

TTÜ EESTI MEREAKADEEMIA

Merenduskeskus

Viktorija Ošomkova

**MINERAALVÄETISTE LADUSTAMINE JA
ÜMBERLAADIMINE AS DBT TERMINALI NÄITEL**

Lõputöö

Juhendaja: dotsent Andres Tolli

Tallinn 2017

Olen koostanud töö iseseisvalt.

Töö koostamisel kasutatud kõikidele teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele on viidatud.

Viktoria Ošomkova

(allkiri, kuupäev)

Üliõpilase kood: 141456VDSR

Üliõpilase e-posti aadress: toriviktoraaa@gmail.com

Juhendaja dotsent Andres Tolli:

Töö vastab bakalaureusetööle esitatud nõuetele

.....

(allkiri, kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees:

Lubatud kaitsmisele

.....

(ametikoht, nimi, allkiri, kuupäev)



SISUKORD

ABSTRAKT	4
SISSEJUHATUS	5
1. MINERAALVÄETISED.....	7
1.1. Mineraalväetiste mõiste	7
1.2. Mineraalväetiste klassifikatsioon	7
1.3. Mineraalväetiste ladustamine	9
1.4. Mineraalväetiste ümberlaadimine sadamas	10
2. DRY BULK TERMINAL	13
2.1. DBT asukoht ja põhjooned	13
2.2. DBT tegevusala	13
2.3. Mineraalväetiste ladustamise korraldus DBT terminalil	15
2.4. Üldnõuded mineraalväetiste ladustamiseks	16
2.5. Mineraalväetiste kvaliteedi mõjurid ladustamisel puistena	16
2.5.1. Veesisaldus	17
2.5.2. Hügroskoopsus	17
2.5.3. Füüsikalised faktorid	19
2.6. Mineraalväetiste laotüübid	19
2.6.1. Kaarkujuline ladu	20
2.6.2. Kuupeltüübi ladu	20
2.7. Ümberlaadimine DBT terminalil	21
2.8. Ümberlaadimise tehnoloogilised skeemid	22
3. TULEMUS JA ANALÜÜS	25
3.1. DBT terminali kaubakäive.....	25
3.2. Mineraalväetiste kvaliteedi näitajate muutumine sõltuvalt hoidmisekohast	26
3.3. Keskmise tootlikkuse sõltuvalt erinevate tehnoloogilise skeemi.....	30

3.4. AS DBT terminali töötajate intervjuu tulemused	35
3.4.1. Intervjuu keemik-tehnoloogiga.....	35
3.4.2. Intervjuu transpordi ja ekspedeerimisosakonna juhatajaga	36
3.5. Kaarkujulise ja kuppeltüübi laode eelised ja puudused	37
KOKKUVÕTE	40
VIIDATUD ALLIKAD	42
SUMMARY	45
LISAD	48
Lisa 1. Muuga sadamas asuva AS DBT terminali objektide paigutuse skeem	48
Lisa 2. Intervjuu AS DBT terminali peamise keemik-tehnoloogiga	49
Lisa 3. Intervjuu AS DBT terminali transpordi ja ekspedeerimisosakonna juhatajaga	50

ABSTRAKT

Töö teemaks on “Mineraalväetiste ladustamine ja ümberlaadimine AS DBT terminali näitel”. ÜRO prognooside kohaselt on 2020. aastal elanikkonna arv Maal 7,7 miljardit inimest, seega pidev elanikkonna kasv tingib nõudluse suurenemist mineraalväetistele.

Antud lõputöö eesmärgiks on läbi AS DBT ettevõtte uurida millised eelised ja puudused on kaarkujulise ja kuppeltüübi ladudel ja uurida probleeme, mis on seotud mineraalväetise õige ladustamise korraldusega.

Käesoleva töö käigus uuris autor faktoreid, mis mõjutavad väetiste kvaliteeti. Kolme mineraalväetise näitel vaadeldakse kuidas muutuvad nende omadused ja füüsikalised karakteristikud sõltuvalt hoidmise kohast. Samuti analüüsis autor kuidas terminali ümberlaadimise protsesside tootlikkus sõltub lao tüübist. Lõputöö koostaja teostas intervjuu AS DBT terminali töötajatega, kes omakorda vastasid uurija küsimustele.

Uuringu käigus selgus, et kuppeltüüpi ladu on oma konstruktsiooni järgi ideaalne ja võrreldes kaarkujulise laoga omab rohkem eeliseid.

Kuppeltüübi lao eelised võrreldes kaarlaoga on soojusisolatsioon, hermeetilisus, täielik siseruumala kasutamine, kõrge keskkonnakaitse, lihtne ja kiire ehitamine. Kõik need eelised aitavad säilitada mineraalväetiste kvaliteedi näitajaid ja tõsta terminali tootlikkust kordades.

Uuritava objekti tundmaõppimiseks on kasutatud võrdlevat uurimismeetodit. Autor koostas tabelid ja graafikud, mille abil on võimalik võrrelda saadud tulemusi. Võrdlev uurimismeetod aitab autoril saada aru, millisel juhul on soovituslik väetist kuppellaos hoida, et see ei kaotaks oma omadusi ja selgitada, millised tagajärjed on ebaõige ladustamise korraldusel. Samuti teeb autor arvutused, millest järeldub, et kompleksümberlaadimine ehk ümberlaadimine mõlemast laost ühekorraga toob rohkem kasu terminalile.

Võtmesõnad: kaarkujuline ladu, kuppeltüübi ladu, mineraalväetiste ladustamine, terminali tootlikkus, hügrooskoopsus, soojusisolatsioon.

SISSEJUHATUS

Käesoleva lõputöö teema on: “Mineraalväetiste ladustamine ja ümberlaadimine AS DBT terminali näitel”, mis oli valitud selle aktuaalsuse tõttu. Arenenud riikides kujutab suuremalt jaolt mineraalväetiste tootmine endast keemiatööstuse suurimat allharu ning üht arenenumat tööstusvaldkonda üldiselt.

Mineraalväetised lubavad saada kõrget põllumajanduskultuuride saaki. Nad mitte ainult ei tõsta saagikust, vaid ka parandavad selle kvaliteeti.

Pidev elanikkonna kasv tingib ka nõudluse suurenemist mineraalväetiste järgi. ÜRO prognooside kohaselt on 2020. aastal elanikkonna arv Maal 7,7 miljardit inimest, aga see põhjustab omakorda põhitoiduainete nõudluse kasvu samaaegse vabade põllumajandusmaade pindala kahanemisega. Ees ootavat toiduainetega seotud probleemi suudab lahendada ainult veel intensiivsem maaharimine ja saagikuse suurendamine väetiste abil. Selle tulemusel kasvab põllumajandustootjate vajadus mineraalväetiste järele. Muutuvad ka nende kvaliteedinäitajad.

Teine asjaolu, mis tingib mineraalväetise nõudluse suurenemise on põllumajanduskultuuridest (raps, mais, suhkruroog) valmistatava biokütuse töötusliku tootmise kiire areng. Hetkel kasutatakse biokütuse tootmiseks ainult 1% künnimaast, kuid Ülemaailmse Toiduorganisatsioon (WFP – World Food Program) hinnangul nõuab see haru juba umbes 20% künnimaast.

Rahvusvahelise mineraalväetiste tootjate assotsiatsiooni (IFA - International Fertilizer Industry Association) andmetel on viimaste aastate suurimad mineraalväetiste tootjad Hiina, Venemaa, Kanada, USA. Suurimad tarbijad on aga Hiina, India, USA, Brasiilia. Ülemaailmse turu kaubavood ja riikide panused erinevad sõltuvalt turusegmenidist ja regionaalsest eripärast.

Venemaa on kõige konkurentsivõimelisem väetiste eksportija. Umbes 13,5% väetiste maailmaekspordist tuleb just Venemaalt. Üks suurimaid tootjaid on Akron, mis ekspordib oma toodangut Ladina-Ameerikasse, Hiinasse. Eestis asuv ettevõtte DBT on vahelüli tootja ja Akroni mineraalväetiste ostjate vahel.

Lõputöö eesmärgiks on läbi AS DBT ettevõtte uurida milliseid eeliseid ja puuduseid omab iga laotüüp ja käesoleva tööga püütakse vastata järgmistele küsimustele:

1. Millised on peamised tegurid, mis mõjutavad mineraalväetiste kvaliteeti?
2. Milline laotüüp mineraalväetiste ladustamiseks sadama terminalides on perspektiivsem?
3. Kuidas terminali ümberlaadimise protsesside tootlikkus sõltub laotüübist?

Uuritavaks objektiks on valitud mineraalväetiste ladustamine ja ümberlaadimine.

Uurimistöö eesmärgi saavutamiseks olid autori poolt püstitatud järgmised ülesanded:

- Kirjeldada mineraalväetiste mõistet ja klassifikatsioone;
- Tutvuda ladustamise organisatsiooniga ja uurida erinevaid ümberlaadimise skeeme, mida kasutatakse AS DBT terminalil;
- Korraldada intervjuu AS DBT ettevõtte töötajatega;
- Analüüsida saadud tulemused ja teha selle alusel järeldused.

Lõputöö koosneb kolmest peatükist.

Esimene peatükk käsitleb olulisemat teooriat väetiste ladustamise ja ümberlaadimise kohta sadamas, mille abil saab paremini mõista mineraalväetiste olemust ja klassifikatsioone.

Teises peatükis tutvustab autor Muuga sadamas asuvat DBT terminali. Käsitletakse faktoreid, mis mõjutavad väetiste kvaliteeti. Samuti antakse ülevaade erineva laotüübi töökorralduse kohta ja kirjeldatakse kõiki tehnoloogilise skeemi, mida kasutab DBT terminal oma ümberlaadimise protsessides.

Kolmandas peatükis on välja toodud tulemused, mis on saadud töö uurimise käigus. Autor annab ülevaadet mineraalväetiste ebaõige korralduse kohta. Võrreldakse terminali tootlikkust erineva tehnoloogilise skeemi näitel. Samuti analüüsib autor intervjuude tulemusi ja toob välja kaar- ja kuppeltüüpi ladude eelised ja puudused.

1. MINERAALVÄETISED

1.1. Mineraalväetiste mõiste

Väetised – tööstusliku tootmises loodusikult ja kunstlikult saadud anorgaanilised ja orgaanilised ühendid, mis sisaldavad taime arenguseks vajalikud toitained. (Skorobogatov, 2005)

Mineraalväetised on spetsiaalse tehnoloogia järgi valmistatud tooted, mis sisaldavad peamised mineraalained, taimede poolt omastatavad toiteelemendid, mis on selle kasvamise ja muljaviljakuse vajalik. (Polevoi, 1989)

Nagu kõik naftatoded, söed, maagid kuuluvad mineraalväetised masspuistlasti hulka, mida veedakse suurtes kogustes suurde vahemaade tootmise kohast kuni tarbimise kohta raudtee ja meretranspordi abil, lühike vahemaa juhul – maantetranspordiga. (Skorobogatov, 2009)

1.2. Mineraalväetiste klassifikatsioon

Väetised klassifitseeritakse erinevate tunnuste järgi: (Skorobogatov, 2005)

- Mineraal- ja orgaanilised väetised;
- Tööstusväetised (lämmastik, kaalium, fosfor, mikroväetised) ja kohalikud (sõnnik, turvas, tuhk);
- Liht- (sisaldavad üht toitaineid - lämmastik, kaalium, mangaan) ja kompleksväetised (sisaldavad kaht või rohkem toitained).

Peamised mineraalväetised:

Tabel 1. Lihtmineraalväetised

	Nimetus	Sisaldus, %	GOST, TT	Name
Lämmastiku	Ammooniumnitraat NH ₄ NO ₃	N=34,4	ГОСТ 2-85	Ammonium nitrate
	Karbamiid (uurea) CO(NH ₂) ₂	N=46,2	ГОСТ 2081-92	Carbamide (urea)
	Ammooniumsulfaat	NS=21-24	ГОСТ 9097-82	Ammonium sulfate
Fosfori	Superfosfaat liht	NP=6-26	ТУ 2182-003-56937109-2002	Simple superphosphate (SSP)
	Superfosfaat	P=43-46	ГОСТ 16306-80	Double/triple superphosphate (DSP/TSP)
	Fosforiidijahu	PCa=20-32	ГОСТ 5716-74	Phosphate flour
Kaaliumi	Kaaliumkloriid KCl	K=40	ТУ 2184-023-05778557-2005	Potassium chloride
	Kaaliumkloriid väike	K=60	ГОСТ 4568-95	Potassium chloride small
	Kaaliumkloriid granuleeritud	K=60	ТУ 2184-042-00209527-97	Potassium chloride granulated

Allikas: Autori poolt koostatud V.Skorobogatov käsiraamatu “Минеральные удобрения, перегрузка на портовых терминалах” alusel

Tabel 2. Kompleksmineraalväetised

Nimetus	Sisaldus, %	GOST, TT	Name
Ammofoss (monoammooniumfosfaat) NH ₄ H ₂ PO ₄ +(NH ₄) ₂ HPO ₄	NP=12-52	ТУ 2186-670-00209438-01	Ammophos/Monoammoniumphosphate (MAP)
Azofoska (NPK)	NPK=16-16-16	ТУ 113-03-466-91	Azophoska
Lämmastik-fosfor väetis väävlige (NPS)	NPS=16-20-14	ТУ 2186-002-00209438-00	Nitrogen-phosphorus fertilizer (NPF) with sulfur

Allikas: Autori poolt koostatud V. Skorobogatov käsiraamatu “Минеральные удобрения, перегрузка на портовых терминалах” alusel

1.3. Mineraalväetiste ladustamine

Kõikidel mineraalväetistel on oma omadused ja näitajad, mis on vaja säilitada nii ladustamisel, kui ka transportimisel.

Agrokeemiaturu ekspert Irina Loginova räägib: "Väetiste õige ladustamine lubab vältida väetise kadu ja kasutada seda maksimaalselt efektiivselt. Väetiste ladustamise vajadus on tingitud nende kasutamise hooajalisusest ning aasta lõikes kõikuvatest müügimahtudest, mida mõjutab muutlik olukord turul." (OÜ Infoagentuur Infotööstus, 2015)

Autori arvates seisneb väetiste ladustamise ja ümberlaadimise peamine probleem selles, et antud operatsioonidel spetsialiseeruvad terminalid peavad arvestama kõiki väetise kvaliteedinäitajaid mõjutavaid asjaolusid, pakkudes sealjuures kõrgkvaliteetseid teenuseid, mis tähendab, et sadamaterminalide territooriumil asuvad laod peavad olema ilmastikukindlad ning ehitatud kaasaegsetest ja vastupidavatest materjalidest.

Mineraalväetiste ladustamise tehnoloogia järgi eristatakse silo-, punkri-, angaarikujulise ja kuppeltüüpi laod.

Silosööda laod, silotornid on ettenähtud väetiste ja muude puistekaupade vertikaalseks hoidmiseks. Silotornid kujutavad endast reeglina koonilise alumise osaga silindrit. Sõltuvalt kauba mahust ja säilitamise ajast valmistatakse silotornid kas armeeritud betoonist, lehtmestallist, klaasplastist jne. Väikeste mahtude hoidmiseks (kuni 1000 tonni) ehitatakse kokkupandavaid silotorne klaasplastist ja muudest plastmaterjalidest, ribidega tugevdatud profileeritud lehtterasest, mis on kaetud polümeervaikude baasil valmistatud korrosioonikindla kihiga. Suurte väetiste masside hoidmiseks, 10 - 100 tuhat tonni, püstitatakse kapitaalsed ehitised – silotornid armeeritud monoliitbetoonist. Pulberväetised lastakse silotorni ülevalt, mööda pneumotranspordi liine, granuleeritud väetised transporditakse silotorni lintkonveieritega. Tühjendatakse silotorne alt toote pideva aeratsiooniga suruõhuga. Suurte betoonist silotornide ehitamine nõuab suuri rahapaigutusi, ka nende eksploatatsioon on kulukas. (Skorobogatov, 2015)

Väetiste vertikaalse hoidmise punkerlaod kujutavad endast teineteisega külgnevate punkrite gruppe ülemise sisselaadimise ja alumise tühjendamisega. Punkrid tuginevad raudbetoon ja metallraamidele. Punkrid võivad olla valmistatud monteeritavatest betoonelementidest, metallist kihtklaasplastist ja muudest plastmaterjalidest. Puistväetiste

hoidmiseks ettenähtud klaasplastist punkrid on ümmarguse või koonilise põhjaga väljalaskeavausega, maht 7-50 m³, kasutusiga 15-20 aastat. Profileeritud teraslehtedest valmistatud punkrite maht on 10-50 m³. Neil on silindri või nelinurkne kuju ja kooniline põhi. (Skorobogatov, 2015)

Igal laol on oma eelised ja puudused. Materjalide ja tehnoloogia valik lao ehitamisel on olulised iga mineraalväetise omaduste ja kvaliteedi säilitamise seisukohast. Seega viimastel aastatel on sadamaterminalides puisteväetiste hoidmiseks laialdaselt levinud kuppli- ja kaarkujuline laod, kus väetisi hoitakse põrandal. Selliseid ladusid eelistatakse, kuna nendes on loodud soodsat kauba säilitamise tingimused ning need on mugavad ümberlaadimisel sadama terminalis.

Kaarladudel on nelinurkne alus, mis on moodustatud monoliit- või monteeritavast raudbetoonist või tellistest. Välisseintele monteeritakse vahetugedeta metallkonstruktsioonidest või raudbetoonfermidest karkass. Kaarkarkassile toetub jäik või pehme katus. Jäika katust kasutatakse nii kütteta ladudel kui ka reguleeritavate säilitustingimustega ning konditsioneerimissüsteemiga varustatud ladudel. Sünteetilisest kangast katus - kütteta ladudele. (Skorobogatov, 2015)

Kuppeltüübi lao ehitamise tehnoloogia töötab välja ettevõtte DOMTEC International LLC (US). Kuppellao saab ehitada väga kiirelt. Valmisvundamendile võib kuppel olla monteeritud 5-6 päevaga. Üle jäävad ainult sisetööd, mille tegemine enam ei sõltu ilmast. Reeglina siseviimistlus võtab 3-4 nädalat aega. Kupli peamised komponendid on tsement, teras ja vahtpolüuretaan.

Viimastel aastatel sai kupelvormilaod puistlastina ladustamiseks suure leviku nii meresadamates, kui ka lennujaamades ja tööstusettevõtetes.

1.4. Mineraalväetiste ümberlaadimine sadamas

Baltimaade territooriumil asub veel vähemalt kolm mineraalsete puisteväetiste hoiu- ja ümberlaadimisterminali - Klaipeda, Ventspils ja Riia. Konkurentsivõime säilitamiseks püüab igaüks neist optimeerida väetiste ümberlaadimistoid.

Tabel 3. Baaltimaade puisteväetise terminalid

Asukoht	Terminal	Laotüüp	Lastiliik	Terminali kogumahutus, t	Aasta kaubakäive, t
Klaipeda, Leedu	BIRIŲ KROVINIŲ TERMINALAS (BKT)	5 kaarladu	mineraalväetised, puist.	185 000	3,7 milj.
	KLASCO	2 kaarladu	mineraalväetised, puist.	220 000	3,5 milj.
	BEGA	5 kaarladu	mineraalväetised, puist.	185 000	3,7 milj.
Ventspils, Läti	KĀLIJA PARKS	4 kuppelladu, 1 kaarladu	mineraalväetised, puist.	120 000	1,4 milj.
Riia, Lati	RIGA FERTILIZER TERMINAL (RFT)	6 kuppelladu	mineraalväetised, puist.	130 000	2 milj.
Tallinn, Eesti	DRY BULK TERMINAL (DBT)	8 kuppelladu, 1 kaarladu	mineraalväetised, puist.	197 000	1,9 milj.

Allikas: Autori poolt koostatud

Ettevõtte tootmisvõimsus on maksimaalne toodangu maht (või toorme ümbertöötlemise) aastas (ööpäevas, vahetuses) nomenklatuuris ja sordimendis seadmete ja tootmispindade võimalikult tiheda kasutamise ning progressiivse tehnoloogia ja tootmiskorralduse tingimustes. (Frolova, 2009)

See tähendab, et terminali tootlikkus sõltub otseselt sadamas paigaldatud seadmete arvust ja tehnilistest näitajatest ning tootmise korraldatuse tasemest.

Täna on puistekaupade ümberlaadimise tehnoloogiline protsess reeglina täielikult mehhaniseeritud ja automatiseeritud. Nende tootlikkus on üpris suur. (Demjanov, 2007)

Poolvagunid puistekaupadega tühjendatakse reeglina spetsiaalsete seadmete abil, mis keeravad vagunid ümber. Kaup satub vastuvõtupunkritesse ning seal statsionaarsete konveierliinidega antakse läbi jaotusjaama lattu või otse laevale. Kompleksi teenindavad ümberlaadimismasinad on ühendatud automatiseeritud tehnoloogilistesse liinidesse. Ladu tühjendatakse kaubast reeglina *reclaimer* itega ning mööda konveierlinte transporditakse laeva laadimisseadmetega. (Demjanov, 2007)

Kuna viimased pool sajandit pakuvad lintkonveierid pidevat transportimist praktiliselt kõikides tööstusvaldkondades, nende põhielemente pidevalt arendatakse. Nii lubas polüvinüülkloriidi, poliüuretaani, silikooni, polüolefiini ja muude polümeermaterjalide baasil loodud konveierlintide leiutamine ehitada konveierid, mida saab kasutada kõrgetel koormustel ja erinevate ilmastikutingimustega. (Izrailevich)

Autori arvates tänu lindi suurele liikumiskiirusele saab terminal suurendada operatsioonitööde tootlikkust. Samuti on konveierliinidel lihtne konstruktsioon, kõrge töökindlus ning neid on lihtne kasutada.

2. DRY BULK TERMINAL

2.1. DBT asukoht ja põhijooned

AS DBT on Euroopa Liidu üks kõige tehniliselt varustatud ja kaasaegsatest terminalidest, mis on orienteeritud mineraalväetiste ümberlaadimiseks ja töötlemiseks. (Dry Bulk Terminal)

AS DBT asub Muuga sadama territooriumil, Muuga lahe kaldal ja omab tolli vabatsooni staatust.

Ettevõtte oli asutatud 10 juunil 1997. aastal. Terminal hakkas oma mineraalväetiste ümberlaadimise operatiivse tegevust Muuga sadamas detsembris 1998. aastal.

Muuga sadam on Eesti suurim ja sügavaim kaubasadam, mis oma sügavuse ja kaasaegsete terminalidega on üks moodsamaid sadamaid Euroopas. Kuna talve perioodil sadam on avatud navigageerimiseks, seega DBT terminal pakub oma laadimis-loossimis teenuseid aastaringelt. Terminali kasutusel on 288 meetri pikkusega ja 14,5 meetri sügavusega kailiin, mis annab võimalust suure veeväljasurvega laevu nagu Panamax vastu võtta. (Dry Bulk Terminal)

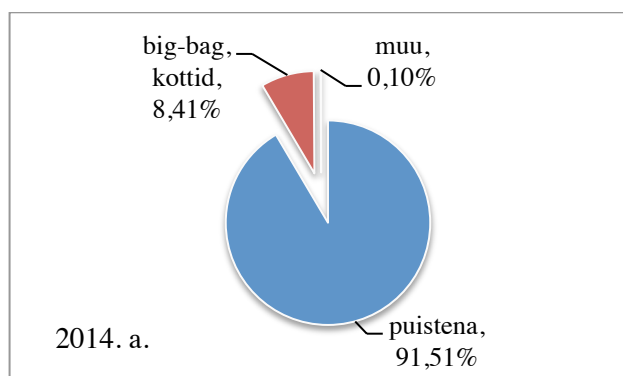
Terminal pidevalt täiustab oma tegevust, mida kinnitab 17.09.2001 saadud Euroopa kvaliteedisertifikaat EVS-EN ISO 9001-2001. (Dry Bulk Terminal)

2.2. DBT tegevusalad

Peamised DBT terminali tegevusalad:

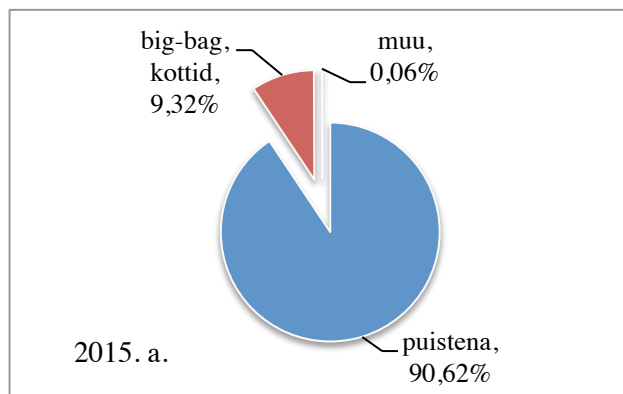
- Mineraalväetiste hoiustamine ja ümberlaadimine;
- Mineraalväetiste erinevatest liikidest segude valmistamine ja pakkimine;
- Kauba ekspedeerimine;
- Stividori teenused.

Terminal tegeleb mineraalväetiste ümberlaadimisega nii puistena, kui ka selle vedamisega big-bag'ides. Samuti ka veab saematerjale ja mõnda inventaare. Kuna mineraalväetiste ümberlaadimine puistena võtab rohkem kui 90 % aasta kogu kaubakäivest, siis autor otsustas edasi arutada ainult mineraalväetised, mida vedakse puistena.



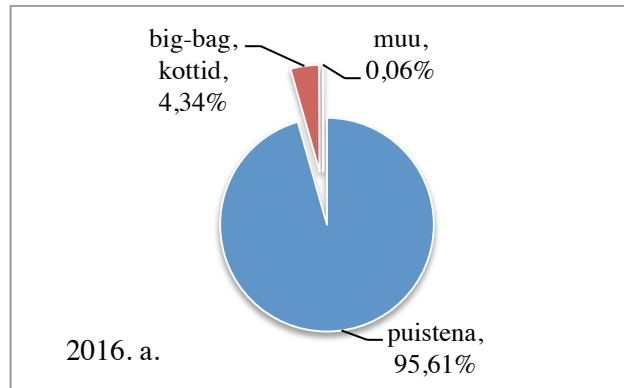
Joonis 1. DBT terminali 2014. aasta kaubakäive (%)

Allikas: Autori poolt koostatud



Joonis 2. DBT terminali 2015. aasta kaubakäive (%)

Allikas: Autori poolt koostatud



Joonis 3. DBT terminali 2016. aasta kaubakäive (%)

Allikas: Autori poolt koostatud

Graafikutes on esitatud DBT ettevõtte 2014. – 2016. aastate kaubakäive statistika, kus on hästi nähtav lasti vedamise viiside protsentuaalne suhe.

2.3. Mineraalväetiste ladustamise korraldus DBT terminalil

Mineraalväetiste kinniste ladustamiseks terminal omab:

- Üks kaarkujuline (angaarimoodi tehtud) ladu (mahutavusega 70 000 t), mõõtmed 225 x 58 m.;
- Kaheksa kuppeltüüpi ladusid.

Tabel 3. Kuppeltüüpi ladude mõõtmed ja mahutavus

Lao nimetus	Diameeter, m	Kõrgus, m	Mahutavus, t
B1, B2, C1, C2	40	26,5	17 500 iga -> 4 x 17 500 = 70 000
C0	46	27,5	28 000
D1	32	26,5	9 300
D2, D3	34	26,5	10 300 iga -> 2 x 10 300 = 20 600
Kokku:			127 900

Allikas: Autori poolt koostatud

Kogu mahutavus (kaarkujuline ja küppeltüübi laod kokku) – 197 900 t. Muuga sadamas asuva AS DBT terminali objektide paigutuse skeem on Lisas 1.

2.4. Üldnõuded mineraalväetiste ladustamiseks

Mineraalväetised võib ladustada: (Dry Bulk Terminal)

- Puistena kinnistes ladudes ja pakendatud virnades (bigbag'id, polüüteeleni kottid);
- Pakendatud kottid avalaoplatsidel bresenti all.

Üldnõuded: (Skorobogatov, 2015)

- ladu peab olema ühekorruseline;
- peab olema valmistatud tulekindlast materjalist;
- peab kaitsma sademete ja päikesekiirte eest;
- peab hästi ventileerima;
- põrandapind peab olema tasane ja kuiv.

2.5. Mineraalväetiste kvaliteedi mõjurid ladustamisel puistena

Puiste- ja pakendatud väetiste ümberlaadimise tehnoloogilistes skeemides avaldavad peamist mõju väetiste kvaliteedi muutumisele hoidmisel, ümberlaadimisel ja transportimisel väetiste kämpumine ja nende kliimaatilised säilitustingimused. (Skorobogatov, 2015)

Kämbuliseks muutmine (tükiliseks muutmine, lamandumine) on mitme faktori kompleksse toime tulemus väetiste hoiukohas: õhuniiskus, -temperatuur ja -surve, ladustamiskõrgus, keemiline koostis.

Tabel 4. Liht- ja kompleksmineraalväetiste kämpumine klassifikatsioon ja iseloomustus

Mineraalväetise kämbulise teke(tükkide teke)tase	Mineraalväetiste nimetus
Ei kämpu	Superfosfaat liht, fosforiidijahu, kaaliumkloriid kristalliline
Nõrgalt kämpub	Naatriumnitrat, graanulammofoss
Keskmiselt kämpub	Ammooniumsulfaat, karbamiid, kaalisool
Väga kämpub	Ammooniumsalpeeter, nitrofoska, nitroammofoska, karboammofoska

Allikas: gosthelp.ru (artikkel: Рекомендации по проектированию защиты от коррозии строительных конструкций складов минеральных удобрений)

2.5.1. Veesisaldus

Suurem osa mineraalväetisi sisaldav teatud mahus vett, mis sõltub väetise liigist ja tootmistehnoloogiast ning määratakse tehniliste tingimustega või tootestandarditega. Niiskuse algsisaldus väetistes on tähenduste laias vahemikus. (Skorobogatov, 2015)

Tabel 5. Ammooniumnitraadi, karbamiidi ja kaaliumnitraadi veesisaldus

Nimetus	Kem. vorm	Veesisaldus, %
Ammooniumnitrat	NH_4NO_3	0,2 - 0,3
Karbamiid	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	0,3
Kaaliumnitrat	KNO_3	0,1 - 0,2

Allikas: Autori poolt koostatud V.Skorobogatov käsiraamatu “Минеральные удобрения, перегрузка на портовых терминалах” alusel

2.5.2. Hügrooskoopsus

Põllumajanduses kasutatavate mineraalväetised kuuluvad peamiselt vees lahustuvate soolade hulka (välja arvatud fosforiidijahu või apatiitkonsentraat) ning seega on hügrooskoopsed. (Skorobogatov, 2015)

Hügrokoopsus on loomulik võime imada niiskust ja eraldada seda teatud õhuniiskuse näitajate juures, kui selle hügrokoopsuse punkti väärtus erineb ümbritseva õhu suhtelisest niiskusest.

Hügrokoopsuse punkt on mineraalväetiste püsivuse peamine näitaja. Seda veel nimetatakse – kriitiline relatiivne niiskus (CRH %).

Tabel 6. Mineraalväetiste klassifikatsioon hügrokoopsuse järgi sõltuvalt hügrokoopsuse punktist

Hügrokoopsuse tase	Hügrokoopsuse punkt, %	Mineraalväetiste nimetus
Mittehügrokoopsed	80 kuni 90	Superfosfaat liht, fosforiidijahu, kaaliumsulfaat, kaaliumnitraat
Vähehügrokoopsed	70 kuni 80	Karbamid, natriumnitrat, kaaliumkloriid
Keskügrokoopsed	60 kuni 70	Amooniumkloriid, ammofoss, nitrofoska
Vägahügrokoopsed	40 kuni 60	Ammooniumnitraat, ammoniaagi superfosfaat

Allikas: gosthelp.ru (artikkel: Рекомендации по проектированию защиты от коррозии строительных конструкций складов минеральных удобрений)

Enamiku mineraalväetiste kriitiline relatiivne niiskus kaheneb, kui tõuseb õhutemperatuur.

Tabel 7. Välisõhu temperatuuri mõju ammooniumnitraadi (NH_4NO_3), karbamiidi ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) ja kaaliumnitraadi (KNO_3) hügrooskoopsuse punktile (CRH %)

Ammooniumnitraat, NH_4NO_3			
Õhutemperatuur, °C	10	20	30
CRH %	75,3	66,9	59,4

Karbamiid, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$			
Õhutemperatuur, °C	10	20	30
CRH %	81,8	80,0	72,5

Kaaliumnitraat, KNO_3			
Õhutemperatuur, °C	10	20	30
CRH %	94,1	92,3	90,5

Allikas: Autori poolt koostatud "Guidance for the Storage, Handling and Transpotations of Solid Mineral Fertilizers by EFMA" alusel

2.5.3. Füüsikalised faktorid

Väetiste peamised füüsilised vormid: pulber, kristallid, prillid, graanulid. Väetise graanulite suurus, vorm, tugevus, homogeensus ja poorsus määravad kolmpumist.

Suuremat osa väetisi toodetakse piisavalt suurte sfääriliste graanulite kujul suurusega 1-4 mm. Suuremad graanulid kämpuvad vähem, kui väiksed, kuna suuruse vähenemisel suureneb kokkupuutepunktide arv. Suurte graanulite sfääriline vorm on parem, kuna graanulite sfääriliste pindade vahel tekib väikse pindalaga punktkontakt. Sarnastel ladustamistingimustel suurem tükkide teke toimub kristall- ja pulberväetistel. (Skorobogatov, 2009)

2.6. Mineraalväetiste laotüübid

AS DBT terminali kasutusel on kaks laotüüpi: kaarkujuline - mahutuvusega 70 000 t ja 8 kuppeltüüpi - mahutuvusega 9 300 – 26 000 t. Iga ladu on ehitatud oma tehnoloogia järgi.

2.6.1. Kaarkujuline ladu

Kütteta angaarikujuline kaarladu on valmistatud kaarja karkasi kujul monteeritavatest metallkonstruktsioonidest väliskattega tihedast, veekindlast polümeerkangast.

Lao kõrgus on 27,828 m, pikkus 225 m, laius 58 m, lao põrandapindala on 13 050 m², tühja lao õhu geomeetiline üldmaht on umbes 210 000 m³. Lao kogu pikkuses on ühelt poolt püstitatud raudbetoonsein kõrgusega 4 meetrit lao põrandalt, piki vastasseina samuti täies pikkuses on paigutatud peamine lintkonveier, mille kaudu (läbi vahekonveierite) teostatakse kõikide terminali suletud ladudes hoitud väetise liikide laadimist laevale.

Kopplaadurite liikumiseks on ettenähtud lintkonveieriga külgnev läbiv tehnoloogiline tee. Laos on kaheksa kahe kiirusega väljatõmbeventilaatorit, mis on paigaldatud võrdsete vahedega lao katusele, mõlemal seinal on 74 "hingamisakent". Kaarlaol konstruktsioon ei ole soojusisoleeritud ega hermeetiline, seega lao sees on praktiliselt sama temperatuur ja suhteline niiskus, mis välisõhus. Ladustamisrežiimi juhtimine on piiratud, kuna lao tuulutamine läbi avatud väravate ja õhu ringlemine läbi väljatõmbeventilaatorite on võimalik ainult kuiva, sademeteta ilmaga. Ööpäevaringselt igal aastaajal toimuvad suhtelise õhuniiskuse tsüklid ja temperatuuride kõikumine hoidmisel kaarlaos mõjutavad väetise kääpumise näitajaid. (Skorobogatov, 2009)

2.6.2. Kuupeltüübi ladu

Kupli vundament on ettenähtud välise katte (aeromorfi) kinnitamiseks ja koormuste talumiseks lao täitmisel. Ehitatakse kui ümmargune valatud plaat avadega vibrorestide paigaldamiseks kauba väljalaskeks, armeeritakse ring- ja radiaalarmatuuriga. Aeromorf on teostatud katte kujul, mis oli välja lõigatud ja kokku keevitatud vastavalt ehitatava kupli suurusele ja vormile armeeritud polüestervinüülkangast. Aeromorfi alläärel on ringaasad selle kinnitamiseks vundamendile ja varrukas pneumaatilise lüüsi ühendamiseks.

Pärast vundamendi valmimist kinnitatakse aeromorf vundamendile ning läbi varruka ühendatakse võimsa õhupuhuriga õhuga täitmiseks ja väikse ülerõhu 0,5-0,8 kPa tekitamiseks. Seejärel ühendatakse aeromorfiga pneumaatiline lüüs ning edaspidised tööd teostatakse kupli sees. Ehituse etapil täidab aeromorf samuti raketise funktsiooni ning on polüuretaanvahu kaitsekihi pealekandmise alus. Kahekomponentsest polüuretaansegust

valmistatud soojusisolatsioonikiht kantakse kogu aeromorfi sisepinnale. Pärast vahu kivistumist paigaldatakse sellele spetsiaalsed fikseerivad kronsteinid terasarmatuuri monteerimiseks. Soojusisolatsiooni kiht on ühesuguse paksusega kogu kupli pindalal ja moodustab reeglina 5-8 cm (sõltub kliimast). Terasest armatuurkarkass monteeritakse pärast polüuretaanvahu kivistumist. Armatuurid paigaldatakse järkudena põrandalt üles, lõpetatud järk täidetakse torkreetseguga. Torkreetsegu on spetsiaalne tsemendi ja liiva segu eriti tugeva raudbetooni saamiseks. Sõltuvalt kupli projektikoormusest võib kupli raudbetoonkihi paksus varieeruda: kõrgusel 1,8-3,6 m 20-60 cm piires katseks kõrgete koormuste eest, ülemises osas on kihi paksus tavaline - 10-30 cm. Kui kupli ülemises osas asuvad tehnoloogilised seaded või tehnoruum, mis loovad lisakoormust raudbetoonkarkassile, kihi ülemise osa paksus suureneb.

Terminalil on kasutusel kaks geomeetrilise vormiga ladu: sfääriline (kerakujuline) segment ja sfääriline segment silindrialusel.

Väetise laadimisel ülemiselt etteandvalt konveierilt moodustab väetis ülal õige koonuse vormi. (Skorobogatov, 2015)

2.7. Ümberlaadimine DBT terminalil

Kuppellaod on omavahel ja kaarlaoga seotud konveiersüsteemidega tootlikkusega 550-850 tonni/h. Suure laokompleksi olemasolu lubab hoida erinevad mineraalväetised eraldi, tagab nende kvaliteedi säilimist ümberlaadimisel, välistab viivitused laevade laadimisel ja lubab ümber laadida üle 2,5 miljonit tonni kaupu aastas. (Dry Bulk Terminal)

Terminali kasutuses on mitu Muuga sadama raudteeharu pikkusega 624 meetrit ja 500 Eesti raudteelt renditud hoppervagunit. Rongide liikumist raudteel läbi mahalaadimisjaamade juhitakse 4 manööverdusseadme tühjaks laadimise operatori puldist. Spetsialiseeritud raudteevagunites saabuvad väetised laetakse maha läbi kahe spetsialiseeritud mahalaadimissõlme (mahalaadimisjaam) neljal raudteel. (Dry Bulk Terminal)

Ühest väetise mahalaadimise jaamast hoppervagunitest väetis mööda raudtee all asuvat kraapkonveierit suunatakse koppelevaatorisse ja edasi mööda lintkonveierit toimetatakse kaarlatu või "otse" läbi vahelintkonveierite kail asuvasse ümberlaadijasse laeva trümmi. Piki kaarlao üht külgsena kogu lao pikkuses seisab lintkonveier №5816 pikkusega

216 meetrit (laius 1 200 mm, tootlikkus kuni 800 tonni/h), mööda mida läbi vahelintkonveierite toimub väetise etteandmine ümberlaadijasse ja edasi laevale. Väetise virnade käitlemine kaarkujulise laos toimub frontaalsete kopplaaduritega VOLVO L 150 (tõstejõud 7,5 tonni). (Dry Bulk Terminal)

Teisest jaamast hoppervagunite mahalaadimine väetise laadimiseks ühte kaheksast kuppelladudest toimub läbi tehnoloogiliselt omavahel seotud lintkonveierite. Väetise väljalaadimine kuppelladudest toimub kupli põranda tasemelt läbi põrandal asuvate vibrorestide maa-alustes galeriides asuvatele lintkonveieritele. (Dry Bulk Terminal)

Kõikidel kuplialustel konveieritel läbi ümberpuiste vahesüsteemi on ühine väljund kaarlaos asuvale lintkonveierile.

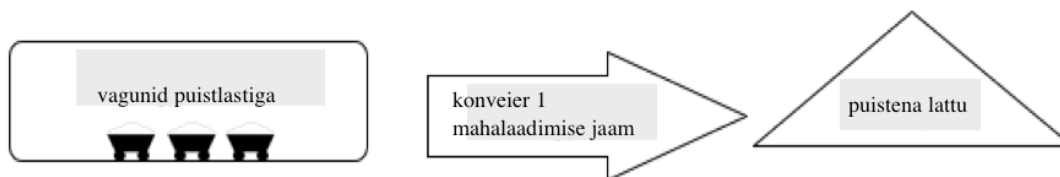
Puisteväetiste laadimine laevadele toimub läbi kahe ümberlaadija HK-1, HK-2, mis tagab kindlalt kõrget laadimisnormi laevadele veeväljasurvega kuni 79 000 DWT tootlikkusega 750-1 400 tonni/H (ümberlaadija maksimaalne kõrgus 37,3 m). Terminalil on suur autolaadurite Toyota tõstejõuga 1,5 - 4,5 t, traktorite MT3, sadamavedukite, konteinerite ümberlaadijate tõstejõuga 45 tonni, TƏM vedurite võimusega 750 hj park. Mehhanismide hoolduseks ja remondiks kasutatakse kaasaegse seadistusega garaaži. (Dry Bulk Terminal)

Terminal suudab võtta vastu suure tonnaažiga laevu ning lühendada nende sadamas seismise aega tänu kõrgele laadimisnormile, mis vastab tänapäevastele stividoorettevõtetele esitatavatele nõuetele.

2.8. Ümberlaadimise tehnoloogilised skeemid

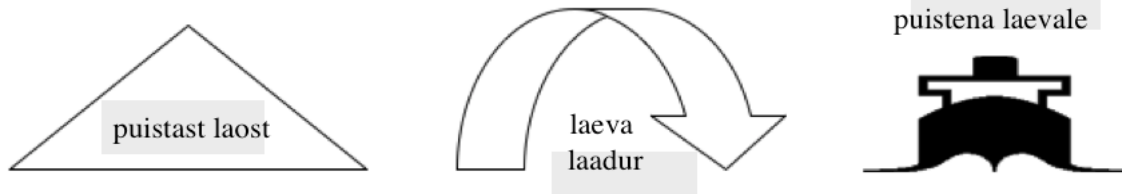
Autor laotleb kõiki tehnoloogilise skeemi, mida kasutatakse puistlasti ümberlaadimisel DBT terminalil viimastel aastatel (v.a. big-bag'id ja segude pakkimine).

- 1) raudtee vagunid puistlastiga -> konveier 1 mahalaadimise jaam -> kaarkujuline ladu



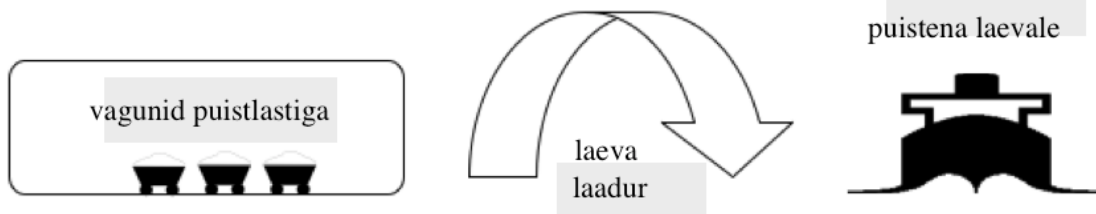
Allikas: DBT kvaliteedikäsiraamat

2) kaarkujulist laost -> laeva laadur -> puistena laevale



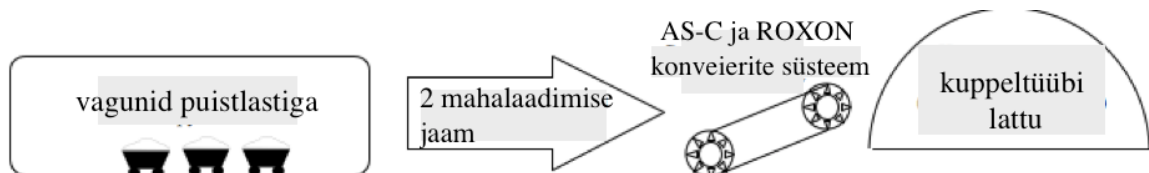
Allikas: DBT kvaliteedikäsiraamat

3) raudtee vagunid puistlastiga -> laeva laadur -> puistena laevale



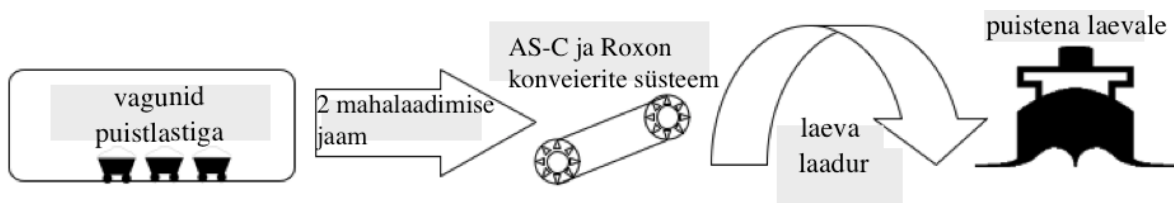
Allikas: DBT kvaliteedikäsiraamat

4) raudtee vagunid puistlastiga -> 2 mahalaadimise jaam -> AS-C ja Roxon konveierite süsteem -> puistena kuppeltüübi lattu



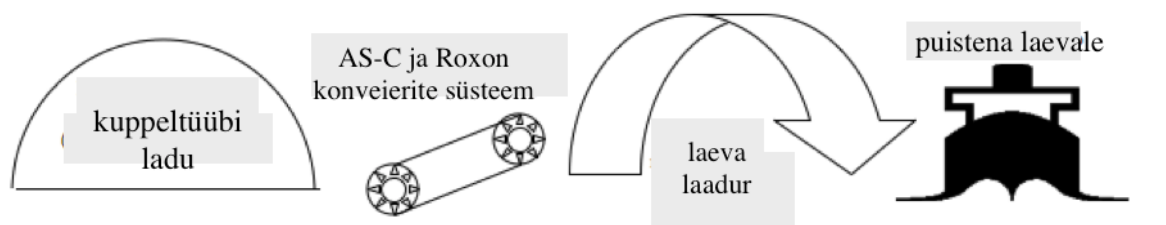
Allikas: DBT kvaliteedikäsiraamat

5) raudtee vagunid puistlastiga -> 2 mahalaadimise jaam -> AS-C ja Roxon konveierite süsteem -> laeva laadur HK-1, HK-2 -> puistena laevale



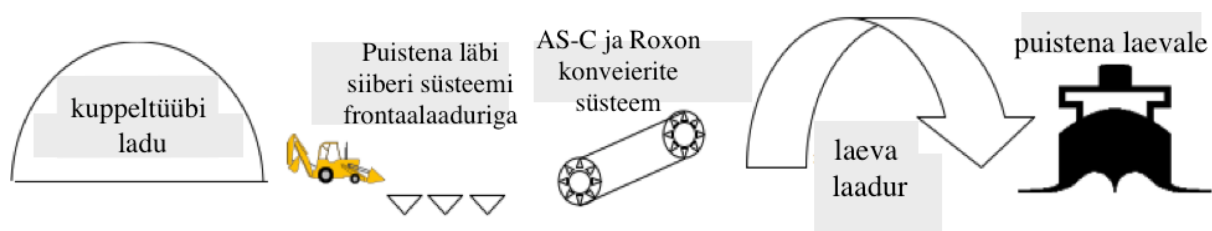
Allikas: DBT kvaliteedikäsiraamat

- 6) puistlast kuppeltüübi laost -> AS-C ja Roxon konveierite süsteem -> laeva laadur HK-1, HK-2 -> puistena laevale



Allikas: DBT kvaliteedikäsiraamat

- 7) puistlast kuppeltüübi laost -> läbi siiberi süsteemi frontaallaaduriga -> AS-C ja Roxon konveierite süsteem -> laeva laadur HK-1, HK-2 -> puistena laevale



Allikas: DBT kvaliteedikäsiraamat

3. TULEMUS JA ANALÜÜS

Selles peatükis kirjeldatakse uurimise käigus saadud tulemusi. Saadud tulemuste põhjal autor analüüsib valitud teema tõelise aktuaalsus. Samuti mineraalväetiste: karbamidi, ammooniumniitraadi ja kaaliumniitraadi näitel selgitatakse välja, millised tagajärjed on ebaõige ladustamise korraldusel.

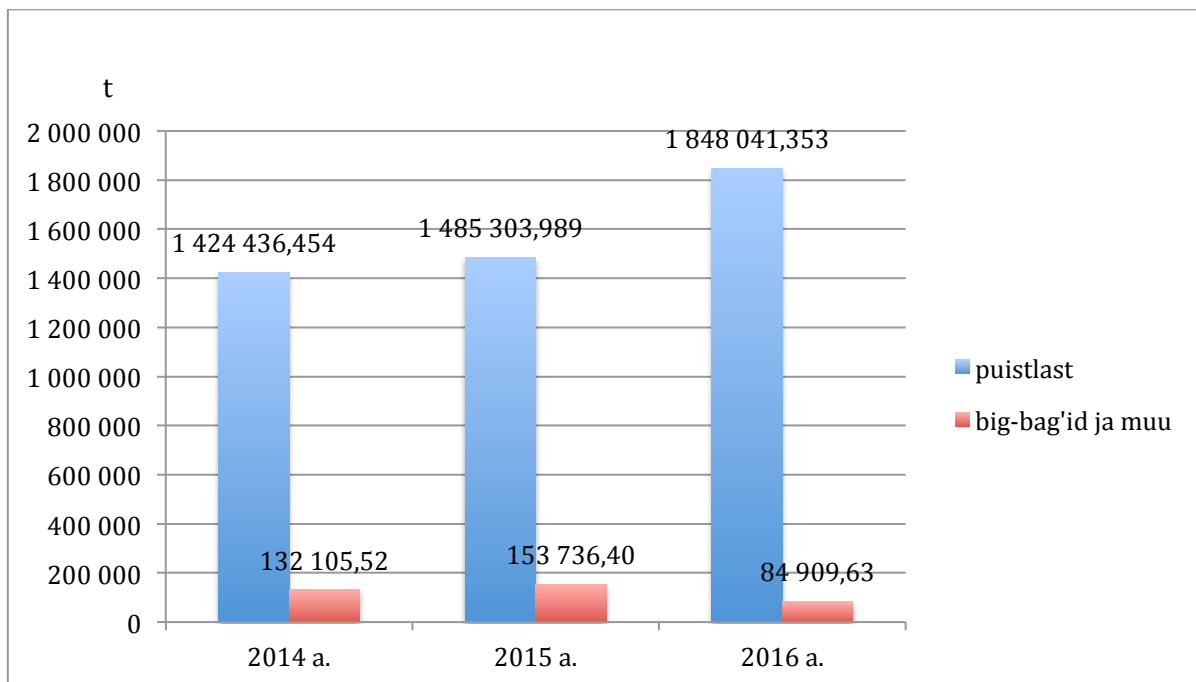
Autor võrdleb ning analüüsib kaarekujulise lao mineraalväetiste jaoks kasutamist kuppeltüübi laode kasutamisega. Võrdlusmeetod aitab selgitada välja mõlema laotüübi eelised ja puudused.

Lõputöös arvutatakse neli erineva mineraalväetiste ümberlaadimisel kasutatavat tehnoloogilise skeemi keskmist tootlikkust. Samuti analüüsib autor iga lao tööefektiivsust terminali aasta keskmise ümberlaadimise tootlikkuse näitel.

Lõpuks analüüsib autor intervjuude käigus saadud tulemusi ning selle alusel teeb oma kokkuvõtte. DBT ettevõtte töötajale esitatud küsimused on välja toodud Lisa 1 ja Lisa 2.

3.1. DBT terminali kaubakäive

AS DBT anti lõputöö koostajale terminali kaubakäive andmed viimase kolme aasta jaoks. Sellest andmetest järeldub, et uurimistöö teema valik on tõeliselt aktuaalne, sest graafikus võib täheldada stabiilset mineraalväetiste kasutamises nõudluse kasv.



Joonis 4. AS DBT 2014. – 2016. aastate kaubakäive

Allikas: Autori poolt koostatud

Nii näiteks 2014. aastal terminal ümberlaadis puistena peaaegu 1,5 milj. tonni, aga 2016. aastal juba 1 848 041 tonni. Kui arvestada terminali kogu ümberlaadimise tonnaž (puistena ja big-bag'ides), siis 2016. aastal kasvas see number kuni kahe miljoni määran.

Seega võib järeldada, et maailma elanikkonna kasv tõesti omab mõju ülemaailmse mineraalväetiste transportimise suurenemisel.

3.2. Mineraalväetiste kvaliteedi näitajate muutumine sõltuvalt hoidmiskohast

Teises peatükis autor loetles faktoreid, millised mõjutavad mineraalväetiste kvaliteedi näitajatele. Atmosfääri suhtelise õhuniiskuse muutumisel võiks kolme mineraalväetise näitel – ammoniumnitraat, karbamiid ja kaaliumnitraat – vaadelda, kuidas muutuvad nende kvaliteedi näitajad ja füüsilised karakteristikud. Nimelt selline uuring aitab autorile aru saada, milline ladu on iga mineraalväetise liiki ladustamiseks ette nähtud.

Atmosfääri suhteline õhuniiskus (relatiivne õhuniiskus) Tallinnas on alati kõrge. Keskmiselt aastal on 81%, suvel – 75-83 % ja talvel 79-88 %.

2016 aasta keskmine sademete hulk – 618 mm. Kuid sademete kogus olulisel määral ületab vedeliku aurumist, mis tingib omakorda kõrgendatud niiskust.

Minimaalne relatiivne niiskus oli mai kuus - 69%.

Maksimaalne relatiivne niiskus novembris - 88%.

Tabel 8. 2016. aasta relatiivne (suhteline) õhuniiskus

Kuu	Relatiivne õhuniiskus, %
Jaanuar	86
Veebruar	84
Märts	81
Aprill	76
Mai	69
Juuni	73
Juuli	78
August	81
September	84
Oktoober	84
November	88
Detsember	87
Aasta kesk.	81

Allikas: Autori poolt koostatud wikipedia artikkli “Tallinna kliima” alusel

Tabelitest, mis oli esitatud lõputöö teises peatükis (Tab.4, Tab.6, Tab.7) ja andmetest, mis kajastavad õhusniiskust Tallinnas (Tab.8) võiks teha iga mineraalvætise ladustamise jaoks erinevad järeldused:

- **Ammooniumnitraat, NH_4NO_3**

2016 a. minimaalne relatiivne õhuniiskus Tallinnas oli 69%, maksimaalne 88% ja **ammooniumnitraadi** hügroskoopsuse punkt (CRH%) on 40-60% vahemikus.

Ammooniumnitraadi CRH% on mitmekordse vähem, kui õhuniiskus. See tähendab, et **ammooniumnitraat** imab niiskust atmosfäärist senikaua, kuni **ammonooniumnitraat** ei lähe atmosfääri niiskuse näitajatega võrdseks.

Võib järeldada, et **ammooniumnitraadi** hoiustamine kaarkujulise laos on täiesti vale arvestades selle omaduste säilitamist, kuna taoline ladu ei ole varustatud soojusisolatsiooniga. **Ammooniumnitraat** alati kaotab oma omadusi, seega selle säilitamiseks kõige paremini sobib kuppeltüübi ladu.

- **Karbamiid, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$**

Karbamiidi hügroskoopsuse punkt on 70-80% vahemikus.

Kuna Tallinna relatiivse õhuniiskuse näitajad on 69-88 % vahemikus, siis võib järeldusi teha, et niiskuse imavus toimub ainult kuudes, millal on atmosfääri relatiivne õhuniiskus kõrgem, kui väetise hügrokoopne punkt. See tähendab, et selle mineraalväetise ladustamine on võimalik nii kaarkujulisel, kui ka kuppeltüübi laos.

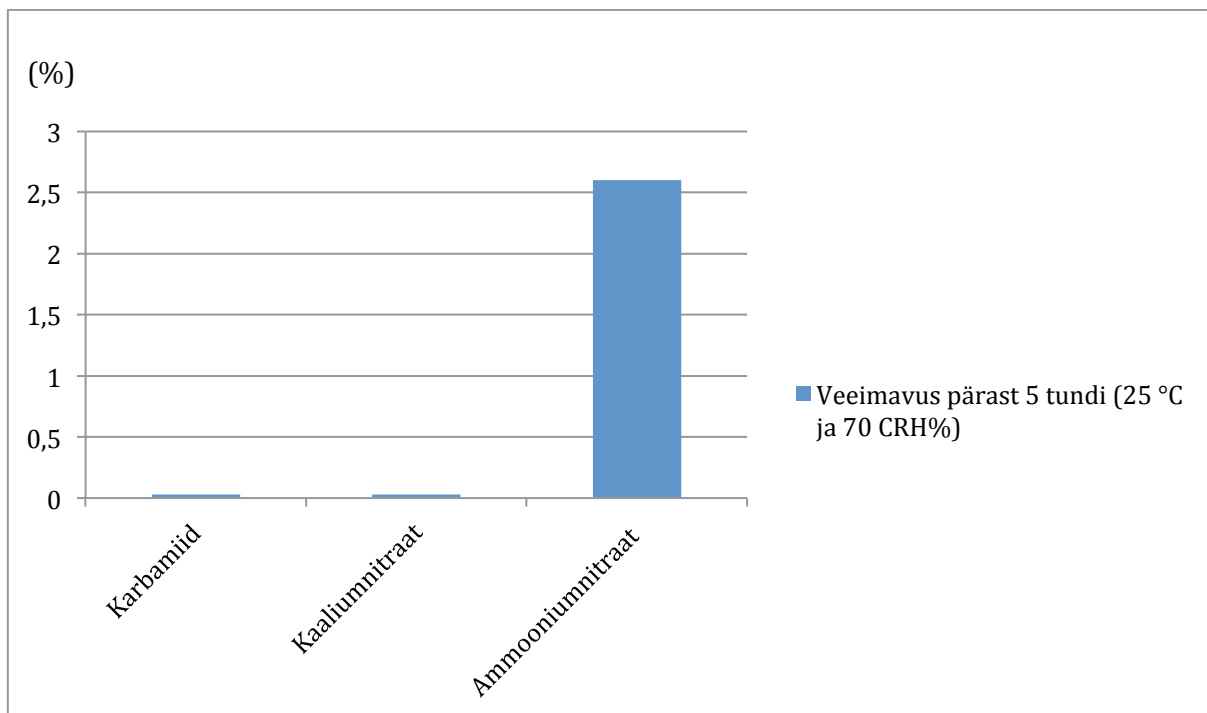
Perioodil august kuni märts on soovitatav **karbamiidi** kuppeltüübi laos hoida, et see ei kaotaks oma füüsikalise karakteristikuid ja ei ima niiskust.

- **Kaaliumnitraat, KNO_3 :**

Kaaliumnitraadi hügroskoopsuse punkt on 80-90 % vahemikus. See tähendab, et väetis võib ladustada nii kuppeltüüpi-, kui ka kaarkujulisel laos.

Kaaliumnitraat ei ima niiskust, kuid lamandub. Väetis annab niiskuse atmosfääri ja seetõttu muutub tükiliseks (kämpuliseks). Tükkide teke toob kaasa tõsised komplikatsioonid mineraalväetiste laadimisel. Suured väetise tükkid tuleb purustada, sest vastasel juhul see võib kujutada ohtu lastimistööl laadurite jaoks.

Samuti on võimalik lastimistööl protsessi aeglustamine, mis omakorda langetab terminali tootlikkust. Seepärast madala õhuniiskuse korral nagu mai kuus (69%) näiteks on **kaaliumnitraadi** parem hoida kuppellaos, mis on varustatud ventilatsioonisüsteemiga ja niiskuse kontrolliga.



Joonis 5. Mineralväetiste veeimavus pärast 5 tundi (25 °C ja 70 CRH%)

Allikas: Autori poolt koostatud

Tuginedes veeimavuse graafikule võib järeldusi teha, et **ammooniumnitraat** imab rohkem vett võrreldes **karbamiidi** ja **kaaliumnitraatiga**. Laos paiknev mineraalväetis viie tunni pärast imab sisse 2,6% vett. Järelikult **ammooniumnitraadi** kogu veeprotsent on 2,8-2,9 %, sest väetise algveeprotsent oli juba 0,2-0,3 %. (Tab 5.)

Graafikus on hästi näha, et **karbamiidi** ja **kaaliumnitraadi** veeimavuse protsent on peaaegu minimaalne – 0-0,03%. See tähendab, et põhimõtteliselt veeprotsent jääb algnäitaja tasemel.

Isegi väga väikestes kogustes veeimavus avaldab mineraalväetistele ebasoovitavaid tagajärjed. Näiteks **ammooniumnitraat** on graanulväetis, mis niiskuse imavusel ja veesisalduse protsenti suurenemisel põhjustab graanulite järgutise pehmenemist ja destruktsiooni. Graanulid muutuvad pehmeks, paisutavad, vähendavad tugevust ja muutuvad värvi.

3.3. Keskmise tootlikkuse sõltuvalt erinevate tehnoloogilise skeemi

Äriühingu kaar- ja kuppeltüüpiladude keskmise tootlikkuse välja arvutamiseks DBT esitas 2016. aasta ümberlaadimise operatsioonide andmed.

Autor on analüüsinud kõike tehnoloogilise skeemi läbi ja jõudnud järeldusele, et terminalil on neli peamist liine:

- Kaarkujuline ladu -> Laev;
- Kuppeltüübi ladu -> Laev;
- Kuppeltüübi ladu + lisaks vagunitest -> Laev;
- Kuupeltüübi ladu + Kaarkujuline ladu -> Laev.

Tabel 9. Terminali operatsioonide andmed liinil kaarladu – laev (2016. a.)

Nº	Liin	Last	Laadimis algus	Laadimis lõpp	Tundide arv	Kogus, t
1	kaar-kuj.ladu -> laev	NPK 3x16	08.02.16 7:00	09.02.16 5:10	22 t. 10 min.	11 291
2		NPK 3x16	14.02.16 14:30	15.02.16 11:15	20 t. 15 min.	14 128
3		NPK 3x17	05.06.16 11:40	05.06.16 14:55	3 t. 15 min.	1 399
4		NPK 3x18	25.11.16 14:50	26.11.16 17:20	26 t. 30 min.	11 080
5		NPK 3x19	08.12.16 23:40	10.12.16 0:00	24 t. 20 min.	9 226

Allikas: Autori poolt koostatud

Et kompleksmineraalväetis (NPK) kaarkujulist laost laevale ümberlaadimise keskmist tootlikkust arvutada on vaja lasti kogus (tonnides) jagada laevale laadimis tundide arvuga. Järelikult tootlikkus on lasti kogumahu ja operatiivtöö tundide arvu suhe.

$$\text{Tootlikkus} = \frac{\text{lasti kogus}}{\text{tundide arv}}$$

Liin: kaarkuj.ladu -> laev

$$\text{Tootlikkus 1} = \frac{11\,291}{22\frac{1}{6}} = 509 \text{ t/h}$$

$$\text{Tootlikkus 2} = \frac{14\,128}{20,25} = 697 \text{ t/h}$$

$$\text{Tootlikkus 3} = \frac{1399}{3,25} = 430 \text{ t/h}$$

$$\text{Tootlikkus 4} = \frac{11\,080}{26,5} = 418 \text{ t/h}$$

$$\text{Tootlikkus 5} = \frac{9\,226}{24\frac{1}{3}} = 379 \text{ t/h}$$

$$\text{Kesk.Tootlikkus} = \frac{T1 + T2 + T3 + T4 + T5}{5} = \frac{509 + 697 + 430 + 418 + 379}{5} = 486,6 \text{ t/h}$$

Tabel 10. Terminali operatsioonide andmed liinil kuppelladu– laev (2016. a.)

Nº	Liin	Last	Laadimis algus	Laadimis lõpp	Tundide arv	Kogus, t
1	D3 ladu -> laev	UREA	11.01.16 8:50	11.01.16 20:00	11 t.10 min.	5 100
2		AN white	11.01.16 22:00	12.01.16 6:50	8 t. 50 min.	5 055
3		AN white	05.03.16 13:00	06.03.16 4:30	15 t. 30 min.	8 038
4		UREA	03.06.16 18:00	04.06.16 2:45	8 t. 45 min.	4 031
5		UREA	10.12.16 4:30	11.12.16 3:50	23 t. 20 min.	10 924

Allikas: Autori poolt koostatud

Sama skeemi järgi arvutame keskmine tootlikkus mineraalväetiste – karbamiidi ja nitraatammooniumi jaoks, mis ümberlaaditakse laevale kuppeltüübi laost D3. Jagame lasti kogus laevale laadimise tundide arvuga.

Liin: D3 ladu -> laev

$$Tootlikkus\ 1 = \frac{5\ 100}{11\frac{1}{6}} = 456\ \frac{t}{h}$$

$$Tootlikkus\ 2 = \frac{5\ 055}{8\frac{5}{6}} = 572\ t/h$$

$$Tootlikkus\ 3 = \frac{8\ 038}{15,5} = 518\ t/h$$

$$Tootlikkus\ 4 = \frac{4\ 031}{8,75} = 460\ t/h$$

$$Tootlikkus\ 5 = \frac{10\ 924}{23\frac{1}{3}} = 468\ t/h$$

$$\begin{aligned} \text{Kesk. Tootlikkus} &= \frac{T1 + T2 + T3 + T4 + T5}{5} = \frac{456 + 572 + 518 + 460 + 468}{5} = \\ &= \mathbf{494,8\ t/h} \end{aligned}$$

Arvutuses on näha, et kahe lao tüübi keskmise tootlikkuse erinevus on väike, seepärast võib ütelda, et ümberlaadimine kaarkujulise laost toimub peaaegu niisama operatiivsusega nagu kuppeltüübi laost.

DBT ettevõtte on huvitatud oma terminali efektiivselt töötamisel. Seega terminal sageli kasutab väetiste kompleks ümberlaadimist varianti. Näiteks üheaegselt väetise etteandmisega kuppellaost konveierlintidile laadur puistab sama mineraalväetis kaarlaost või toimub etteandmine vagunhopperitest otseselt laevale. Sellised komplekslaadimistööd tõstavad tootlikkust kordades.

Tabel 11. Terminalioperatsioonide andmed kompleksliinidel (2016. a.)

N ^o	Liin	Last	Laadimis algus	Laadimis lõpp	Tundide arv	Kogus, t
1	D2, B1 laod + vagunid -> laev	NPK white	28.06.16 0:50	30.06.16 7:25	54 t. 45 min.	33 376
2		AN white	25.07.16 20:30	26.07.16 16:20	19 t. 50 min.	8 675
3		AN white	31.07.16 21:10	03.08.16 14:20	17 t. 10 min.	32 482
4		UREA	22.08.16 13:40	24.08.16 17:40	52 t.	27 836
5		AN white	12.11.16 12:15	13.11.16 5:30	17 t. 15 min.	11 174
N ^o	Liin	Last	Laadimis algus	Laadimis lõpp	Tundide arv	Kogus, t
1	C2, C0 laod +kaarkuj.ladu - >laev	AN white	06.01.16 16:00	10.01.16 7:40	87 t. 40 min.	60 366
2		NPK 3x16	16.03.16 5:45	16.03.16 22:10	16 t. 25 min.	11 049
3		NPK 3x16	16.10.16 1:10	17.10.16 23:55	46 t. 45 min.	33 302
4		NPK 3x16	08.11.16 20:40	11.11.16 6:15	57 t. 35 min.	25 948
5		NPK 3x16	18.12.16 18:10	21.12.16 10:55	64 t. 45 min.	44 847

Allikas: Autori poolt koostatud

Arvutame mineraalväetiste kompleksümberlaadimise skeemi keskmine tootlikkus:

Liin: D2, B1 laod + vagunid -> laev

$$Tootlikkus\ 1 = \frac{33\ 376}{54,75} = 609\ t/h$$

$$Tootlikkus\ 2 = \frac{8\ 675}{19\frac{5}{6}} = 437\ t/h$$

$$Tootlikkus\ 3 = \frac{32\ 482}{65\frac{1}{6}} = 498\ t/h$$

$$Tootlikkus\ 4 = \frac{27\ 836}{52} = 535\ t/h$$

$$Tootlikkus\ 5 = \frac{11\ 174}{17,25} = 647\ t/h$$

$$Kesk.\ Tootlikkus = \frac{T1 + T2 + T3 + T4 + T5}{5} = \frac{609 + 437 + 498 + 535 + 647}{5} = 545,2\ t/h$$

Liin: C2, C0 laod+kaarkuj.ladu ->laev

$$Tootlikkus\ 1 = \frac{60\ 366}{87\frac{2}{3}} = 688\ t/h$$

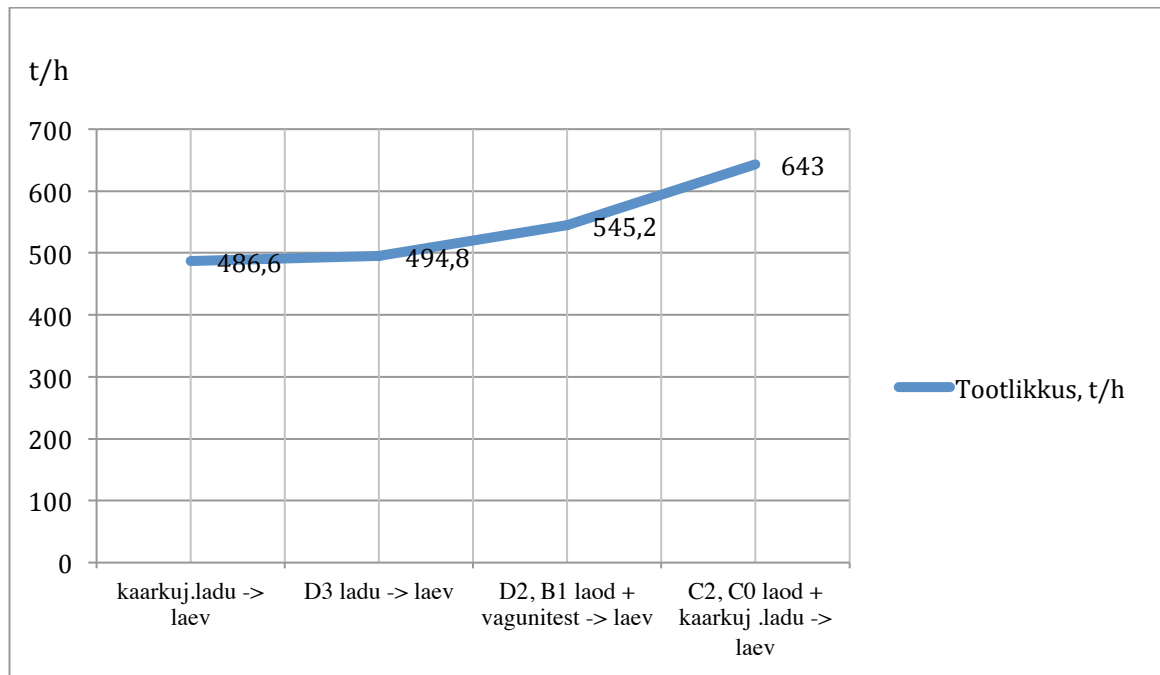
$$Tootlikkus\ 2 = \frac{11\ 049}{16\frac{5}{12}} = 673\ t/h$$

$$Tootlikkus\ 3 = \frac{33\ 302}{46,75} = 712\ t/h$$

$$Tootlikkus\ 4 = \frac{25\ 948}{57\frac{7}{12}} = 450\ t/h$$

$$Tootlikkus\ 5 = \frac{44\ 847}{64,75} = 692\ t/h$$

$$\begin{aligned} \text{Kesk.Tootlikkus} &= \frac{T1 + T2 + T3 + T4 + T5}{5} = \frac{688 + 673 + 712 + 450 + 692}{5} \\ &= 643\ t/h \end{aligned}$$



Joonis 6. DBT keskmine tootlikkus sõltuvalt erinevate tehnoloogilise skeemi kasutamises

Allikas: Autori poolt koostatud

Graafikus on nähtav kuidas tootlikkus võib sõltuda tehnoloogilise skeemist. Näiteks esimese tehnoloogilise skeemi (kaarkujuline ladu - laev) järgi mineraalväetise ümberlaadimise keskmine tootlikkus on 486,6 t/h. Järelikult tänu laaduri operatiivtööle, mis laadivad väetised konveierlintidele on kaarkujulise lao tootlikkus üpris suur. Samuti kiire mineraalväetise ümberlaadimise protsessis on oluline konveierlintide №5816-5817 laius ja liikumishoog. Konveierlintid №5816-17 lähevad piki kaarladu kaigaleriide suunda, kus asub

konveierlint №5818. Lintide №5816-5817-5818 liikumishoog sõltub tootlikkust ja on 2,2-2,8 m/s vahemikus.

Teise tehnoloogilise skeemi (D3 ladu - laev) järgi järeldub, et keskmine tootlikkus kuppeltüübi laost on natuke kõrgem, aga see vahe ei ole kardinaalne. Peab märkima, et ümberlaadimise protsess kuppellaost on absoluutselt automatiseeritud, inimese tööjõud kasutatakse juhul, kui näiteks konveierlintid lähevad rivist välja, aga see juhtub harvalt.

Autori arvates peamine järeldus, mida on selle graafiku alusel vaja teha on see, et kompleksümberlaadimise skeemid toovad rohkem kasu terminalile. Kolmandal ja neljandal juhul on hästi näha, et sellistel ümberlaadimise viisidel on keskmine tootlikkus alates 545 t/h, mida on hoopis rohkem, kui lihtümberlaadimise skeemidel. Nii näiteks viimase skeemi järgi võib näha, kuidas on võimalus laeva tõhusalt laadida. Kui mineraalväetise laadimine laevale toimub kahest laotüübist korraga, siis terminalil on suur võimalus lastipreemiat saada, sest niimoodi ümberlaadimise protsess läheb kiiremini.

3.4. AS DBT terminali töötajate intervjuu tulemused

3.4.1. Intervjuu keemik-tehnoloogiga

Autor intervjueris AS DBT terminali keemik-tehnologi ning sai täis kokkuvõtte oma töökäigus uuritavate objektide kohta. Samuti autor soovis teada, millised plussid ja miinused tema arvates on iga laotüübil. Autor oli huvitatud teada, milline on tema arvamusel tuleviku ladu.

Intervjuu käigus (Lisa 2) sai autor teada, et kaarkujuline ladu, mis asub DBT terminali terrirooriumil algusest ehitati 7 aastaseks. Tulevikus oli plaanis seda lammutada, aga seniajani ladu on hea seisukorras ja säilitab kõrge tootlikkust. Viktor Skorobogatov arvates kaarkujulise laol on ainult miinuseid, sest enamiku mineraalväetiste ladustamine selles laos meie riikis on mõttetu. Eesti kliima halvasti mõjutab mineraalväetiste füüsikaliste faktoritele. Kaarkujuline ladu ei ole hermeetiline, seepärast aastaringselt lao sees on sama temperatuur ja suhteline niiskus, mis välisõhus. Seetõttu on vaja jälgida, millised väetised tohib seal ladustada.

Viktor Skorobogatov arvab, et kuppeltüübi lao peamine eelis on soojusisolatsioon. Ainult soojusisolatsiooni tõttu mineraalväetised on võimalus ladustada ükskõik mis ilmatingimustel. Kuppelaos kõik mineraalväetised säilitavad oma omadused ja näitajad.

Intervjuuerides keemik-tehnoologi, selgus, et 2012. aastal käis DBT delegatsioon Riias RFT (Riia Fertilizer Terminal) terminali konsulteerimas, sest RFT terminal planeeris kuppelalod ehitada. Seega Viktor Skorobogatov selletas, et tuleviu laod on kuppeltüübi laod.

3.4.2. Intervjuu transpordi ja ekspedeerimisosakonna juhatajaga

Intervjuuerides DBT terminali AS-i transpordi ja ekspedeerimisosakonna juhatajat, soovis autor teada, keda konkreetselt puutub teema mineraalväetise ladustamine ja ümberlaadimine terminalil ja kas kõik ettevõtte töötajad peavad väetiste õige hoiutingimused teada. Samuti soovis autor teada tema arvamust iga lao tüübi perspektiivsusest ja uurida terminali tuleviku plaanid. Kuna praegu Venemaal ehitatakse palju oma terminale ja tööstusettevõtteid, seega oli huvitav infot saada selle aasta prognoositava kaubakäivest.

Intervjuu käigus (Lisa 3), sai autor teada, et transpordi ja ekspedeerimisosakonna juhataja arvab, et ladustamise ja ümberlaadimise korraldust ja mineraalväetiste hoiutingimust peab teadma iga terminali töötaja. Töötajad peavad aru saama, millised mineraalväetised võib koos ladustada kaarkujulise laol ja millised on vaja hoida kinnistes kuppelis. Kõik need reeglid on esiteks töötajate elu kaitsmise jaoks vaja teada, sest mõned väetised kuuluvad ohtlikku lasti hulka. Seepärast ohtlikku olukorra vältimiseks on oluline kõik need reeglid teadma.

Sergei Oleinik arvates kõige perspektiivsemad laod tulevikus on kuppeltüübi laod. Ta arvab, et kuppelladudel on nii palju eeliseid, et miinuseid ta üldse ei saanudki leida. Näiteks tema arvates peamised eelised on lihtsus ehitamisel, soojuse hoidmine, mugav automatiseeritud protsess ja kiire ümberlaadimine. Kõik need plussid on kaarlaos miinused.

Intervjuuerides AS DBT TEO-juhatajat selgus, et ettevõtetel on plaanis terminali laiendada. Mõned projektid on juba valmis, mõned on ainult plaanis, aga kõik need ootavad oma hetke. Sergei Oleinik märkas, et viimased terminali muudatused toimusid 2005. aasta augustis, millal ehitati viiendat kuppelladu, mille mõõtmed ületasid kõiki eelnevalt püstitatud ja 2013. aasta septembris, millal ehitati kolm viimast kuppelladu.

Lõputöö tegemise ajal tekkis ka küsimus, millile autor leidis vastust ja selle tõenduseks tõi terminali 2017. aasta 1-se kvartali kaubakäive koos selle aasta prognoositava tonnažiga.

Tabel 12. 2017. aasta prognoosiv kaubakäive

Last	I kvartal, t	II kvartal, t	III kvartal, t	IV kvartal, t	2017 aasta, t
Väetis puist.	397 000	409 000	538 000	354 000	1 698 000
Väetis big-bag.	57 500	74 700	72 100	57 500	261 800
Väetis konteiner.	9 000	9 000	9 000	9 000	36 000
				Kokku	1 995 800

Allikas: DBT dokumentatsioon

Tabeli alusel võib teha järeldust, et 2017 aastal mineraalväetise ümberlaadimise kahanemist läbi DBT terminali ei toimu.

3.5. Kaarkujulise ja kuppeltüübi laode eelised ja puudused

Iga laotüüp omab nii eeliseid, kui ka puuduseid. Kaarkujulise lao territooriumil võib ladustada 70 000 tonni lasti. Autori arvates see on üsna suur laopind. Samuti lao peamiseks eeliseks võib pidada võimalust lasti sektioonides hoida. Kaarlaol on neli liikuvaid seinu, seepärast laol on võimalus hoida mineraalväetised erinevates kogudes. Tänu hüdroisolatsiooni on võimalus halbade ilmastikuolude korral mineraalväetised kaitsta, sest karkas on valmistatud monteeritavatest metallkonstruktsioonidest väliskattega tihedast, veekindlast polümeerkangast.

Kuid autori arvates kaarkujulise laol on palju miinuseid. Kõige oluline on soojusisolatsiooni puudus. Autor oli uurinud, et soojusisolatsioon mängib olulist rolli mineraalväetiste omaduste ja kvaliteedi näitajate säilitamises. Ööpäevaringselt igal aastaajal toimuvad suhtelise õhuniiskuse tsüklid ja temperatuuride kõikumine hoidmisel kaarlaol mõjutavad väetise kämpumise näitajaid. Kaarkujulise lao geomeetiline vorm võib arvata puuduseks, sest kaarlaos sisemise mahu kasutamine on väike.

Tabel 13. Kaarkujulise lao eelised ja puudused

Kaarkujulise lao eelised	Kaarkujulise lao puudused
<ul style="list-style-type: none"> • Suur laopind • Võimalus mineraalväetised sektsioonides hoida • Hüdroisolatsioon 	<ul style="list-style-type: none"> • Laokonstruktsioon ei ole soojusisoleeritud • Geomeetriline vorm • Mineraalväetiste omaduste muutused

Allikas: Autori poolt koostatud

Lõputöö käigus selgus, et kuppeltüübi ladu omab rohkem eeliseid, kui kaarkujuline ladu.

Tabel 14. Kuppeltüübi lao eelised ja puudused

Kuppeltüübi lao eelised	Kuppeltüübi lao puudused
<ul style="list-style-type: none"> • Geomeetriline vorm • Hea hüdroisolatsioon • Hea soojusisolatsioon • Soojuse ühtlane jaotus • Tuulepidav • Täielik siseruumala kasutamine • Madal ekspluateerimismaksumus • Kõrge keskkonnakaitse tase • Lihtne ja kiire ehitamine 	<ul style="list-style-type: none"> • Konveierlintide rivist väljaminek

Allikas: Autori poolt koostatud

Kõik kuppellaao eelised on absoluutselt loogilised. Kõige oluline on see, et hoidmine selles laos säilitab mineraalväetiste kvaliteedi näitajad.

Sellised laod on tehtud poliüretanist, mis on vett mitteläbilaskev, vastupidav hapete ja aluste, sademete ja tööstuslike gaaside, seepärast lao omab hea hüdroisolatsiooni. Samuti hästi hoiab sooju, sest soojusisolatsiooni jaoks kasutatakse kerge, kindel soojus- ja hüdroisolaatsiooni materjal – kahekomponentne poliüretani vaht. Oma sfääri kuju tõttu kuppellaol toimub soojuse ühtlane jaotus. Samuti lao on tuulepidav, sest sfäärikujuulisel laol on kõige madalam aerodünaamiline takistus, seega võib taluda tuule kiirus 45-50 m/s. Üks kõige olulisematest eelisest on – täielik siseruumala kasutamine. Kui suurem on nurga kalle, seda täidakse kuppeli ruumala rohkem. Ümberlaadimiseks ei ole vaja mingeid mehhanisme kasutada, kuplist laadimiseks väetis suunatakse ülevalt alla maa-alusele lintkonveierile

(vajadusel kasutatakse elektrivibraatoreid põranda restides), seega kuppelladudel on madal eksploateerimismaksumus. Kõrge keskkonnakaitse on seepärast, et ladu on isoleeritud ja on kaitstud tolmu vastu.

Autori arvates kuppeltüübi laol on ainult üks miinus - konveierlintide rivist väljaminek. Kuid lahendatakse sellised probleemid kiiresti.

KOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärgiks oli läbi AS DBT ettevõtte uurida millised eelised ja puudused on kaarkujulise ja kuppeltüübi ladudel ja uurida probleeme, mis on seotud mineraalväetiste õige ladustamise korraldusega.

Eesmärgi täitmiseks vastas autor töökäigus püstitatud uurimisküsimustele:

1. Millised on peamised tegurid, mis mõjutavad mineraalväetiste kvaliteeti?
2. Milline ladu mineraalväetiste ladustamiseks sadama terminalides on perspektiivsem?
3. Kuidas terminali ümberlaadimise protsesside tootlikkus sõltub lao tüübist?

Lähtuvalt teoriast selgus, et peamist mõju väetiste kvaliteedi muutumisele hoidmisel, ümberlaadimisel ja transportimisel avaldab väetiste kämpumine ja nende kliimaatilised säilitustingimused. Kämpuliseks muutmine on mitme faktori kompleksse toime tulemus väetiste hoiukohas: õhuniiskus, -temperatuur ja -surve, ladustamiskõrgus, keemiline koostis. Seepärast tegi autor uuringu, kus vaatles kuidas muutuvad mineraalväetiste kvaliteedi näitajad ja füüsikalised karakteristikud sõltuvalt hoidmisekohast.

Lähtuvalt analüüsides selgus, et väetiste õige ladustamine lubab vältida väetise kvaliteedi kadu. Analüüsides kuidas toimub mineraalväetiste kvaliteedi näitajate muutus sõltuvalt hoidmisekohast autor võib järeldada, et igal mineraalväetisel on oma karakteristikud, mida peab terminal arvestama selle hoidmisel, et see ei kaotaks oma omadusi.

Samuti uuring aitas saada aru, milline ladu on mineraalväetiste ladustamiseks parem ja millised tagajärjed on ebaõige ladustamise korraldusel. Võrreldes kaarkujulise ja kuppeltüübi ladude eelised ja puuduseid selgus, et kuppelladu on oma plussidega ideaalne ladu. Hoidmine selles laos säilitab mineraalväetiste kvaliteedi näitajad. Seega mineraalväetiste ladustamiseks sadama terminalides on kuppeltüübi ladu perspektiivsem. Kõigepealt selle soojusisoleeriva ja hermeetilise konstruktsiooni tõttu. Oma sfääri kuju tõttu kuppellaol toimub soojuse ühtlane jaotus, mis omakorda ei halvenda väetiste omadusi.

Analüüsides kuidas terminali ümberlaadimise protsesside tootlikkus sõltub lao tüübist selgus, et ümberlaadimine kuppellaost toimub kiiremini, kui kaarlaost ning tootlikkus on ka kõrgem. Kuid terminalis on olemas ka kompleksümberlaadimise variant, mis omakorda on

kõige efektiivsem ja toob rohkem kasu terminalile. Kui mineraalväetise laadimine laevale toimub kahest laotüübist korraga, siis terminalil on suur võimalus lastipreemiat saada, sest edasi läheb ümberlaadimise protsess veel kiiremaks. Kuppellao veelgi olulisemaks eeliseks on see, et ümberlaadimise protsess on täiesti automatiseeritud. See tähendab, et ümberlaadimiseks ei ole vaja mingisuguseid mehhanisme kasutada, kuplist laadimiseks väetis suunatakse ülevalt alla maaalusele konveierlindile.

Samuti teostas autor intervjuu DBT terminali peamise keemik-tehnoloogi ja transpordi ja ekspedeerimisosakonna juhatajaga. Nii Viktor Skorobogatov, kui ka Sergei Oleinik on kindlad, et kuppellaol on ainult plussid mineraalväetiste hoidmisel, kui ka ümberlaadimisel. Intervjueerides autor sai teada nende arvamust tuleviku lao kohta. Nendel on üks ja sama arvamus, et tuleviku ladu on kuppeltüübi ladu, sest see ladu ümberlaadimise seisukohalt tõstab tootlikkust kordades ja ladustamise seisukohalt säilitab väetiste kvaliteedi näitajaid. Uuringutes saadud tulemused said kinnitatud intervjuu käigus saadud vastusega.

Saadud uurimistöö tulemuste põhjal selgus, et Eesti kliimas ööpäevaringselt igal aastaajal toimuvad suhtelise õhuniiskuse tsüklid ja temperatuuride kõikumine, seega paljude väetiste, mida laetakse ümber DBT terminalis on vaja hoolikult kuppellaos ladustada või jälgida, et see ei kaotaks oma omadusi hoidmise ajal. Kuna kompleksümberlaadimine sadamas on kõige efektiivsem variant ja toob rohkem kasu, siis tulevikus terminali tootlikkuse ja ümberlaadimise operatsioonide tõhusamaks muutmiseks on vaja rohkem kasutada kompleksümberlaadimist.

VIIDATUD ALLIKAD

AS DBT dokumentatsioon (16.03.2017)

AS DBT kvaliteedikäsiraamat (28.02.2017)

Bega стивидорная компания (25.04.2017)

<http://www.bega.lt/ru/>

DOMTEC International (6.03.2017)

<http://www.domtec.com/why-domtec/>

EFMA European Fertilizer Manufacturers Association. (2007). Guidance for inspection of atmospheric, refrigerated ammonia storage tanks (4.04.2017)

Freeport of Ventspils (25.04.2017)

<http://www.portofventspils.lv/lv/ventspils-brivostas-terminalu-kravu-apgrozijums-2015gada-225-miljoni-tonnu>

Klaipeda stevedoring company (KLASCO) (25.04.2017)

<http://www.klasco.lt/en/>

Академия Конъюнктуры Промышленных Рынков. Мировой рынок минеральных удобрений (15.03.2017)

Волков А. В. (2015) Национальный исследовательский университет, Высшая школа экономики. Рынок минеральных удобрений (15.03.2017)

<https://dcenter.hse.ru/data/2015/12/22/1132768850/IV%20кв%202015.pdf> ()

Демьянов, Н.В. (2007) Технология, организация и планирование портовых перегрузочных работ (28.03.2017)

<http://www.studfiles.ru/preview/5155092>

М.Л. Израйлевич, главный конструктор проекта ОАО "ВНИИПТМАШ". Производство конвейеров, транспортеров, рольгангов, конвейерных систем (27.03.2017)

<http://www.trak-on.ru/files/articles-3.pdf>

ООО «Морское строительство и технологии». Морские терминалы для минеральных удобрений Оценка спроса и новые проекты (28.02.2017)

http://www.morproekt.ru/attachments/article/197/f_7_1064_2.pdf

Полевой, В. В. (1989) Физиология Растений, МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА Применение удобрений (4.04.2017)

<http://botanika.su/botanika-kak-nauka/fiziologiya-rasteniya/primenenie-udobrenii.html>

Промышленные купола (3.03.2017)

<http://belostroydom.ru/proizvodstvo>

Скоробогатов, В. А. (2015) Калий и калийные удобрения: Перегрузка на морском портовом терминале (6.03.2017)

Скоробогатов, В. А. (2009) Минеральные удобрения Европейского Союза: физико-химические свойства (6.03.2017)

Скоробогатов, В. А. (2005) Минеральные удобрения: перегрузка на портовых терминалах (6.03.2017)

Статистика порта Клайпеда (25.04.2017)

<http://www.portofklaipeda.lt/statistika-porta-klaipeda>

Т.А. Фролова. (2009) Экономика предприятия: конспект лекций (10.04.2017)

<http://www.aup.ru/books/m203/>

Технология перегрузки навалочных и наливных грузов, перегрузка лесных грузов
(4.03.2017)

<http://transporton.ru/vodnii-transports/127-tekhnologiya-peregruzki-navalochnykh-i-nalivnykh-gruzov-peregruzka-lesnykh-gruzov.html?showall=&start=2a>

Фалина Н. В., Дюкарев Д. О. Мировой рынок минеральных удобрений. Кубанский государственный аграрный университет (14.03.2017)

Хранение минеральных удобрений (18.04.2017)

<http://infoindustria.com.ua/hranenie-mineralnyih-udobreniy/>

SUMMARY

STORAGE AND HANDLING OF MINERAL FERTILIZERS, BASED ON AN EXAMPLE OF DBT TERMINAL

Viktoria Ošomkova

The aim of this final paper was to study what advantages and disadvantages of the AS DBT company has in use of the arch-shaped or tent-shaped storehouses, and find out problems related to the organisation of correct loading of mineral fertilizers.

To achieve the aim, the author found the answers to the formulated research questions:

1. What are the main factors which affect the quality of mineral fertilizers?
2. What storehouse has more perspectives for loading mineral fertilizers in the port terminals?
3. How does efficiency of the terminal reloading process depend on a type of storehouse?

Based on the theory the author learned that the main impacts on changes in quality of fertilizers during their storage, reloading and transportation are caused by clumping of fertilizers and the weather conditions of storage. Clumping is a result of complex effect of several factors in the location of fertilizers storage: air humidity, temperature and pressure, height of loading, chemical composition. Therefore, the author did a research to study changes in the quality of mineral fertilizers and their physical characteristics depending on the place of storage.

Based on the analysis, the author revealed that the correct loading of fertilizers allows to avoid loss of the fertilizer quality. By analysing how the quality indicators of mineral fertilizers change the author can make a conclusion that each fertilizer has its own characteristics that the terminal should consider to avoid losing the properties of the product.

In addition, the research helped to understand which storehouse is best for storage of

mineral fertilizers and what consequences are involved in case of improper loading. The comparison of advantages and disadvantages of the arch-shaped and tent-shaped storehouses demonstrated that the tent-shaped storehouse is ideal due to its advantages. Storage in the tent-shaped storehouse preserves the quality indicators of mineral fertilizers. Thus, the tent-shaped storehouse is perspective for storage of mineral fertilizers in the port terminals. In the first place, the advantages include the heat-insulating and hermetical construction. Due to its spherical shape, the tent-shaped storehouse evenly distributes heat, which causes no deterioration of fertilizer properties.

The efficiency analysis of the terminal reloading processes depending on the type of storehouse showed that reloading from the tent-shaped storehouse is done faster than from the arch-shaped storehouse and the efficiency is higher. On the other hand, the terminal also features an opportunity for integrated reloading, which is actually the most efficient and most profitable type for the terminal. In case, when loading of mineral fertilizer to a ship is performed from two the two types of the storehouses, the terminal has a high possibility to get a cargo-handling premium, as thus a reloading process is carried out even faster. One more advantage of the tent-shaped storehouse is that the reloading process is totally automated, i.e. no mechanisms are required for reloading, fertilizer is transported from a tent down to a loading conveyor-belt under the ground.

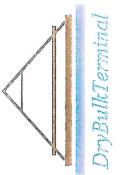
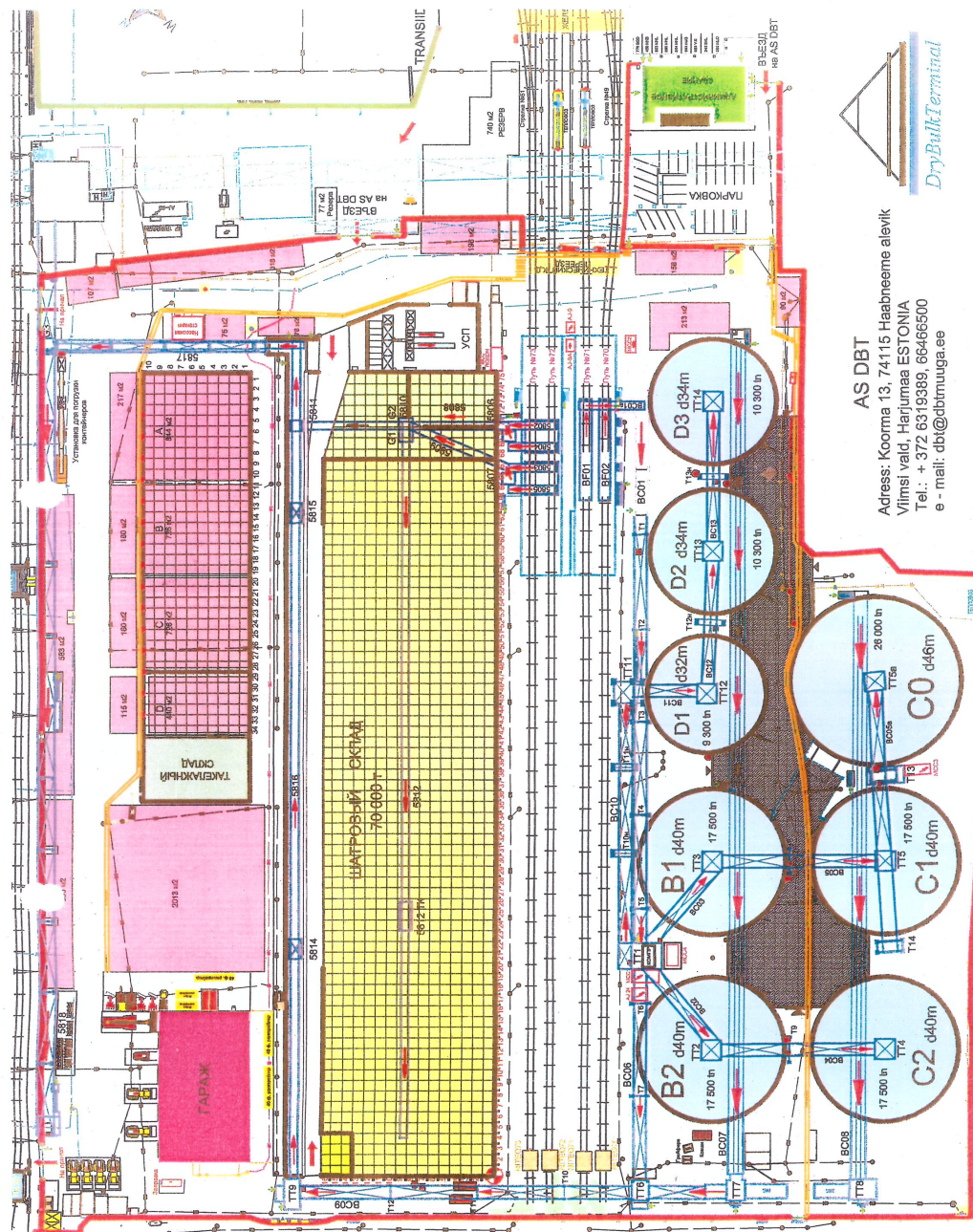
In addition, the author conducted an interview with a chief chemist-technologist and a manager of the transport and forwarding department of the DBT terminal. Both specialists believe that the tent-shaped storehouse has advantages both for the storage and reloading of mineral fertilizers. During the interview author figured out their opinion concerning a perspective storehouse. They admitted the same opinion that a perspective storehouse should be the tent-shaped storehouse as such storehouse raises the efficiency of reloading many-fold and preserves the quality indicators of fertilizer in terms of loading. The results of the research were confirmed by the answers given in the interview.

The research results demonstrated that in the Estonian climate every season is affected by diurnal temperature and humidity cycles, so for majority of fertilizers which are reloaded at the DBT terminal they should be strictly loaded in the tent-shaped storehouse, or it is necessary to observe that it will not lose its properties during the storage. Since the integrated reloading is the most efficient type at the port and brings most income, in the future, it is

necessary to use the integrated reloading more in order to make the terminal performance and the reloading operations more efficient.

LISAD

Lisa 1. Muuga sadamas asuva AS DBT terminali objektide paigutuse skeem



AS DBT
Address: Koorma 13, 741115 Haabneeme alevik
Vilmsi vald, Harjumaa ESTONIA
Tel.: + 372 6319389, 66466500
e - mail: dbt@dbtmuuga.ee

Allikas: DBT kvaliteedikäsiraamat

Lisa 2. Intervjuu AS DBT terminali peamise keemik-tehnoogiga

Viktor Skorobogatov. AS DBT terminali peamine keemik-tehnoloog. (13.04.2017)

1. Millised on kaarkujulise lao plussid?
2. Millised on kaarkujulise lao miinused?
3. Millised on kuppeltüübi laode plussid?
4. Millised on kuppeltüübi laode miinused?
5. Millised on tuleviku laod?

Lisa 3. Intervjuu AS DBT terminali transpordi ja ekspedeerimisosakonna juhatajaga

Sergei Oleinik. AS DBT transpordi ja ekspedeerimisosakonna juhataja. (6.04.2017)

1. Kuidas Teie arvates kes terminalis peab mineraalvætiste ladustamise ja ümberlaadimise korda (hoiutingimused) teadma?
2. Kuidas Teie arvate kas on mõtte kaarkujulise laol?
3. Kas DBT plaanib terminali laiendada?
4. Milline on terminali kaubakäive 2017. aasta esimese kvartali näitajad? Mis prognoosi Te võite selle aasta teha?