2 kohta).

Elektritali 26 ja vibroplaati juhitakse portatiivse kaugjuhtimispuldiga C3.[29] (vt. lisa 1)

4. REKONSTRUEERIMINE

Esialgne plaan oli uuendada kogu mahalaadimise süsteemi, osta uued konveierid, tigutransportöörid, ehitada uus mahuti. Tänapäevased seadmed on väga võimsad ning kui mahalaadimise süsteem on täielikult muudetud, siis on vaja muuta ka tootmise süsteemi. Selle plaani puudusteks on võimsuse kokkusobimatus ja väga kõrge hind (isegi kui on võimalik leida sobivaid seadmeid). Teine võimalus oli eemaldada tigutransportöör ja teha mahuti seinad teise kaldenurgaga, sellisel juhul karbamiid satub konveierile K2 automaatselt.(vt. sele10.)



Sele 10. Nurkade uuendamise esialgne plaan

Selle plaani puuduseks on mahuti suuruse muutumine (mahtuvus väheneb kahekordselt). Järelikult mahalaadimise süsteem ei talu tootmiskoormust. Et mahalaadimise süsteem taluks koormust, selleks on vaja ka tootmise võimsust muuta, mis on kallihinnaline protseduur ja karbamiidi tootmise võimsuse vähendamine on väga kahjulik tehase jaoks. Järelikult, et arendada mahalaadimise süsteemi otsustati töötada olemasolevate puudustega, kõrvaldada puudused mahalaadimise protsessis, et ei pikineks protsessi aeg, ega halveneks karbamiidi kvaliteet. Puudutuste hindamiseks küsitleti töölisi ja uuriti mahalaadimis protsessi. Vajalikud muutused oleksid järgmised: vintsi ja ventilaatorite lisamine, süsteemi tagaseina polsterdamine ja tigutransportööri piirikute eemaldamine.

4. 1 Väljatõmbeventilatsiooni lisamine

Mahalaadimise süsteemis on puudused, mis mõjutavad mahalaadimise protsessi.

Tolm, mürgine gaas ja ammoniaagi aurud, mis mõjuvad kahjulikult tervisele ja limaskestadele[16], eralduvad karbamiidi mahalaadimise protsessi ajal. Kaitsevahendid, näiteks respiraatorid, ei absorbeeri täielikult nii tolmu kui ka mürgiseid gaase, seetõttu töötajatel, kes

pikemat aega töötavdkarbamiidi mahalaadimisega, hakkavad ilmnema probleemid tervisega. Eespoolon juba näidatud, et NH_3 kontsentratsiooni on natukene kõrgem ($25 \text{ mg} / \text{m}^3$), kui on lubatud ($20 \text{ mg}/\text{m}^3$)[21].Karbamiidi temperatuur kogumise ajal on 50°C , aga suvel see näitaja tõuseb oluliselt ning kasvab (kuni 70°C). Laoruumis, kus asub kogumis- ja mahalaadimise süsteem, on laes 6 ava (läbimõõduga 600 mm), läbi mille siseneb värske õhk. Ventilatsiooni puudumise tõttu õhk ei ringle.

Kõige otstarbekam ja odavam lahendus on laes asetsevatesse avadesse pannaradiaalsed katuseventilaatorid.Seda tüüpi ventilaatori eesmärgiksoleks kasutatud õhu eemaldamisene ruumist. Vajalikke ventilaatorid ei ole vaja projekteerida, kuna tänapäeval on olemas suur hulk ettevõtteid, kes valmistavad ventilaatoreid tellitult või müüvad neid standartmõõtudega. Tuntumaid firmad on Hansa, Bork, EWT, Vents.

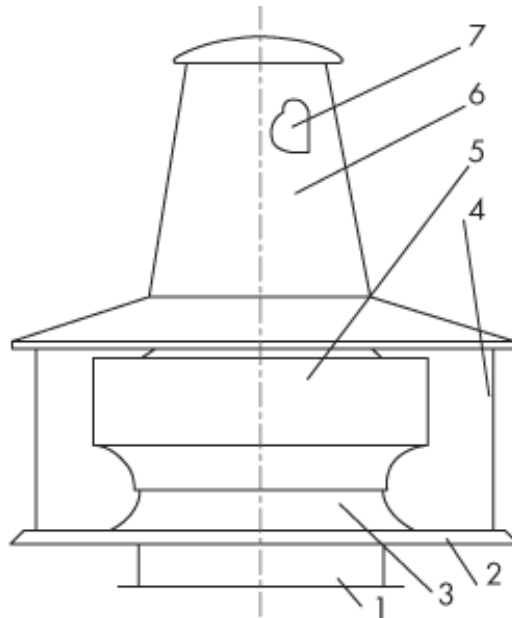
Sobiv radiaalne katuseventilaator on valitud järgmistel põhjustel:

- Ökonoomne, kuna töötab kokkuhoiurežiimis (katkestustega) kui on vajalik. Autonoomne süsteem annab võimaluse ka ise valida optimaalne ventilaatorite töörežiim ja saada energia lisakokkuhoidu;
- Kõige odavamad ventilatsiooni süsteemid, kuna ei kasutata laoruumi kogu kasulikku pinda ja õhuliinide hulk ja pikkus vähenevad. Järelikult vähenevad ka rõhu kaod võrgus, samuti ventilaatorite tarvitatav võimsus ning vähenevad ka materjalide kulud;
- Töötavad kaua ja tõrgeteta minimaalse hoolduse korral, kuna on valmistatud materjalidest, millele ei mõju korrosioon ning ventilaatorite konstruktsioon on lihtne;
- Ei tekita suurt vibratsiooni ja müra, mis negatiivselt mõjuvad inimestele, kes asuvad ruumis;
- Et vähendada mõjuvatkoormustkatusele, on valitud ventilaatorid mis oleksid väikeste mõõtmetega ja võimalikult kerged. [30]

Radiaalse katuseventilaatori põhimõtte skeem on toodud seel 11.

Katuseventilaatorid monteeritakse hoone katusele, tavaliselt on olemas ka spetsiaalne raam, mis tagab ventilaatorite püsivust ja ilmastiku kindlustust. Tavaliselt nad on valmistatudlegeerterasest korrosioonikindla epoksükattega või galvaanilisekattega. Ventilaatorite ajam on elektriline. Elektriventilaatorid koosnevad pöörlevatest labadest, mis asuvad korpuses ja õhk imetakse läbi kaitsecorpuse.[30]

Tsehhi lae paksus on 100 mm ja ava läbimõõt on 600 mm, järelikult ühendamiseks sobiv mõõt on võrdne või natukene väiksem kui 600 mm.



Sele 11. Radiaalse katuseventilaatori põhimõtte skeem; 1 – ühendusalus, 2 – mootori alusraam, 3 – sissepääsuotsak, 4 – kaitsevõrk, 5 – ventilaatori tiivik, 6 – kaitsekate, 7 – elektrimootor [30]

4. 2 Süsteemi tagaseina polsterdamine ja tigutransportööri piirikute eemaldamine

Karbamiidi mahalaadimise aja jooksul tigutransportööri kraabi täielikult karbamiidi lintkonveierile K2, kuna talal on olemas tigutransportööri piirikud (vt. sele 12). Seetõttu viimasel mahalaadimise etapil tigutransportööriga konveierile K2 tekib nurk, kus mahalaadimise süsteemi otsaseinale jääb karbamiid (umbes 1,2 meetrit), mis ei jõua konveierile K2. Töötajad peavad labidatega laadima nurkadesse jäänud karbamiidi maha. See rikub ohutushoidu, mõjub tervisele kahjulikult, aeglustab mahalaadimise protsessi, suurendab karbamiidi praaki.

Lahenduseks on talal tigutransportööri piirikute eemaldamine, siis ei kogune kogumis- ja mahalaadimise süsteemi nurkadesse karbamiidi. Töötamise ajal tigutransportöör avaldab otsaseinale survet ning deformeerib seda, kuna



Sele 12. Tigutransportööri piirikud talal

on

tehtud puidust. Laast, mis tekib tigutranspordööri kokkupuutel otsaseinaga, mõjub karbamiidi kvaliteedile ning väheneb müük.

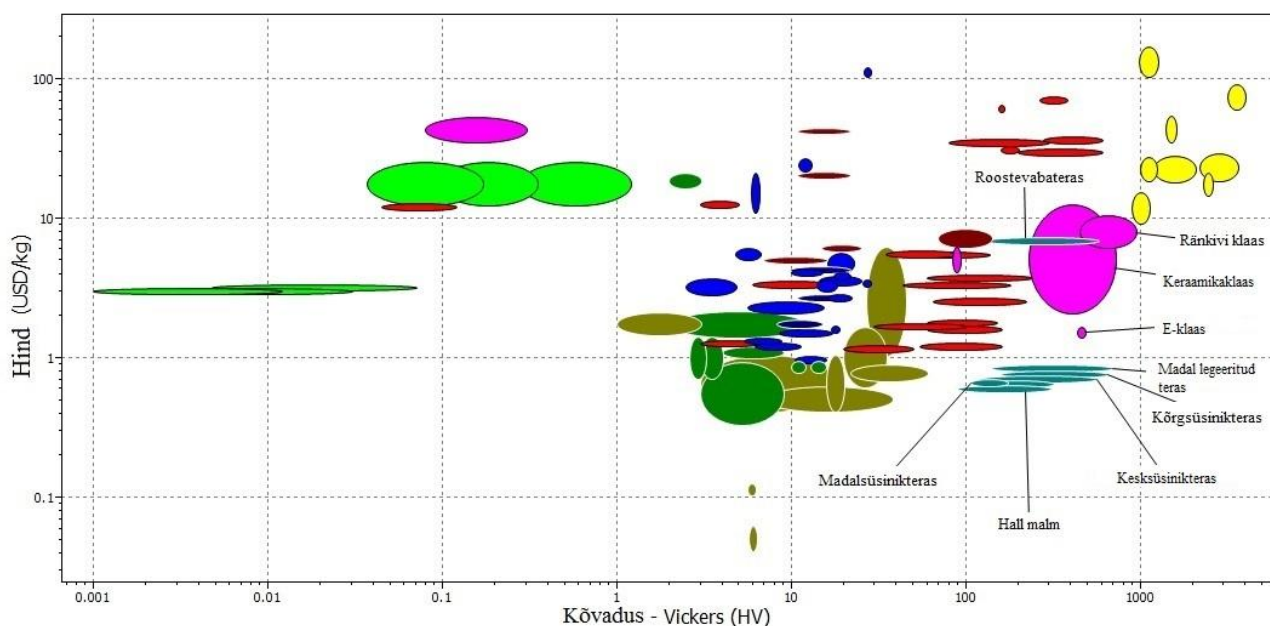
Otsaseina võib asendada, odavam viis on katta seda metalliga. Materjali valimiseks kasutati lõputöös programmi CES2 tasemel. Kokku on seal 98 materjali. CES programmi materjalid jagatakse rühmadeks:

1. Keraamika ja klaas, mis koosneb kolmest väiksemast rühmast: klaas (lilla värvi rühm), kõvasulam (lõduvärvi rühm) (bolotnqi), tehniline keraamika (kollase värvi rühm);
2. Hübrid materjalideks, mis koosneb kolmest väiksemast rühmadest: komposiitmaterjalid (pruuni värvi rühm), vaht materjalid (eresalativärvi rühm), looduslikud materjalid (roheline värvi rühm);
3. Metallid ja sulamid, mis koosnevad kahest väiksemast rühmast: rauda sisaldava metallid ja sulamid (sinihalli värvi rühm), rauda mitte sisaldava metallid ja sulamid (punase värvi rühm);
4. Polümeerid ja elastomeerid, mis koosnevad kahest väiksemast rühmast: polümeerid (sinise värvi rühm), elastomeerid (erelasuursinise värvi rühm).

Kõige olulisem tagaseina materjali valiku polsterdamiseks näitaja on materjali kõvadus (võime vastu panna kohalikule plastsele deformatsioonile, mingi määral abrasiivne kulumine ning kui suur on kõvadus, siis ka tugevus on suur) ja lähtudes lõputöö eesmärgist ka materjali hind. Graafiku koostamiseks y koordinaadi näitajaks on valitud kõvadus, kõvadus on mõõdetud (Vickersi ühikutes) ja x koordinaadi näitaja on valitud hind (on mõõdetud dollarites killogrammi eest).

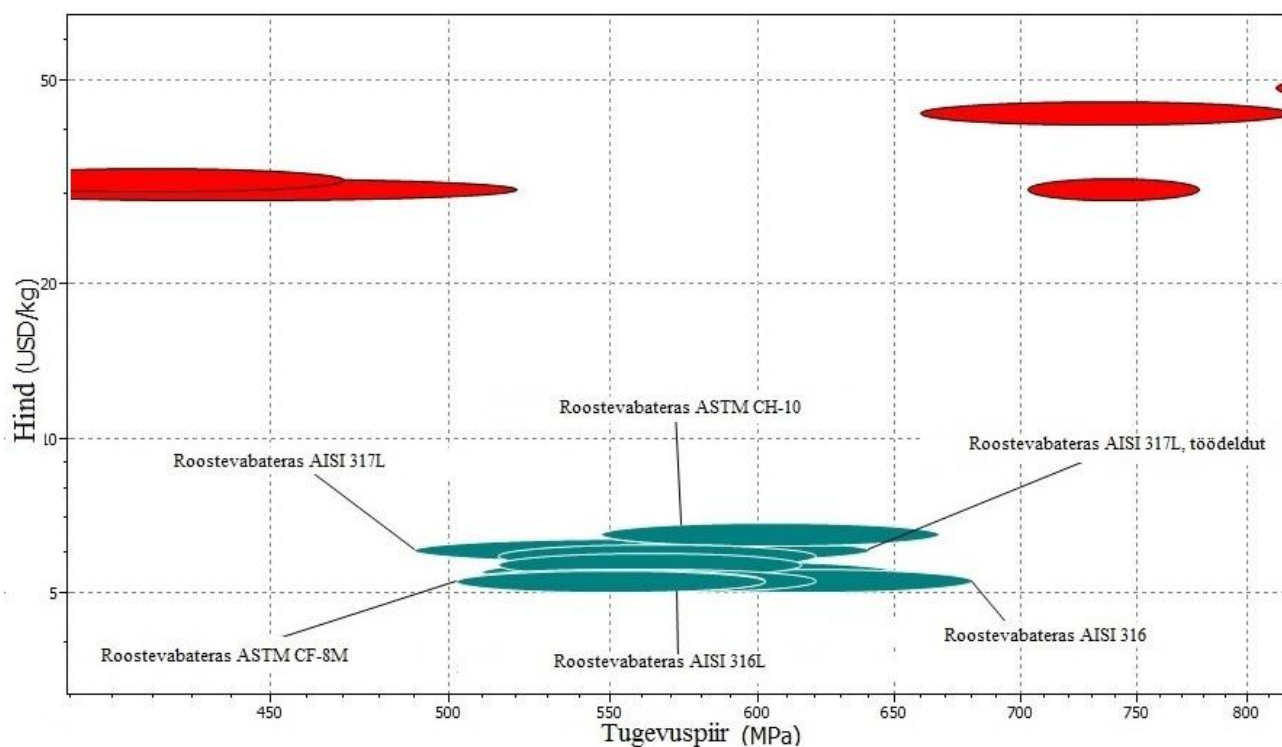
CES-i graafiku tulemusest on näha (vt. sele 13), et kõvasulam, komposiit materjalid, vahimaterjalid, looduslikud materjalid, polümeeridei sobi tagaseina polsterdamiseks, kuna kõvadus ei ulata 10 HV. Tehniline keraamika väike rühm ka ei sobi, kuna hind algab 10 dollarist. Rauda mittesisaldavate metallide ja sulamite rühma kõvadus sobiva hinnaga on vähem kui raua sisaldava metallide, aga sobiva kõvadusega (100 HV - 800 HV) rauda mitte sisaldava metallide ja sulamite hind on kallis (ulatub 30 dollarit 1 kg eest). Keraamik klaas tavaliselt kasutatakse kuumakindlate rakendusobjektide jaoks, ränkivi klaas on kuumuskindel ja soojuspüsiv, e-klaas kasutatakse aknade jaoks, puudeliste tootmises [48], järelikult klassi rühm ka ei sobi.

Valitud on rauda sisaldavate metallide ja sulamite väike rühm, mille kõvadus alustab 100 HV ja ulatub märjini 800 HV ühikas ning kallim hind on 8 dollarit 1 kg eest ja odavam on 0,7 senti 1 kg eest.



Sele 13. CESi 2 tasemelvaliku tulemus [48]

Lõputöös on kasutatud CES-i kolmandat taset (CES-i 3 tasemel on 2920 materjali valikuks), et teha täpsemat valikut. Selleks, et kasutada kolmandat taset, on vaja teada millist materjali rühma kasutada, kasutati metallide ja sulamite rühma (selles rühmas on 1731 materjali valikuks), valik on selgitatud eelpool.



Sele 14. CESi 3 tasemel valiku tulemus[48]

Tagaseina polsterdamise materjaliks peab olema metall, mis on mittesüttiv, peab olema happekindel, korrosioonikindel (legeeritud), minimaalne kõvadus on 100 HV. Esimene samm on piirata metalli valikutnende paraametretega. Pärast parameetrite piiramisest on jäänud 15 metalli ja sulami. Valitud metallidest koostati graafiku (vt. sele 14), mille põhinäitajad on y - hind (läheldes eesmärgist) ja x - tugevuspiir (suurim pinge mida materjal on võimeline purunemata taluma). Samuti, nagu CES-i teisel tasemel rauda mittesisaldavate metallide ja sulamite rühmal on suur tugevuspiir, aga hind on ka oluliselt kallim (alustatakse 30 dollarit 1 kg eest) kui raua sisaldava metallide ja sulamite rühmal.

Tagaseina polsterdamiseks on valitud roostevabateras AISI 316, kuna tugevuspiir ulatub 680 MPa piirini ja hind on natukene rohkem kui 5 dollarit 1 kg eest.

Tagaseina pindala on 110 m^2 (vt. sele 5). Metall-lehtega kaetud pindala peab olema võrdne 110 m^2 või rohkem, selle paksus peab olema minimaalselt 2 mm, kuna metall lehe paksus 1 mm on liiga õhuke mahuti tagaseina polsterdamiks.

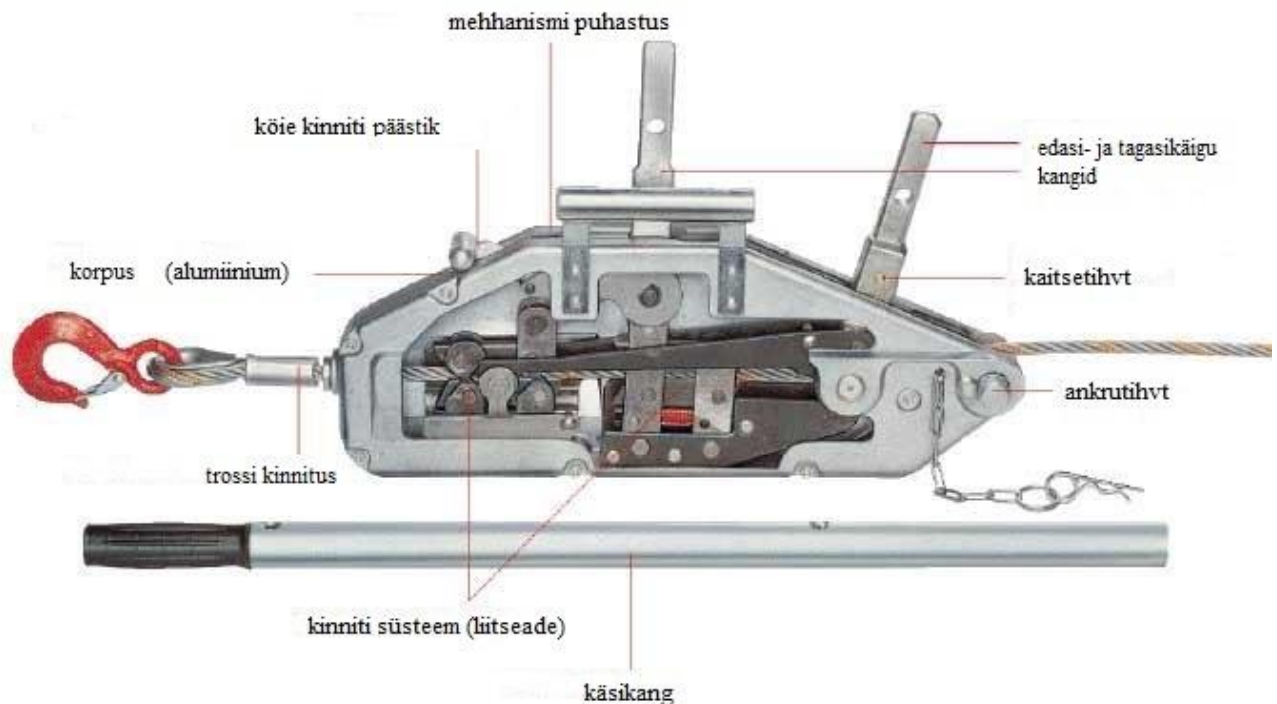
4.3 Vintsi lisamine luukide avamiseks

Karbamiidi mahalaadimise protsessi jooksul mahuti põrandaluugid süsteemis avataksevõrdset: ühte trossiotsa haagiti tõstuk, aga teiseluugimetallkonks. Kui luuk on tõmmatud, siis karbamiid on laaditud tigutransporttööriaga konveierile K2, siis haagitaksejärgmine luuk ja tõmmatakse, niimoodi tehakse 26 korda kuni karbamiidi täielikuni mahalaadimiseni. K2 luukide tõmbamise protsessi jooksul autotõstukiga peenestatakse tahtmatult ratastega karbamiidi, mis halveneb karbamiidi kvaliteeti. Kui autotõstukiga tõmmatakse luuke 26 korda, siis on arusaadav, et karbamiidi fraktsioon muutub mitu korda peenemaks. Teine aspekt on see, et autotõstukisse satub karbamiidi tolmu, mis märgatavalt lühendab eksploatatsiooni aega. Näiteks, autotõstukitremonditakse 3 korda aastas, mis on kallihinnaline protseduur ja võtab aega.

Lõputöös pakutavaks lahenduseks on luuke avada vintsi abil. Käsivint on mehhanism, mille veojõud edastatakse trossi, keti või muu elastse elemendi kaudu kangilt või käitustrumlilt[32].

Kõik vintsid jagatakse käsivintsideks ja elektrivintsideks. Elektrivint aitab viia kehalisipingutusi miinimumini, järelikult tõstab töö tootlikkust ja tagab suuremat töökiirust. Samuti ei ole lubatud trossi saaste sattumist karbamiidi. Kuna karbamiidi mahalaadimise süsteemis on tolmu ja karbamiid, siis selleks on valitud käsivint. Eristatakse trumlit ja kangit käsivintse. Trumlit käsivintse kasutatakseavaliselt, et tõsta koormusi vertikaalselt, inimese kõrgusele.[33]

Mahalaadimise süsteemi luuke on vaja avada horisontaalselt, sellepärast on valitud kangiga käsivints.



Sele 15. Käsivints kangiga [44]

Kangiga käsivintsi konstruktsiooni kuulub kaks klambriplokki, esimene ja tagumine, mille abil veetakse trossi klambrite lõdvendatud plokki ja fikseeritud plokki vahelt läbi. Iga plokk sisaldab klambermehhanismi, millesse kuulub ülemine ja alumine klamber. Kangi liigutades töötab tööline klambriplokkidega, tõmmates trossi nende vahelt läbi, sama jõupingutusega liigutatakse ka koormat. Vahetult mõjutab trossi kangiga käsivints, mis tänu säästvas režiimis töötavatele klambri põskklotsidele säästab trossi. Tööde käigus ei tohi ületada maksimaalselt lubatud koormust. Kangiga käsivintsi on võimalik kasutada nii välis – kui ka sisetingimustes ning temperatuuriga $\pm 40^{\circ} \text{C}$. Kangiga käsivintsi on kerge paigutada raskesti ligipääsetavas kohas tänu selle väikestele mõõtmetele.(vt. sele 15)[32]

Kangiga käsivints peab vastama autotõstuki tehnilistele näitajatele või omama tehniliselt parimaid näitajaid. Autotõstuki kandejõud võrdub 1,5 tonni, veojõud on mitte rohkem kui 100 kg. Tavaliselt mahalaadimise süsteemis K2 luuki tõmmatakse 15-20 sentimeetrit, kui tõmmatakse rohkem, siis konveier K2 võib ülekoormusest seisma jääda. Käsivintsi trossi pikkus peab olema rohkem kui 38 meetrit, kuna mahalaadimise süsteemi pikkus on 38 meetrit.

5. MAJANDUSOSA

5.1 AS Nitrofert majanduse olukorrast üldiselt

AS-i Nitrofert peadirektori Aleksei Nikolajevi sõnul töötab ettevõtte keerulistes maailmaturu tingimustes nii tooraine hankimisel kui ka toodangu realiseerimisel. Euroopa Liitu astumisega on kaasnenud:

- keskkonnakaitse normide ja trahvide karmistumine;
- kõrged nõudmised tootmiseks vajalike tehnoloogiliste seadmete hankimisel ja valmistamisel;
- hinnatõus praktiliselt kõikide tootmises vajaminevate lähteainete (tooraine, energia, keemilised reagentid, materjalid jmt) ja teenuste osas, mis lõpptulemusena tingib märkimisväärse toodangu omahinna tõusu.

Toodangu hind maailmaturul on langenud poolteist korda ning toota ei ole kasulik.

AS Nitrofert on ainuke tehas Eestis, mis toodab mineraalväetiseid, sellepärast konkurents Eesti sisseturul puudub. Tõsist konkurentsi pakuvad tehased teistest riikidest, näiteks, Soomest ja Lätist. Toodete import tähendab ka nende kallimat hinda. 90% toodetest, mida toodab Nitrofert, eksporditakse peamiselt Euroopa riikidesse, Amerikasse ja Brasiiliasse. Välismaal pole AS-il Nitrofert mingieid eeliseid teiste riikidega võrreldes, kuna hinnad on ühised kõikide jaoks. Kui kindlas paikkonnas karbamiidi hind on määratud, siis on võimatu nende hindadega mängida. AS-il Nitrofert on olemas püsikliendid, kes eelistavad nende toodet. 10% toodetud karbamiidist, mis on toodetud AS-is Nitrofert, kasutatakse Eesti tööstuses ja põllumajanduses. Eesti farmerid ja tööstusettevõtted kasutavad ka saadud ammoniaagi vett.

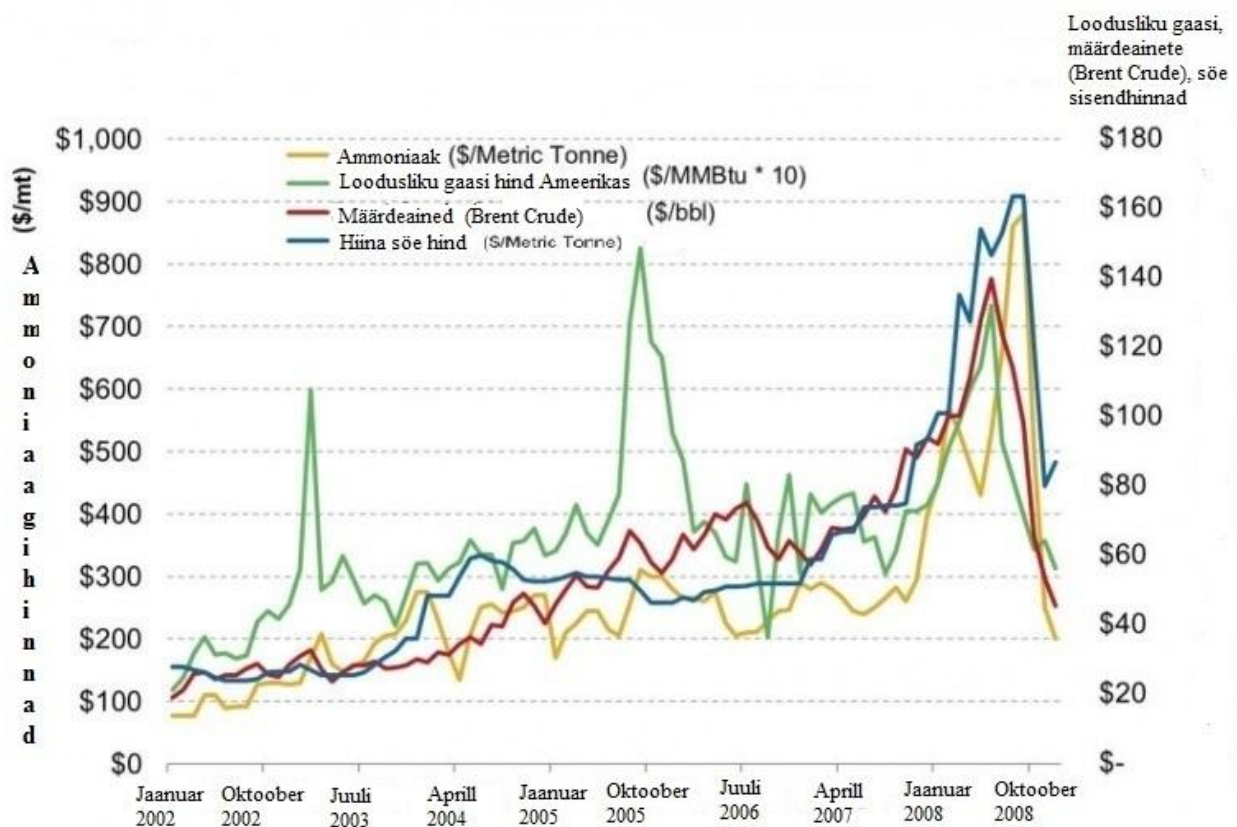
AS Nitrofert töötab nii FIE-dega kui ka suurte ettevõtetega. Kuni 10% karbamiidist tarnitakse Eesti tarbijatele tööstuse ning põllumajanduse tarbeks. Kõrvalproduktina toodetavat ammoniaagivett kasutavad Eesti tööstusettevõtted ja talunikud [2].

Toodangu põhiline osa tarnitakse Lääne-Euroopa turgudele – 100%, kaubanduslikku ammoniaaki saadetakse sellistesse riikidesse nagu Taani, Saksamaa, Prantsusmaa, Hispaania, Belgia, Leedu ning umbes 90% karbamiidist – Inglismaale, Saksamaale, Hollandisse, Prantsusmaale, Belgiasse, Šveitsi, Poolasse, Tšehhi, Soomesse, Lätti, Leetu, Alžeeriasse, Süüriasse ja USAsse[2].

Tuntumaid firmasid, mis kasutavad AS Nitrofert teenuseid on Archemi AB (Rootsi), Fred Holmberg (Rootsi), UAB Ardivila (Leedu), Timab Industries (Prantsusmaa), PPH "Standart" (Poola), Chemargotrade Sp (Poola), Afkem AG (Saksamaa), Bröste Oy (Soome), BAFKO OÜ (Eesti), VKG Oil (Eesti), Agrochemtrade S.R.O (Tšehhi). Tallinn DBT AS on ettevõtte vahendaja.[20]

5.2 Otsustavad mõjurid, mis määravad ammoniaagi ja karbamiidi hindu

Tavaliselt tootja marginaalne hind määrab hinna minimaalse taseme lämmastikväetiste jaoks nagu ammoniaagil ja karbamiidil. Lämmastikväetised on tavaliselt valmistatud loodusliku gaasi kasutades, samal ajal kui Hiinas kasutatakse sütt lämmastikväetiste tootmises. Sellepärast, et loodusliku gaasi hinnad ja söe hinnad ühes või teises regiooniserinevad. Teised kulud, näiteks tööjõu kulu, mõjub tootmise hinnale, aga pole nii määrav. Konkurents on väga tihe, tootjatel, on raske üksteisega hindu koordineerida.[38]

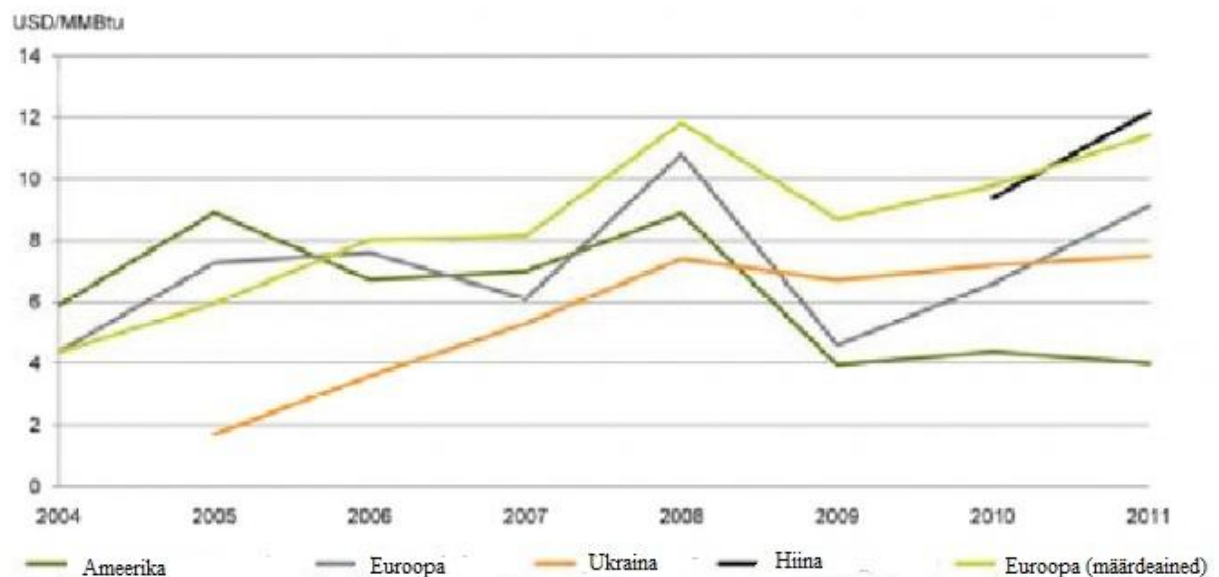


Sele 16. Tootja marginaalne hind ja ammoniaagi hind [39]

Kui ostjad on nõus maksma, siis hind sõltub ka tarnijast, kes toodet müüb. See tähendab, et karbamiidi ja ammoniaagi hind kasvab tänu tarnija tööle, kui tarnija teenuse hind on kõrge, siis tellija ei hakka oma toodet pakkuma. Samuti kui tarnija pakub karbamiidi kõrgema hinnaga, kui see tegelikult on, siis ettevõtte võib oma äri kaotada.

Ajal kui turul konkurents on intensiivsem määrab tootja marginaalne hind ammoniaagi minimaalse hinna taseme. Ammoniaagi hinnad omakorda määravad karbamiidi minimaalse hinna taseme. Aeg ajalt marginaalne tootja ja marginaalne hind võivad varieeruma sõltuvalt loodusliku gaasi (vt. sele 17) ja söe hindade muutumisest ning võimalusest lämmastikväetisi toota erihinna tasemel.[39]

Kunagioli Ameerika marginaalne tootja, sellepärast, et 2003-ndal aastal gaasi hinnad langesid tasemele 4.00\$/MMBTU, aga 2007-ndal aastal oli juba 8.00 \$/MMBTU. Sellel ajavahemiku jooksul ammoniaagi hinnad Musta merel tõusid 150 dollarit tonni eest kuni 300 dollarit tonni eest. 2008-ndal aastal määrdeainete, loodusliku gaasi ja söe Ameerika hinnad aitasid ammoniaagi ja teiste lämmastikväetiste hinnad tõsta, näiteks Musta merel hinnad kasvasid 300 dollarit kuni 900 dollarit tonni eest.[39]



Sele 17. Gaasi hinnad (aasta keskmine) [40]

2009-ndal aastal oli Ameerikas põlevkivi buum, loodusliku gaasi hinnad jäid tasemel 4.00\$/MMBTU, aga määrdeainete ja söe hinnad ulatusid maksimumini. Järelikut 2009-ndalaastal Hiina ja Ukraina said lämmastikväetiste marginaalse hinnagapeamisteks tootjateks. Kui 2010-ndal aastal gaasi hind Ukrainas hakkas kasvama, kasvas ka karbamiidi hind. Hiljem samal aastal Hiinas antratsiidi ja söe hindade kasv aitas karbamiidi hinda tõusta veel kõrgemale. 2011-ndalaastal muutus Hiina veel kallimaks tootjaks, kallim ekspordi maks mõjus hinnale. 2012-ndalaastal karbamiidi hind langes, mida põhjustas madal Hiina söe hind (oli marginaalne tootja). 2013-ndalaastal karbamiidi piirhind oli 300 dollarit tonni eest, hinna minimaalne taseoli püstitatud Hiina söel põhinevate karbamiidi tootjate jaoks. Hinnad olid madalamad kui mõnedel kvaliteetsetel ja kallimatel tootjatel Ukrainas, näiteks, Argium Inc.

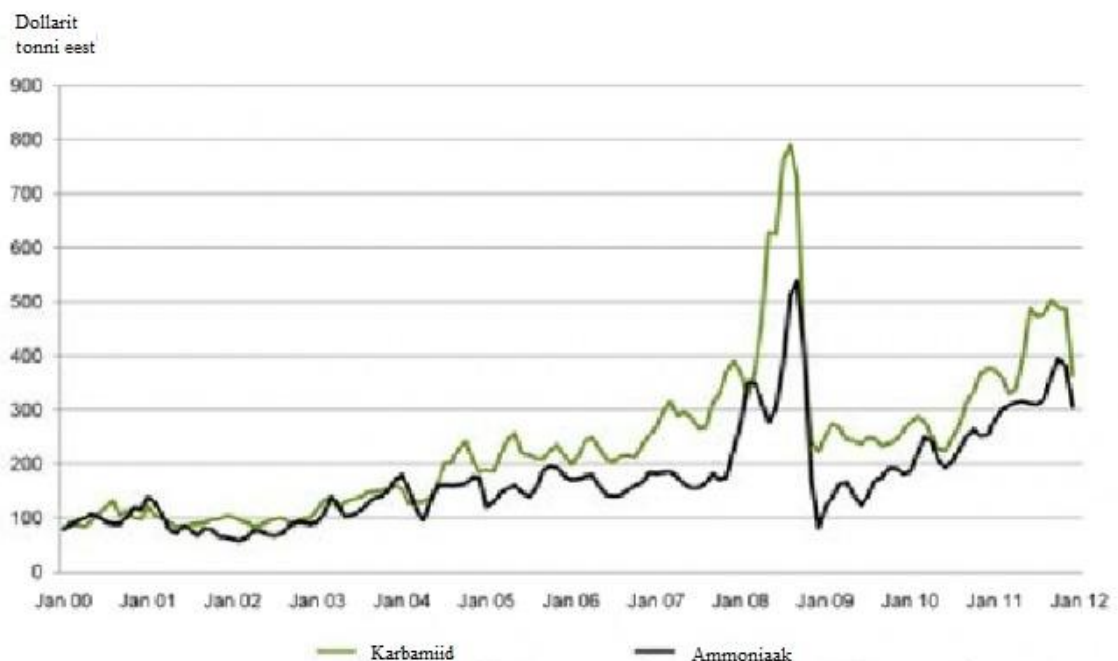
Lämmastikväetiste tootmise võimsuse muutmine võib mõjutada marginaalsele hinnale ja karbamiidi

hindadele. Tavaliselt võimsus kasvab, kui on olemas ahvatleva kasumiga ostjad. Aga suure tootmisettevõtte hinna muutmine mõjub teiste suurte ettevõtete hindadele ja nende kasumitele, näiteks CF Industries Holdings Inc. (CF), Potash Corp. (POT), Terra Nitrogen Company LP (TNH), and Agrium Inc.'s (AGU).[40]

Kui näiteks Ameerika Ühendriigis karbamiidi tootmise võimsus hakkab kasvama. Praegu Ameerika Ühendriigid toodvad piiratud kogus karbamiidi - 15 miljonit tonni, see on suhteliselt väike kogus arvestades, et Ameerika on üks suurematest põllumajanduslikest tootjatest maailmas. Eeldame, et paari aastat pärast Ameerika hakkab tootma rohkem kui 100 miljonit tonni karbamiidi. Kui kõik teised faktorid jäävad samaks, kaasa arvatud nõudlus, mõjub suurendatud tootmise võimsus halvasti teistele kallimatele tootjatele ning nad lähevad turult ära. Hiina ja Lääne-Euroopa tootjad pankrotistuvad ja karbamiidi hinnad langevad sõltuvalt uue marginaalse tootja hindadest.[42]

Turul, kus on kõrgem nõudlus, määrab karbamiid ammoniaagi hindu sellepärast, et ammoniaaki ei saa kergesti teisaldada ning inimesed on nõus maksma rohkem.

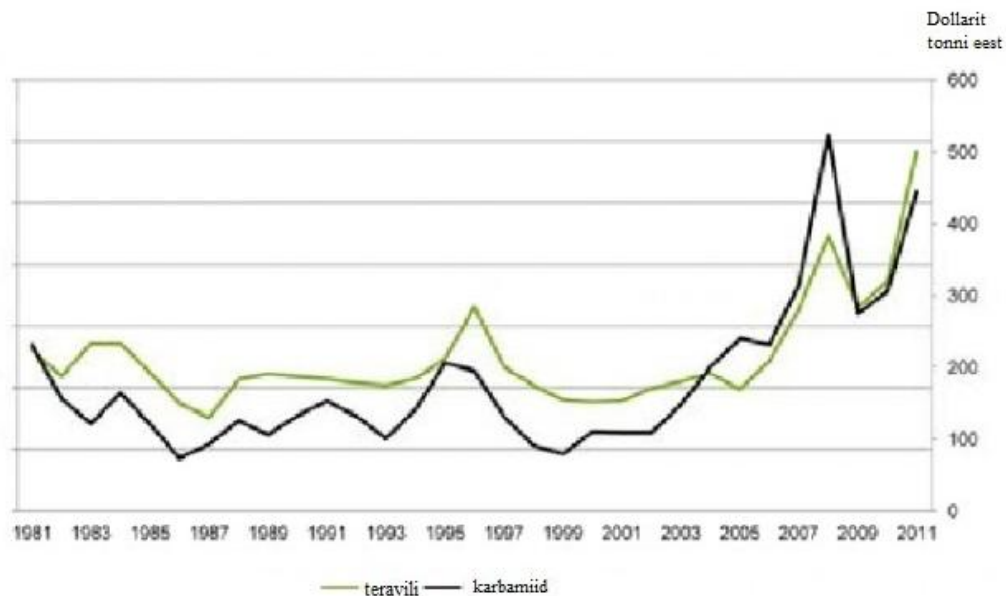
Kuna karbamiid on valmistatud ammoniaagist, määrab ammoniaak karbamiidi minimaalse hinna (vt. sele 18) taseme. Kui karbamiidi hinnad väga langevad, siis pakutakse ammoniaaki ja vähem müüakse ka karbamiidi. Turul, kus on kõrgem nõudlus, pole igal lämmastikväetisitootjal võimalust karbamiidi toota, järelikult karbamiidi tootmine on prioriteetne.[41]



Sele18. Ammoniaak määrab karbamiidi minimaalset hinda [41]

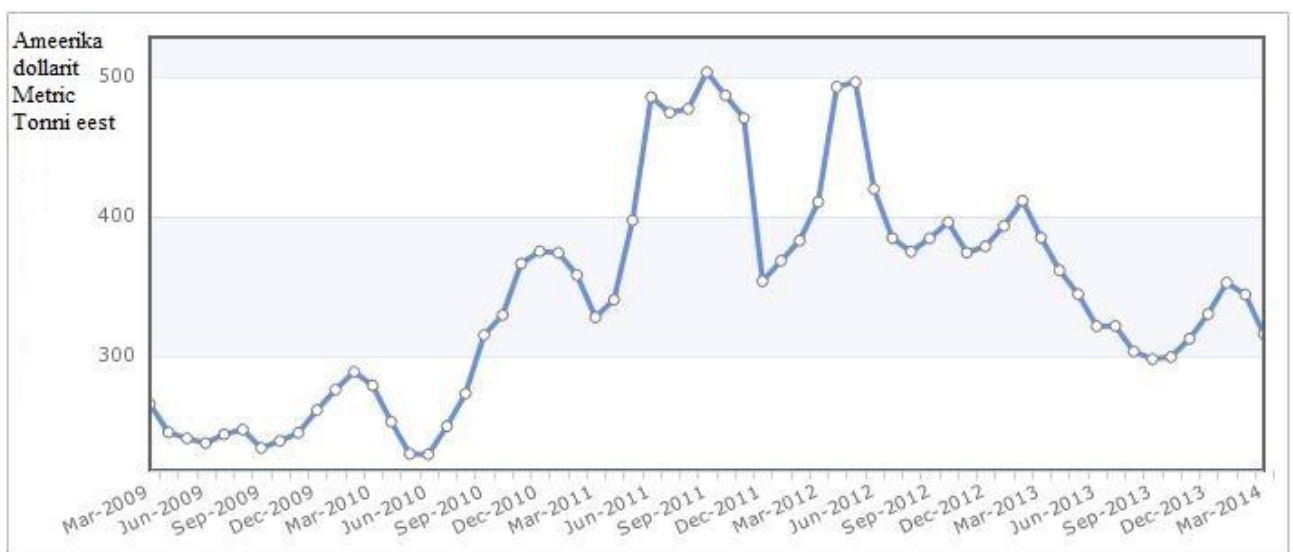
Karbamiidi maksimaalne piirihind sõltub teravilja hindadest. Vastavalt Yara International, teravilja (mais või nisu) hinnade muutused sõltuvad umbes 50% ulatuses karbamiidi hinna muutustest. Ajal

kui maisi hinnad kasvavad, siis kasvavad ka karbamiidi hinnad, ajal kui maisi hinnad langevad, langeb ka karbamiidi hind (vt. sele 19). Osa muutustest tuleneb ka lämmastikväetiste nõudlustelt, kuna põllumehed otsustavad mitu teraviljakultuuri aakrit nad külvavad järgmisel aastal. Teine osa sõltub ka majanduslikust õitsengust, perspektiivid, ootustest. Teravilja hinnad sõltuvad dollari kursist, majanduslikust kasvust turgudel, ilmast. Fakte, mis mõjutavad teravilja hindu tulevikus, on raske ette näha, näiteks maisi hindu ja lämmastikväetiste nõudlust. [41]



Sele 19. Teravili määrab karbamiidi maksimaalset hinda [41]

Käisioleval ajal (seisuga märts 2014) koosneb karbamiidi hind $315,75 \text{ \$/m}^3$ (347.22 dollarit tonni eest, kuna 1 metric tonn = 1,10 tonni, US metric süsteem) eest (vt sele 20). [43]



Sele 20. Karbamiidi hind 5 aasta eest [43]

5.3 Rekonstrueerimise majanduslikud valikud ja hind

Päris palju ettevõtteid ei pane oma vebilehtedele hinnakirju, tavaliselt teevad eripakkumisi. Lõputöö majandusosa jaoks tuli kontakteeruda ettevõtete esindajatega, et rekonstrueerida karbamiidi mahalaadimise süsteemi ja leida vajalik ventilaator, lehtmetsall ning vints. Mõned ettevõtteid vastasid paari minuti pärast, mõned nädala pärast. Kontakteeruti Eesti, Ukraina, Hiina ettevõtete esindajatega. Otsustati, et kõik paigaldustööd teeb ettevõtte AS Remeksi Keskus, kuna nad pikemat aega teevad AS-i Nitrofert jaoks montaaži ja paigalduse töid [45].

5.3.1 Ventilaatori hind

Kuna lõputöö eesmärk on parendada mahalaadimise süsteemi nii odavalt kui võimalik, siis ventilaatorite valimiseks uuriti Eesti, Ukraina, Venemaa ja Hiina turge. Leiti sobivaid veeblinke. Hiinas (ettevõtte nimi on Shanghai Aipu Environmental Protection Technology Co., Ltd) leiti väga odav pakkumine 55 eurot (tk), valmistatud roostevaba terasest, sobivate mõõtmetega, aga tuleb osta vähemalt 30 tükki. Ventilaatorite transport on kallis.[36]

Eesti turul on samuti ettevõtteid, mis tegelevad ventilaatoridega. Üks nendest on Clix OÜ, toob ventilaatoreid Saksamaalt. Sobiv ventilaator on RF 71/50 - 4D, tema tootlikkus 400 kuni 13.000 m³/h. Katuseventilaatoril RF on tagasipööratud labadega tööratas, korpus on valmistatud alumiiniumsulamist, kaal on 43 kg, sobivad mõõdud võib tellida. Hind (tk) on 550 eurot (koos käibemaksuga). Hea pakkumine, aga oli ka odavamaid pakkumisi.[34]

Leiti sobiv ventilaator Ukrainast (ettevõtte nimi on "Днепропетровский завод промышленного оборудования"), ventilaatorite hind (tk) on 2100 grivnat = 130 eurot, (koos käibemaksuga). Ventilaatori mudel on BKP № 3,15 ja võimsus 0,37 kWh x 1000 pööre minutis, elektromootor on sisse ehitatud, kaal on 40 kg, mõõdud sobivad (alusosa 600 mm). Ettevõtte müüb ventilaatorit ainult Ukrainas, kuna AS Nitrofert teeb koostöö Ukrainaga, siis pole probleem 6 ventilaatorit Eestisse tuua. Ventilaatori kvaliteet on hea, võimsus sobib, ka hind sobib seepärast valiti BKP № 3,15 ventilaatori.[35] Ventilaatorite lisamise koguhind on 1422 eurot koos transpordikulu ja paigaldamisega.

5.3.2 Roostevaba terasehind

Roostevaba terase hinnad maailmaturul ei erine märgitavalt. Sellepärast tellitati metall Eestist. Teine põhjus tellida Eestist on see, et ühe metall-lehe kaal on küllaltki suur (72 kg) ning kui tellida seda välismaalt, siis transportimine on kallis. Tähtis on valida sobiv terase mark. See peab olema

korrosioonikindel, ei tohi reageerida karbamiidiga. CES-i abil valiti roostevaba teras margiga AISI - 316.

See on kuumakindel teras, mida on legeeritud väga korrosioonikindla titaaniga. Sellest terasest valmistatud detailid on äärmiselt koormuskindlad. Väheagressiivsetes keskkondades on nad koormusele vastupidavad temperatuuril $-196...+600\text{ }^{\circ}\text{C}$, agressiivsetes keskkondades aga kuni temperatuurini $+350\text{ }^{\circ}\text{C}$. Temperatuuri vahemik on sobiv, kuna maksimaalne temperatuur mahutis on 70°C . [31]

Kuna mahuti seina pindala võrdub 110 m^2 , siis tuleb osta $112,5\text{ m}^2$. Vajatakse 25 roostevabateras lehte suurusega $1500 \times 3000 \times 2\text{ mm}$. AISI - 316 maksab 3,86 eurot kilogrammi eest, järelikult 1800 kg AISI - 316 maksab $3,86 \times 2700 = 6948$ eurot, käibamaksuga $6948 \times 0,20 + 6948 = 8337,6$ eurot. Ühe metall-lehtekinnitamiseks vajatakse 22 plekikruvi, et kinnitada kogutagaseina on vaja 550 plekikruvi. Valitakse peitpeaga plekikruvi DIN7982 (tsingitud) mõõtmetega $3,5 \times 25$, tükki hind on 0,01 eurot, koguhind on 55 eurot [37]. Kuna metall-lehed paigaldatakse ülekattes, siis pole vaja lisamaterjali jätkukohtade vahele [45]. Lõplikult koguhind on 8680,6 eurot.

5.3.3 Käsivinsi hind

Kangiga käsivintsi on väga raske leida Eesti veebilehtedelt, kuna on sobivad ja kasutatakse autode jaoks. Trumiga vintsi on kergem leida, kui kangiga, kuid hea pakkumine on leitud firmast “МонтажКомплект”, mis asub Venemaal [44]. Sobiv vintsi on ИИСТАИ MTM-1600, kus kandevõime on 1600 tonni, trossi pikkus on 20 meetrit, trossi diameeter 12 mm, hind 7900 rublakoos käibemaksuga - 163,20 eurot, jõud täiskoormusega kangile on 40N, vintsi kaal (ilma trossita) - 13 kg, arvutuslik vintsi tõmbejõud 2500 kg, gabariidid: pikkus 545 mm, laius 97 mm, kõrgus 280 mm. Trossi pikkus peab olema vähemalt 38 meetrit, seepärast on vaja osta ka lisatross. Lisatrossi otsustati osta samast ettevõttest. Lisatrossi paraametrid on: 20 meetrit pikk, diameeter - 12 mm ning hind on 1730 rubla - 36,17 eurot. Kogu vintsi hind on 111,17 eurot (transpordikulu, paigaldamise ja lisatrossiga)

Tõstuki asendamine vintsi, piirikute eemaldamine ja mahuti tagaseina polsterdamine roostevaba teraslehtedega ning ventilaatori lisamine kujundavad rekonstrueerimise koguhinnaks 10459,97 eurot. Rekonstrueerimise koguhind on toodud tabelis 1.

Tabel 1.

Rekonstueerimise koguhind

Nimetus	Hind (eurodes)	Märkused
Ventilaator	780	6 tk
Ventilaatori transpordikulu	450	Ukrainast Eestisse
Ventilaatorite paigaldamine	192	AS Remeksi Keskus
Metall-leht	8337,6	Roostevabaterasest AISI 316 (110 m ²), 25 lehte (2x1500x3000)
Metall-lehtede kinnitamine	288	AS Remeksi Keskus
Plekikruvid kinnitamise jaoks	55	550 tükki
Piirikute eemaldamine	72	AS Remeksi Keskus
Vints	163,20	1 tk, ИНСТАЛ МТМ-1600
Vintsi transpordikulu	74	Venemaalt Eestisse
Vintsi paigaldamine	12	AS Remeksi Keskus
Lisatross vintsi jaoks	36,17	20 meetrit
Kokku	10459,97	

KOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärgiks oli parandada karbamiidi mahalaadimissüsteemi. Selleks jälgiti mahalaadimise protsessi, et selgitada välja selle kitsaskohad.

Lõputöö teine eesmärk oli rekonstrueerida süsteem võimalikult odavalt kergendamaks tööd ning suurendamaks mahalaadimise protsessi kiirust, kusjuures ei tohi kannatada karbamiidi kvaliteet.

Mahalaadimissüsteemi rekonstrueerimiseks viidi läbi järgmised olulised tööd: tõstuki asendamine vintsiga kiirendab mahalaadimise protsessi ning säästab raha, mis varem kulus tõstuki remondiks. Tõstuki ei lõhu karbamiidi ja fraktsioon säilub. Järelikult tõuseb karbamiidi kvaliteet, suureneb läbimüük ning paraneb ettevõtte maine. Parandamiseks on valitud kangiga käsivints.

Teise olulise osana on lõputöös vaadeldud tigutranspordööri piirikute eemaldamist ja mahuti tagaseina polsterdamist roostevaba terasega AISI 316. Sobiv materjal valiti programmi CES abil. Peale piirikute eemaldamist satub karbamiid automaatselt konveierile K2. Tagaseina polsterdamiseks vajatakse 25 lehte roostevabaterast AISI 316 mõõtmetega 1500x3000x2 mm. Roostevabaterase hind on 8680,6 eurot, on kõige kallim rekonstruktsioon. Nimetatud tööd kiirendavad mahalaadimise protsessi ja parendavad karbamiidi kvaliteeti ning kaitsevad rohkem töötajate tervist.

Ventilaatori lisamine kaitseb töötajate tervist ning paraneb tööohutus.

Rekonstrueerimise koguhinnaks kujunes 10459,97 eurot. Võrreldes kasumiga, mida tehas saab, on see väga soodne lahendus.

Parandused on väiksed, aga tähtsad, muutused kergendavad töötajate tööd, suurendavad karbamiidi mahalaadimise süsteemi kiirust. Karbamiidi praak, mis tekib mahalaadimise jooksul väheneb, seega tõuseb AS-is Nitrofert tehtud karbamiidi kvaliteet. Lõpptulemusena tõuseb karbamiidi müük, ettevõtte saab rohkem kasumit ning areneb

Kohtla-Järve ja mingis mõttes Eesti sise- ja välismajandus.

SUMMARY

The purpose of “Reconstruction of carbamide unloading syystem” thesis is to reconstruct an unloading system of carbamide and do it as cheap as possible. The thesis` base company is AS Nitrofert. It is a monopoly factory in Estonia, which produces carbamide. Used loading system has weaknesses that increas loading process time, deteriorate quality of the produced carbamide and influence badly on workers` health. The loading system project and characteristics were studied to make better constructional solutions for the reconstructions and workers were questioned. The solutions are: to replace a cable car with a hand winch, to excision conveyor screw`s limiters and to cover the main container`s back wall with another material that has better hardness and tensile strength, to add ventilators. All needed appliances are ordered, not engineered and emplacements works are done by AS Remeksi keskus company. Markets of China, Europe and Estonia were studied for better economical choice.

A suitable hand winch is ИИСТАМ MTM - 1600, it has the same parameters as the cable car. It`s decided that the winch is ordered from Russia, because it`s the cheapest solution. The reconstruction whole price is 345,2 euro. The solution accelerates the procces of loading, saves money, carbamide structure is not refined anymore. The choosen material for container`s back wall covering is stainless steel AISI 316. The decision was made using CES programme. For the reconstruction is needed 25 lists (measures 1500x3000x2mm) of stainless steel. The material is ordered from Estonia. The total cost of the reconstruction is 8680,6 euro. The solution also accelerates the loading procces, improves the quality of carbamide and influences positive on occupational health and safety. The cheapest way is to order ventilators from Ukraine. Total cost is 1422 euro. For the reconstruction is needed 6 top roof ventilators. The reconstruction defenety improves occupational health and safety.

The thesis involves AS Nitrofert company review, explains carbamide, the way it is produced on AS Nitrofert, explains the loading system, has calculations of the unloading system, definitions of the weaknesses of the system, explained solutions, economical side of the reconstructions, AS Nitrofert, carbamide price in the world. To make the thesis more visual is added drawing of the reconstructed unloading system and carbamide quality control.

VIIDATUDALLIKAD

- [1] "www.nitrofert.ee" AS-i Nitrofert üldine info [Võrgumaterjal] Available: <http://www.nitrofert.ee/ee/about.html>[kasutatud 21.02.2014]
- [2] "www.nitrofert.ee" AS-i Nitrofert tarnijad [Võrgumaterjal]Available: <http://www.nitrofert.ee/ee/marketing.html>[kasutatud 21.02.2014]
- [3]"www.nitrofert.ee" AS-i Nitrofert ettevõtte ajalugu [Võrgumaterjal]Available: <http://www.nitrofert.ee/ee/history.html>[kasutatud 23.02.2014]
- [4]"www.nitrofert.ee" AS Nitrofert sai 10 aastaseks [Võrgumaterjal]Available:<http://www.nitrofert.ee/ee/ee-2003.12.19.html>[kasutatud 22.02.2014]
- [5] "www.nitrofert.ee" AS-i Nitrofert fors-mažoor [Võrgumaterjal]Available: <http://www.nitrofert.ee/ee/ee-2003.08.15.html>[kasutatud 25.02.2014]
- [6]"www.nitrofert.ee" AS Nitrofert kapitali suurendamine [Võrgumaterjal]Available:<http://www.nitrofert.ee/ee/ee-2004.01.06b.html>[kasutatud 23.02.2014]
- [7]"www.nitrofert.ee" AS-i Nitrofert majandustulemused, investeeringud, plaanid [Võrgumaterjal]Available:<http://www.nitrofert.ee/ee/ee-2005.10.17.html>[kasutatud 23.02.2014]
- [8]"www.nitrofert.ee" ISO 9001:2000 [Võrgumaterjal]Available:<http://www.nitrofert.ee/ee/ee-2006.08.01.html>[kasutatud 22.02.2014]
- [9] "www.dv.ee" Äripäev, AS-i Nitrofert leping GAZPROM-iga [Võrgumaterjal] Available:<http://www.dv.ee/?PublicationId=69a3a0d8-fb90-472b-bd90-4e351b498cf1>[kasutatud 27.02.2014]
- [10]"www.nitrofert.ee" Sadamatehase privatiseerimise oksjon [Võrgumaterjal]Available: <http://www.nitrofert.ee/ee/ee-2007.09.19.html>[kasutatud 25.02.2014]
- [11]"www.nitrofert.ee" Juhtimissüsteemi täitmine [Võrgumaterjal]Available:<http://www.nitrofert.ee/ee/ee-2007.11.20.html>[kasutatud 24.02.2014]

- [12] "www.aripaev.ee" Äripäev, TOP 100 ettevõtet [Võrgumaterjal] Available: <http://www.aripaev.ee/Default.aspx?PublicationId=528df85a-4ecf-4429-a7c7-92cb08fd17c7> [kasutatud 27.02.2014]
- [13] "www.nitrofert.ee" Juhtimissüsteemi täiustamine [Võrgumaterjal] Available: <http://www.nitrofert.ee/ee/ee-2008.02.07.html> [kasutatud 24.02.2014]
- [14] "www.aripaev.ee" Äripäev, AS-i Nitrofert remonditööd [Võrgumaterjal] Available: http://www.aripaev.ee/article/2013-11-22/nitrofert_seiskus_vahemalt_kevadeni [kasutatud 27.02.2014]
- [15] "www.nitrofert.ee" AS-i Nitrofert keskkonna- ja juhtimispoliitikast [Võrgumaterjal] Available: <http://www.nitrofert.ee/ee/policy.html> [kasutatud 24.02.2014]
- [16] "www.plasma.com.ua" Plazma ettevõtte, karbamiid [Võrgumaterjal] Available: <http://www.plasma.com.ua/chemistry/chemistry/carbamide.html> [kasutatud 03.03.2014]
- [17] "www.phas.ru" PromHimija ettevõtte, karbamiid [Võrgumaterjal] Available: <http://www.phas.ru/products.php?id=80> [kasutatud 04.03.2014]
- [18] "newchemistry.ru" Keemiatööstuse analüüs portaali, karbamiid [Võrgumaterjal] Available: http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=773 [kasutatud 03.03.2014]
- [19] "Карбамиди тоотmise tehhnoloogia", 2010. [Võrgumaterjal] Available: http://www.uhde.ru/files/02_carbomid.pdf [kasutatud 02.03.2014]
- [20] AS Nitrofert karbamiidi saatmise protokollid, 2012–2013, ettevõttesisene
- [21] AS Nitrofert karbamiidi mahalaadimise süsteemi dokumendid, 1995, ettevõttesisene
- [22] В. В. Лебедева, Производство карбамида под ред. Химия, 1970, 447 lk.
- [23] М. П. Александров, Подъемно-транспортные машины, Высшая школа, 1985, 520 lk.
- [24] Л. Шахмейстер, Теория и расчет ленточных конвейеров, 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 1978, 392 lk.
- [25] Р. Л. Зенков, Бункерные устройства, Машиностроение, 1977, 225 lk
- [26] Исходные данные для разработки проекта реконструкции складского комплекса производства карбамида 31236 НД, 1995. ettevõttesisene

- [27] А. П. Мандриков, Примеры расчета металлических конструкций, 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1991, 431 lk.
- [28] ГОСТ 12.2.022-80 ССБТ Конвейеры. Общие требования безопасности
- [29] Техническое задание на проектирование "узла" отгрузки насыпью, 1995, ettevõttesisene
- [30] "www.abok.ru" Inseneeride mittetulunduspartnerlus, radiaalsed katuseventilaatorid [Võrgumaterjal] Available: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3199 [kasutatud 14.04.2014]
- [31] "www.enimormet.ee" Enimormet metall ettevõtte, roostevabateras [Võrgumaterjal] Available: <http://www.enimormet.ee/roostevaba-terase-muuk/> [kasutatud 13.04.2014]
- [32] "www.remosnastka.ru" Remonastka ettevõtte, käsivintsid [Võrgumaterjal] Available: <http://www.remosnastka.ru/oborudovanie/podyomnoe-transportnoe-ptogruzovoe/lebedki/ruchnye.html> [kasutatud 15.04.2014]
- [33] "www.stropsb.ru" Tõstetehnika keskus, vintside tüüpid ja liigitus [Võrgumaterjal] Available: http://www.stropsb.ru/stati/typy_i_klassifikacii_lebyodok/ [kasutatud 10.04.2014]
- [34] "www.clix.ee" Clix ettevõtte, katuseventilaatorid [Võrgumaterjal] Available: <http://www.clix.ee/ventilatsioon/katuseventilaatorid-rf> [kasutatud 20.04.2014]
- [35] "dzpo.com.ua" DEPO ettevõtte, katuseventilaatorid [Võrgumaterjal] Available: http://dzpo.com.ua/ven/ven5_1_g.html [kasutatud 19.04.2014]
- [36] "www.alibaba.com" Online müük, katuseventilaatorid [Võrgumaterjal] Available: http://www.alibaba.com/product-detail/600mm-Roof-Top-Turbine-Ventilator-For_1689522704.html [kasutatud 18.04.2014]
- [37] "www.rembox.ee" Remexim ettevõtte, plekikruvid [Võrgumaterjal] Available: http://www.rembox.ee/index.php?page=91&group_id=76&print=1 [kasutatud 29.04.2014]
- [38] "marketrealist.com" Tururealist majanduse portaal, tegurid, mis mõjuvad ammoniagi ja karbamiidi hindadele [Võrgumaterjal] Available: <http://marketrealist.com/2013/12/overview-key-factors-drive-ammonia-urea-prices/> [kasutatud 03.04.2014]

- [39] "marketrealist.com" Tururealist majanduse portaal, marginaal tootja [Võrgumaterjal]Available: <http://marketrealist.com/2013/12/us-used-set-price-nitrogenous-fertilizers/>[kasutatud 05.04.2014]
- [40] "marketrealist.com" Tururealist majanduse portaal, Ukraina ja Hiina marginal tootjatena [Võrgumaterjal]Available: <http://marketrealist.com/2013/12/ukraine-china-became-next-marginal-cost-urea-producers/>[kasutatud 05.04.2014]
- [41] "marketrealist.com" Tururealist majanduse portaal, karbamiidi maksimaal- ja minimaalhind [Võrgumaterjal]Available: <http://marketrealist.com/2013/12/2-key-things-set-floor-ceiling-urea-prices/>[kasutatud 03.04.2014]
- [42] "marketrealist.com" Tururealist majanduse portaal,tehaste võimsuse muutmine [Võrgumaterjal]Available: <http://marketrealist.com/2013/12/industry-capacity-changes-also-affect-urea-prices-profits/>[kasutatud 05.04.2014]
- [43] "www.indexmundi.com" Index Mundi riikide profiilid, karbamiidi hinna graafik [Võrgumaterjal]Available: <http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=urea&months=240>[kasutatud 16.04.2014]
- [44] "www.mk-tali.ru" MontazKomplekt ettevõtte, käsivints [Võrgumaterjal]Available: <http://www.mk-tali.ru/product-dr/lebedka-mtm.html>[kasutatud 26.04.2014]
- [45] "www.remeksikeskus.ee" AS Remeksikeskus ettevõtte, paigaldamise tööd[Võrgumaterjal]Available: <http://www.remeksikeskus.ee/et/tellijad.html>[kasutatud 28.04.2014]
- [48] Cambridge Engineering Selector - EduPack 2009, materjalide valiku programm

LISAD

1. Mahalaadimise süsteemi joonis
2. Karbamiidi kvaliteedi kontroll