

J. VAHUR

**puuvilja-
hoiidlad**

A-33152

J. VAHUR PUUVILJAHOIDLAD

J. VAHUR

PUUVILJAHOIDLAD

•VALGUS• TALLINN 1973

J. VAHUR

PUUVILJAHOIDLAD

Puuviljajahoidladi töötamine on kaasaegse puuviljajakasvatuse üks olulisemaid osi. Puuviljajahoidladi roll on suurendada puuviljajakasvatuse majanduslikku efektiivsust, vähendada kasvatuse kulude osakaalu ja suurendada puuviljajakasvatuse tootmist. Puuviljajahoidladi roll on ka suurendada puuviljajakasvatuse majanduslikku efektiivsust, vähendada kasvatuse kulude osakaalu ja suurendada puuviljajakasvatuse tootmist. Puuviljajahoidladi roll on ka suurendada puuviljajakasvatuse majanduslikku efektiivsust, vähendada kasvatuse kulude osakaalu ja suurendada puuviljajakasvatuse tootmist.

Puuviljajahoidlad on viimase aastakümne jooksul arenenud keeruka tehnoloogiaga tootmisüksusteks, kus säilitusrežiimi reguleerimine on automatiseeritud ja laadimistööd mehhaniseeritud. Edukas töö neis nõuab töötajalt laiad teadmised säilitustehnikast, vastavalt seadmetest ja ehitustest. Käesolev raamat tutvustab puuviljajakasvatuse majanduste juhtidele, agronoomidele, mehhanikele, ehitusinseneridele ja teistele asjast huvitatutele neid probleeme, mis on seotud nüüdisaegsete puuviljajahoidladi ehitamisega ning eksploateerimisega. Üht-teist kasulikke pealkondi siit leidma ka projektiserial, puuviljajanduslike õppeasutustes õppijad ja kaubandus- ja tööstusorganisatsioonide töötajad.

Raamatu püstitatud niiaht ei võimaldanud üksikisikute sügavamal valgustamisel, kuid esitatud materjal peaks siiski vastama praktilisele töö vajadustele. Lugejad, kes soovivad selle ainevalla põhjalikumalt tutvuda, leiavad raamatu lõpust kasutatud kirjanduse loetelu.

Autor avaldab siirast tänu Aianuduse Peavalitsuse puuviljajanduse osakonna juhatajale agronoom E. Mägile, sama osakonna peoagronoomile V. Millerile ja kõikidele teistele eriteadlastele, kes aitasid autoril raamatu koostamisel.

«VALGUS» * TALLINN 1973

Autor 8-2
87-88

Kaane kujundanud E. Tali

Raamatus käsitletakse puuviljade säilitamist, hoidlate ehitamist ja puuviljade esmast töötlemist hoidlate juures. Puudutatakse kaasaegse säilitustehnika põhiküsimusi, säilitustööde mehhaniseerimist, automatiseerimist ja ökonoomikat. Antakse ülevaade kehtivatest tüüpprojektidest ja meie vabariigis ning mujal ehitatud hoidlatest.

Raamat on mõeldud majandite juhtidele, agronoomidele, põllumajanduslike hoonete projekterijatele-ehitajatele ja kõigile, kes tegelevad puuviljade säilitamisega. Raamat peaks huvi pakkuma ka varumisbaaside töötajatele ning põllumajanduslikes ja ehitusalastes õppeasutustes õppijatele.

TARTU ÜLILÄS
RAAMATUKOOL

EESSÕNA

Sotsialistlikku põllumajandust iseloomustab tänapäeval üleminek tööstuslikule suurtootmisele. Samas suunas areneb ka puuviljakasvatus. Meie maal on juba rajatud spetsialiseeritud suurmajandeid, kus puuviljade tootmine on organiseeritud tööstuslikul alusel. Neis majandeis on puuvilja kasvatamine, säilitamine ja kaubatoodanguks töötlemine liidetud ühtseks ökonoomseks tootmistsükliks.

Majandeis, kus rajatakse intensiivse tootmise nõuetele vastavaid uusi viljapuuaedu, ehitatakse ka hoidlad puuvilja pikaajaliseks säilitamiseks. See on kooskõlas NLKP XXIV kongressi direktiividega, mis seadsid meie puuviljakasvatajate ette tõsise ülesande suurendada käesoleval viisaastakul tunduvalt hoidlate ja külmhoonete mahutavust ning töötlemistehhhide võimsust.

Puuviljahoidlad on viimase aastakümne jooksul arenenud keeruka tehnoloogiaga tootmishooneteks, kus säilitusrežiimi reguleerimine on automatiseeritud ja laadimistööd mehhaniseeritud. Edukas töö neis nõuab töötajatelt laialdasi teadmisi säilitustehnikast, vastavatest seadmetest ja ehitustest. Käesolev raamat tutvustab puuviljakasvatasmajandite juhtidele, agronoomidele, mehaanikutele, ehitusmeistritele ja teistele asjast huvitatuile neid probleeme, mis on seotud nüüdisaegsete puuviljahoidlate ehitamise ning ekspluateerimisega. Üht-teist kasulikku peaksid siit leidma ka projekteerijad, põllumajanduslikes õppeasutustes õppijad ja kaubandus- ning varumisala töötajad.

Raamatu piiratud maht ei võimaldanud üksikküsimuste sügavamalt valgustamist, kuid esitatud materjal peaks siiski vastama praktilise töö vajadustele. Lugejad, kes soovivad selle ainevallaga põhjalikumalt tutvuda, leiavad raamatu lõpust kasutatud kirjanduse loetelu.

Autor avaldab siirast tänu Aianduse Peavalitsuse puuviljanduse osakonna juhatajale agronoom E. Mägile, sama osakonna peagroneomile V. Millerile ja kõikidele teistele eriteadlastele lahkelt osutatud abi eest raamatu koostamisel.

Autor

1. PUUVILJADE VÄRSKELT SÄILITAMISE BIOLOOGILISED ALUSED

Säilitustehnika ülesanne on vähendada hoidlatesse paigutatud saagi kadusid, ära hoida kvaliteedi langust ja pikendada puuviljade säilitamisaega.

Puuviljade värskelt säilitamise teoreetilised alused toetuvad paljude teaduse- ja tehnikaharude saavutustele. Agrobioloogia, agrofüüsika, taimefüsioloogia, biokeemia, mikrobioloogia, ehitustehnika, masinaehitus, elektrotehnika, automaatika jt. on andnud oma panuse säilitustehnika täiustamiseks. Puuviljade säilitustehnika on viimasel aastakümnel kiiresti arenenud. Paljude maade teadlased on intensiivselt uurinud puuviljade säilitamisega seotud sõlmprobleeme ja püüdnud leida neile ratsionaalseid lahendusi. Välja on töötatud mitu uut säilitusviisi, nagu sügavkülmutus, säilitamine muudetud atmosfääris jt., on täiendatud hoidlate ehituslikke lahendusi, konstrueeritud uusi seadmeid jne. Kõiki neid säilitustehnika uuemaid saavutusi on vaja tunda, kui tahtakse edukalt töötada praegusaegses puuviljahoidlas.

Puuviljade säilivus rajaneb võimel jätkata pärast koristamist elutegevust, s. o. võimel **järelvalmida**. Teatavasti toimuvad kasvavates taimedes mitmesugused ainevahetusprotsessid, milles väljendubki nende elutegevus. Kasutades päikesevalgust ja soojust, õhku ning kasvumullas leiduvaid toitaineid, loovad viljapuud oma viljades uusi, inimorganismile vajalikke toitaineid, nagu suhkruid, valke, mineraalsooli, vitamiine jt. Neid keerulisi biokeemilisi protsesse nimetatakse **fotosünteesiks**.

Vastandina fotosünteesile kulgeb kasvavates taimedes samaaegselt ka ainete lagunemine. Kasvuajal toimub ainete süntees ja lagunemine üheaegselt ja häirimatult viljade valmimiseni. Pärast viljade koristamist ja hoidlasse paigutamist ei katke neis elutegevus. See ainult aeglustub ja muudab oma iseloomu. Katkeb toitainete juurdevool mullast, samuti ka fotosüntees, jätkuvad aga seda intensiivsemalt viljadesse kogunenud toitainete lagunemise ja muundumise protsessid, samuti vee auramine viljadest.

Puuviljad on kiiresti riknevad toiduained. Nad säilivad normaalses temperatuuris ja õhuniiskuses õige lühikest aega. Riknemist põhjustab rida tegureid ja protsesse, mida võib rühmitada järgmiselt:

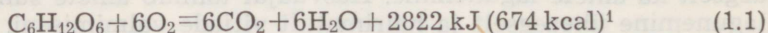
- a) biokeemilised,
- b) füüsikalised,
- c) mikrobioloogilised.

Neid protsesse ei saa rangelt lahutada, sest nad mõjutavad üksteist. Nii ei soodusta viljade mehaanilised vigastused mitte üksnes mikroorganismide sissetungi, vaid põhjustavad ka biokeemiliste protsesside muutusi (hingamise intensiivistumine). Biokeemilised protsessid soodustavad mikroorganismide levikut viljadel, samuti füüsikaliste protsesside muutusi (näiteks suurendavad vee aurumist viljadest). Viljadesse tunginud mikroorganismide ainevahetusprotsessid mõjutavad omakorda viljade endi ainevahetusprotsesse. Et viljades toimuvate protsesside kulgemise tempo ja omavahelised suhted mõjutavad otseselt puuviljade säilivust, tutvume neist tähtsamatega mõnevõrra põhjalikumalt.

PUUVILJADES SÄILITAMISEL TOIMUVAD PROTSESSID

Nagu eespool öeldud, jätkub säilima pandud viljades elutegevus. Sellega seoses toimuvad neis mitmesugused biokeemilised ja füüsikalised protsessid, millest tähtsaim on **hingamine**. Hingamisel ühinevad viljades leiduvad süsivesikud, orgaanilised happed, pektiin-, parkained jt. hapnikuga, lagunedes seejuures lihtsamateks aineteks. Seega kaotavad viljad hingamisel pidevalt neisse kogunenud väärtuslikke toitaineid. Mida intensiivsem on hingamine, seda suuremad on toitainete kaod ja seda kiiremini riknevad säilitatavad viljad. Seepärast on säilitustehnika üks peamisi ülesandeid leida mooduseid ja vahendeid viljade **hingamise pidurdamiseks** hoidlates. Viljade hingamist tuleb vähendada miinimumini, kuid täiesti katkestada seda ei tohi, sest siis katkeks viljades kogu elutegevus ja järgneks nende kiire riknemine. Värskena säilib vaid elus organism.

Hingamisel eritub peamiselt süsihappegaasi, soojust ja veeauru. Hapendumisel vabanenud energiat vajavad viljad oma elutegevuse jätkamiseks. Hingamisel kaotavad puuviljad kõige rohkem suhkrut. Viimase hapendumist võib ligikaudselt väljendada valemiga



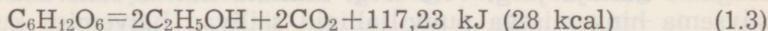
¹ NSV Liidus kehtib alates 1963. a. uus rahvusvaheline mõõtühikute süsteem SI (Systeme Internationale), mille kohaselt soojushulka mõõdetakse džaulides (J). 1000 J = 1 kJ. Kilodžauli (kJ) ja kilokalori (kcal) vahetuskord on järgmine: 1 kcal = 4,1868 kJ. Selle raamatu valemities on soojushulk antud kilodžaulides, sulgudes kilokalorites.

Kui on teada elementide aatomkaalud (O=16, C=12, H=1), on sellest võrrandist lihtne arvutada, et puuviljade hingamisel annavad näiteks 180 g suhkrut ja 192 g hapnikku ühinedes 264 g süsihappegaasi, 108 g vett ja 2822 kJ (674 kcal) soojust. Ühe grammi süsihappegaasi kohta tekib soojust $2822:264=10,689$ kJ (2,553 kcal).

Hingamist iseloomustab nn. hingamiskoefitsient, mis näitab ajühikus eritunud süsihappegaasi ja tarvitatud hapnikuhulga suhet:

$$h = \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} \cong 1 \quad (1.2)$$

Hingamiskoefitsient on võrdne ühega, kui süsivesikud hapenduvad vabalt, piisava hapnikuhulga osavõtul ja kuni lõpp-produktideni. Sel juhul toimub hapendumine valemi 1.1 järgi ja seda nimetatakse **aeroobseks**. Koefitsient on ühest väiksem, kui koos hingamisega toimub viljades veel teisi protsesse, mis seovad hapnikku, näiteks järelvalmimine. Koefitsient on ühest suurem, kui hapendumiseks ei jätku hapnikku. Kui ruumis puudub värsket õhu juurdevool, tarvitavad viljad hapniku lõpuks ära. Samaaegselt hapniku vähenemisega õhus kasvab süsihappegaasisisaldus. Puuviljade normaalseks hingamiseks (aeroobseks protsessiks) on vaja, et õhk sisaldaks 3...5% hapnikku. Kui hapnikku on õhus vähem, hakkab hingamisprotsess kulgema **anaeroobselt**:



Anaeroobne hingamine kujutab endast molekulisest (intermolekulaarset) protsessi, mille käigus täielik hapendumine kudedes katkeb ja hakkavad moodustuma vaheproduktid. Õhuhapniku puuduse tõttu kasutatakse hapendumiseks kudedes olevat hapnikku. Kudede keemiline tasakaal saab häiritud ja neisse hakkab kogunema etüülpiiritust, mis alandab viljade kvaliteeti ja muudab nad nakkustele vastuvõtlikuks. Viljad kaotavad võime vastu seista mitmesuguste bakterite ning mikroorganismide sissetungile. Pikaajalisel anaeroobsel hingamisel katkeb viljades elutegevus täielikult ja nad riknevad.

Puuviljade hingamise intensiivsust mõõdetakse eritua süsihappegaasi hulga. Mõõtühikuks on CO₂ hulk milligrammides kilogrammi puuvilja kohta tunnis. Hingamine intensiivistub keskkonna temperatuuri tõustes (tabel 1.1), CO₂ suurema eritumise korral aga vabaneb hapendumisprotsessis ka rohkem soojust (1 g CO₂ kohta tekib soojust 10,7 kJ).

Kui soojust ära ei juhita, intensiivistab liigsoojus omakorda CO₂ eritumist. Tekib omamoodi paisuv ahelreaktsioon, mis lõpeb, kui seda ei pidurdata ja soojust ära ei juhita, viljade isekuumenemisega ning kiire riknemisega. Puuviljade hingamise intensiivsus suureneb temperatuurini 25...30°, pärast seda aeglustub ja

Tabel 1.1. Puuviljade hingamise intensiivsuse olenevuse säilitustemperatuurist

Temperatuur °C	Hingamise intensiivsus (mg CO ₂ tunnis 1 kg kohta)	
	Õunad	Viinamarjad
0	6,84	1,57
18	47,45	—
30	155,50	48,0

hakkab kiiresti vähenema, kuni lõpuks katkeb, sest umbes 50° juures algab fermentide lagunemine.

Hingamise intensiivsust mõjutab peale kõrge temperatuuri veel rida teisi tegureid, näiteks temperatuuri kõikumine hoiuruumis. Kõikuv temperatuur, olgugi madal, halvendab viljade säilivust palju rohkem kui optimaalsest mõnevõrra kõrgem, kuid püsiv temperatuur.

Hingamine muutub peaaegu kaks korda intensiivsemaks päevavalguse mõjul. Järelikult tuleb puuvilju säilitada pimedas.

Hingamise intensiivsust mõjutab üsna palju viljade seisukord: mehaaniliselt vigastatud ja haigustest nakatatud viljad hingavad mitu korda intensiivsemalt kui terved viljad.

Hingamise intensiivsus oleneb ka puuvilja liigist. Selle bioloogilise näitaja järgi võib isegi hinnata liikide säilivust: intensiivsema hingamisega puuviljaliigid säilivad halvemini kui aeglasema hingamisega liigid. Näiteks luuviljalised hingavad väga intensiivselt ja säilivad üsna lühikest aega.

Hingamise intensiivsus pole püsiv suurus. See muutub säilitusperioodi jooksul üsna palju. Vahetult pärast puult koristamist hingavad viljad väga intensiivselt, seejärel hingamine aeglustub, saavutab miinimumi jaanuaris-veebruaries (taliõunad), intensiivistub uuesti ja kestab seni, kuni algab viljade vananemine. Siis langeb hingamise intensiivsus lõplikult.

Kiire jahutamine pärast koristamist aeglustab viljade hingamist 2...6 korda, samavõrra väheneb ka orgaaniliste ainete lagunemine, mistõttu viljad säilitavad kauem oma maitse ja värskuse.

Kokkuvõtteks võib öelda, et puuviljade hingamine on alati seotud väärtuslike toitainete kaoga. Seepärast on säilitustehnika peamine ülesanne **hingamise pidurdamine**. Selleks hoitakse säilitustemperatuur pidevalt madal, ei lasta hoiuruumi valgust, säilitatakse vaid terveid, puhtaid, kuivi ja sobivast sordist vilju.

Vee auramine (transpiratsioon) puuviljadest on säilitustehnika seisukohalt väga oluline füüsikaline nähtus, mis mõjutab nagu hingaminegi tugevasti viljade säilivust. Liiga intensiivne vee auramine viljadest põhjustab nende närbumist ja ülemääraast kaalukadu, liiga nõrk auramine aga rikub viljades vedeliku tasakaalu.

Viljad muutuvad pehmeks, soodustades mikroorganismide levikut ja selle tagajärjel mitmesuguste haiguste tekkimist.

Vee auramine viljadest oleneb paljudest teguritest, nagu puuviljade liigist, sordist, bioloogilisest struktuurist, keemilisest koostisest, küpsusastmest, agrotehnikast ja kasvutingimustest, samuti hoiuruumi soojus- ja niiskusrežiimist. Vee auramine viljadest on seda intensiivsem, mida suurem on nende auramispiind, kõrgem viljade temperatuur ja mida kuivem on õhk, s. t. mida suurem on õhus niiskuse defitsiit. Viimase all mõistetakse teataval temperatuuril õhku küllastava veeauru hulga ja tegelikult õhus oleva veeauru hulga vahet. Veeauru hulgad õhus on toodud tabelis 1.2.

Kui hoidlas on õhu relatiivne niiskus 85% ja temperatuur 0°, siis tabelist 1.2 leiame, et niiskuse defitsiit on $4,9 - 4,2 = 0,7 \text{ g/m}^3$. See tähendab, et iga kuupmeeter õhku ruumis on võimeline aurustama täiendavalt veel 0,7 g niiskust. Kui temperatuur on +5°, siis sama relatiivse niiskuse juures on niiskuse defitsiit $6,8 - 5,8 = 1,0 \text{ g/m}^3$. Nagu arvutusest näha, kasvab niiskuse defitsiit sama relatiivse niiskuse juures temperatuuri tõustes.

Tegelikkuses õhu relatiivne niiskus temperatuuri tõustes alati langeb, sest tavaliselt niiskust juurde ei tule. Seega kasvab õhuniiskuse defitsiit veelgi. Siit võib teha kergesti mõistetava järelduse, et temperatuuri tõustes hoiuruumis suureneb vee auramine viljadest.

Õhukese koore ja nõrga vahakattega viljad kaotavad niiskust kergemini kui paksukoorelised ja tugeva vahakorruga kaetud viljad.

Tabel 1.2. Veeauru hulk niiskes õhus g/m^3

t°	Õhu relatiivne niiskus %					
	100	95	90	85	80	75
-20	1,1	1,05	0,99	0,93	0,88	0,83
-15	1,6	1,52	1,44	1,36	1,28	1,2
-10	2,3	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7
-5	3,4	3,2	3,1	2,9	2,7	2,5
-4	3,6	3,4	3,2	3,1	2,9	2,7
-3	3,9	3,7	3,4	3,3	3,1	2,9
-2	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,1
-1	4,5	4,3	4,0	3,8	3,6	3,4
0	4,9	4,7	4,4	4,2	3,9	3,7
+1	5,2	4,9	4,7	4,4	4,2	3,9
+2	5,6	5,3	5,0	4,8	4,5	4,2
+3	6,0	5,7	5,4	5,1	4,8	4,5
+4	6,4	6,1	5,8	5,4	5,1	4,8
+5	6,8	6,5	6,1	5,8	5,4	5,1
+6	7,3	6,9	6,6	6,2	5,8	5,5
+7	7,7	7,3	6,9	6,5	6,2	5,8
+8	8,3	7,9	7,5	7,1	6,6	6,2
+9	8,8	8,4	7,9	7,5	7,0	6,6
+10	9,4	8,9	8,5	8,0	7,5	7,0

Tabel 1.3. Õunte kaalu- ja mahukaotus säilitamisel

Õuna kaal g	Kaalu- kaotus %	Mahu- kaotus %
202	6,8	6,4
174	7,0	6,4
152	8,2	6,8
127	9,0	8,3
104	9,6	8,6
75	10,7	10,7

Vee auramist viljadest mõjutab nende keemiline koostis. Suhkrud, pektiinained ja valgud seovad viljades vett paremini kui kuivaine teised koostisosad. Seega näruvad suhkrurikkamad puuviljasordid teistest vähem.

Et mehaanilised vigastused suurendavad vee auramist viljadest mitukümmend korda, saab pikka aega säilitada vaid täiesti terveid vilju.

Vee auramine viljadest kui füüsikaline protsess sõltub auramispinna suuruselt. Mida väiksemad on viljad säilitatavas partiiis, seda suurem on nende kogupind, järelikult ka suurem vee auramine. Tabelis 1.3 on toodud katseandmed vee auramise intensiivsuse kohta õuntest nende suuruselt olenevalt.

Viljade higistamine on transpiratsiooni kahjulik kaasnähtus, mis on seotud õhus leiduvate veeaurude kondenseerumisega hoidla temperatuuri järsul muutumisel. Mida kõrgem on õhu temperatuur, seda rohkem on selles vett auruna. Kui temperatuur järsult langeb, ei suuda õhk enam temas aurustunud veehulka hoida ja osa vett sadestub tilkadena hoiuruumi piiretele ning viljadele. Veetilgad viljadel on kahjulikud, sest nad soodustavad viljakoore mädanemist.

Viljade higistamist soodustab nende ebaõige virnastamine hoiuruumis. Kui kastid või konteinerid paiknevad nii, et viljad on halvasti õhustatud, tõuseb temperatuur neis kõrgemale hoiuruumi temperatuurist, mõnikord isegi kuni 3...4° võrra. Kui kõrgemal temperatuuril viljadest väljaauranud niiskus puutub kokku hoiuruumis oleva külmema õhuga, kondenseerub ta osaliselt ja sadestub viljadele.

Et puuviljad higistama ei hakkaks, peab õhu temperatuur hoiuruumides ühtlaselt madal olema. Ruume tuleb korralikult ventileerida, et viljade temperatuur ei tõuseks kõrgemale ruumi üldisest temperatuurist.

Kokkuvõtteks võib öelda, et puuviljade säilitamisel on üks tähtsamaid kaalukaotust põhjustavaid tegureid vee auramine viljadest. Selle vähendamiseks tuleb õhuniiskus hoiuruumides hoida optimaalsel tasemel (85...95%), samuti temperatuur (0...+1°). Säilitada täiesti terveid ja mitte väga väikesi vilju.

Loomulik säilituskadu. Hingamisest ja vee auramisest tekki-
vaid kaalukadusid kokku nimetatakse puuviljade loomulikuks
säilituskaoks.

Loomulik säilituskadu kasvab pidevalt säilitusperioodi jooksul,
kuid ebaühtlaselt. Säilitamise algul on see märksa suurem, sest
viljad on veel soojad ja hoiuruumide õhk ettenähtust kuivem.
Laadimistöde tõttu tuleb sageli uksi avada ja kuivemat välisõhku
hoiuruumidesse lasta. Hiljem olukord stabiliseerub ja loomulik
kadu väheneb. Säilitusperioodi lõpul hakkab loomulik kadu uuesti
suurenema. See on tingitud viljade üleküpsemisest ja vananemi-
sest.

Puuviljade ja marjade loomuliku säilituskao normid on toodud
tabelites 1.4 ja 1.5 Kaonormid on võetud üleliidulistest puuvilja-
hoidlate projekteerimismuudatustest. Seemneviljaliste kohta on
samad kaonormid kehtestatud NSV Liidu kaubandusministri
käskkirjaga nr. 270 8. juunist 1957. a., millest juhinduvad kõik
kaubandusorganisatsioonid oma baasladudes ja hoidlates.

Tabel 1.4. Puuviljade loomulik kadu %-des

	Kuud									
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI
Õunad										
Sügis- sordid	1,5	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	—	—	—	—
Tali- sordid	2,5	1,8	1,5	1,3	1,0	—	—	—	—	—
Tali- õunad	1,5	0,6	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5
muudetud atmos- fääriga hoidlas	2,2	1,2	0,9	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	—
Pirnid	0,3	0,2	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,2	0,2
	1,5	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	—
	2,5	2,1	1,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,6	—	—

Märkus. Murru lugejas on antud kadu kunstliku külmutusega hoidlates,
muru nimetajas tavalistes õhkjahutusega hoidlates.

Tabel 1.5. Marjade loomulik kadu %-des lühiajalisel säilitamisel

Marjad	Kunstliku kül- mutusega hoid- lates	Õhkjahutusega hoidlates
Ploomid	1,3	1,6
Teised luuviljalised	1,8	2,3
Sõstrad	0,9	1,1
Karusmarjad	0,5	0,6
Maasikad, vaarikad	1,9	2,4

Üleliidulised puuviljade loomuliku säilituskao normid on diferentseeritud kolme suure tsooni vahel: põhja-, lõuna- ja kaugpõhja tsoon. Meie vabariigi territoorium kuulub esimesse. On selge, et need normid ei saa peegeldada tegelike kadude suurust konkreetses paikkonnas. Eestis rajoonitud õunasordid erinevad üsna suurel määral teiste vennasvabariikide sortidest ja neil on ka täiesti erisugune säilivus (säilimisaeg ja kaod säilitamisel). Täpsed teaduslikud katseandmed Eestis kasvatatavate puuviljasortide säilivuse kohta kahjuks puuduvad, sest meil pole laiaulatuslikeks katseteks vajalikku tehnilist baasi.

Järelvalmimine. Puuviljad koristatakse aiast küpsusastmes, mida nimetatakse koristusküpsuseks. Selles küpsusastmes on viljad saavutanud juba oma pomoloogilisele sordile vastava kuju, ja põhivärvuse, seemned on hakanud pruunistuma, viljaliha on tihenened, vili koos varrega eraldub oksalt kergesti.

Sügis- ja talisortide viljad pole koristusküpsuses veel söögikõlblikud, sest nad on kõvad ja hapud. Nende küpsemine jätkub pärast puudelt koristamist hoiuruumides. Seda hoiuruumides toimuvat küpsemisprotsessi, mille jooksul viljad muutuvad söögikõlblikuks — pehmeks ja magusaks, nimetatakse järelvalmimiseks.

Järelvalmimine on väga tähtis tegur puuviljade säilimisel. Üksnes tänu puuviljade võimele järelvalmida on meil võimalik neid säilitada. Mida pikem on aeg koristusküpsuse ja tarbimisküpsuse (söögikõlblikkuse) vahel, seda kauem viljad säilivad. Kui viljad on järelvalminud, s. o. täiesti küpsed, hakkavad nad vananema ja selle tagajärjel kiiresti närbuma. Viljade vananemist ei saa ära hoida mitte mingisuguste tehniliste vahendite ega võtetega. Võimalik on vaid vananemist edasi lükata, s. o. järelvalmimise tempot aeglustada. Selleks rakendatakse samu võtteid, millega pidurdatakse järelvalmimisega paralleelselt kulgevat protsessi — hingamist: madal temperatuur mõjub nii hingamisele kui ka järelvalmimisele pidurdavalt.

Järelvalmimise kestus oleneb sordist. Mida varem sort valmib, seda kiiremini viljad järelvalmivad ja seda halvemini nad säilivad. Näiteks õunte suvisordid, mis valmivad enamikus juba puudel, säilivad õige lühikest aega — kõigest mõned nädalad, talisordid aga, mille järelvalmimine kestab paar kuud, säilivad säilitustingimustest olenevalt 6...8 kuud.

Järelvalmimisel toimub hulk keerulisi biokeemilisi protsesse, mille käigus keerulisema struktuuriga ained lagunevad lihtsamateks aineteks. Viljadesse kasvuajal kogunenud tärklis muutub suhkruks ning ainevahetuse tagajärjel tekib rida aroomaalseid aineid, etüleeni jt. Et viimased kiirendavad omakorda viljade järelvalmist, tuleb need kohe hoiuruumidest välja ventileerida.

Puuviljade keemilisest koostisest oleneb nende kvaliteet, toitväärtus, säilivus ja muud omadused. Seepärast tuleb hoolit-

seda selle eest, et säilitamisel viljades toimuvad keemilise koostise muutused ei tooks kaasa suuri toitainete kadusid.

Vaatamata puuviljade liigilistele ja sordilistele erinevustele on nad keemiliselt koostiselt võrdlemisi sarnased: nad koosnevad peamiselt neljast elemendist — süsinikust, hapnikust, vesinikust ja lämmastikust. Teiste elementide hulk puuviljades on tühine. Kõige rohkem on puuviljades vett: seemneviljalistes 80...82%, luuviljalistes 81...86%, marjades 72...90%. Seega kõigub puuviljade ja marjade veesisaldus 80...90% vahel. Kuivainet on vastavalt 10...20%, millest osa laguneb vees (vilja üldkaalust 5...18%), osa aga mitte (2...5%). Viimastest koosnevad peamiselt rakkude koed. Siia kuuluvad tselluloos, protopektiin, mitmesugused mineraalained, lahustumatud lämmastikuühendid, pigmendid jt. Nendest ainetest oleneb kudede tugevus ja konsistents, viljakoore värvus jm.

Vees lahustuvatest ainetest oleneb peamiselt viljade toiteväärtus. Siia kuuluvad süsivesikud, happed, vitamiinid, fer­mendid, parkained, vees lahustuvad mineraaloolad ning lämmastikuühendid jt. Süsivesikud esinevad puuviljades peamiselt suhkruna. Tabelis 1.6 on toodud kohalike õunasortide suhkru­sisaldus. Teiste lahustuvate ainete hulk on küll väike, kuid puuviljades peetakse lugu just nende ainete pärast (vitamiinid, mineraaloolad jt.), sest muud toiduained sisaldavad neid vähe või üldse mitte. Kõige tähtsamad on seejuures vitamiinid, sest nende inimorga­nismile vajalike ainete peamiseks allikaks on värsked puuviljad.

Vitamiinidest sisaldavad puuviljad kõige rohkem C-vitamiini, mis aga kahjuks kergesti laguneb, nii et viljade pikaajalisel säilitamisel väheneb selle kogus mitu korda. C-vitamiini kadu on puuviljade säilitamisel väiksem siis, kui säilitusrežiimist täpselt kinni peetakse. Kõige paremini säilib C-vitamiin sügavkülmutatud puuviljades.

Puuviljad sisaldavad ka väärtuslikke mineraalaineid. Siinjuures on oluline see, et need ained on puuviljades aluselised vastandina teistes toiduainetes leiduvatele happelistele mineraalainetele.

Peale eespool loetletud ainete sisaldavad puuviljad veel teisigi aineid, kuid need pole säilitamise seisukohalt nii tähtsad, mida seepärast siinkohal lähemalt ei käsitleta. Kõikide ainete vahel toimuvad puuviljades keerulised protsessid. Keskkond, kus need protsessid toimuvad, on viljades leiduv vesi. Vett esineb puuviljades nii vabalt kui ka seotult. Suhe nende esinemisvormide vahel mõjutab viljade säilivust. Paremini säilivad need sordid, millel on seotud vett rohkem, sest see ei auru nii kergesti kudedest.

Suurem osa toitaineid esineb viljarakkudes nõrkade vesilahusena. Järelikult ei tohi puuviljad säilitusperioodil palju vett kaotada, sest see põhjustaks viljades ainevahetushäireid, mille tagajärjel viljad närbuksid, närbunud viljade kvaliteet ja säilivus langeb aga järsult.

Tabel 1.6. Õunte keemiline koostis

Sort	Hapete- sisaldus õunhappe- le arvuta- tult %	Suhkrusisaldus %		C-vita- miin mg%
		kokku suhk- ruid	sellest redut- seeruvaid suhkruid	
Sügissordid				
'Sügisjoonik'	0,72	9,4	6,9	12
'Sügis-des- sertõun'	0,54	9,8	7,3	9
'Liivi kuld- renett'	0,60	9,6	7,1	10
'Pärnu tuvi- õun'	0,70	9,5	7,1	16
'Sõstraroosa'	0,16	10,6	6,5	16
'Koit'	0,93	8,8	6,5	13
Talisordid				
'Tellissaare õun'	0,75	8,9	6,8	26
'Cortland'	0,72	10,8	7,9	14
'Sidrunkol- lane taliõun'	0,95	9,0	7,2	11
'Antoonovka'	1,03	8,5	7,0	15
'Põltsamaa taliõun'	0,66	9,9	7,9	9
'Paide tali- õun'	0,84	10,0	7,3	15
'Tartu roos- õun'	0,74	9,0	7,4	12
'Liivi sibul- õun'	0,78	10,2	8,0	8
'Meelis'	0,68	9,7	8,1	15
'Talve- nauding'	0,77	9,3	7,0	13

Märkus. Tabelis toodud andmed on võetud K. Kelti ja K. Kase artiklist «Rajoonitud õunasortide keemiline koostis», — «Sots. Põllu-
majandus», 1971, nr. 17.

Et suure veesisalduse tõttu on puuviljades kuivainete kontsentratsioon nõrk, siis pole nad võimelised vastu panema kahjulike mikroorganismide — bakterite ja hallitusseente sissetungile ning riknevad tavalistes tingimustes õige ruttu.

Kõik puuviljades säilitamisele toimuvad biokeemilised muutused on seotud viljade hingamise ja järelvalmimisega. Nagu eespool öeldud, põhjustavad need muutused viljadesse akumuleerunud toitainete kadu. Seepärast tuleb veel kord rõhutada, et pidurdades viljade hingamist ja järelvalmimist, vähendame säilitatavates viljades ka kahjulikke biokeemilisi muutusi.

Mikrobioloogilised muutused. Puuviljad riknevad tavalistes tingimustes väga ruttu. Seda põhjustavad mitmesuguste füsioloogiliste tegurite kõrval peamiselt mikroorganismid (bakterid ja

seened), mis vigastuste tõttu või muul põhjusel vastupanuvõime kaotanud viljakoorest läbi tungivad ja viljas kiiresti arenema hakkavad. Tagajärjeks on viljade mädanemine ja söögikõlbmatuks muutumine.

Puuviljad kannatavad peamiselt mitmesuguste seenhaiguste all. Bakterid levivad puuviljades vähem, sest neis leiduvad happed bakterite levikut ei soodusta.

Mikroorganismide arenemine puuviljades oleneb suurel määral viljade temperatuurist: mida kõrgem temperatuur, seda kiiremini mikroorganismid arenevad. Mikroorganismid jaotatakse temperatuuri talumise järgi kolme rühma: krüofiilsed, mesofiilsed ja termofiilsed mikroorganismid. Esimesed taluvad hästi madalaid, viimased kõrgeid temperatuure. Mesofiilsed arenevad kõige paremini keskmisel temperatuuril (tabel 1.7).

Nagu tabelist 1.7 näha on, ei saa hoidlates optimaalsel säilitustemperatuuril areneda termo- ega mesofiilsed mikroorganismid, küll aga krüofiilsed, olgugi, et vähem kui tavalises temperatuuris.

Temperatuuri kõrval soodustab mikroorganismide arenemist ka hoiuruumi õhu niiskus. Kuigi mõned hallitusseened hakkavad arenema juba 70%-lise õhuniiskuse juures, vajab suurem osa neist elutegevuseks 85...90%-list, bakterid isegi 95%-list õhuniiskust. Optimaalne õhuniiskus seente arenemiseks on 95...97%, bakteritel 100%. Siin peitubki puuviljade säilitamise üks peamisi raskusi: ühest küljest peab hoiuruumi õhk olema hästi niiske, et auramiskaod oleksid minimaalsed, teisest küljest peaks õhk olema kuiv, et tõkestada mikroorganismide arenemist.

Temperatuuril 0...+1° on 85...90%-line õhuniiskus siiski küllaldane, et auramiskaod ja mikroorganismide areng oleksid vastuvõetavates piirides. Siit järeldub veel kord külmhoidlate eelis õhkjahutusega hoidlate ees, sest ainult külmhoidlas on säilitusperioodi algul võimalik nii madalaid temperatuure saavutada. Allpool kirjeldatakse puuviljade levinumaid hoidlahagusi.

Puuviljamädanik tabab kahjurite poolt vigastatud vilju juba aias kasvamise ajal ning areneb hoidlas kiiresti edasi. Haigust tekitab seen *Monilia fructigena* (Pers.) Sacc. Viljakoorele ilmub pruunikas mädalaik, mille ümber tekivad hiljem hallikaskollased lülieospadjandite ringid. Haigus levib kiiresti üle kogu vilja ja

Tabel 1.7. Mikroorganismide arenemise olenevus temperatuurist

Mikroorganismid	Alumine piir, mille juures arenemine katkeb	Optimaalne temperatuur arenemiseks	Ülemine piir, mille juures arenemine katkeb
Krüofiilsed	-10 ... +5	+15 ... +20	+25 ... +30
Mesofiilsed	+10 ... +15	+30 ... +40	+45 ... +50
Termofiilsed	+45	+50 ... +65	+75 ... +80

teistele viljadele. Levikut kiirendab hoiuruumi kõrge temperatuur ja õhuniiskus. Haigestunud viljad tuleb kohe tervetest eraldada, et nakkus edasi ei leviks.

Mustmädanik on puuviljamädaniku teine vorm. Seda haigust esineb tavaliselt liiga vara ja jahedate ilmadega koristatud õuntel. Nakatunud viljad lähevad kõvaks, nahkjaks ja pealt mustaks (mumifitseeruvad).

Polli katsebaasi andmetel kahjustab puuviljamädanik peaaegu kõiki meie kohalikke õunasorte, teistest rohkem aga 'Sügisjoonikut' ja 'Tartu roosõuna'.

Mõrumädanik on teine levinum hoidlahaigus. Mõru maitse tekitavad mitmesugused seened (*Gloeosporium fructigenum* Berk. ja *Gloeosporium album* Osterw.). Haigusesse nakatuvad viljad juba puul. Viljadele tekivad veidi sissevajanud ümmargused roosakaspruunid laigud, mis suurenevad ja on sageli keskelt heledamad. Laikude kohalt viljakude pehmeneb. Haiguse arenedes muutuvad viljad mõruks. Haigus levib hoidlas ka teistele viljadele. Polli katsebaasis korraldatud katsed näitasid, et peaaegu kõik meie kohalikud õunasordid on sellele haigusele vastuvõtlikud, teistest rohkem aga 'Antoonovka', 'Sügisjoonik' ja 'Paide taliõun'.

Rohehallitust tekitab seen *Penicillium expansum* L. Haigus on ohtlik, sest on võimeline tungima peaaegu igasse õuna. Nakatunud viljadel langeb haigestunud koht sisse, viljaliha muutub pehmeks ja pruunikaskollaseks ning on terava hallituslõhnaga. Kohalikel õunasortidel esineb seda haigust teistest harvem.

Peale seenhaiguste esineb puuviljadel veel füsioloogilisi haiguslikke nähte, mis on enamasti tingitud ainevahetushäiretest. Need tekivad tavaliselt halvatest säilitustingimustest, loomulikust vananemisest jm. Puuviljade levinumaid füsioloogilisi haigusi on **pruuntähnilisus**. Haigus avaldub selles, et viljadele tekivad pruunid tähnid, mille moodustavad surnud rakud. Viljad muutuvad mõruks.

Füsioloogiliste haiguste hulka kuulub veel **õuna-koorepõletik** (koore pruunistumine), mis esineb teistest sagedamini 'Antoonovkal'. Haiguse arenedes vilja koor pruunistub. Viljalihasse haigus ei tungi. Haigust esineb tihti toorelt koristatud viljadel. **Õuna-koemädaniku** korral muutuvad õunad osaliselt või tervenisti pruuniks. Mõnel sordil ('Antoonovkal' jt.) jäävad koed pealispinnalt 2...3 mm paksuselt puutumata, kuna mõnel algab haigus just pealispinnalt ja levib viljaliha sügavusse (näiteks 'Tartu roosõunal' ja 'Pärnu tuviõunal').

Füsioloogiliste haiguste hulka kuulub ka **südamiku pruunistumine**, mida on raske avastada, sest pealt jäävad viljad puutumata. Polli katsebaasi andmetel haigestus sellesse haigusesse 'Pärnu tuviõun', vähem ka 'Liivi kuldrenett'.

PUUVILJADE SÄILIVUSELE MÕJUVA D TEGURID

Säilivuseks nimetatakse puuviljade võimet püsida teatud aja jooksul pärast kasvukohalt koristamist värskena, s. o. jätkata elu- protsesse sellele vaatamata, et on katkenud toitainete juurdevool. Säilivus väljendub viljade kvaliteedi püsivuses (maitseomadused, aroom, mahlakus jm.). Säilivuse mõõdupuuks on kvaliteedi püsi- mise aeg, eeltingimuseks aga vastupanuvõime välismõjudele ja mitmesuguste mädanemist põhjustavate mikroorganismide sisse- tungile.

Puuviljade säilivus oleneb nende liigist, sordist, kasvutingimus- test, koristusajast ja -tehnikast, samuti säilitusviisist ning -režiimist.

Eri **puuviljaliikide** säilimisajad on isesuguse pikkusega. Seem- neviljalised säilivad näiteks palju kauem kui luuviljalised ja marjad. Marjad säilivad külmkambrites värskena kõigest mõned päevad, ploomid paar kuud, taliõunad aga kuni 8 kuud (tabel 1.8).

Sordiomadused mõjutavad puuviljade säilivust üsna palju. Üldiselt säilivad hilised sordid paremini kui varajased. Tabelis 1.9 on toodud mõnede kohalike õunasortide valmimis- ja säilimis-

Tabel 1.8. Puuviljade arvutuslikud säilimisajad

Puuviljad ja marjad	Maksi- maalne säilimis- aeg
A. Õhjahutusega hoidlas	
Seemneviljalised:	
sügissordid	20 päeva
talisordid	4 kuud
B. Külmhoidlas	
Marjad:	
maasikad, vaarikad, murakad	5 päeva
sõstrad	1 päev
karusmarjad, pohlad, mustikad	15 päeva
jõhvikad	3 kuud
Luuviljalised:	
murelid, aprikoosid	21 päeva
virsikud	1 kuu
kirsid	42 päeva
ploomid, suvisordid	28 päeva
„ talisordid	3 kuud
Seemneviljalised:	
õunad, suvisordid	20 päeva
„ sügissordid	3 kuud
„ talisordid	8 kuud
pirnid, sügissordid	3 kuud
„ talisordid	6 kuud
C. Muudetud atmosfääriga hoidlas	
Seemneviljaliste talisordid	10 kuud

Tabel 1.9. Õunte valmimis- ja säilimisajad

Sort	Valmimis- kuu	Säilivus kuni (kuu)
Sügissordid		
'Aia ilu'	IX	X
'Borovinka'	IX	XI
'Koit'	IX	XII
'Liivi kuldrenett'	IX	XII
'Liivi šampanjer'	IX	XI
'Pärnu tuviõun'	IX	XI
'Seerinka'	IX	XI
'Sügis-dessertõun'	IX	XI
'Sügisjookik'	IX	XII
Talisordid		
'Joonik-aniis'	X	II
'Antoonovka'	X	I
'Liivi sibulõun'	XI	V
'Cortland'	XI	V
'Meelis'	X	III
'Paide taliõun'	XI	V
'Polli kaunitar'	XI	III
'Põltsamaa taliõun'	X	II
'Talvenauding'	XI	IV
'Tartu roosõun'	XI	IV
'Tellissaare õun'	XI	VI

ajad. Andmed on võetud Aianduse Valitsuse «Viljapuude ja marjakultuuride kataloogist» (1970). Säilimisajad on tabelis antud tavalistes tingimustes, s. t. säilitamisel ilma kunstliku külmutu- seta. Kui õunu säilitada külmhoidlates, pikeneb nende säilimisaeg veelgi.

Tabelis märgitud valmimisaeg tähendab õunte tarbimisküpseks saamist, milleks sügissortidel kulub pärast koristamist 15... 30 päeva, talisortidel kuni paar kuud.

Võrdse küpsemisajaga viljadest säilivad kauem need, millel on paksem koor, sest nad suudavad paremini vastu panna mikroorga- nismide sissetungile ja nakkustele. Ka on paksema koore korral vee auramine viljadest väiksem. Mõnedel õunasortidel on koor kaetud vahakorruga, mis samuti soodustab säilivust, takistades vee auramist ja viljade enneaegset närbumist.

Kasvutingimused. Geograafiline asend, kõrgus merepinnast, maapinna reljeef jm. mõjutavad samuti puuviljade kasvamist ning säilivust. Samast sordist viljad kasvavad põhjas tali-, lõunas aga suvisortidena. 'Antoonovka' õunad näiteks valmivad meil talisor- dina, Voroneži oblastis sügissordina, Krasnodari krais aga suvisor- dina. Kõrgel mägirajoonides kasvanud puuviljad säilivad pare- mini kui madalamates kohtades kasvanud. Samuti säilivad paremini mandrikliimas kasvanud puuviljad. Kasvukoha mõju viljade säilivusele on seletatav mikrokliima iseärasustega. Pare-

mini säilivad viljad, mis on kasvanud jahedamas ja kuivemas kliimas.

Ka muutlik ilmastik avaldab mõju puuviljade säilivusele. Viljad valmivad kiiremini ning säilivad halvemini ülemäära soojal ja vihmasel suvel.

Puuviljade säilivus oleneb pinnasest. Rasketel savistel pinnastel kasvavatel õunapuudel valmivad viljad aeglasemalt ning säilivad kauem kui puudel, mis kasvavad kergetel liivastel pinnastel. Mõju avaldab ka väetamine. Ülemäärane lämmastikuga väetamine vähendab viljade säilivust: säilitamise ajal väheneb neis sel juhul kiiresti suhkrusisaldus, nad nakatuvad kergemini haigustesse ja vananevad rutem (valmivad üle). Lämmastiku vähesuse korral mullas kasvavad viljad, mis on vähem aromaatsed, hapumad ja eredama värvusega.

Kaaliumi- ja fosforivaeguse korral on viljad liiga kõvad, sordile omase maitse ja lõhnata, säilivad halvemini.

Väetiste mõju puuviljade säilivusele on veel vähe uuritud, kuid on selge, et rikkaliku lämmastikuga väetamise korral vilju pikka aega säilitada ei saa.

Kasvuaegne veerežiim mõjutab samuti viljade säilivust. Tugevad vihmad ja ülemäärane niisutamine mõjub kahjulikult, eriti koristuseelsel perioodil. Kahju teeb ka liiga kuiv suvi. Viljad jäävad väikeseks, toitainete varu neis väheseks. Sellised viljad kaua ei säili.

Praktika näitab, et noortelt puudelt, mis on kiiresti kasvanud, saadakse halvemini säilivaid vilju kui vanematelt ja aeglasemalt kasvanud puudelt. Seepärast säilitatakse pikemat aega saaki, mis kogutakse vanematest aedadest. Nooremate puude saaki tuleb säilitada lühemat aega ja nad varem realiseerida.

Puuviljade säilivuse olenevust kasvutingimustest võib kokku võtta järgmiselt: kõik tegurid, mis soodustavad ja kiirendavad viljade valmimist, vähendavad nende säilivust.

Koristusaeg mõjutab tugevasti puuviljade säilivust. Liiga vara, toorelt koristatud viljad on madala kvaliteediga, närtsivad kiiresti, on vastuvõtlikud haigustele ja säilivad halvasti. Ka saak on väiksem, sest viljad pole jõudnud veel täis kasvada. Liiga hilja koristatud viljad valmivad kiiresti üle, vahel juba puul. Üleva minud viljad säilivad halvasti, sest nad vananevad ruttu, nende kvaliteet langeb ja nad nakatuvad kergesti haigustesse.

Igal sordil on oma optimaalne küpsusaste, milles korjatud ja hoidlasse paigutatud viljad säilivad kõige paremini. Mõnda sorti tuleb korjata koristusküpsuse algul, teist selle lõpul, kolmandat koguni tarbimisküpsuses. Optimaalne koristusaeg oleneb ka säilitusviisist (tavaline või külmhoidla). Kahjuks puuduvad veel teaduslike katsetega põhjendatud andmed meie kohalike puuvilja-sortide optimaalsete koristusaegade kohta, olenevalt nende säilitamisest tööstuslikes külmhoidlates. Külmhoidlas säilitatavad viljad koristatakse tavaliselt mõnevõrra hiljem, küpsematena.

287 Polli katsebaasis korraldati mitmeaastased katsed, et uurida põhjalikult õunte säilivuse olenevust koristusajast. Õunu säilitati tavalises, külmutusseadmeteta hoidlas. Selgus, et koristusajal on suur mõju õunte säilivusele, eriti sügissortidele, kusjuures kõige õigem on koristada neid siis, kui õuntel hakkavad seemned pruuniks värvuma või pooled neist on juba pruunid. Pollis on see aeg 10...20. septembrini (1964. ja 1965. a. korraldatud katsete põhjal). Täpset koristustööde kalendriplaani ei saa muidugi anda, sest igal aastal valmivad puuviljad eri aegadel. Viljade valmimise kiirus oleneb ilmastikust, pinnasest, agrotehnikast jt. teguritest.

Koristusae mõjutab taliõunu vähem kui sügisõunu. Kõige õigem on talisorte koristada siis, kui õuntel on kõik seemned pruunistunud ja koor on juba kas salatiroheline või kollakas-õunroheline (15. septembrist 1. oktoobrini). Talisortide 'Talvenauding' ja 'Paide taliõun' koristusaja määramisel tuleb olla eriti hoolikas, sest need kipuvad üle valmima juba kasvamise ajal, mistõttu säilivad hiljem halvasti. Polli katsebaasis korraldatud katsetes näiteks säilisid 18. septembril koristatud 'Talvenaudingu' viljad 178 päeva, kümme päeva hiljem koristatud õunad aga 70 päeva vähem.

Ka **koristustööd** mõjutavad puuviljade säilivust. Väga tähtis on, et viljad korjatakse puudelt ettevaatlikult, neid kahjustamata ja muljumata, tingimata koos viljavarrega. Vilju ei tohi koristamisel loopida ega kloppida. Koristusinventar peab olema sobiv ja korras, koristuskorvid seest puitvilla ja riidega vooderdatud.

Kui viljad pakitakse aias kastidesse, ei tohi viimaseid veokitele loopida, vaid need tuleb sinna ettevaatlikult tõsta. Ei tohi unustada, et iga muljutus ja mehaaniline vigastus alandab viljade kvaliteeti ja vähendab nende säilivust.

Säilitusviis ja -režiim on kõige olulisemad puuviljade säilivust mõjutavad tegurid. Nende mõju käsitleme vastavates peatükkides põhjalikumalt, siinkohal aga olgu öeldud, et säilitusviisi valik ei sõltu ainult viljade säilivuse näitajatest, vaid oleneb ka majandi võimalustest, arengutasemest, aedade suurusest jt. teguritest. Hoidlate planeerimisel tuleb rohkem arvestada nüüdisaegseid säilitusviise, sest need on ökonoomsemad, tulemusrikkamad ja nõuavad vähem tööjõudu.

Säilitusrežiimist tuleb rangelt kinni pidada. Isegi selle lühiajaline rikkumine halvendab viljade säilivust märgatavalt. Viljad on eriti tundlikud temperatuuri kõikumise suhtes. Ka õhuniiskus ei tohi langeda alla lubatud piiri.

Nagu eeltoodust näha on, ei sõltu puuviljade edukas säilitamine üksi hoidlast ja säilitustingimustest. Need on küll kõige olulisemad tegurid, kuid nende kõrval tulevad arvesse veel mitmed teised nõuded, mis samuti mõjutavad säilitustulemusi. Saagi säilitamisele tuleb hakata mõtlema juba aedade rajamisel ja sortide valikul, seda ei tohi unustada ka saagi kasvatamisel ja koristamisel. Tänapäeva puuviljanduses moodustavad saagi kas-

vatamine, säilitamine ja kaubatodangu töötlemine tervikliku tootmistsükli, kus kõik üksiklõigud on võrdse tähtsusega, millele tuleb ühepalju tähelepanu osutada. Üksnes siis saadakse häid tulemusi.

2. HOIDLATE PLANEERIMINE

Puuviljahoidlate ehitamisel tuleb silmas pidada eeskätt kaht nõuet. Esiteks — säilitusrežiim peab olema hoidlas tagatud võimalikult lihtsate ja töökindlate seadmetega, teiseks — laadimis- ja hooldustööde maht peab olema minimaalne. Nende nõuete täitmine oleneb suurel määral hoidlate planeerimisest. Viimane jaguneb välis- ja siseplaneerimiseks.

Hoidlate planeerimisel kehtib nõue, et need tuleb ehitada võimalikult universaalsed, puuviljaliikide erinevuste tõttu üksteisest pole see aga täies ulatuses võimalik. Seepärast on kokku lepitud, et hoidlate tehnoloogia planeerimisel ja seadmete valikul võetakse aluseks need puuviljaliigid, mis konkreetses paikkonnas on kõige rohkem levinud, Eestis seega **õunad**. Järelikult tuleb hoidlate planeerimisel meie majandites arvestada peamiselt õunte säilitamise erinõudeid.

VÄLISPLANEERIMINE

Välisplaneerimine algab sellest, kuhu hoidla ehitada: kas suured baasid linnadesse ja asulatesse või väikesed hoidlad puuvilju tootvatesse majanditesse (sovhoosidesse, kolhoosidesse jm.).

Kogemused räägivad viimase variandi kasuks. Varematal aastatel, kui meie majandid olid nõrgad ja spetsialiseerumata, oli õigustatud nende saaduste kokkuost sügisel ja säilitamine tsentraliseeritud korras, olgugi et see oli seotud suuremate kadude ja kulutustega. Tänapäeval on olukord muutunud: on loodud puuvilju tööstuslikult tootvad tugevad spetsialiseeritud majandid, kellele ei käi üle jõu ajakohaste hoidlate ehitamine ja majandamine. Seepärast on täiesti reaalne säilitada puuvilju majandites, kus neid kasvatatakse.

Tehnoloogilisest seisukohast on puuviljade majandites säilitamisel palju eeliseid. Olulisem neist on säilituskadude tunduv vähenemine. Transportimisel kauge maa taha saavad puuviljad paratamatult kannatada — põrutada, muljuda jne., mis vähendab suurel määral nende säilivust, nii et neid pole pärast vedu enam võimalik pikemat aega säilitada ja suuremate kadude vältimiseks tuleb nad kiiresti realiseerida. Kui puuvilju säilitada kasvukoha lähedal, on neid võimalik kiiresti, väiksema tööjõukulu ja väiksemate kahjustustega hoidlasse toimetada ning seal kohe maha jahutada, millega luuakse soodsad tingimused nende pikaajaliseks säilitamiseks. Seejuures ei koormata transpordivahendeid kiirel koristusperioodil üle pikkade vedudega ja inimesi kaubatodangu

töötlemisega. Pärast koristustööde lõppemist on vabanenud töölisi võimalik rakendada tööle hoidlates, kus nad sorteerivad ja pakivad realiseeritavaid saagikoguseid märksa pikema aja jooksul ja normaalse tempoga.

Säilituse seisukohast on väga tähtis, et vilju hooldaks kasvamise algusest kuni realiseerimiseni üks ja seesama tootjate grupp, sest siis tõuseb töötajate huvi saagi säilitamise tulemuste vastu. Nagu I peatükis tõdesime, on säilitustulemusi võimalik mõjutada juba aedade rajamisest alates. Kui puuviljade kasvatamisega tegelevad töötajad vastutavad ka saagi säilitamise tulemuste eest, siis arvestavad nad seda juba kogu kasvuperioodi jooksul, nii et säilitamise lõpptulemused ei sõltu ainuüksi hoidlas tehtud hooldustöödest. Niiviisi saavutatakse viljade säilitamisel hoopis paremaid tulemusi.

Majandite hoidlatest on mõeldav saaduste transport otse kauplustesse. Sel juhul jäävad ära vahepealsed kastide ümber tõstmised baasladudes, vähenevad kaod, lihtsustub asjaajamine ja alaneb saaduste hind.

Eelöeldu ei tähenda, et linnade kaubastute baasides ei tuleks üldse hoidlaid ehitada. Neid on tingimata vaja imporditavate ja individuaalapidajatelt kokkuostetavate puuviljakoguste säilitamiseks. Viimaste osatähtsus elanikkonna varustamisel puuviljaga on praegu veel üsna suur.

Asukoha valik majandi piires kuulub hoidlate välisplaneerimise tähtsamate küsimuste hulka. Hoidla territoorium tuleb valida vastavuses majandi maakasutusplaaniga. Valik peab olema majanduslikult põhjendatud. Hoidla ei tohi asuda aedadest kaugel. Teisest küljest peab veokitel olema hoidlale hea ligipääs saaduste transportimiseks. Seega peavad hoidlad asuma suurte teede läheduses (vastavalt kehtivatele normidele mitte lähemal kui 50 m).

Valitud koht peab võimaldama hoidla perspektiivset laiendamist, samuti elektrienergiaga varustamist ja veevarustusvõrguga ühendamist minimaalsete kulutustega.

Soovitav on, et hoidla ei asuks väga kaugel majandi keskusest või tootmistsoonist, sest siis on võimalik kasutada olemasolevaid kommunikatsioone (elekter, vesi, kanalisatsioon, küte). Hoidlat saab sel juhul kütta keskuse tsentraalkatlamajast ja pole vaja ehitada individuaalset katlaruumi. Keskuse lähedal olevas hoidlas saab tühiajal (juuni algusest augusti lõpuni) säilitada muidprodukte tänu millele tõuseb tunduvalt hoidla kasutatavuse aste.

Hoidla ehitusplatsiks valitud maa-ala peab olema enam-vähem tasane ja kuiv. Põhjavesi ei tohi segada ehitustöid: see peab jääma 1...1,5 m hoidla põrandast allapoole.

Hoidla peab seestpoolt olema planeeritud nii, et oleks võimalik rakendada kõige progressiivsemat säilitustehnoloogiat. Säilitusrežiimi reguleerimine peab olema automatiseeritud ja laadimistööd võimalikult mehhaniseeritud.

Tuleb arvestada, et hoone püsib 50...60 aastat, seadmed aga vananevad umbes 10...15 aasta jooksul. Seepärast peab hoone olema selline, et teda saaks suuremate ümberehitusteta moderniseerida ja laiendada.

Hoidla ehitus ja eksploatatsioon peavad olema ökonoomsed. See tagatakse järgmiste abinõudega:

- õige mahutavuse määramine, mis tagab hoiuruumidele optimaalse koormuse, külmutus-, kütte- ja muude seadmete tühikäikude vähendamise miinimumini;
- hoone kuju ja konstruktsiooni lihtsus, mis vähendab hoone maksumust ja kiirendab ehitust;
- hoiuruumide, koridoride, abiruumide ja seadmete ratsionaalne paigutus, et tagada töökindlat sisetransporti. Seejuures peavad sõiduteed olema valitud nii, et nende ristumisel ei tekiks ummikuid ega avariisid.

Prægusaegsete hoidlate planeerimisel grupeeritakse ühesuguse otstarbega ruumid kokku ühte blokki:

- 1) põhitootmisruumide blokk — hoiuruumid, tehnoloogilised koridorid, laadimislüüsid ja -platvormid;
- 2) abitootmisruumide blokk — masinaruum, katlaruum (kui see asub samas hoones), elektriseadmete ruumid (kilbi- ja akude laadimise ruumid), akutöstukite ruum;
- 3) kaubatoodangu töötlemise blokk — sorteerimis-, puhastamis-, pakkimis-, taara hoidmise ja parandamise ruumid, ekspeditsiooniruum;
- 4) abiruumide blokk — administratiiv-, riietus-, pesemis- ja puhkeruumid.

Selline ruumide grupeerimine lihtsustab hoidlate ehitamist ja ekspluateerimist. Igal ruumidegrupil on oma plaanlahendus ja ruumide kõrgus. Kui neid blokeerida, on võimalik vähendada ehituse mahtu ja kasutada ehitamisel otstarbekamalt tüüp detaile.

Säilitustehnoloogia valikul tuleb silmas pidada asjaolu, et mootorsõidukite sissesõit hoiuruumidesse pole lubatud, sest heitgaasid võivad säilitatavaid puuvilju rikkuda. Praegu kehtivate tüüpprojektides ongi ette nähtud saaduste laadimine autodele väljaspool hoiuruume lahtise katuse all. Selline lahendus pole aga meie vabariigis vastuvõetav, sest talvel võivad viljad veokitele laadimisel saada külmakahjustusi. Seepärast on parem, kui veok sõidab spetsiaalsesse ruumi, nn. lüüsi, mis on hoiuruumidest ja välisõhust eraldatud soojustatud väravatega. Kui suletakse välis- ja avatakse sisevärav, pole karta, et saadused veokile laadimise

ajal kahjustatud saaksid. Nagu öeldud, pole tüüpprojektides sellist lüüsi ette nähtud. See tuleb projekti sidumisel juurde projekteerida.

Siseplaneerimisel tuleb määrata kõigepealt hoidla tüüp ja mahutavus, samuti säilitusviis. Nende valik oleneb viljapuuaedade suuruselt, majandi tootmisplaanist, majanduslikest võimalustest ja tehnilisest tasemest.

HOIDLATE LIIGITUS

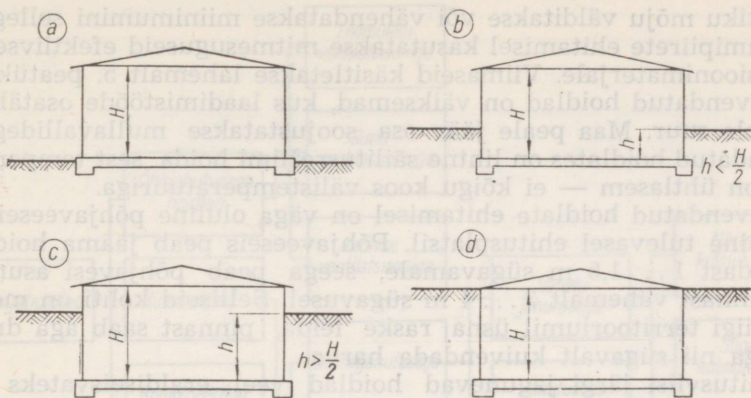
Ehitatakse mitmesuguste konstruktsioonide ja tehnoloogiliste lahendustega puuviljahoidlaid. Nad erinevad üksteisest ehitusviisi, otstarbe, mahutavuse ja sisustuse poolest. Paremaks orienteerumiseks selles mitmekesisuses võib hoidlaid liigitada järgmistele tunnustele alusel.

Püsivusastme järgi jagunevad puuviljahoidlad ajutisteks ja kapitaalseteks. Ajutised hoidlad rajatakse puuviljade lühiajaliseks säilitamiseks. Nende hulka kuuluvad kuhjad, jääst hoidlad ja mitmesugused panipaigad, mis on ajutiselt kohandatud saagi säilitamiseks. Kuhjad ja jäätükkidest laotud hoiupaigad tehakse üheks säilitusperioodiks. Nende rajamine on väga töömahukas ja viljade säilimist on neis raske jälgida. Talvel on neid peaaegu võimatu avada, et saadusi osaliselt realiseerida. Seepärast tuleb terve kuhi korraga likvideerida. Meie vabariigis puuvilju kuhjades ja jääst hoidlates ei säilitata.

Mõnevõrra pikemaks ajaks on mõeldud kohandatud panipaigad. Need sisustatakse tavaliselt mingisse olemasolevasse hoonesse või hoone keldrisse, et seal mõne aasta jooksul saaki säilitada, kuni jõutakse kapitaalne hoidla valmis ehitada. Meie vabariigis kasutatakse selliseid ajutisi hoiuruume praegu veel üsna sageli. Temperatuuri alandatakse neis tavaliselt loomuliku õhuvahetuse teel õhu väljatõmbeahtide ja sissevooluavade kaudu. Mõnikord rakendatakse ka sundventilatsiooni väljatõmbeventilaatorite abil.

Kapitaalsed hoidlad ehitatakse aastakümneteks. Nad ehitatakse püsivast materjalist ja neisse paigutatakse mitmesugused seadmed säilitusrežiimi reguleerimiseks ja laadimistöode mehhaniseerimiseks. Et kapitaalsete puuviljahoidlate ehitamine nõuab suuri kapitaalvahutusi, tuleb neid planeerida ja ehitada hoolikalt ning läbimõeldult ja ära kasutada kõik võimalused nende sisustamiseks moodsate seadmetega. Sellega välditakse nende enneaegset moraalset vananemist.

Kõrgele ehitusmaksumusele vaatamata on saaduste kapitaalsetes hoidlates säilitamise omahind siiski madalam kui ajutistes hoidlates säilitamisel, seda eeskätt väiksemate säilituskadude, märksa pikema säilitusaja ja laadimistöode mehhaniseerimise arvel. Kapitaalsetes hoidlates võib töötada sõltumata ilmastikust, säilitusrežiim on kergesti reguleeritav, säilitatavaid saadusi on hõlpus kontrollida ja sorteerida.



Joonis 2.1. Hoidlate liigitus ehitusviisi järgi:

a — maapealsed, b — poolsüvendatud, c — süvendatud, d — maa-alused hoidlad.

Otstarbe järgi jagunevad puuviljahoidlad spetsiaalseks ja universaalseteks. Esimestes säilitatakse üht teatud liiki puuvilja (õunahoidlad, viinamarjahoidlad, tsitrusviljade hoidlad jt.), teistes aga üheaegselt mitut eri liiki puuvilja.

Universaalsed puuviljahoidlad koosnevad tavaliselt mitmest hoiuruumist. Iga ruumi mikrokliimat on võimalik reguleerida teistest sõltumata, mis võimaldab luua igale puuviljaliigile vajaliku säilitusrežiimi.

Mahutavuse järgi liigitatakse puuviljahoidlad väikeseks — mahutavus alla 250 t, keskmisteks — 250...500 t, suurteks — mahutavus 500...2000 t. Üle 2000 t mahutavusega hoidlate ehitamist ei peeta enam ökonoomseks. Kui mõnes majandis või kaubastubaasis on vaja säilitada korraga rohkem puuvilju, ehitatakse mitu hoidlat, mis ühendatakse ühenduskoridoriga ühtseks kompleksiks.

Ehitusviisi järgi liigitatakse hoidlad nelja liiki (joonis 2.1):

1) maapealsed hoidlad — hoidla põrand on ümbritseva pinna tasemel või sellest kõrgemal;

2) poolsüvendatud hoidlad — hoidla kõrgusest on vähem kui pool maa sees;

3) süvendatud hoidlad — hoidla kõrgusest on üle poole maa sees;

4) maa-alused hoidlad — hoidla lagi on maapinna tasemel või sellest allpool.

Maapealseid hoidlaid on hõlpus tühjendada ja saadusi on neis kerge laadida. Kõrge põhjaveeseis krundil ehitustöid ei sega. Puuduseks on vaid see, et ilmastik mõjutab tugevasti hoiuruumide sisekliimat. Siiski ehitatakse tänapäeval kõik suuremad puuviljahoidlad maa peale, sest määravaks on eksploatatsiooni lihtsus.

Ilmastiku mõju välditakse või vähendatakse miinimumini sellega, et ruumpiirete ehitamisel kasutatakse mitmesuguseid efektiivseid isolatsioonimaterjale. Viimaseid käsitletakse lähemalt 5. peatükis.

Süvendatud hoidlad on väiksemad, kus laadimistööde osatähtsus pole suur. Maa peale jääv osa soojustatakse mullavallidega. Süvendatud hoidlates on lihtne säilitusrežiimi hoida, sest temperatuur on ühtlasem — ei kõigu koos välistemperatuuriga.

Süvendatud hoidlate ehitamisel on väga oluline põhjaveeseisu uurimine tulevasel ehitusplatsil. Põhjaveeseis peab jääma hoidla põrandast 1...1,5 m sügavamale, seega peab põhjavesi asuma maapinnast vähemalt 3...4 m sügavusel. Selliseid kohti on meie vabariigi territooriumil üsna raske leida, pinnast saab aga dre-naažiga nii sügavalt kuivendada harva.

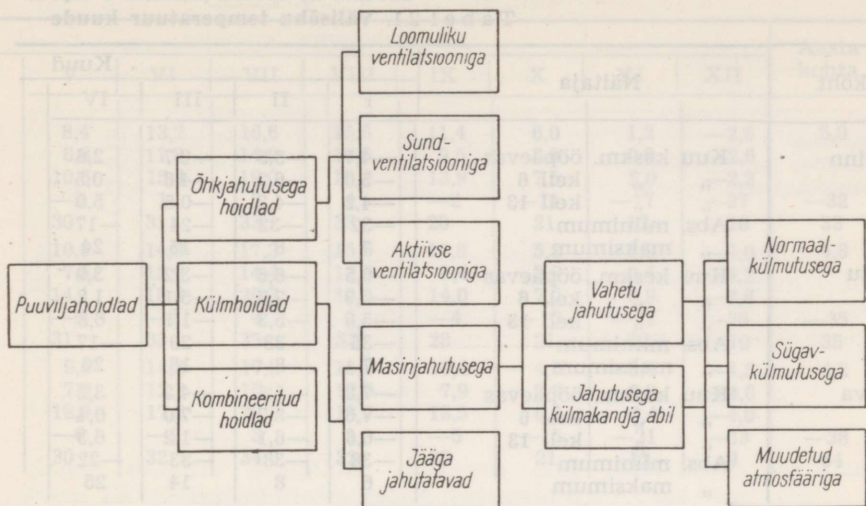
Ehitusviisi järgi jagunevad hoidlad veel eraldiseisvateks ja muuks otstarbeks kasutatavate ruumidega blokeeritud hoidlateks. Puuvilju tootvates spetsialiseeritud majandites ehitatakse hoidlad omaette hoonetena, harvem blokeeritult konservi- või veinitsehhi-dega. Blokeerimist eelistavad sageli linnade konservitehased ja kaubandusorganisatsioonid oma baasladudes, kus piiratud suuru-sega territooriumil ollakse sunnitud puuviljahoidlaid ehitama sageli isegi teiste hoonete keldritesse.

Keldrite puuduseks on, et neis on üsna raske ehitada tõhusat jahutussüsteemi ja mehhaniseerida laadimistöid. Pealegi on hoiu-ruumide peal ja kõrval olevate köetavate ruumide tõttu vaja suurendada külmutusmasinate võimsust, mis aga osutub ebaöko-noomseks.

Sisustuse järgi liigitatakse puuviljahoidlad vastavalt kasutata-vale inventarile. Suurtes puuviljahoidlates säilitatakse saadusi peamiselt kastides, mis mahutavad 20...25 kg õunu. Viimasel ajal on kasutusele võetud ka suuremaid mahuteid, nn. konteinereid, mille maht on 250...300 kg. Nende korral kiirenevad koristus-tööd tunduvalt ja hoiuruumide maht kasutatakse paremini ära. Väiksemates hoidlates paigutatakse puuviljad üsna sageli riulitele püramiidikujuulistesse kuhilatesse. See toiming on väga töömahu-kas ja ebaökoonoomne, eriti kui säilitatavad kogused on suured. Töö tuleb teha käsitsi. Selleks ei jätku sageli tööjõudu. Ka hoidla mahu kasutusaste on teiste säilitusviisidega võrreldes mitu korda madalam. Riulitel säilitamise korral mahub hoidla 1 m² suurusele põrandapinnale 0,3 t, kastides säilitamisel 0,5...0,7 t, konteiner-rites koguni 1,2...1,5 t õunu.

Mikrokliimat kujundavate seadmete järgi jagunevad puuvilja-hoidlad järgmiselt (joonis 2.2).

1. **Õhkjahutusega hoidlad** (ventileeritavad), kus hoiuruumide temperatuur alandatakse külma välisõhuga. Vii-mane suunatakse hoiuruumidesse ventilatsiooniseadmete abil. Ventilatsiooniseadmed jagunevad omakorda loomuliku ergutu-sega, sund- ja aktiiventilatsiooniseadmeteks. Neid käsitletakse lähemalt 4. peatükis.



Joonis 2.2. Hoidlate liigitus mikrokliimat kujundavate seadmete järgi.

2. Külmhoidlad jagunevad jäaga jahutatavateks ja külmutusagregaatidega hoidlateks. Viimaseid nimetatakse ka masinjahutusega hoidlateks.

Jäaga jahutatavad hoidlad on ehituselt lihtsad ja suhteliselt odavad, kuid nende ekspluaterimine on tülikas ja nõuab palju tööjõudu. Jahutamiseks vajalikud jääkogused on suured, neid varuda ja säilitada aga on üsna raske. Seepärast kasutatakse jäaga jahutamist vaid väiksemates puuviljahoidlates. Külmutusagregaadid on olemas kõikides ajakohastes suuremates puuviljahoidlates. Hoidlate täitmine algab tavaliselt septembris, mil välisõhu temperatuur on veel üsna kõrge (tabel 2.1). Vajaliku madala temperatuuri saavutamiseks hoiuruumis on vaja rakendada kunstlikku külmutust. Hoidlates kasutatakse nii vahetu aurumisega külmutusagregaate kui ka neid, millel jahutamine toimub erilise külmakandja vahendusel. Vahetu aurumise korral aurub mahajahutatud külmutusagens vahetult hoiuruumis asuvates patareides või õhkjahutusseadmetes. Külmakandjaga jahutussüsteemis jahutatakse masinaruumis asuvas aurustis külmakandja (tavaliselt soolalahus) vastava temperatuurini ja pumbatakse siis hoiuruumi jahutusseadmesse.

Külmhoidlate eriliigi moodustavad sügavkülmutusega hoidlad. Kui normaalses külmhoidlas hoitakse hoiuruumides temperatuur 0° lähedal, siis sügavkülmutusega hoidlas on säilitustemperatuur $-18^{\circ} \dots -25^{\circ}$. Nii madalas temperatuuris säilivad puuviljade maitseomadused paremini ning vähenevad säilituskaod.

Tabel 2.1. Välisõhu temperatuur kuude

Asukoht	Näitaja	Kuud			
		I	II	III	IV
Tallinn	Kuu keskm. ööpäevas	-4,7	-5,5	-2,7	2,6
	„ „ kell 6	-5,0	-6,2	-4,6	0,5
	„ „ kell 13	-4,2	-4,2	-0,5	5,0
	Abs. miinimum	-32	-32	-24	-17
	„ maksimum	7	8	15	24
Tartu	Kuu keskm. ööpäevas	-6,5	-6,6	-3,2	3,9
	„ „ kell 6	-6,9	-7,7	-5,1	1,2
	„ „ kell 13	-5,9	-5,3	-1,1	6,8
	Abs. miinimum	-35	-33	-29	-17
	„ maksimum	7	8	16	26
Narva	Kuu keskm. ööpäevas	-7,2	-7,6	-4,2	3,2
	„ „ kell 6	-7,6	-8,7	-7,0	0,4
	„ „ kell 13	-6,6	-6,1	-1,2	6,3
	Abs. miinimum	-38	-38	-33	-22
	„ maksimum	6	8	14	25

Viimasel ajal on tähelepanu äratanud veel üks eriliik külmhoidlaid — muudetud ehk modifitseeritud atmosfääriga hoidlad. Lisaks kunstlikult loodud madalale temperatuurile muudetakse neis ka hoiuruumi õhu koosseisu: vähendatakse hapniku hulka õhus ja suurendatakse süsihappegaasi hulka. Teatavasti soodustab süsihappegaas puuviljade säilimist.

3. **Kombineeritud jahutusega hoidlas** on nii õhkjahutusseadmed kui ka külmutusmasinad. Niisugune hoidla moodustab nagu kahe eelmise hoidlaliigi sünteesi. Kui välistemperatuur on kõrge (sügisel ja kevadel), rakendatakse tööle külmutusseadmed, kui väljas on aga külm (talvel), jahutatakse hoiuruume ventilatsiooniseadmetega. Niisuguse kombineeritud jahutusviisiga saavutatakse märgatavat kokkuhoidu, sest külmutusseadmete tööaeg väheneb, ventilatsiooniseadmete töö on aga palju odavam.

TOOTMIS- JA ABIRUUMID

Põhitootmisruumid. Puuviljahoidlate põhitootmisruumide blokki kuuluvad hoiuruumid, tehnoloogilised koridorid, laadimislüüsid ja -platvormid.

Hoiuruumide suurus, planeerimine, piirete konstruktsioonid ja sisustust valitakse olenevalt säilitatavatest saadustest (liigist, kogusest), säilitusviisist ja -režiimist.

Majandisse ehitatava puuviljahoidla hoiuruumide optimaalse suuruse määramisel võetakse aluseks aegade perspektiivne saak hilissügis- ja talisortidest viljapuudel. Seejuures arvestatakse, et pikka aega säilitatakse 60...70% saagist. Õunte perspektiivseks

V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta kohta
8,4	13,2	16,6	15,6	11,4	6,0	1,2	-2,6	5,0
6,8	11,8	14,9	13,5	9,5	5,0	0,9	-2,6	
10,6	15,4	19,0	18,2	13,9	7,5	2,0	-2,2	
-5	1	5	4	-2	-11	-17	-27	-32
30	31	33	33	28	21	12	10	33
10,6	14,8	17,3	15,5	10,8	5,2	0,0	-4,0	4,8
7,5	12,0	14,4	12,5	8,4	3,9	-0,4	-4,2	
14,1	18,4	20,8	19,0	14,0	7,2	0,9	-3,6	
-6	-2	4	2	-4	-12	-22	-26	-35
31	33	35	33	28	21	13	10	35
9,5	14,2	17,2	15,2	10,4	4,8	-0,4	-4,5	4,2
7,0	12,3	15,0	12,5	7,9	3,6	-0,8	-4,6	
12,9	17,5	20,3	18,7	13,5	6,6	0,4	-4,0	
-6	-2	3	1	-5	-13	-21	-33	-38
30	32	34	32	28	21	12	9	34

saagiks spetsialiseeritud puuviljakasvatustajadeis loetakse 10 t hektarilt. Kui hilissügis- ja talisortidest viljapuude all on näiteks 80 ha aedu, peaks hoidla mahutavus olema $0,65 \times 10 \times 80 = 520$ tonni.

Üksikute hoiuruumide suurus planeeritakse hoidla üldise mahutavuse järgi. Öhkjahutusega hoidlad ehitatakse enamasti ühe või kahe suurema hoiuruumiga, külmhoidlad jagatakse aga tavaliselt mitmeks väiksemaks kambriks, et külmutusseadmete töö oleks efektiivsem ja temperatuur kogu ruumis ühtlasem.

Külmkambrid ei tohi olla liiga väikesed, sest siis jääb liiga palju hoone pinnast vaheseinte ja läbikäikude alla, külmutusseadmed ja torustikud lähevad keerulisemaks, ülearu palju tuleb kambritesse hermeetilisi uksi jne. Külmkambrid ei tohi olla ka liiga suured, sest siis läheb nende kasutamine kallimaks. Kevadel, kui osa saagist on juba realiseeritud ja suur kamber on pooleldi tühi, peavad külmutusagregaadid ikkagi töötama täie võimsusega. Väiksemad kambrid tühjendatakse kiiremini ja neid võib üksikult välja lülitada, millega kergendatakse külmutusagregaatide (kompressorite) tööd. Väheneb külmavajadus, seega ka elektrienergia kulu.

Külmkambrite mahutavus ei tohiks olla alla 50 t ja üle 200 t. Optimaalne mahutavus on 100...150 tonni.

Valitud mahutavuse järgi määratakse külmkambrite kubatuur ja põrandapind. Need olenevad säilitustehnoloogiast — kasutata- vast taarast, virnastamiskõrgusest jm. Tabelis 2.2 on toodud külmkambrite normatiivsed erikoormused tonnides 1-m^2 paigalduspinna ja 1-m^3 paigaldusmahu kohta.

Tabel 2.2. Kõlmkambrite erikoormused

Säilitusviis	Erikoormus tonnides	
	paigalduspinnale t/m ²	paigaldusmahule t/m ³
Kastides	0,5...0,7	0,20...0,22
Kastides kaubaalustel	1,0...1,3	0,26...0,27
Konteinerites	1,2...1,5	0,31...0,32

Hoiuruumi paigalduspinnaks on pind, millel saadused asuvad, s. o. ruumi üldpind, millest on maha arvatud vahekaikude ja seadmete all olevad pinnad. Paigalduspinnast lähtudes saab hoiuruumi üldpinna arvutada järgmise valemi järgi:

$$F = \frac{F_p + k \cdot L_1 + (b + c)L_2 + F_0}{a} \text{ [m}^2\text{]}, \quad (2.1)$$

kus a on koefitsient, mis arvestab läbikäike virnade vahel, $a = 0,9 \dots 1,0$ olenevalt hoiuruumi suuruselt;

F_p — paigalduspind m²;

k — virna kaugus seinast m;

L_1 — külmutuspatareideta seiniosa pikkus m;

L_2 — külmutuspatareidega seiniosa pikkus m;

b — külmutuspatareide kaugus seinast (kaasa arvatud patarei läbimõõt) m;

c — virna kaugus patareidest m;

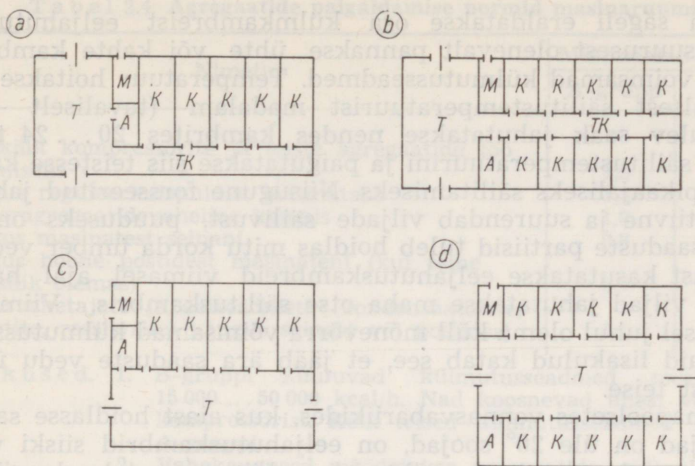
F_0 — õhkjahutite alla jääv pind m², kui jahutid asuvad kõlmkambrites.

Valemis 2.1 toodud k , b ja c on normeeritud. Nende minimaalsed väärtused on toodud tabelis 2.3.

Tabel 2.3. Virnade minimaalsed kaugused seintest ja seadmetest

Elementidevaheline kaugus meetrites	Õhk-jahutusega hoidlas	Kõlm-hoidlas	Muudetud atmosfääri-ga hoidlas
Virna ja sein vahel, kus ei ole külmutuspatareisid	0,3	0,2	0,2
Virna ja külmutuspatareide vahel	—	0,3	0,3
Virna ja lae vahel	0,7	0,3	0,3
Kastide vahel virnas	0,1	0,02	0,01
Konteinerite (ka kaubaaluste) vahel virnas	—	0,1	0,1
Kaugus seinast külmutuspatarei teljeni	—	0,2	—

Märkus. Kui hoiuruumi laes on väljaulatavaid osi või seadmeid (ventilatsioonitorustik jm.), tuleb virna ja lae vaheline kaugus võtta virna pealt kuni laest väljaulatava osa alumise servani.



Joonis 2.3. Külmkambrite paigutus:

a ja b — kambrid avanevad tehnilisse koridori, c ja d — kambrid avanevad töötlemisruumi. K — külmkambrid, T — töötlemisruum, TK — tehniline koridor, M — masinaruum, A — abiruumid.

Paigaldusmahu arvutamiseks korrutatakse paigalduspind virna tegeliku kõrgusega. Kui kastid laotakse ülestikku kaubaalusteta, võib virna kõrgus olla 2,6...3,0 m, kui aga koos kaubaalustega, siis 4,0...4,8 m, järelikult peab hoiuruumi kõrgus olema 4,3...5,1 m. Sageli tehakse see veel kõrgem — kuni 6 m, et vajalikke seadmeid lae alla paigaldada.

Külmkambrite paigaldamisel kehtib kaks printsiipi. Ühe järgi planeeritakse külmkambrid ridamisi üksteise kõrvale, ühele või kahele poole tehnoloogilist koridori, mis suubub kambrite kõrval olevasse töötlemisruumi (joonis 2.3, a ja b). Teise printsiibi järgi avanevad külmkambrid otse töötlemisruumi (joonis 2.3, c ja d).

Esimesel juhul on puuviljade säilitamine ja töötlemine rangelt lahus, mis on vajalik eeskätt siis, kui suur osa saagist realiseeritakse kohe majandis. Kaubatoodangu töötlemist on nüüd võimalik organiseerida mitmes vooluliinis, ilma et see segaks tööd hoiuruumides.

Teise printsiibi korral on silmas peetud transporditeede lühidust külmkambrite ja töötlemisruumi vahel.

Nagu jooniselt 2.3 nähtub, võib puuviljade töötlemisruumi eraldada külmkambrite blokist ja selle hooneosa teha nõrgema isolatsiooniga ning odavamalt. Erandiks on variant d, kuid siin avaneb võimalus kasutada töötlemisruumi vaba pinda saaduste lühiajaliseks säilitamiseks ajal, mil puuvilju ei töödelda. Töötlemisruumi paigutatud partiid realiseeritakse esmajärjekorras.

Üsna sageli eraldatakse osa külmkambrist eeljahutuseks. Hoidla suurusest olenevalt pannakse ühte või kahte kambrisse teistest võimsamad külmutusseadmed. Temperatuur hoitakse neis optimaalsest säilitustemperatuurist madalam (tavaliselt -2°). Aiast tulev saak jahutatakse nendes kambrites 20...24 tunni jooksul säilitustemperatuurini ja paigutatakse siis teistesse kambritesse pikaajaliseks säilitamiseks. Niisugune forsseeritud jahutus on efektiivne ja suurendab viljade säilivust, puuduseks on aga see, et saaduste partiisid tuleb hoidlas mitu korda ümber vedada. Seepärast kasutatakse eeljahutuskambreid viimasel ajal harvemini ja viljad jahutatakse maha otse säilituskambris. Viimastes peavad sel juhul olema küll mõnevõrra võimsamad külmutusseadmed, kuid lisakulud katab see, et jääb ära saaduste vedu ühest kambrist teise.

Lõunapoolsetes vennasvabariikides, kus aiast hoidlasse saavad viljad on üle 20° soojad, on eeljahutuskambrid siiski vajalikud ja need on seal ette nähtud ka ehitus- ja tehnoloogilistes projekteerimismõnnetes. Meie vabariigis on otstarbekam jahutada vilju otse säilituskambrites.

Tehnoloogilised koridorid on vajalikud liikluse korraldamiseks külmkambrite, töötlemisruumi ja ekspeditsiooni-ruumi vahel. Et koridorid moodustavad ebaproduktiivse pinna, peab nende pind minimaalne olema, kuid siiski võimaldama lahedat liiklust ka laadimistöde tippkoormuse ajal. Kui hoidlas säilitatakse ja transporditakse saadusi konteinerites või kastides kaubaalustele koondatud pakettidena, peab koridori laius olema vähemalt 6 m, et oleks võimalik kahepoolne liiklus.

Laadimislüüsid peavad võimaldama suurte refrižeraatorautode sissesõitu hoidlasse, et puuvilja oleks võimalik vedada ka talvel. Väravad peavad olema soojustatud ja tihedalt sulguma. Platvormile avanevate külmkambrite uste ette pannakse sageli õhkkardinad, et välisõhk ei saaks avatud udest sisse tungida ja kambri mikrokliimat muuta. Lüüside väravatel pole õhkkardinad vajalikud, sest lüüsidel on kaks väravat: sisevärav on auto sissesõidul suletud ja avatakse alles siis, kui välisvärav on auto järel kinni pandud. Pealegi ei avane lüüsid mitte külmkambritesse, vaid ekspeditsiooni- või töötlemisruumi.

Laadimisplatvormid. Nüüdisaegsed hoidlad on tavaliselt ühekorruselised maapealsed ehitised, kus saadusi transporditakse horisontaalselt. Praktika on näidanud, et saaduste üles-alla-tõstmine liftide või muude tõsteseadmetega takistab hoidlate kiiret täitmist. Horisontaalset transporti veokilt hoiuruumi on võimalik hästi korraldada vaid siis, kui veoki kasti põhi ja hoidla põrand asuvad enam-vähem ühel tasapinnal. Vahelülks nende kahe lõpp-punkti vahel on hoidla ees olev laadimisplatvorm. See ehitatakse kas varikatusega või ilma. Laadimisplatvormid on lahtised ja talvel võivad puuviljad hoidlast väljalaadimisel külmuda. Meie oludes tuleks eelistada kinnisi laadimislüüse.

Tabel 2.4. Agregaatide paigaldamise normid masinaruumis

Nimetus	Minimaalne mõõt m	
	A-grupp	B-grupp
Vahekaik kompressorite ja teiste agregaatide töö jälgimiseks	1,5	1,25
Kaugus reguleerimispuldist masinateni	1,5	1,25
Naaberagregaatidevaheline kaugus	1,0	1,0
Kaugus masinatest seinani	0,8	0,5
Kaugus hoone postidest masinateni (kui teine vahekaik olemas)	0,7	0,5
Soojusvahetajate ja abiseadmete (kondensaatorite, aurustite, ressiivrite) kaugus seinast või postidest	0,1	0,1

- Märkused. 1. B-gruppi kuuluvad külmutusseadmed tootlikkusega 15 000...50 000 kcal/h. Nad koosnevad ühest või kahest kompressorist. Kõik teised külmutusseadmed kuuluvad A-gruppi.
2. Vahekaugused mõõdetakse agregaatide väljaulatuvatest osadest (gabariidist).

Viimasel ajal on hakatud laadimisplatvormidest ka mujal loobuma. Nende kasutamine on põhjendatud vaid siis, kui transpordivahendile — autodele ja vagunitele — laaditakse puuvilja käsikärudega. Laadimisplatvormi kõrgus ühtib veokite kõrgusega, mis kergendab tublisti kärudega töötamist. Kuid koos laadimisplatvormiga tuleb ka hoidla põrandat veokite kõrgusele tõsta, mis suurendab hoone maksumust. Tänapäeval kasutatakse hoidla sisetranspordiks kahvelhaarajatega akutõstukeid, mis on võimelised tõstma kaste ja pakette koos kaubaalustega kiiresti 3...4 m kõrgusele. Sel juhul pole kõrget laadimisplatvormi enam vaja ja kogu hoone võib ehitada madalama sokliga, seega märksa odavamalt.

Abitootmisruumid. Ajakohastes külmhoidlates nimetatakse neid ruume sageli ka energeetikablokiks, sest siia kuuluvad masina- ja katlaruumid, akude laadimise, elektrikilpide, akutõstukite ja muude seadmete ruumid, kust põhitootmisruume varustatakse külmaga ning soojus- ja elektrienergiaga.

Kui ühte kompleksi kuulub mitu hoidlat, planeeritakse abitootmisruumid ühised kogu kompleksile. Kui soojust on võimalik saada lähedal asuvast tsentraalkatlamajast, siis hoidlale eraldi katlaruumi ei ehitata.

Masinaruum on külmhoidla süda, sest sinna on paigutatud külmutuskompressorid, kondensaatorid, pumbad ja teised seadmed. Masinaruum planeeritakse külmkambrite vahetusse lähedusse, et lühendada torustikke.

Masinaruumis paigutatakse seadmed nii, et neid oleks mugav teenindada, et ühendustorustikud nende vahel oleksid lühikesed

ja ülevaatlikult paigaldatud, kontroll- ja mõõduriistad hästi nähtavad. Ruumi mõõtmed peavad olema küll võimalikult väikesed, kuid siiski niisugused, et agregaatide oleks hõlpus üle vaadata ja remontida. Tabelis 2.4 on toodud agregaatide normeeritud vahekaugused masinaruumis. Masinaruumil, samuti katla- ja akutõstukite ruumidel peab olema eraldi sissepääs väljast.

Teised abitootmisruumid (katla-, elektriseadmete, akutõstukite ruumid jt.) planeeritakse üldtööstuslike projekterimismisnormide järgi.

Abi- ja elukondlike ruumide blokk, kuhu kuuluvad riietus- ja pesuruumid, sanitaarsõlmed, puhkeruum, laojuhataja kontor ja teised ruumid, nähakse ette suurtes eraldiseisvates hoidlates. Kui hoidla ehitatakse majandis teiste tootmishoonete lähedale, jäetakse abiruumide blokk ära ja kasutatakse vastavaid ruume teistes hoonetes. Abiruumid planeeritakse vastavalt üldtööstusehituste projekterimismisnormidele.

SÄILITUSVIISID

Puuviljade säilitustehnikas tuntakse tänapäeval palju üksteisest erinevaid säilitusviise. Ühed on lihtsamad, teised keerukamad, mis rajanevad teadusliku uurimise ja praktiliste katsetuste viimaste tulemustele, kuid kõigil neil on ühine eesmärk — vähendada saaduste säilituskadusid, pikendada nende säilimisaega ja vältida nende kvaliteedi langust.

Käesolevas peatükis käsitletakse kõige levinumaid ja perspektiivsemaid säilitusviise, mida on praegusel arenguetapil meie majandites võimalik kasutada. Puuviljade säilitusviisid erinevad üksteisest kahe peamise tunnuse poolest: esiteks säilitustaara erinevuse poolest — säilitamine kastides, konteinerites, riulitel, teiseks säilitusrežiimi kujundamise mooduste poolest — säilitamine õhkjahutusega, normaalkülmutusega, sügavkülmutusega ja muudetud (modifitseeritud) atmosfääriga hoidlates.

Nagu juba eespool öeldud, on säilitusviis aluseks hoidla siseplaneerimisel: sellest sõltub otseselt hoidla ehituslik lahendus, sisustus, hooldus- ja transporditööde tehnoloogia, sellest olenevad kulutused säilitusperioodil, seega saaduste omahind. Säilitusviis valitakse omakorda säilitatavate saaduste hulga, majandi võimaluste ja tehnilise taseme järgi.

Säilitusviisi valikul tuleb eelistada ajakohaseid lahendusi, sest nende õige ja asjatundlik rakendamine tagab efektiivse lõpptulemuse. Sotsialistliku suurtootmise tingimustes pole õige jätkata senist teed ja ehitada primitiivseid hoiuruume põhimõttel mida odavam, seda parem. Meie spetsialiseeritud majandites, kus tootmist praegu reorganiseeritakse industrialiseerimise suunas, on ainuõige ehitada nüüdisaegsete seadmetega külmhoidlaid, sest mikrokliima reguleerimine on neis automatiseeritud ja laadimis-

tööd mehhaniseeritud. Niisugused hoidlad mahutavad põrandapinna 1 m² kohta märksa rohkem saadusi, vajavad vähem tööjõudu, neis on säilituskaod väiksemad ja säilitusaeg pikem kui väikestes hoidlates. Kapitaaalmahutused neile on küll suuremad, kuid ekspluateerimisel tasuvad nad end siiski juba mõne aasta jooksul.

Nagu eespool öeldud, erinevad säilitusviisid üksteisest säilitustarava poolest. Nõukogude Liidus, sealhulgas ka meie vabariigis, säilitatakse puuvilju praegu veel peamiselt puitkastides. Neid on lähemalt kirjeldatud 4. peatükis.

Kastides säilitamisel on meil välja kujunenud tehnoloogia, mille kohaselt puuviljad sorteeritakse, kalibreeritakse ja pakitakse kastidesse kohe pärast puudelt koristamist ning pannakse siis hoiuruumidesse. Need kastid, mis mahutavad 20...25 kg õunu, tuuakse töötlemisruumist hoiuruumi kärudel või saadetakse sinna transpordilindil. Töölised tõstavad nad seal virna. Tööviljakus on seejuures madal ja viljad saavad kastide loopimisel kannatada. Et virnad on ebastabiilsed, mistõttu neid ei tohi eriti kõrgeks laduda, kasutatakse hoiuruumide maht ära vaid osaliselt. Arvestades loetletud puudusi, on viimasel ajal hakatud moodustama kastidest pakette. Plankudest ja prussidest kokkulöödud kaubaalustele koondatakse 15...20 kasti, mõnikord rohkemgi. Haardekahvlitega akutõstukil veetakse need korraga kohale ning virnastatakse. Akutõstukid on võimelised pakette tõstma 3...4 m kõrgusele.

Tänu kaubaaluste kasutuselevõtmisele on laadimistöode jõudlus hoidlates mitmekordseks tõusnud. Vähenenud on viljade mehaanilised vigastused. Paremini on ära kasutatud hoiuruumide maht, sest virnad võib laduda palju kõrgemaks. Varisemist pole karta, sest kaubaalused kastikihtide vahel seovad kastid omavahel kindlamini kokku. Kaubaaluseid on lähemalt kirjeldatud 4. peatükis.

Puuviljade pakkimine kastidesse vahetult pärast puudelt koristamist suurendab tunduvalt koristustööde mahtu ja viib hulga töölisti otsesest saagikogumisest eemale. Tööjõu nappuse korral võib aeg viljade puult koristamise ja hoidlasse paigutamise vahel lubamatult pikaks venida, mistõttu halveneb puuviljade säilivus. Katsed kinnitavad, et puuviljade hea säilivuse tagamiseks tuleb need pärast puudelt koristamist kohe maha jahutada. Aeg viljade koristamise ja hoidlasse paigutamise vahel ei tohiks olla pikem kui üks ööpäev, sest iga päev, mis viljad maha jahutamata 18...20°-ses temperatuuris seisavad, lühendab nende säilimisaega 10...15 päeva võrra.

Suurte saagikoguste korral on selline kiire viljade töötlemine (sorteerimine, pakkimine) ja hoidlasse vedamine peaaegu võimatu. Seepärast tuleb pidada õigemaks ja efektiivsemaks uut tehnoloogiat, mille järgi aiast koristatud viljad suunatakse otsekohe pärast eelsorteerimist hoidlasse. Eelsorteerimisel, mis viiakse läbi juba

aias, kõrvaldatakse vaid ilmne praak. Hoidlas jahutatakse viljad kiiresti maha optimaalse säilitustemperatuurini (umbes 20 tunni jooksul), millega tagatakse nende hea säilivus. Lõplikult sorteeritakse, kalibreeritakse ja pakitakse puuviljad alles vahetult enne realiseerimist. Selline moodus võimaldab oskustöölisi rakendada koristusperioodil ainult saagi kogumisele, töötlemine aga lükkub edasi ajale, mil töölised on vähem koormatud, s. o. talvekuudele.

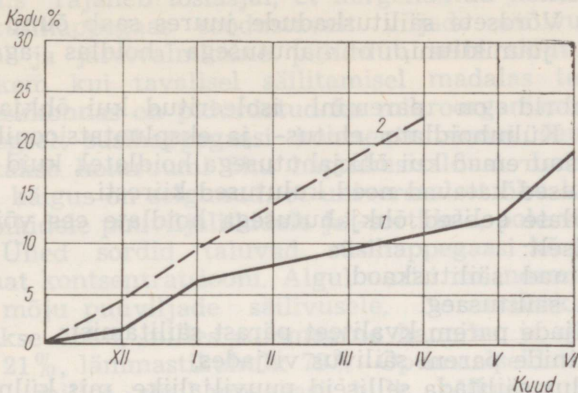
Sorteerimisel ja kalibreerimisel saab osa vilju alati vigastada, mis halvendab nende säilivust. Uue tehnoloogia korral tekivad need vigastused alles pärast säilitamist, nii et säilitamistulemusi nad enam ei mõjuta.

Uue tehnoloogia juurutamisel on osutunud väga otstarbekaks kasutada nn. konteinerid puuviljade transpordiks aiast hoidlasse ja seal säilitamiseks. Konteinerid on suured puidust kastid, mis mahutavad 250...300 kg. Nende põhjal on haardepilud (nagu kaubaalustel), nii et neid on akutöstukitega, millel on kahvelhaarajad, hõlpus transportida ja virnastada. Kastidega võrreldes on konteineritel mitmeid eeliseid. Konteineritele kulub vähem puitu ja nad on kastidest vastupidavamad. Viljad saavad neis vähem vigastada. Konteinerid on rasked ja neid on võimalik tõsta üksnes vastavate seadmetega, kaste aga loobitakse sageli käsitsi, mistõttu viljad saavad neis rohkem kloppida ja muljuda. Konteineritega kasutatakse paremini ära hoidla maht, sest saaduste võrdse kaalu juures on konteinerite brutomaht märksa väiksem kui kastidel. Konteinerid on kirjeldatud 4. peatükis.

Riiulitel säilitatakse puuvilja väikestes hoidlates. Riiulid tehakse puidust, hoiuruumi kõrgusest olenevalt kas kolme- või neljakorruselised (lähemalt 4. peatükis). Õunad ja pirnid laotakse riiulitele 50...60 cm kõrgustesse püramiidikujulistesse kuhilatesse. Riiuli ühele ruutmeetrile mahub 100...120 kg õunu, seega hoidla põrandapinna ühele ruutmeetrile 300...320 kg. Kuhilad laotakse käsitsi. See nõuab palju aega ja tööjõudu. Töömahukuse ja ebaökonoomsuse tõttu seda säilitusviisi suurtes majandites ei kasutata.

Nagu eespool öeldud, erinevad säilitusviisid üksteisest ka säilitusrežiimi kujundamise mooduste poolest. Tutvume neist levinumatega. Väikestes puuviljahoidlates alandatakse hoiuruumide temperatuuri peamiselt õhkjahutusega. Ventilatsiooniseadmetega eemaldatakse hoiuruumist ülemäära soojenenud, niiskunud ja viljade hingamisjääkidega saastunud õhk ning asendatakse värsket jaheda välisõhuga.

See moodus on odav ega nõua kalleid ning defitsiitseid seadmeid, eriti kui kasutada loomuliku ergutusega ventilatsioonisüsteemi. Õhkjahutuse puuduseks on aga see, et hoiuruumis pole säilitusrežiim (temperatuur, õhuniiskus) püsiv, sest see muutub välisõhu parameetrite muutudes. Hoiuruumi on võimalik jahutada vaid siis, kui välistemperatuur on madalam soovitud temperatuurist hoidlas. Nii säilitusperioodi algul sügisel kui ka säilituspe-



Joonis 2.4. Taliõunte säilituskaod:

1 — külmhoidlas, 2 — õhkjahutusega hoidlas.

rioodi lõpul kevadel on ilmad soojad ja hoiuruumi välisõhuga jahutada ei saa, sest välisõhu temperatuur on hoidla temperatuurist kõrgem.

Õhkjahutusega hoidlates säilitatakse puuvilju tavaliselt ühes või kahes suures ruumis kastides või riulitel kuhilates. Mõnikord on hoiuruum jaotatud hõredate võrkvaheseintega sektsioonideks, kusjuures temperatuur ja õhuniiskus jäävad kogu ruumis ühtlaseks.

Õhkjahutust ja ventilatsiooniseadmeid käsitletakse lähemalt 4. peatükis.

Normaalkülmutusega hoidlates säilitatakse tänapäeval suurem osa maailma puuviljasaagist.

Normaalkülmutuseks nimetatakse puuviljade kiiret jahutamist säilitustemperatuurini, mis on pisut kõrgem viljamahla külmutuspierist, ja nende hoidmist selles temperatuuris säilitusaja lõpuni (realiseerimiseni). Vilju jahutatakse ja säilitatakse madalas temperatuuris spetsiaalsetes külmutusseadmetega hoiuruumides, nn. külmkambrites. Tänu külmutusseadmetele ei sõltu külmkambrite temperatuur välisõhu temperatuurist ja vilju on võimalik pärast koristamist kiiresti maha jahutada, ehkki koristusajal (septembris-oktoobris) on ilmad veel üsna soojad.

Kiire jahutamise tulemusel vähenevad külmhoidlas viljade säilituskaod ja pikeneb nende säilitusaeg. P. Gröschneri andmetel koostatud joonisel 2.4 on võrreldud taliõunte säilituskadusid (hingamine ja aumiskadu kokku) külm- ja õhkjahutusega hoidlates. Jooniselt on näha, et õunte säilitamisel aprillikuuni on säilituskaod õhkjahutusega hoidlas 22%, külmhoidlas aga kõigest 11%, s. o. poole väiksemad. Teiseks nähtub jooniselt, et kaod säilitusperioodi lõpul kasvavad õhkjahutusega hoidlas palju kiiremini kui

külmhoidlas. Võrdsete säilituskadude juures saab õunu säilitada külmhoidlas juunikuuni, õhkjahutusega hoidlas aga ainult märtsini.

Külmkambrid on paremini isoleeritud kui õhkjahutusega hoiuruumid. Külmhoidlate ehitus- ja ekspluatatsioonikulud on küll märksa suuremad kui õhkjahutusega hoidlatel, kuid paremad säilitustulemused katavad need kulutused kiiresti.

Külmhoidlate eelised õhkjahutusega hoidlate ees võib kokku võtta järgmiselt:

- väiksemad säilituskaod,
- pikem säilitusaeg,
- puuviljade parem kvaliteet pärast säilitamist,
- vitamiinide parem säilivus viljades,
- võimalus säilitada selliseid puuviljaliike, mis külmutamata ei säili (tsitrusviljad, viinamarjad, luuviljalised jt.).

Sügavkülmutuse korral külmutatakse puuviljad kiiresti kuni $-25\dots-40^{\circ}$ -ni. Läbikülmumise kiirus koorest südamiku suunas peab olema vähemalt 1 cm tunnis. Külmutatakse erilistes kambrites. Hiljem säilitatakse puuvilju hoiuruumides -18° juures. Selle üsna kalli säilitusviisi eeliseks teiste viiside ees on säilitatavate saaduste kvaliteedi püsivus: ülessoojendatud puuviljad on niisama värsked, kui nad olid enne säilimapanekut.

Sügavkülmutus põhineb füüsikalisel nähtusel: mida kiiremini rakkudesisene ja -vaheline vedelik viljades jahutatakse, seda väiksemad jääkristallid vedelikus tekivad. Väikesed jääkristallid rakkudes ja rakkude vahel ei kahjusta kudesid. Aeglasel jahutamisel tekivad vedelikus suured jääkristallid, mis lõhuvad rakke. Selle tagajärjel viljad riknevad. Kiirel külmutamisel seda ei juhtu.

Värsked puuvilju sügavkülmutatakse siiski suhteliselt harva, sest meetod on kallis ning ainult väheseid puuviljaliike ja -sorte on õnnestunud säilitada eeltöötluseta. Välismaal on väga levinud nn. külmkonservid: puuviljad töödeldakse enne valmisproduktiks — puhastatakse, tükeldatakse, blanšeeritakse (keedetakse kergelt auruga läbi) nagu tavalisel konserveerimisel ja seejärel külmutatakse. Taarana kasutatakse peamiselt pappkarpe, mis seestpoolt vooderdatakse niiskuskindla kilega. Vähem kasutatakse klaaspurke, sest neis kulgeb külmutusprotsess palju aeglasemalt.

Vastavates kiirkülmutusseadmetes külmutatud konserve säilitatakse hoiuruumides, kus temperatuur on -18° või alla selle. Kui puuduvad spetsiaalsed külmkambrid konservide nii madalas temperatuuris hoidmiseks, võib neid säilitada lühemat aega -10° juures (mitte üle 10 päeva).

Külmutatud marjad ja puuviljad, mida antakse magustoiduna toorelt lauale, soojendatakse enne õhu käes 2° -ni.

Säilitamine muudetud (modifitseeritud) atmosfääriga hoidlas on välismaal viimastel aastatel väga levinud säilitusviis. Ka meie kodumaal tehakse sel alal laialdasi katseid.

Säilitusviis rajaneb tõsiasjal, et kõrgendatud kontsentratsioon mõjub süsihappegaas soodustavalt viljade säilivusele. Viljade hingamine ja järelvalmimine pidurdub selle säilitusviisi korral veel rohkem kui tavalisel säilitamisel madalas temperatuuris. Selles keskkonnas on pidurdatud ka mikroorganismide areng.

Üheaegselt süsihappegaasi kontsentratsiooni suurendamisega vähendatakse hoiuruumi õhu hapnikusisaldust. Laialdaste uurimistööde käigus on selgunud, et universaalset õhu koosseisu, mis sobiks kõikidele puuviljaliikidele ja -sortidele, pole võimalik välja töötada. Ühed sordid taluvad süsihappegaasi kõrgemat, teised madalamat kontsentratsiooni. Algul uuriti nn. normaalsete gaasisegude mõju puuviljade säilivusele. Normaalseks gaasiseguks nimetatakse õhku, milles summaarne hapniku ja süsihappegaasi hulk on 21%, lämmastikuhulk 79%. Optimaalseid tulemusi saadi segudega, milles süsihappegaasi hulk kõikus puuviljasortidest olenevalt 11...15% ja hapnikuhulk vastavalt 10...6% vahel. Hilisemad uurimised näitasid aga, et mitme õunasordi juures saab veel paremaid tulemusi, kui kasutada vähendatud segusid, näiteks õhku, kus süsihappegaasi on 3...5% ja hapnikku ainult 2...3%.

Viimaste aastate uurimised on suunatud sellele, et veel enam vähendada süsihappegaasi ja hapniku hulka hoiuruumides ning minna üle puuviljade säilitamisele puhtas lämmastikus. Kas sellel säilitusviisil on perspektiivi, seda näitab lähem tulevik.

Uurimiste käigus on selgunud, et puuviljade säilitamisel modifitseeritud atmosfääriga hoidlas võib hoiuruumi temperatuur olla mõnevõrra kõrgem (4...5°). See võimaldab edukalt säilitada selliseid puuviljasorte, mis on eriti tundlikud madala temperatuuri suhtes. Ka relatiivne niiskus võib kõrgem olla. Sel juhul väheneb vee aurumine viljadest, seega vähenevad ka kaalukaod ja viljad närtsivad vähem. Mikroorganismide arenemist pole niiskes keskkonnas karta, sest CO₂ kõrge kontsentratsioon pidurdab seda.

Kirjeldatud säilitusviisi eelised võib kokku võtta järgmiselt:

- võib säilitada madala temperatuuri suhtes tundlikke puuviljasorte,
- võib tõsta hoiuruumi niiskust viljade transpiratsiooni vähendamiseks, ilma et suureneks viljade mädanemise oht,
- viljade järelvalmimine on aeglasem,
- säilituskaod on väiksemad, säilitusaeg pikem.

Puuviljade säilitamisel muudetud atmosfääris tõstetakse hoiuruumis süsihappegaasi kontsentratsiooni kahel eri printsiibil: a) kogutakse ja kasutatakse viljadest hingamisel erituvat süsihappegaasi (nn. reguleeritavas atmosfääris säilitamine); b) süsihappegaasi antakse juurde balloonidest või generaatoritest (nn. tehisatmosfääris säilitamine).

Reguleeritavas atmosfääris säilitamine nõuab täiesti hermeetilisi hoiurume, et viljadest erituv süsihappegaas jääks ruumi püsima. Üleliigne CO₂ hulk, mis viljadest eritub, tuleb eemaldada. Selleks imetakse hoiuruumi õhk ventilaatoritega läbi

absorbeerimisseadme (skraber), kus gaas seotakse kas lubja, seebikivi (NaOH), kaaliumhüdroksiidi (KOH), potase (K_2CO_3) või mõne muu ainega. Esimese kolme kasutamisest on viimasel ajal loobutud, sest skraberis tuleb neid pidevalt uuendada. Eelistatakse potast ja dietanoolamiini, mida võib regenereerida (esimene puhutakse värskelt õhuga läbi, teist kuumutatakse).

Viimasel ajal on välismaal üleliigse süsihappegaasi eemaldamiseks hoiuruumist kasutusele võetud täiesti uus moodus, mis põhineb gaaside selektiivsel difusioonil läbi teatud ainete. Silikoonist membraan laseb näiteks süsihappegaasi läbi kuus korda rohkem kui hapnikku. Kui hoiuruumi seina paigutada vastava suurusega membraan, mille kaudu süsihappegaasist liigne osa eemaldub, saame hoiuruumis vajaliku koostisega õhu.

Süsihappegaasi kontsentratsiooni reguleerimise kõrval tuleb reguleerida ka hapniku hulka hoiuruumis. Seda tehakse värskelt õhu sissepuhumisega ventilaatorite abil.

Reguleeritavas atmosfääris säilitamisel on puuduseks see, et tuleb ehitada täiesti hermeetilised hoiuruumid, mistõttu puuviljade säilitamise ajal ei saa viljade seisukorda kontrollida, sest ukse avamise muutuks hoiuruumi õhu koostis otsekohe.

Reguleeritavas atmosfääris säilitamise erivormiks on puuviljade säilitamine polüetüleenkestest pakendites, mis on viimasel ajal väga laialt levinud. Mitmesuguse mahuga polüetüleenkestadesse suletud puuviljad eritavad hingamisel süsihappegaasi ja loovad enda ümber atmosfääri, milles CO_2 on kõrgendatud kontsentratsioonis. Viimase koostist reguleerib polüetüleenkest, millel on omadus lasta gaase läbi erinevates kogustes. Näiteks 50μ paksuse polüetüleenkestle iga ruutdetsimeeter laseb 1-atm rõhu juures ööpäevas läbi süsihappegaasi 120 cm^3 , hapnikku kõigest 28 cm^3 ja lämmastikku 9 cm^3 . Selle omaduse tõttu lendub viljadest hingamisel erituv süsihappegaas aeglaselt pakendist ja seega ei teki ohtu, et CO_2 kontsentratsioon pakendis tõuseks liiga kõrgeks. Puuviljade säilitamisel polüetüleenkestest pakendites on suur tähtsus kile paksusel. Kui kile on liiga paks, difundeerub sellest läbi liiga vähe süsihappegaasi ja CO_2 kontsentratsioon pakendis tõuseb üle-määra kõrgeks. Kui kile on õhuke, lendub sellest läbi liiga palju gaasi ja vajalikku CO_2 kontsentratsiooni ei saa pakendis luua. Praktikast on osutunud kõige sobivamaks kiled paksusega $30\text{...}50\mu$. Paksema kile kasutamisel tuleb kilekestadesse teha paar väikest ventilatsiooniauku.

Täidetud pakendeid säilitatakse külmkambrites tavalises säilitustemperatuuris. Kilekestadesse pakitakse mahajahutatud viljad, sest kestades jahtuvad nad umbes 2,5 korda aeglasemalt kui tavalistes kastides.

Tehisatmosfääris säilitamine on eeltoodud puudustest vaba, sest süsihappegaasi kadu hoiuruumist on võimalik kiiresti kompenseerida vastavate seadmete abil. Varem kasutati süsihappegaasi andmiseks hoiuruumidesse gaasiballoone, käesoleval ajal

aga peamiselt generaatoreid. Loodusliku gaasi põlemisel tekib seal süsihappegaas, mis puhutakse hoiuruumi. CO₂ hulka hoiuruumis reguleeritakse skraberite abil.

PUUVILJAHOIDLATE PROJEKTID

Allpool käsitleme neid hoidlate projekte, mis pakuvad huvi meie majanditele praegu ja lähemas tulevikus. Meie puuviljakasvatasmajandid on senini ehitanud väiksemaid hoidlaid, peamiselt 100-tonnise mahutavusega poolsüvendatud õunahoidlaid RPI «Eesti Maaehitusprojektis» koostatud tüüpprojekti nr. 117 järgi. Kahjuks puuduvad neis külmutusseadmed. Hoidla nelja hoiuruumi jahutatakse intensiivse ventileerimisega, mis on aga tulemusrikas üksnes madala välistemperatuuri juures. Säilitusperioodi algul (oktoobris-novembris) ja lõpul (aprillis-mais) on välisõhk ventileerimiseks liiga soe. Ventilaatoritega sissepuhutav õhk rohkem soojendab kui jahutab hoiuruume, kuid nagu eespool öeldud, on temperatuuri kiire alandamine puuviljade säilivuse peamine eeldus. Seda saab teha säilitusperioodi algul üksnes külmutusseadmetega.

Nimetatud hoidla projekteerimisel pole ka laadimistöode mehhaniseerimine hästi läbi mõeldud. Kastide veoks on ette nähtud spetsiaalne platvormkäru, mis lastakse ülalt alla hoiuruumi koridori monorelsil liikuva telferi abil. See on tülikas ja aeglane toiming. Kui tõsteseadmel tekib rike, ei jää mingit mõistlikku võimalust hoiuruumi täitmiseks. Sel juhul tuleb kanda kaste käsitsi mööda treppi.

Talvel on hoidlat raske tühjendada, sest õunakaste tuleb kaitsta külmumise eest, enne kui need autosse jõuavad. Auto peab seisma hoidla ees väljas.

Mitu Aianduse Peavalitsuse majandit on nimetatud tüüpprojekti järgi ehitatud hoidlaid täiendanud. Vasula ja Rõngu sovhoos on varustanud need freonkülmutusseadmetega. Kompressorid on monteeritud hoiuruumide vahekoridori. Et viimase väiksuse tõttu polnud võimalik paigaldada vajaliku võimsusega agregaatte, jäeti osa hoiuruume külmutuspatareideta. Käesoleval ajal on nimetatud projekt kehtivate tüüpprojektide nimekirjast kustutatud.

Kuni 1967. aastani ehitati Nõukogude Liidus puuviljahoidlaid väga laialdase tüüpprojektide nomenklatuuri järgi. Hoidlate erinevused mahutavuses ja konstruktiivsetes ning plaanlahendustes olid sageli üsna tühised. Selline tüüpprojektide küllus ainult raskendas ehitustööde industrialiseerimist. Alates 1967. aastast unifitseeriti puuviljahoidlate tüüpprojektid. Töötati välja ka uus tüüpprojektide seeria, mille järgi väiksemad ja keskmise suurusega puuviljakasvatasmajandid võivad endale ehitada kõigiti sobivaid ning ajakohaseid külmutusseadmetega hoidlaid. Need on tüüppro-

Tabel 2.5. Puuviljahoidlate tüüpprojektide tehnilised näitajad

Näitaja	Mõõt- ühik	Hoidla mahutavus		
		270 t	530 t	770 t
Ehituslik kubatuur	m ³	3192	6561	9214
Kasulik pind	m ²	595	1246	1585
Külmkambrite üldpind	m ²	421,4	858,7	1220
Kambrite pind ühe tonni kohta	m ² /t	1,4	1,5	1,5
Abiruumide pind	m ²	64,2	107,3	115,5

jektid 813-20/67 (mahutavus 270 t), 813-21/67 (530 t) ja 813-29/67 (770 t), mis on koostatud Põllumajanduslike Tootmishoonete Riiklikus Uurimise ja Projekteerimise Instituudis (ГИПРОНИСЕЛЬ-ПРОМ). Tabelis 2.5 on toodud nende projektide tehnilised näitajad.

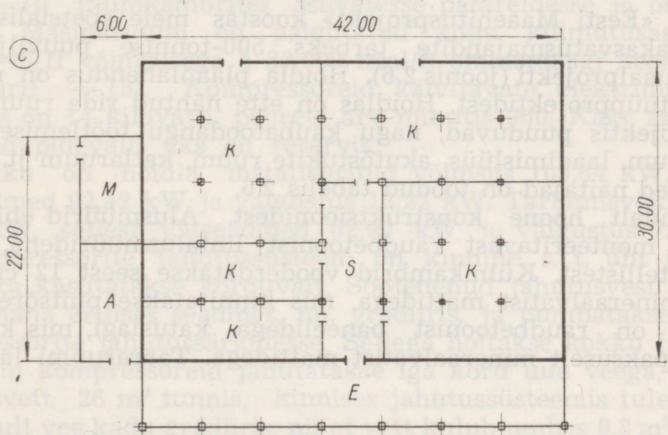
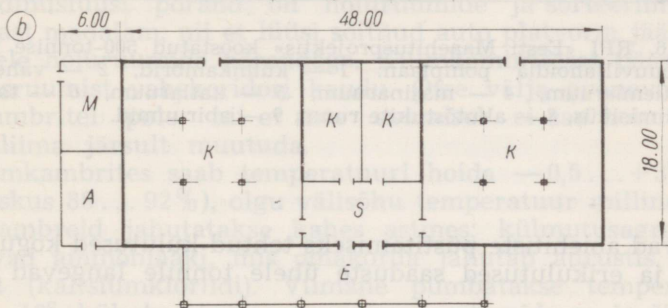
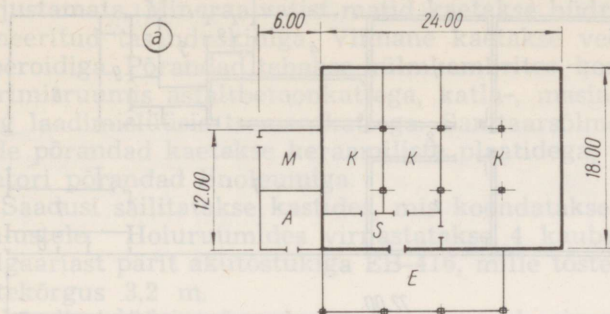
Nende tüüpprojektide järgi ehitatavates hoidlates komplekteeritakse ja monteeritakse külmutusseadmeid tsentraliseeritult. Töid teevad üleliidulises ulatuses Keemia ja Naftatööstuse Masinaehituse Ministeriumi ettevõtted.

Hoidlate plaanid on näidatud joonisel 2.5. Hooned on maa-pealsed, süvendamata, tellistest seinte ja raudbetoonpaneelidest katuslaega. Piirete isolatsiooniks on ette nähtud mineraalvatist või pressitud turbapurust plaadid. Saadusi säilitatakse kastides, mis on paigutatud kaubaalustele 20- või 25-kaupa kokku. Varnastamiskõrgus on projekti järgi 4,5 m. Kaste koos kaubaalustega veetakse ja varnastatakse akutõstukitega, millel on haardekahvlid.

Külmutusagregaadid töötavad ammoniaagiga. Viimane jahutab külmakandjat (kaltsiumkloriidi), mis pumbatakse hoiuruumides asuvatesse külmutuspatareidesse ja õhkjahutitesse.

Kirjeldatud tüüpprojektide seeria järgi ehitatakse praegu puuviljahoidlat Aianduse Peavalitsuse I. V. Mitsurinini nimelises sovhoosis (tüüpprojekt 813-20/67, mahutavus 270 t). Projekt on kohandatud meie oludele. Laadimiseks ettenähtud lahtise katusealuse asemel ehitatakse kinnine laadimisruum, kuhu auto võib sisse sõita, et külm saadusi laadimise ajal ei kahjustaks.

Tüüpprojektis on ette nähtud, et hoidlat varustatakse soojusenergiaga välissoojustrassi kaudu. Sovhoosi hoidla rajatakse tehnoloogilistel kaalutlustel õunaaedade juurde, kaugele sovhoosi keskuse tsentraalkatlamajast, mistõttu hoidlasse tuleb ehitada oma katlaruum. Hoidla varustamiseks veega tuleb ehitada omaette puurkaev, elektrienergiaga varustamiseks aga alajaam. Abiehitiste arvel suureneb hoidla üldmaksumus peaaegu 40% võrreldes sidumata tüüpprojekti maksumusega. Saaduste 1 tonni kohta kujuneb hoidla maksumus 579 rubla. Nii kõrgeks kujuneb siiski ainult esimese hoidla maksumus. Perspektiivis on ette nähtud ehitada juurde veel üks hoidla ja mahla- ning konservitsehh. Siis



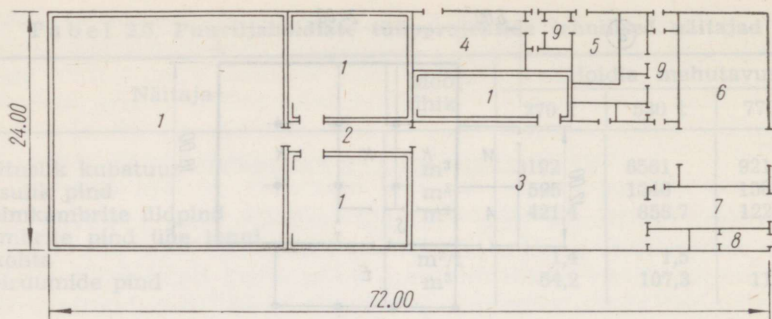
Joonis 2.5. Puuviljahoidlate põhiplaanid:

a — mahutavusega 270 t (tüüpprojekt 813-20/67),

b — mahutavusega 530 t (tüüpprojekt 813-21/67),

c — mahutavusega 770 t (tüüpprojekt 813-29/67).

K — külmkambrid, S — sorteerimisruum, M — masinaruum, A — abiruumid, E — laadimisplatsvorm.



Joonis 2.6. RPI «Eesti Maaehitusprojekti» koostatud 500-tonnise mahutavusega puuviljahoidla põhiplaan: 1 — külmkambrid, 2 — vahekoridor, 3 — töötlemisruum, 4 — masinaruum, 5 — katlaruum, 6 — taaraladu, 7 — laadimislüüs, 8 — akutõstukite ruum, 9 — abiruumid.

jagunevad abiehitiste püstitamiseks tehtud kulutused kogu kompleksile ja erikulutused saaduste ühele tonnile langevad tunduvalt.

RPI «Eesti Maaehitusprojekt» koostas meie spetsialiseeritud puuviljakasvatustehaste tarbeks 500-tonnise puuviljahoidla individuaalprojekti (joonis 2.6). Hoidla plaanilahendus on mitmeti erinev tüüpprojektidest. Hoidlas on ette nähtud rida ruume, mis tüüpprojektis puuduvad, nagu kaubatoodangu töötlemise ruum, taararuum, laadimislüüs, akutõstukite ruum, katlaruum jt. Hoidla tehnilised näitajad on toodud tabelis 2.6.

Lühidalt hoone konstruktsioonidest. Alusmüürid ehitatakse hoonel monteritavast raudbetoonist lintalusemüüridena, seinad silikaattellistest. Külmkambrid vooderdatakse seest 12 cm paksuste mineraalvatist mattidega, mis kinnitatakse puitsõrestikule. Hoonel on raudbetoonist paneelidega katuslagi, mis kaetakse 24 cm paksuselt mineraalvatist mattidega. Taararuumi lagi jääb

Tabel 2.6. RPI «Eesti Maaehitusprojekti» projekteeritud 500-tonnise puuviljahoidla tehnilised näitajad

Näitaja	Mõõtühik	Hulk
Ehitusalune pind	m ²	1 799
Ehituslik kubatuur	m ³	10 324
Ehituslik üldpind	m ²	1 611
Tootmispind	m ²	1 171
Kasulik pind	m ²	1 490
Külmkambrite üldpind	m ²	873,5
Kambrite pind 1 t kohta	m ² /t	1,75

soojustamata. Mineraalvatist matid kaetakse hüdroisolatsioon- ja armeeritud tasanuskihiga. Viimane kaetakse veel neljakordselt rubberoidiga. Põrandad tehakse külmkambrites, koridorides ja sorteerimisruumis asfaltbetoonkattega, katla-, masina-, taararuumis ning laadimislüüsis tsementkattega. Sanitaarsõlmede ja duširuumide põrandad kaetakse keraamiliste plaatidega, garderoobide ja kontori põrandad linoleumiga.

Saadusi säilitatakse kastides, mis koondatakse 15-kaupa kaubaalustele. Hoiuruumides virnastatakse 4 kaubaalust ülestikku Bulgaariast pärit akutöstukiga EB-416, mille tõstevõime on 1 t ja tõstekõrgus 3,2 m.

Laadimislüüsi põrand on hoiuruumide ja sorteerimisruumi põrandast madalam, nii et lüüsi sõitnud auto platvorm jääb ühele kõrgusele hoiuruumide põrandaga. Külmkambritesse pääseb sorteerimisruumist vahekoridori kaudu. Otse välja avanevaid uksi külmkambritel pole, nii et uste avamisel ei saa hoiuruumide mikrokliima järsult muutuda.

Külmkambrites saab temperatuuri hoida $-0,5 \dots +3^{\circ}$ piires (õhuniiskus 88...92%), olgu välisõhu temperatuur milline tahes. Külmkambreid jahutatakse kahes astmes: külmutusagregaadid jahutavad ammoniaaki, mis omakorda jahutab aurustis külma-kandjat (kaltsiumkloriidi). Viimane pumbatakse temperatuuril kuni -10° külmkambrites asuvasse patareidesse ja õhkjahutitesse. Masinaruumi on paigutatud kolm külmutusagregaati AKAY-45/II võimsusega á 33 000 kcal/h ammoniaagi keemistemperatuuril -15° . Kompresseid käivitavate elektrimootorite võimsus on 14 kilovatti, pöörete arv minutis 960. Kaks agregaatit töötavad pidevalt, üks on reservis.

Kokku on hoidla installeeritud võimsus 105,64 kW, sellest jõuseadmed 92,42 kW ja valgustus 13,22 kW. Tarbimisvõimsus on 70,83 kW, sellest jõuseadmed 62,90 kW ja valgustus 7,93 kW.

Kompressorite jahutussüsteem on kinnine, s. t. üht ja sama veehulka kasutatakse korduvalt. Soojenenud jahutusvesi jahutatakse maha erilises seadmes, nn. gradiiris, ja pumbatakse uuesti kompressorite jahutussärkidesse. Sellega hoitakse kokku jahutusvett. Kui kompresseid jahutatakse iga kord uue veega, kuluks jahutusvett 26 m³ tunnis, kinnises jahutussüsteemis tuleb katta aga ainult vee kadu gradiiris, nii et vett kulub umbes 0,8 m³ tunnis.

Kirjeldatud hoidla üldmaksumus on umbes 250 000 rubla, ühe tonni saaduste kohta 500 rubla. Niisuguseid hoidlaid ehitatakse praegu Rõngu ja Lahmuse sovhoosis, lähemas tulevikus aga veel mitmes teises Aianduse Peavalitsuse spetsialiseeritud majandis.

3. HOIURUUMIDE MIKROKLIIMA

Esimeses peatükis käsitlesime protsesse, mis toimuvad puuviljades nende säilitamisel ja mille tõttu viljad kaotavad loomulikes tingimustes kiiresti suurema osa oma toiteväärtusest. Kadude vähendamiseks on vaja hoiuruumides luua erilised tingimused, mis loomulikest sootuks erinevad. Neid tingimusi kokku nimetatakse optimaalseks mikrokliimaks. Viimase määravad peamiselt õhu temperatuur ja niiskus.

TEMPERATUUR

Temperatuur on hoiuruumi mikrokliima põhitegur, mis reguleerib viljade elutegevuse intensiivsust kõige otsesemalt. Teatavasti on viljade hingamine, milles nende elutegevus säilitamisel peamiselt väljendub, seda intensiivsem mida kõrgem on keskkonna temperatuur. Katsed näitavad, et kui tõsta viljade temperatuuri kümne kraadi võrra, intensiivistuvad neis keemilised protsessid peaaegu kaks korda. See seaduspärasus kehtib siiski vaid teatud piirides. Kõrges temperatuuris (45...50°) hakkavad fermentid lagunema ja eluprotsessid viljades katkevad. Need katkevad ka liiga madalas temperatuuris, mille juures viljamahl juba jääb.

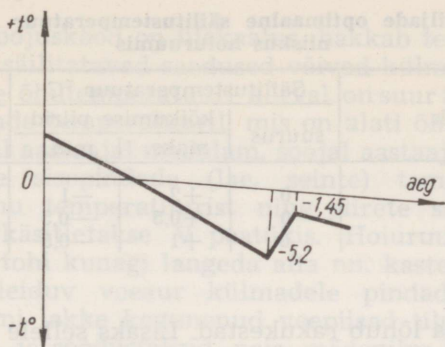
Viljade hingamise pidurdamiseks tuleb hoiuruumi temperatuuri alandada, kuid seda võib teha ainult teatud piirini. Külmhoidlates on piiriks viljamahla jäätumistemperatuur. Sügavkülmutamisel asub see piir muidugi märksa madalamal (vt. 2. peatükk).

Viljamahla jäätumistemperatuur on madalam puhta vee jäätumistemperatuurist. Mahl on nõrga kontsentratsiooniga lahus.

Tabel 3.1. Puuviljade ja marjade erikaalud, erisoojused ja külmumistemperatuurid

Viljad	Erikaal g/cm ²	Erisoojus		Külmumis- temperatuur
		kJ/kg.deg*	kcal/kg.deg	
Õunad	1,048	3,77	0,9	-1,98
Pirnid	1,071	3,68	0,88	-2,37
Aprikoosid	1,1	3,35	0,8	-2,56
Ploomid	1,055	3,68	0,88	-1,70
Kirsid	1,1	3,35	0,8	-3,51
Kreegid	1,085	3,64	0,87	-2,57
Vaarikad	1,069	3,48	0,83	-1,5
Maasikad	1,042	3,85	0,92	-0,92
Viinamarjad	1,097	3,56	0,85	-3,79

* deg — lühend sõnast *degre* (prantsuse keeles — kraad) on ametlikult kehtiv 1°-se temperatuurivahe tähistamiseks.



Joonis 3.1. Temperatuuri muutumine õunte ('Antoonovka') jahutamisel.

Füüsikast on teada, et lahuste külmumistemperatuur on alati madalam lahust moodustavate ainete külmumistemperatuurist.

Tabelist 3.1 näeme, et külmumistemperatuur on igal viljaliigil erinev, kuid olenevalt viljade mahlakusest, küpsusastmest jm. erineb see ka ühe liigi piires. Tabelis 3.1 on antud keskmised suurused.

Viljad jahtuvad madala temperatuuriga keskkonnas järgmiselt. Algul jahtuvad nad kiiresti, kuid mida lähemale külmumispiirile, seda aeglasemalt see kulgeb, sest koed avaldavad külmumisele aktiivset vastuseisu. Nad kasutavad selleks viljade hingamisel vabanevat energiat. Kui viljade temperatuur on langenud alla külmumispiiri, ei moodustu kohe jääkristalle, vaid tekib nn. ülejahutatud seisund, mis kestab mõne õunasordi jahutamisel isegi kuni -5° -ni (joonis 3.1). Ülejahutatud seisund ei ole püsiv. Näiteks kutsuvad mehhaanilised tõuked kohe esile jääkristallide tormilise kasvu ja mahla üldise jäätumise. Edasisel jahutamisel hakkab viljade temperatuur järsult tõusma, ilma et see oleneks keskkonna temperatuurist. Temperatuuri tõus tekib sellest, et viljades algab mahla jäätumine, mille tagajärjel vabaneb vee sulamissoojus 335 kJ/kg (80 kcal/kg). Vabanenud soojuse arvel tõuseb viljade temperatuur tegeliku külmumispiirini (tabel 3.1). Kui jahutamine jätkub, hakkab temperatuur juba pidevalt langema. Algul tekivad jääkristallid rakkude vahel. Mida pikaldasem on jahutamine, seda suuremaks jääkristallid kasvavad ja seda suuremad on rakkude kahjustused. Jääkristallid lõhuvad kasvades rakukestad.

Kui viljade jahtumine alla külmumispiiri on lühiajaline ja viljad jõuavad ainult osaliselt jäätuda, siis on ettevaatliku ülessoojendamisega võimalik nende kvaliteeti (maitset ja välimust) enam-vähem taastada, kuid säilitada neid enam ei saa.

Viljade jahtumisele kuni rakkudevahelise vedeliku täieliku jäätumiseni järgneb rakusisese vedeliku jäätumine. Jäätudes

Tabel 3.2. Puuviljade optimaalne säilitustemperatuur ja õhu relatiivne niiskus hoiuruumis

Viljade liik	Säilitustemperatuur °C			Õhuniiskus %	
	suurus	kõikumise piirid		suurus	lubatav hälve
		maks.	min.		
Seemneviljalised	0	+2	-1	90	±2
Luuviljalised	0	+0,5	-0,5	90	±2
Marjad	0	+1	-0,5	90	±2

vedelik paisub ja lõhub rakukestad. Lisaks sellele hakkavad lagunema süsivesikud, valgud ja teised ained. See tähendab juba viljade täielikku rikkemist. Niisuguste viljade omadused ülesulatamisel enam ei taastu.

Külmumispiire arvestades on iga puuviljaliigi jaoks välja töötatud optimaalne säilitustemperatuur, mille juures viljade hingamine ja teised ainevahetusprotsessid on kõige rohkem pidurdatud, ilma et viljadel tekiks külmakahjustusi (tabel 3.2).

Viimaste aastate uurimised näitavad, et optimaalse säilitustemperatuuri määramisest teatud puuviljaliigile tervikuna ei piisa. Tuleb arvestada ka sortide erinevusi madalate temperatuuride talumisel, kusjuures aluseks võetakse nende tundlikkus mitmesuguste külmast tingitud füsioloogiliste hoidlahaiguste, peamiselt õuna-koemädaniku suhtes. Nende haiguste vältimiseks tuleb mõnda õunasorti säilitada hoopis kõrgemas temperatuuris, kui seda võiks teha juhul, kui aluseks võetakse ainult külmumistemperatuur. Näiteks tuleb 'Antoonovka' õunu säilitada märksa soojemas hoiuruumis kui teisi sorte (3... 4°).

Ehkki puuviljade hoiuruumid on peaaegu hermeetiliselt isoleeritud väliskeskkonnast, toimub neis pidev soojusvahetus. Ühelt poolt soojuse eraldumine sissetoodud viljadest, ruumis töötavatest inimestest, seadmetest, lampidest jm., teiselt poolt soojuse juurdevool või kadu läbi piirete, ventilatsioonikaod jm. põhjustavad hoiuruumi temperatuuri pidevat muutumist. Kui ruumi tungivad soojushulgad on kadudest suuremad, tõuseb temperatuur ruumis,

Tabel 3.3. Kastepunkt olenevalt õhu temperatuurist ja niiskusest

Õhu temperatuur °C	Relatiivne niiskus %								
	60	65	70	75	80	85	90	95	100
+4	-2,7	-1,7	-0,8	0	+0,9	+1,7	+2,5	+3,2	+4
+3	-3,5	-2,6	-1,7	-0,9	-0,1	+0,7	+1,5	+2,2	+3
+2	-4,4	-3,4	-2,6	-1,7	-1,0	-0,2	+0,5	+1,3	+2
+1	-5,2	-4,2	-3,4	-2,6	-1,8	-1,1	-0,4	+0,3	+1
0	-6,1	-5,1	-4,2	-3,5	-2,7	-2,0	-1,3	-0,6	0
-1				-5	-4	-3,3	-2,6	-1,6	-1

vastupidi, kui soojuskaod on ülekaalus, hakkab temperatuur ruumis langema ja säilitatavad saadused võivad külmuda.

Hoiuruumide õhutemperatuuri kõrval on suur tähtsus ka ruumi piirete sisepindade temperatuuril, mis on alati õhutemperatuurist erinev — külmal aastaajal madalam, soojal aastaajal kõrgem.

Hoiuruumide sisepindade (lae, seinte) temperatuur oleneb välis- ja siseõhu temperatuurist ning piirete soojustakistusest. Selle arvutust käsitletakse V peatükis. Hoiuruumi sisepindade temperatuur ei tohi kunagi langeda alla nn. kastepunkti, sest siis hakkaks õhus leiduv veeaur külmadele pindadele kondenseeruma. Hoiuruumi lakke kogunenud veepiisad tilguksid säilitatavatele viljadele ja soodustaksid neis mädaniku kiiret tekkimist.

Kastepunktiks nimetatakse temperatuuri, milleni jahutatud teatava niiskusega õhus hakkab veeaur kondenseeruma. Mida suurem on õhu relatiivne niiskus, seda lähemal on kastepunkt õhu temperatuurile, vastupidi, mida väiksem on õhu relatiivne niiskus, seda madalamal õhu temperatuurist asub kastepunkt. Kui on teada õhu temperatuur ja relatiivne niiskus, võib kastepunkti määrata tabeli 3.3 järgi.

Nagu juba öeldud, kujundavad hoiuruumi temperatuuri juurdetulevad ja ärajuhitavad soojushulgad. Neid on võimalik arvutada. Arvutuste alusel koostatakse ruumi soojusbilanss, mis annab vajaliku ülevaate soojushulkade liikumisest ja hoiuruumi temperatuuri kujunemisest. Puuviljahoidlate soojusbilanss koostatakse meil kasvatatavate puuviljade põhiliigi — taliõunte säilitamise kohta.

Hoiuruumi sisetemperatuuri kujunemist sõltuvalt soojushulkade muutumisest võib matemaatiliselt väljendada järgmiselt:

$$\frac{dt_s}{dT} = \frac{\pm Q_s \mp Q}{C}, \quad (3.1)$$

kus t_s on ruumi temperatuur,

T — temperatuuri muutumise aeg,

Q_s — ruumis muutuvate soojushulkade algebraline summa,

Q — seadmetega juurdeantav või ärajuhitav soojushulk,

C — süsteemi soojusmahtuvus.

Tasakaalu korral, kui ruumi temperatuur jääb püsima teatud tasemele, võrdub tuletis $\frac{dt_s}{dT}$ nulliga ja soojushulgad on omavahel võrdsed: $Q_s = Q$. Selle võrduse alusel koostataksegi hoidla soojusbilanss.

Soojusbilanss tasakaalustatakse tegelikkuses järgmiselt. Kui on vaja ruumist välja viia liigseid soojushulki, rakendatakse tööle jahutusseadmed (külmutus- või ventilatsiooniseadmed), kui on vaja soojust juurde anda, siis kütteseadmed.

Soojusbilansi üldvalem on järgmine:

$$Q = Q_1 \pm Q_2 \pm Q_3 \pm Q_4 \text{ [W]} \text{ (kcal/h)*}, \quad (3.2)$$

* SI-süsteemis on soojusvoo (soojushulk ajaühikus) mõõtühikuks vatt, 1 kcal/h = 1,163 W.

kus Q on soojushulk, mis on vaja ära juhtida või juurde anda soojusbilansi tasakaalustamiseks,

Q_1 — soojus saadustest,

Q_2 — soojuse juurdevool või kadu piirete kaudu,

Q_3 — ventilatsiooniõhuga juurde tulev või ärajuhitud soojus,

Q_4 — hoidla eksploatatsiooniga seotud soojushulgad.

Soojusbilanss on puuviljahoidlate projekteerimisel, ehitamisel ja eksploateerimisel peamiseks lähtealuseks. Sellest oleneb hoidla ehituskonstruksioonide ja seadmete valik ning seadmete töörežiimide väljatöötamine eksploateerimisel. Seepärast tuleb selle koostamisele pühendada eriti suurt tähelepanu.

Soojusbilansi põhiliikmed valemis 3.2 koosnevad omakorda mitmest alaliikmest. Vaatleme neid lähemalt.

Soojus saadustest Q_1 koosneb kolmest komponendist:

$$Q_1 = Q_{11} + Q_{12} + Q_{13} \text{ [W] (kcal/h),} \quad (3.3)$$

kus Q_{11} on saadustesse akumulunud soojus,

Q_{12} — taarasse akumulunud soojus,

Q_{13} — saadustest eralduv soojus hingamisel.

Saadustesse akumulunud soojus on üsna suur, kuid seda arvestatakse ainult septembris-oktoobris, kui viljad tuuakse hoidlasse, s. o. säilitusperioodi algul. Saaduste poolt ühe tunni jooksul hoidlasse toodud soojushulgad on määratavad valemiga

$$Q_{11} = \frac{1000}{T} G_p \cdot c_p (t_p - t_s) \text{ [W] (kcal/h),} \quad (3.4)$$

kus T on saaduste jahutamiseks kuluv aeg tundides,

G_p — saaduste kaal tonnides,

c_p — saaduste erisoojus J/kg·deg (kcal/kg·deg),

t_p — saaduste temperatuur,

t_s — hoiuruumi temperatuur.

Puuviljad tuleb hoidlas kiiresti maha jahutada, et pidurdada neis pärast koristamist jätkuvaid bioloogilisi protsesse. Arvutustes võetakse jahutusajaks $T=20 \dots 24$ tundi. Hoidlates jahutatakse vilju kahel viisil: viljad jahutatakse eeljahutuskambrites või otse säilituskambrites. Esimesel juhul võetakse korruga jahutatavate saaduste kaaluks 100% eeljahutuskambri mahutavusest, teisel juhul 7...10% säilituskambrite mahutavusest.

Puuviljade erisoojused on antud tabelis 3.1. Puuviljade temperatuur on võrdne välisõhu temperatuuriga (võetakse II peatüki tabelist 2.1, temperatuur keskpäeval kell 13.00). Hoiuruumi temperatuuriks võetakse jahutuse lõpptemperatuur, s. o. optimaalne säilitustemperatuur vastavalt puuviljade liigile ja sordile.

Taaraga hoidlasse toodud soojushulk määratakse valemiga

$$Q_{12} = \frac{1000}{T} G_t \cdot c_t (t_p - t_s) \text{ [W] (kcal/h),} \quad (3.5)$$

Table 3.4. Puuviljadest ja marjadest eralduv soojusthulk kilokalorites tunnis 1 tonni kohta olenevalt keskkonna temperatuurist

Liik, sort	0°	2°	5°	10°	15°	20°
Õunad — talisordid	5...9	9...12	12...18	18...27	24...50	38...63
— suvisordid	8...16	12...18	13...27	35...52	46...79	50...104
Pirnid — talisordid	7...9	9...19	15...35	30...48	71...108	83...188
— suvisordid	7...13	11...23	19...40	25...54	88...138	100...229
Ploomid	12...18	15...30	25...56	50...108	63...158	104...200
Kirsid	13...19	16...30	26...46	37...92	75...158	146...208
Maasikad	29...40	35...54	38...79	75...150	113...209	150...258
Vaarikad	40...79	46...100	71...142	125...242	188...500	292...625
Sõstrad — punased	12...17	15...26	20...40	30...81	69...175	104...267
— mustad	18...28	28...46	38...71	54...154	125...300	192...479
Viinamarjad	4...8	10...15	14...21	20...31	31...42	42...67
Apelsinid	4...9	5...11	9...16	18...30	31...48	58...59
Sidrunid	5...8	6...11	9...17	15...28	20...40	27...50

kus G_t on taara kaal tonnides, (saaduste netokaalust võetakse 20...25%),

c_t — taara erisoojus (puittaaral 2500 J/kg·deg e. 0,6 kcal/kg·deg).

Säilitamisel saadustest eralduv soojushulk oleneb neis toimivate biokeemiliste ja füüsikaliste protsesside intensiivsusest. Need protsessid olenevad omakorda hoiuruumi temperatuurist. Tabelis 3.4 on toodud puuviljadest ja marjadest eralduv soojushulk olenevalt keskkonna temperatuurist. Soojuse eraldumine viljadest on keeruline protsess, mis ei sõltu ainult temperatuurist, vaid ka viljade vanusest, seisukorrast, õhu liikumise kiirusest viljade vahel jm. Seepärast on tabelis 3.4 antud soojushulgad kahe arvuga, mis tähistavad soojushulkade alumist ja ülemist piiri. Soojusbilansi koostamisel tuleb arvutuste aluseks võtta tabelis 3.5 antud väärtused õunte kohta, mis on optimaalse säilitustemperatuuri juures keskmisteks suurusteks.

Saadustest eralduvaid soojushulki väljendatakse valemiga

$$Q_{13} = q_p \cdot G_p \text{ [W] (kcal/h),} \quad (3.6)$$

kus q_p on saadustest eralduv soojus W/t (kcal/ht), mis võetakse tabelist 3.5,

G_p — saaduste kaal tonnides.

Piirete kaudu juurdetulev või eralduv soojushulk Q_2 moodustab soojusbilansist suurima osa. Selle arvutamist käsitletakse V peatükis koos hoiuruumi piirdekonstruktsioonide arvutustega.

Ventilatsiooniõhuga juurdetulev või ärajuhitav soojushulk Q_3 arvutatakse valemiga

$$Q_3 = \frac{n \cdot V \cdot c \cdot \gamma (t_s - t_v)}{T} \text{ [W] (kcal/h),} \quad (3.7)$$

kus n on õhuvahetuse kordsus (arv, mis näitab, mitu korda ööpäevas uuendatakse õhku hoiuruumis),

V — hoiuruumi kubatuur m^3 ,

c — õhu erisoojus, $c = 1005$ J/kg (0,24 kcal/kg),

γ — õhu erikaal kg/m^3 (tabel 3.6),

t_s, t_v — sise- ja välisõhu temperatuur,

T — ventileerimise aeg tundides ööpäevas.

Õhuvahetuse kordsus on külmhoidlates väike ($n = 3 \dots 4$), et vähendada külmutusseadmete koormust. Sellisest õhuvahetusest siiski piisab, et eemaldada ruumist viljade hingamisprodukte. Õhkjahutusega hoidlates, kus hoiuruume ventileeritakse nende jahutamiseks, on õhuhulgad märksa suuremad. Nende arvutamist käsitletakse koos ventilatsiooniseadmetega IV peatükis.

Hoidla eksploatatsiooniga seotud soojushulgad Q_4 . Siia kuuluvad soojushulgad, mis eralduvad hoiuruumis töötavatest inimes-

Tabel 3.5. Optimaalses temperatuuris säilitatavatest taliõuntest soojuse ja niiskuse eraldumine kuude kaupa 1 tonni kohta tunnis

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Soojuse eraldumine W/t	8,4	8,0	7,7	10,4	10,4	—	—	—	—	—	18,8	11,5
kcal/ht	7,2	6,9	6,6	8,9	8,9	—	—	—	—	—	16,1	9,9
Niiskuse eraldumine g/ht	1,3	1,1	1,1	1,4	1,4	—	—	—	—	—	2,6	1,6

test, elektrimootoritest ja -lampidest, uste avamisel jne. Hoidla ekspluatatsiooniga seotud soojushulgad määratakse valemiga

$$Q_4 = Q_{41} + Q_{42} + Q_{43} \pm Q_{44} \text{ [W] (kcal/h)}, \quad (3.8)$$

kus Q_{41} on soojushulk, mis eraldub hoiuruumis töötavatest inimestest. Selle suurus oleneb ruumi temperatuurist ja inimeste füüsilise töö iseloomust. Füüsiliselt töötav inimene ruumis, mille temperatuur on alla $+10^\circ$, eraldab tunnis umbes 586... 628 kJ (140... 150 kcal) soojust,

Q_{42} — soojushulk, mis eraldub hoiuruumis töötavatest elektrimootoritest,

Q_{43} — soojushulk, mis eraldub elektrilampidest,

Q_{44} — soojushulk, mis tungib hoiuruumi või väljub sealt uste avamisel.

Elektrimootoritest eralduvate soojushulkade määramisel vaadeldakse kaht olukorda: kas mootorid asuvad hoiuruumis või väljaspool seda. Kui mootorid asuvad hoiuruumis, muutub kogu mootori energia soojuseks, mis ruumi valgub. Kui mootor asub väljaspool hoiuruumi, muutub soojuseks ainult mootori poolt tehtav kasulik töö, s. t. mootorite sisemisteks kadudeks kuluv energia muutub soojuseks väljaspool hoiuruumi ega tule arvesse.

Kui elektrimootorid asuvad hoiuruumis (näiteks ventilaatorite või õhkkütteagregaatide mootorid), siis määratakse neist eralduv soojushulk valemiga

$$Q_{42} = 1000 N \cdot \frac{n}{24} \text{ [W] } (860 N \cdot \frac{n}{24} \text{ kcal/h}), \quad (3.9)$$

kus N on mootori võimsus kW,

n — mootori töötundide arv ööpäevas.

Kui elektrimootorid asuvad väljaspool hoiuruumi, siis on valem järgmine:

$$Q_{42} = 1000 N \cdot \eta \cdot \frac{n}{24} \text{ [W] } (860 N \cdot \eta \cdot \frac{n}{24} \text{ kcal/h}), \quad (3.10)$$

kus η on mootori kasutegur, mis mootoritel võimsusega 0,1...
 ... 1,0 kW kõigub 0,65...0,75 piires, võimsusega 1,0...
 ... 10,0 kW — 0,75...0,85 ja võimsusega üle 10 kW —
 0,85...0,90 piires.

Tabel 3.6. Öhu erikaal olenevalt temperatuurist

Tempera- tuur °C	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Erikaal kg/m ³	1,308	1,303	1,298	1,293	1,288	1,284	1,279

Elektrilampidest eralduv soojus on määratav valemiga

$$Q_{43} = 1000 N \cdot \frac{n}{24} [\text{W}] \quad (860 N \cdot \frac{n}{24} \text{kcal/h}), \quad (3.11)$$

kus N on hoiuruumis põlevate elektrilampide koguvõimsus kW,
 n — lampide põlemise aeg tundides ööpäevas.

Et hoiuruumide uste avamisel juurdetulevat või väljuvat soojushulka on võimatu täpselt arvutada, siis kasutatakse tingsoojushulka hoiuruumi 1-m² põrandapinna kohta ja kogu soojushulk määratakse valemiga

$$Q_{44} = q_t \cdot F [\text{W}] \quad (\text{kcal/h}), \quad (3.12)$$

kus q_t on tingsoojushulk ruumi 1-m² põrandapinna kohta (tabel 3.7),

F — hoiuruumi pindala m².

Kui naaberruumide või välisõhu temperatuur hoiuruumi ukse taga on kõrgem hoiuruumi temperatuurist, tuleb ukse avamisel hoiuruumi soojust juurde, kui aga madalam, siis läheb soojust kaotsi.

Hoidla eksploatatsiooniga seotud soojushulkade arvutamisel tuleb silmas pidada asjaolu, et mitme hoiuruumi korral ei muutu nimetatud soojushulgad üheaegselt. Sel juhul võetakse külmutuskompressorite võimsuse arvutamisel aluseks ainult osa neist (50...75%).

Tabel 3.7. Uste avamisest muutuv soojushulk hoiuruumis 1-m² põrandapinna kohta

Hoiuruumi pindala m ²	Soojushulk	
	W	kcal/h
Kuni 50	9,3	8
50...150	4,7	4
Üle 150	3,5	3

NIISKUS

Õhuniiskus on teine tähtis hoiuruumide mikrokliimat kujundav tegur. Nagu eespool öeldud, oleneb sellest nii viljade närbumine kui ka kaalukao suurus, olenevad ka kahjustused, mida tekitavad mikroorganismid.

Õhk peab olema hoiuruumides niiske (tabel 3.2). Hoiuruumi kõrge niiskuse tagavad säilitatavad viljad ise, sest neist eraldub hoiuruumi üsna suurel hulgal veeauru (tabel 3.5). Peale selle lisandub hoiuruumi niiskust teistestki allikatest — ventilatsiooniõhuga, avatud udest jne.

Niiskuse hulki, mis satuvad ühe tunni jooksul hoiuruumi, võib väljendada niiskusbilansi valemiga

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \text{ [kg/h]}, \quad (3.13)$$

kus W_1 on viljadest eralduv niiskus,

W_2 — läbi piirete difundeeruv niiskus,

W_3 — ventilatsiooniõhuga kaasatoodud niiskus,

W_4 — hoidla ekspluaterimisel ruumi tungiv niiskus.

Viljadest eralduv niiskus W_1 moodustab suurema osa kogu niiskusest, mis satub hoiuruumi. Säilitusperioodi algul on see suur, kuid väheneb pidevalt säilitusaja jooksul. Niiskushulk on määratav valemiga

$$W_1 = \frac{G_p \cdot g}{1000} \text{ [kg/h]}, \quad (3.14)$$

kus G_p on saaduste kaal tonnides,

g — saadustest eralduv niiskus 1 t kohta tunnis grammides (tabel 3.5).

Läbi piirete difundeeruv niiskus W_2 on tänapäeva hoidlates, kus kasutatakse efektiivseid soojus- ja niiskusisolatsioonimaterjale, nii väike, et see jäetakse arvestamata.

Ventilatsiooniõhuga kaasatoodud niiskus W_3 on arvutatav valemiga

$$W_3 = \frac{n \cdot V \cdot (d_v - d_s)}{1000 \cdot T} \text{ [kg/h]}, \quad (3.15)$$

kus n on õhuvahetuse kordsus (arv, mis näitab, mitu korda ööpäevas uuendatakse õhku hoiuruumis),

V — hoiuruumi kubatuur m^3 ,

d_v, d_s — välis- ja siseõhu niiskusesisaldus g/m^3 (tabel 1.2),

T — ventileerimise aeg tundides.

Hoidla ekspluaterimisel ruumi tungiv niiskushulk W_4 koosneb kahest osast: hoiuruumis töötavatest inimestest eralduvast

Tabel 3.8. Uste avamisel hoiuruumi tungiv niiskushulk g/hm²

Aasta-aeg	Hoiuruumi suurus m ²		
	kuni 50	50...150	üle 150
Suvel	4,8	2,4	1,8
Talvel	1,9	0,95	0,7

niiskushulgast ja uste avamisel hoiuruumi tungiva õhuga kaasa- toodud niiskushulgast. Füüsilist tööd tegev inimene keskkonnas, mille temperatuur on lähedane 0°-le, eraldab tunnis ligikaudu 50 g niiskust. Uste avamisel suurenev niiskushulk hoiuruumis ei ole täpselt arvatav. Kogemuste alusel võetakse see tabeli 3.8 järgi, kus tunni jooksul suurenev niiskushulk on antud hoiuruumi 1-m² põrandapinna kohta grammides.

Hoiuruumi erituvate niiskushulkade arvutamisel tuleb arvestada puittaara (kastide, konteinerite, kaubaaluste) võimet imada endasse teatud hulk niiskust kuni puidu tasakaaluniiskuse saavutamiseni. Taara poolt seotav niiskus tuleb arvesse hoidlate täitmisel sügisel, kui puuviljad on pakitud suhteliselt kuivadesse kastidesse. Hiljem, kui puittaara on saavutanud tasakaaluniiskuse, see enam hoiuruumi õhuniiskust ei mõjuta.

ÕHU KOOSTIS

Õhu koostis on kolmas hoiuruumide mikrokliimat kujundav tegur. Säilitusperioodi jooksul eritub viljadest süsihappegaasi, etüleeni ja mitmesuguseid kergesti lenduvaid aineid. Peale süsihappegaasi muudavad need ained hoiuruumis oleva õhu koostist nii, et viljade järelvalmimine kiireneb, seega halveneb nende säilivus. Eriti kehtib see tavaliste õhkjahutusega hoidlate kohta, kus temperatuur on mõnevõrra kõrgem kui külmhoidlates ja eritised viljadest seetõttu ka suuremad.

Õhkjahutusega hoidlates korrigeeritakse õhu koostist intensiivse ventileerimisega. Saastunud õhk asendatakse värske õhuga ventilatsiooniseadmete abil. Külmhoidlates on vajadus ventileerimise järele märksa väiksem, sest seal on temperatuur madalam ja seetõttu ka eritised viljadest väiksemad. Kuid õhku on vaja puhastada sealgi. Seda tehakse kolmel viisil: 1) ventileerimisega nagu õhkjahutusega hoidlates, 2) õhu pesemisega — õhk imetakse läbi pesemiskambri, kus pihustatud veejoad uhuvad jääkained õhust välja (pärast pesemist puhutakse õhk jälle hoiuruumidesse tagasi), 3) õhu filtreerimisega läbi aktiivsöefiltri.

Esimese mooduse korral tuleb suurendada külmutusseadmete võimsust, sest hoiuruumidesse puhutav värske õhk on vaja maha jahutada. Teise mooduse juures ringleb sama õhuhulk hoiuruu-

mide ja pesemiskambri vahel, ilma et seda oleks vaja täiendavalt jahutada. Puuduseks on siin see, et pesemisel võib õhu niiskus tõusta üle normi. Kolmanda mooduse korral filtreeritakse õhust ebasoovitavad jääained välja selle niiskust suurendamata. Et aga aktiivsõfilter pole võimeline eemaldama õhust etüleeni, on ikkagi vaja hoiuruume täiendavalt ventileerida.

Juba ammu pandi tähele, et süsihappegaasi suurendatud hülgi hoiuruumi õhus soodustab puuviljade säilivust. Suurendatud süsihappegaasi- ja vastavalt vähendatud hapnikuhulk õhus pidurdavad puuviljade hingamist ning järelvalmimist. Pikaajaliste katsete tulemusena on välja töötatud uus säilitusviis, mis rajaneb õhu normaalse koostise muutmisel. Selle säilitusviisiga tutvusime II peatükis. Sellises hoiuruumi muudetud atmosfääris on tõstetud süsihappegaasi hulka isegi kuni 15% -ni. Puuviljad on seejuures säilinud märksa paremini kui normaalses atmosfääris. Katsetel selgus, et süsihappegaasi hulka õhus tuleb muuta puuvilja sordist olenevalt: mõned sordid taluvad üsna kõrget CO₂ kontsentratsiooni, teised mitte. Siin on vaja veel palju uurida ja täpsustada, eriti kohalike sortide juures.

Kokkuvõtteks võib öelda, et õhu normaalne koostis pole puuviljade säilitamiseks mitte kõige parem. Viljade hingamise ja järelvalmimise pidurdamiseks on vaja tõsta süsihappegaasi hulka hoiuruumi õhus, kusjuures tuleb arvestada iga sordi omapära ja süsihappegaasi talumise võimet.

4. PUUVILJAHOIDLATE SISUSTUS

Puuviljahoidla sisustus peab olema ratsionaalne ja vastama tehnoloogilistele vajadustele. Puuviljahoidlate sisustuse võib jaotada kolme rühma: 1) seadmed ja abinõud saaduste mahutamiseks (taara, riiulid, statsionaarsed tõsteseadmed jt.); 2) seadmed ja aparaadid hoiuruumides vajaliku mikrokliima kujundamiseks (külmutus-, ventilatsiooni-, kütte- ja automaatikaseadmed, mõõteriistad jt.); 3) seadmed töötajale vajalike töötingimuste loomiseks (veevarustus-, kanalisatsiooniseadmed jt.).

TAARA

Tänapäeva puuviljanduses on taara mõiste laienenud. Taara pole enam ainult vahend saaduste pakkimiseks, vaid on ühtlasi ka aktiivne element puuviljade tööstusliku tootmise protsessis, teiste sõnadega — tootmistehnoloogia määrab taara liigi.

Nõuded taarale. Puuviljade pakkimiseks; veoks ja säilitamiseks kasutatav taara peab olema vastupidav, sest ta peab kaitsma saadusi vigastuste eest transpordil ja olema hoidlas kõr-

gele virnastatav, et hoiuruumide mahtu saaks paremini ära kasutada.

Taara peab olema ringlev, s. t. mitu korda kasutatav, peab võimaldama laadimistöode mehhaniseerimist ja olema selliste mõõtetega, et transpordivahendite platvorme saaks maksimaalselt ära kasutada.

Taara peab olema kerge, peab võtma vähe materjali ja olema odavalt valmistatav.

Eri taaraliikide võrdlevaks hindamiseks on võetud kasutusele nn. taara koefitsient:

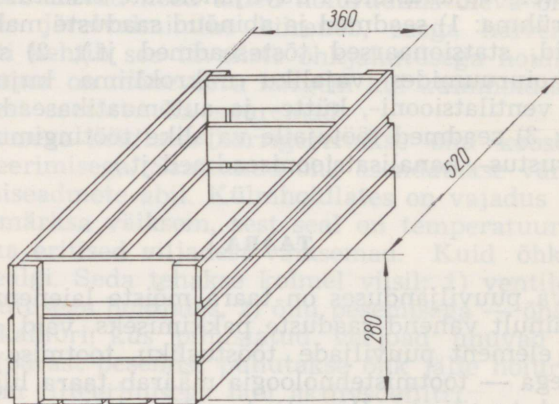
$$K_t = \frac{G_t}{G_s} \cdot 100\%,$$

kus G_t on taara kaal kg,

G_s — saaduste netokaal kg.

Kastid on seni kõige levinum taaraliik puuviljade pakkimisel. Eestis kasutatakse puitkaste sisemõõtetega $520 \times 360 \times 280$ mm, mis mahutavad 20...22 kg õunu (joonis 4.1). Kasti detailide mõõtmel on antud tabelis 4.1. Meil kasutatavad kastid erinevad pisut üleliiduliselt kasutatavatest standardkastidest. Ka puudub neil kaas. Seda asendavad kaks lauda, mis lüüakse kumalegi äärel piki kasti. Puuvilju transporditakse vabariigi piires peamiselt autodega, mistõttu kaste pole enamasti vaja kaanetada. Kaanetatakse vaid neid kaste, mida veetakse raudteel.

Kastide detaile valmistavad Eestis mitmesugused puidutöötlemise ettevõtted. Majandid löövad ise kastid kokku. Valmis kast maksab umbes üks rubla. Kaste kasutatakse ringleva taarana. Praktika näitab, et majandid saavad tsentraliseeritud taaraladude vahendusel tagasi umbes kaks kolmandikku kastide üldkogusest. Üht kasti on võimalik kasutada kolm-neli korda. Majandid osta-



Joonis 4.1. Eestis kasutatav õunakast.

Tabel 4.1. Eestis kasutatavate õunakastide detailid

Detail	Mõõtmed mm			Laudade arv kasti kohta
	pikkus	laius	paksus	
Otsalaud	360	80...90	16	6
Küljalaud	584	80...90	10	6
Põhjalahaud	552	80...90	10	4
Kaanelaud	552	80...90	10	2
Otsaliist	300	50	16	4

Märkus. Kasti valmistamisel jäetakse laudade vahele 5-mm pilud. Ülemise ja järgmise laua vahele jäetakse suurem pilu — 25 mm, et kasti tõstmisel saaks sellest sõrmed läbi pista.

Tabel 4.2. Kastid puuviljade pakkimiseks (GOST 8416-63)

Näitaja	Mõõtühik	GOST 8416-63		
		Kast nr. 27	Kast nr. 29	Kast nr. 30
Õunte mahutavus (neto)	kg	8	15	25
Sisemõõtmed:	mm			
pikkus		450	545	545
laius		290	375	375
kõrgus		125	150	275
Välismõõtmed:	mm			
pikkus		476	597	597
laius		304	391	391
kõrgus		130	166	291
Maht	dm ³	16,3	30,7	56,2
Taara kaal	kg	2,5	3,0	5,5
Taara koefitsient (taara- ja netokaalu suhe)	%	31	20	22
Kogukaal (bruto)	kg	10,5	18,0	30,5
Kastide arv ühe tonni saaduste pakkimiseks	tk.	125	67	40
Puidu kulu ühele kastile	m ^{3*}	0,0035	0,0062	0,0078
Puidu kulu ühe tonni õunte pakkimiseks	m ^{3*}	0,44	0,42	0,39

* Töödeldud detailide maht.

Tabel 4.3. GOST 8416-63 järgi valmistatud kastide

Kasti nr.	Küljelauad			Otsalauad		
	pik-kus	pak-sus	arv 1 kas-tile	pik-kus	pak-sus	arv 1 kas-tile
27	476	7	4	290	13	2
29	597	8	4...6	375	13	4...6
30	597	8	6...8	375	13	6...8

Märkus. Kastile nr. 30 kokkulöömise liistud $275 \times 40 \times 13$ mm — 4 tk..

vad taaraladudest tagasi remonditud kaste 60 kopikat, remonti-mata kaste 41 kopikat tükk.

Teistes vennasvabariikides kasutatakse umbes samasuguse konstruktsiooniga kaste, mis on valmistatud GOST 8416-63 järgi (tabelid 4.2 ja 4.3).

Laiale levikule vaatamata on eespool kirjeldatud kastidel mitmeid puudusi. Ringlevaks taaraks nad hästi ei sobi, sest suhteliselt suure kaalu juures on nende konstruktsioon nõrk. Pike-matel vedudel, eriti tagasiveol, kui kastid on tühjad, saavad nad kergesti vigastada, nii et suuremat osa neist tuleb enne korduvat kasutamist remontida. Puuduseks on ka see, et tühjalt võtavad nad niisama palju ruumi kui täidetult, mistõttu transpordivahendite kandevõimet kasutatakse tagasiveol ebaratsionaalselt. Seepärast on välja töötatud mitu täiuslikuma ja tugevama konstruktsiooniga kastitüüpi, samuti kastid, mida on võimalik tühjalt kokku panna, nii et nende maht väheneb üle kahe korra. Neid kaste valmistatakse GOST 11354-65 järgi, kuid laiemat rakendamist pole nad veel leidnud.

Praegu meil kehtivate standardite järgi tuleb õunad ja pirnid pakkida kastidesse, mis on valmistatud GOST 13359-67 järgi. Need

Tabel 4.4. Kastid puuviljade pakkimiseks GOST 13359-67 järgi

Kasti nr.	Sise-mõõtmed mm	Välismõõtmed mm	Maht dm ³	Kaal kg	Viljade mahutavus kg
1	475×285×126	527×301×142	17,1	2,0	10
2	570×380×152	622×396×168	32,9	3,0	15
3	570×380×266	634×400×286	57,6	4,0	25

Märkus. Kasti nr. 1 kasutatakse viinamarjade ja luuviljade, kasti nr. 2 õunte, pirnide ja tsitrusviljade ning kasti nr. 3 õunte pakki-miseks.

detailide mõõtmed (mm)

Põhja- ja kaanelauad			Lubatud pilu laius laudade vahel mm	
pik- kus	pak- sus	arv 1 kastile	külje- ja otsa- lauad	põhja- ja kaane- lauad
476	7	10...12	5...15	6...10
571	8	10...12	10	10
571	8	10...12	10...25	10...25

kastile nr. 29 — 150×40×13 mm, samuti 4 tk.

kastid on eelkirjeldatuist vastupidavamad. Mõõtmetelt on nad pisut teistsugused (tabel 4.4). Sama mahutavuse juures on nad kergemad ja väiksema puidukuluga. Tulevik näitab, kas nad on võimelised asendama seni kasutusel olevaid kaste, mis on tootmises sügavalt juurdunud.

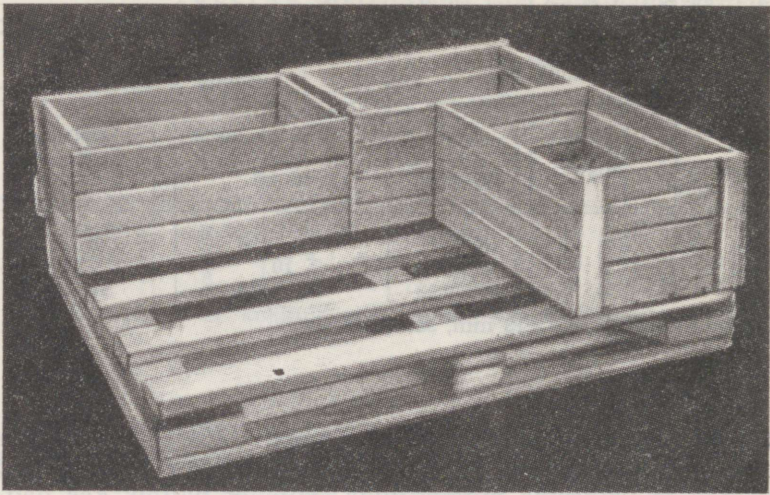
Kasti detailide valmistamisel tehastes ja kokkunaelutamisel majandites tuleb jälgida, et ei esineks suuri kõrvalekaldumisi normides määratud mõõtmetest. Kastide sisemõõtmed võivad kõikuda ± 3 mm piires, laudade paksus ± 1 mm. Lauad tuleb naelutada paralleelselt, s. t. laudadevahelised pilud peavad olema ühesugused kogu kasti pikkuses. Iga laud naelutatakse kummastki otsast vähemalt kahe naelaga, kusjuures küljelaudadel lüüakse üks nael otsaliistu, teine otsalaua sisse. Kastide kokkulöömiseks kasutatavad naelad on toodud tabelis 4.5.

Naelu kulub ühele kastile nr. 30 0,085...0,09 kg, 1 t õunte pakkimiseks 3,5...4 kg.

Kaubaalused. Puuviljakastide vedu aiast hoidlasse ja virnastamine on üsna mahukas töö, mida senini on tehtud käsitsi. Madal tööjõudlus, raske füüsiline töö, mis igaühele pole jõukohane, ja saaduste kvaliteedi langus, mis on tingitud kastide

Tabel 4.5. Kastide naelutamiseks kasutatavad naelad

Laudade paksus mm	Naelte mõõtmed mm	
	pikkus	läbimõõt
8	35...45	1,8...2,0
10	45	2,0
13	50	2,2
16	50	2,2



Joonis 4.2. Kaubaalus kastidega.

loopimisest laadimisel, on sundinud spetsialiste otsima paremaid lahendusi. Kasutusele on võetud nn. kaubaalused (paletid), tänu millele saab laadimistöid rohkem mehhaniseerida. Kaubaalused on puidust platvormid mõõtmetega 1200×1000 või 1200×800 mm, üldkõrgus 100...150 mm (joonis 4.2). 20...22 mm paksused laud on omavahel ühendatud tugiprussidega. Paar lauda lüüakse ka prusside alla, et kaubaalus ei vajuks aias pehmesse mulda. Kaubaalusele laotakse kastid 4 või 5 kihis, igas kihis 5 kasti. Kaubaaluseid koos kastidega tõstetakse ja virnastatakse elektritõstukitega, mille haardekahvlid haaravad kaubaaluseid ülemiste ja alumiste laudade vahel olevatest tugiprussidest moodustatud pesadest.

Kaubaaluste kasutamise korral tõuseb märksa laadimistöõde jõudlus, sest käsitsitööks jääb vaid kastide ladumine kaubaalustele, kuna tõstmine ja virnastamine jääb masinate hooleks.

Konteinerid. Puuviljade tööstuslikul suurtootmisel tuleb koristusperioodil iga päev kastidesse pakkida kümneid tonne saadusi. See on mahukas töö ja tõmbab hulga oskustöölisi viljade koristamisest eemale. Kui koristustöödeks ei jätku tööjõudu, venib koristusperiood lubamatult pikaks, viljad võivad üle küpseda ja variseda. Pikeneb ka aeg viljade koristamise ja hoidlasse paigutamise vahel, mistõttu nad säilivad palju halvemini.

Nende puuduste vältimiseks juurutatakse viimasel ajal meie lõunapoolsemate vennasvabariikide eesrindlikes puuviljakasvatustajandis uut koristustehnoloogiat, mille järgi puudelt koristatud viljad suunatakse kohe pärast eelsorteerimist hoidlasse, kus nad kiiresti jahutatakse. Eelsorteerimisel kõrvaldatakse ainult ilmne

praak. Lõplik sorteerimine, kalibreerimine ja pakkimine toimub alles pärast säilitamist, kui alustatakse saaduste realiseerimist.

Tänu uuele tehnoloogiale väheneb tööde maht koristusperioodil, nii et koristustöödega tuleb toime vähem töölisi, paraneb viljade säilivus ja oskustöölisi saab talvekuudel otstarbekamalt tööle rakendada. Et kiirkoristusel pole otstarbekas kasutada vähe mahutavaid kaste, on viimasel ajal hakatud puuviljade transportimisel aiast hoidlasse ja hoidlas säilitamisel kasutama suuremaid mahuteid, nn. konteinereid.

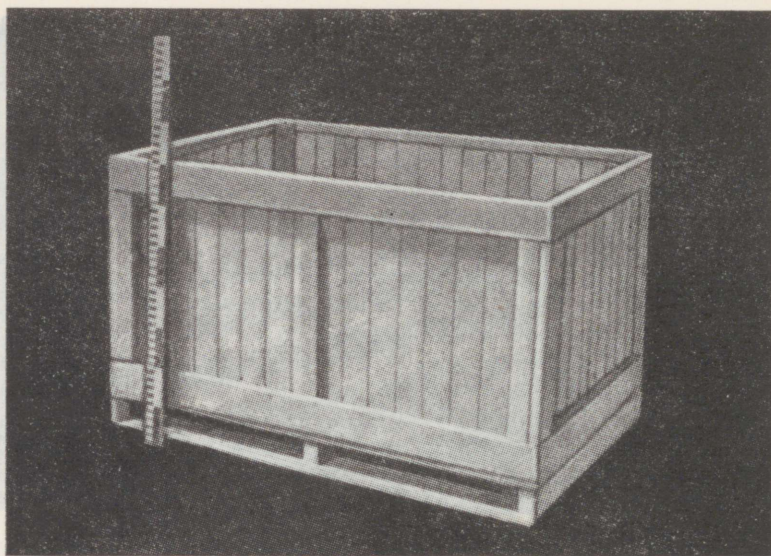
Konteinerid on puidust valmistatud suuremad kastid, pealt lahtised, nurkadest kõvendatud metallist nurgikutega (joonis 4.3). Konteinerite põhi on kahekordne. Seal on avad, mis võimaldavad kasutada haardekahvlitega tõstukeid. Konteinerid pannakse aeda viljapuude vahele maha, kus korjajad tühjendavad oma koristuskorve. Täidetud konteinerid viiakse otse hoidlasse.

Kodumaiste konteinerite mahutavus on tavaliselt 250 . . . 300 kg, välismaal kasutatakse tihti ka suuremaid. Ka Nõukogude Liidus on korraldatud katseid mahukamate konteineritega. Näiteks Moldaavias on kasutusel konteinerid mahutavusega kuni 500 kg (nn. moldaavia konteinerid). Viimaste omapära seisab selles, et esikülj käib üksikute laudade kaupa lahti. Sein laotakse üles vastavalt konteineri täitumisele. Korjajatel on niimoodi palju mugavam oma koristuskorve konteinerisse tühjendada. Kaubatoodangu töötlemisel on sellist konteinerit lihtsam tühjendada. Kallutusseadmeid pole vaja: esikülje laud võetakse ühekaupa ära ja õunad veerevad ise sorteerimisliindile.

Mustmullapiirkonna Aianduse TU Instituudi (НИЗИСНП) ja Taara Konstrueerimis-Tehnoloogilise Kesklaboratooriumi (ЦКТЛ Тапа) poolt on välja töötatud kaks universaalset konteineritüüpi, mis on mõeldud üleliiduliseks kasutamiseks puu- ja köögiviljade transportimisel ja hoidlates säilitamisel. Üks neist on kokkupandav, nii et võtab tühjalt poole vähem ruumi kui täidetult. Teine ei ole kokkupandav. Konteinerite tehnilised andmed on toodud tabelis 4.6.

Tabel 4.6. Konteinerite tehnilised andmed

Näitaja	Mõõt- ühik	Kokkupandav tüüp I	Mittekokku- pandav tüüp II
Sisemõõtmed	mm	1137×760×566	1144×760×596
Välismõõtmed	mm	1193×816×700	1200×816×700
Maht	dm ³	490	520
Kaal	kg	32	28,8
Saaduste netokaal	kg	250	250
Taara koefitsient	%	12,8	11,5
Puitmaterjali kulu	m ³	0,074	0,084
Puitmaterjali kulu ühele tonnile saa- dustele	m ³	0,296	0,336
Metallikulu	kg	1,7	1,0



Joonis 4.3. Konteiner.

Konteinerite eelis kastide ees ei seisne mitte ainult selles, et nad vastavad paremini uuele koristustehnoloogiale, vaid ka selles, et nende kasutamine on palju ökonoomsem. Ühe tonni õunte pakkimiseks vajaminevatele konteineritele kulub 35...40% vähem puitu kui kastidele, pealegi on nende iga märksa pikem. Tublisti suureneb tööjõudlus saagi koristamisel, transportimisel ja hoidlas virnastamisel ning väheneb ajavahemik viljade koristamise ja hoidlasse paigutamise vahel, mis soodustab viljade säilimist. Hoiuruumide mahutavus kasvab umbes 20...30%.

Katsed on näidanud, et konteinerites säilivad puuviljad paremini, sest vilju vigastatakse neis vähem kui kastides. Et kastide kokkupuutepind viljadega on mitu korda suurem, kandub kastilaudade deformeerumine tõstmisel, eriti aga loopimisel viljadele rohkem üle, muljudes neid enam kui konteineris. Mehaanilisi kahjustusi on konteinerite kasutamise korral üldse väga vähe, sest käsitsi neid ei tõsteta ega loobita.

Konteineritel on ka puudusi: nad vajavad tõstmiseks ja tühjendamiseks üsna kalleid eriseadmeid, aias tuleb korjajatel koristuskorvide tühjendamiseks rohkem käia jne. Kõiki neid puudusi katab mitmekordselt tööjõu kokkuhoid, mida saadakse laadimis- ja säilitustööde mehhaniseerimisega.

Papist ja plastmassist taara. Välismaal transportitakse ja säilitatakse puuvilju viimasel ajal papist taaras. USA-s, Uus-Meremaal ja mujal pakitakse näiteks suurem osa puuviljadest papp-

kastidesse, milles on õhukestest papiribadest võred viljade üksteisest eraldamiseks. Papiribad on nihutatavad, nii et pesade suurust saab muuta vastavalt viljade suurusele. Kastid mahutavad tavaliselt 18...20 kg. Näiteks pakitakse pirnid USA-s kastidesse, mille mõõtmed on 45×28,7×21,2 cm. Sellistesse kastidesse pakitakse praegu juba 90% ekspordiks määratud toodangust.

Papist taara on odav, kerge ja üsna vastupidav, nii et kaste võib laduda üksteise peale. Et papist taara on odav, pole seda mõtet kasutada ringleva taarana. Seega jääb tühjade kastide tagasivedu ära, mis on eriti tähtis kaugete vedude (näiteks ekspordi) korral.

Varem arvati, et pappkastid ei sobi saaduste säilitamiseks külmhoidlas, sest nad niiskuvad seal ja muutuvad pehmeks. Katsed on näidanud, et pakendite niiskumine pole tingitud mitte hoiuruumi õhu niiskusest, vaid veeaurudest, mida eraldavad kastidesse pakitud puuviljad. Seega saab kastide niiskumist kergesti vältida, kui kasutada polüetüleenist voodrit. Voodri tõttu jääb taara kahjustamata ning vähenevad ka viljadest eralduvad veeauruhulgad ja hingamiskaod.

Jaapanis on kasutusel jäigad polüetüleenist ja polüpropüleenist puuviljakastid. Kaste toodetakse kolmes suuruses: 56,5×36×30,5 cm, 63×47,9×32 cm ja 80,5×56,5×37,3 cm. Kaste kasutatakse korduvalt.

Itaalias kasutatakse vahtpolüstüroolist puuviljakaste mõõtmetega 54×34×10,5 cm ja 54×34×8 cm. Üks mudelitest on sileda põhjaga, teine pesadega viljade jaoks. Kastid on kerged, vastupidavad ja meeldiva välimusega. Maksumus ei ületa puitkastide maksumust.

Puitu kui traditsioonilist taaramaterjali kulub meie maal igal aastal väga palju, selle vedu ja töötlemine aga nõuab suhteliselt suuri kulutusi. Seepärast on ka meie teadlased hakanud uurima puidu asendamise võimalusi puuviljade pakkimisel.

Riiulid. Väikestes hoidlates pannakse puuviljad üsna sageli riiulitele. Riiulid ehitatakse puidust. Nad on 4...6 m pikad ja 1...1,5 m laiad, ridadena risti või põiki hoidlat. Riiulite vahe on vertikaalselt 75...100 cm. Vaba ruum ülemise riiuli ja hoidla lae vahel peab olema umbes niisama suur. Alumine riiul tehakse hoidla põrandast 15...20 cm kõrgemale. Hoiuruumi kõrgusest olenevalt võib 3...4 riiulit ülestikku ehitada. Et riiuleid oleks võimalik täita ja tühjendada ning sinna pandud saaduste seisukorda kontrollida, jäetakse nende vahele 1...2 m laiused käigud.

Riiulid on soovitatav teha monteeritavad, sest siis saab neid säilitusperioodi lõpul koost lahti võtta, hoidlast välja viia, puhastada ja desinfitseerida.

Puuviljahoidlaid hakatakse sügis- ja talisortide viljadega täitma tavaliselt septembri lõpul või oktoobri algul, seega ajal, mil välisõhu temperatuur on veel suhteliselt kõrge. Veel varem võetakse hoidlad kasutusele sel juhul, kui neis tahetakse lühikest aega säilitada marju ja suvisortide puuvilju. Eestis on keskmine õhutemperatuur augustis umbes 15° ja septembris 11° (tabel 2.1), kuid on aastaid, mil see tõuseb keskpäeval isegi üle 30°. Hoidlasse veetavad viljad on enam-vähem niisama soojad kui välisõhk. Sellise temperatuuri juures jätkuvad bioloogilised protsessid viljades pidurdamatult (intensiivne hingamine, järelvalmimine, vee aurumine jne.). Nagu eespool öeldud, tuleb viljad enneaegse vananemise ja kiire riknemise ärahoidmiseks kohe maha jahutada. Seda tehakse hoidlates mitmesuguste jahutusseadmetega.

Mingi keskkonna, näiteks hoiuruumide jahutamise all mõistetakse soojuse ärajuhtimist sealt. Vastavalt eemaldatavate soojushulkade suurusele keskkonna temperatuur kas langeb või jääb soovitud tasemele püsima. Hoiuruumides toimubki jahutamine kahes faasis: esialgu saavutatakse soojuse ärajuhtimisega säilitustemperatuur ja seejärel vähendatakse soojuse äravoolu sedavõrd, et ruumi temperatuur jääb püsima, s. o. ruumist eemaldatakse täpselt niipalju soojust, kuipalju sinna läbi piirete, viljadest jne. juurde tuleb.

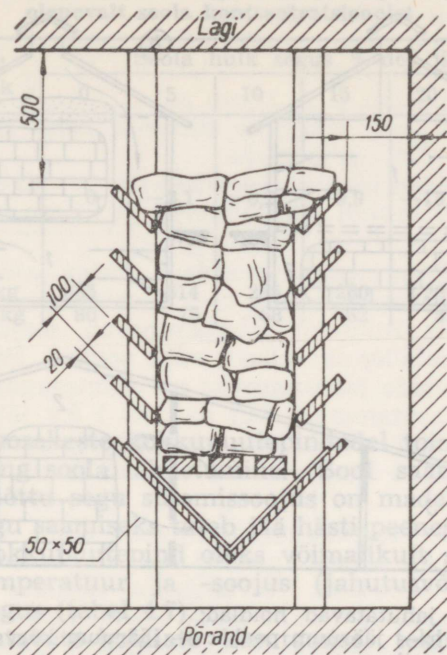
Hoiuruumide peamised jahutusviisid on järgmised:

- a) jahutamine jaheda välisõhu sissepuhumisega, ventileerimisega,
- b) jahutamine loodusliku jääga,
- c) jahutamine külmutusagregaatidega.

Välisõhuga saab hoiurume jahutada ainult siis, kui selle temperatuur on vähemalt 4... 5° võrra madalam ruumi temperatuurist. Seda on võimalik teha alles hilissügisel ja ka siis vaid öötundidel ning varahommikul. Puuviljad aga nõuavad jahutamist juba paar kuud varem. Seega säilitusperioodi algul ei anna hoiuruumide ventileerimine soovitud tulemusi. Hoiuruumide ventileerimist on lähemalt kirjeldatud alapeatükis «Ventilatsiooniseadmed».

Jääga jahutatavad hoidlad on ehituselt lihtsad ja üsna odavad. Madal temperatuur saavutatakse neis loodusliku jääga, mis ruumis aeglaselt sulades võtab ümbrusest soojust ära.

Väikestes hoidlates paigutatakse jäätükid säilitatavate saadustega ühte ruumi kas lahtiselt või spetsiaalsetes jäätaskutes (joonis 4.4). Puidust jäätaskutel on küljelaud žalusiitaoliselt kaldu, et õhk ligi pääseks. Tasku alla tehakse renn sulamisvee äravooluks. Renn ühendatakse kanalisatsiooniga. Selle puudumisel paigutatakse äravoolurenni otsa veenõu, mida aeg-ajalt tühjendatakse.



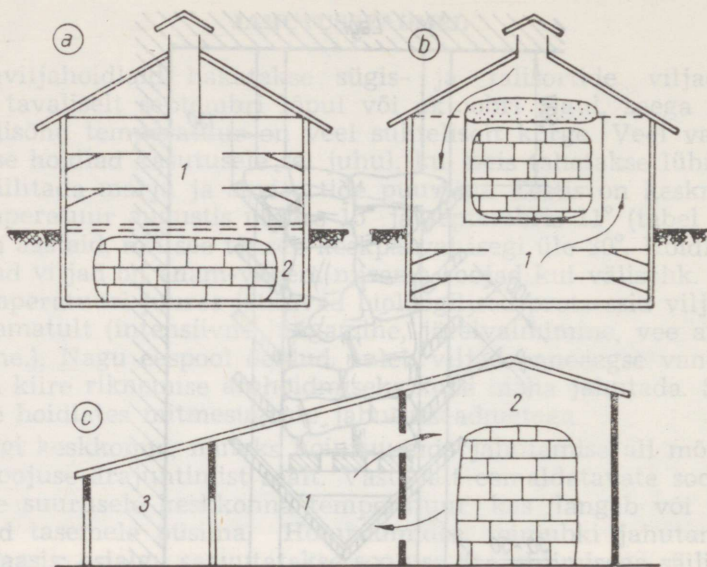
Joonis 4.4. Jääga jahutatava hoidla jäätasku.

Suurtes hoidlates paigutatakse jäätükid eraldi ruumi. Viimase asendi järgi säilitusruumi suhtes jaotatakse hoidlad kolme rühma: jääruumiga all, kõrval ja peal (joonis 4.5). Levinumad on hoidlad, mille jääruum asub säilitusruumi kõrval. Jääruum külgneb säilitusruumiga ühest või mitmest küljest (joonis 4.6).

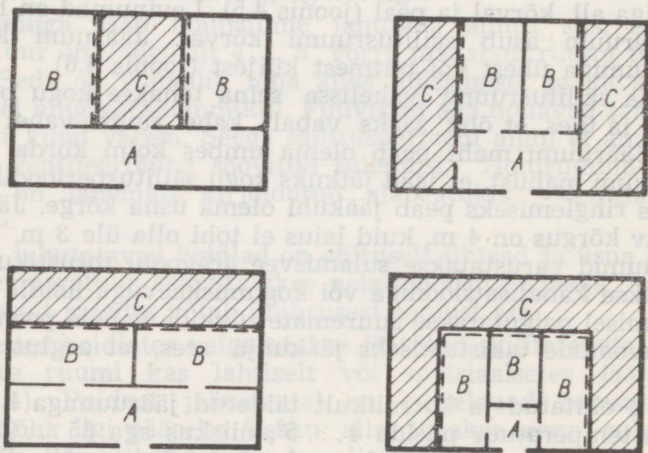
Jää- ja säilitusruumi vahelise seina tehakse kogu pikkuses avad alla ja üles, et õhk saaks vabalt kahe ruumi vahel tsirkuleerida. Jääruumi maht peab olema umbes kolm korda suurem säilitusruumi mahust, et jääd jätkuks kogu säilitusperioodiks. Õhu paremaks ringlemiseks peab jääkuhi olema üsna kõrge. Jääruumi soovitatav kõrgus on 4 m, kuid laius ei tohi olla üle 3 m.

Jääruumid varustatakse sulamisvee äravoolu torustikuga, mis ühendatakse kanalisatsiooniga või kogumiskaevuga hoidla kõrval. Jää ladumisel paigutatakse suuremate tükkide vahele peenestatud jääd õhuvoolude takistamiseks jääkuhja sees, et aeglustada jää sulamist.

Õigesti ehitatud ja korralikult täidetud jääruumiga hoidlates võib õhu temperatuur püsida $4 \dots 5^{\circ}$, niiskus aga $85 \dots 95\%$ piires. Kui temperatuuri tahetakse alandada 0° -ni või alla selle, tuleb kasutada jahutamiseks jää ja keedusoola segu, mille sulamistemperatuur on madalam kui puhtal jääl.



Joonis 4.5. Jäälga jahutatavad hoidlad:
 a — jääruum all, b — jääruum peal, c — jääruum kõrval; 1 — hoiuruum,
 2 — jääruum, 3 — esik.



Joonis 4.6. Jääruumi võimalikud asendid hoiuruumide kõrval (plaanis):
 A — esik, B — hoiuruumid, C — jääruum.

Tabel 4.7. Jää ja keedusoola segu sulamistemperatuur ja -soojus olenevalt soola kontsentratsioonist

Näitaja	Mõõtühik	Soola hulk segus %-des jää kaalust						
		0	5	10	15	20	25	30
Sulamis- tempera- tuur	°C	0	-3,1	-6,2	-9,9	-13,7	-17,8	-21,2
Sulamis- soojus (jahutus- võime)	kJ/kg	335	314	285	260	238	213	193
	kcal/kg	80	75	68	62	57	51	46

Jää- ja soolaosakeste kokkupuutepindadel toimub üheaegselt jää sulamine ning soola lahustumine. Sool saab teatud hulga lisasoojust, mistõttu segu sulamissoojus on madalam kui puhtal jääl. Ühtlase segu saamiseks tuleb jää hästi peenestada, et jää- ja soolaosakeste kokkupuutepind oleks võimalikult suur. Jahutus-
segu sulamistemperatuur ja -soojus (jahutusvõime) olenevad soola hulgast segus (tabel 4.7).

Jääga jahutatavate hoidlate kasutamisel tekitab raskusi jää varumine. Jääd kulub palju — 15...20 m³ ühe tonni säilitatavate saaduste kohta. Kui hoidla asub loodusliku veekogu lähedal, on jääd võrdlemisi lihtne muretseda. Jääplokide löikamist alustatakse talvel, kui jää paksus veekogul on 20...30 cm. Plokid saetakse 40×40...60×60 cm suuruste tükkidena järve või jõe jääkattest, mis on lumest puhastatud, ja veetakse tasasele platsile rajatud hoiupaika. Platsile tuleb enne vedada 10 cm paksune liiva- või kruusakiht sulamisvee dreenažiks. Kui on võimalik, tuleb liiva asemel šlakki kasutada, et vähendada soojuse levikut maapinnast jääle.

Jää säilitamine kevadel ja suvel kuni järgmise säilitusperioodi alguseni nõuab hoolsat jäävornade pakkimist. Jääplokid laotakse püramiidikujulisse virna. Pärast vornastamist antakse vornale niisugune kuju, et teda oleks hõlpsam katta. Selleks raiutakse välimistel pankadel nukid ära ja virna välispinnad tasandatakse. Jäävorn kaetakse pikkade õlgede või hagudega (kihi paksus 10...15 cm), mis omakorda kaetakse 80...100 cm paksuselt saepuruga. Saepurukihile pannakse lauad ja tõrvapapp. Jäävornad tuleb rajada kohtadesse, kus need suvel on ereda päikese eest kaitstud.

Kui majandi lähedal veekogu ei ole, tuleb jääd ise teha. Selleks eemaldatakse tasaselt maapinnalt murukamar ja maapind tambitakse kõvaks. Võib ehitada ka laudpõranda, mis kaetakse tõrvapapiga. Et jääd ei oleks pärast vaja saagida, tehakse platsile

serviti laudadest 40×40 cm suuruste ruutudega rest. Vesi külmub nüüd kohe valmis plakkideks.

Kui õhu temperatuur püsib väljas pidevalt alla -5° , võib alustada jääplakkide tegemist. Plats või laudis valatakse veega üle, nii et jääb püsima 2...3 mm paksune kiht. Kui see on jäänud, valatakse peale järgmine niisama paks kiht ja nii edasi, kuni jää on 15...20 cm paksune.

Loodusliku jääga jahutatakse siiski ainult väikesi hoidlaid, sest see on üsna töömahukas jahutamisviis ja nõuab igal aastal suuri jäävarusid.

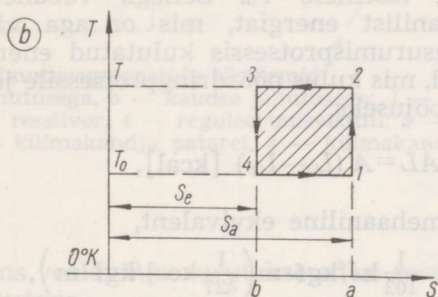
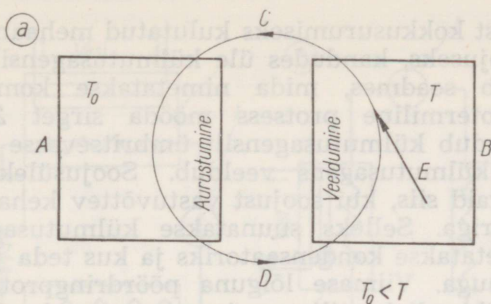
Jahutamine külmutusagregaatidega. Jääga jahutatavates hoidlates kulutatakse hoiuruumides olev üleliigne soojus jää pikaldateks sulatamiseks. Ruumide jahutamine on seejuures puudulik, sest jää neelab sulades suhteliselt vähe soojust. Palju efektiivsem moodus hoiuruumide jahutamiseks on mitmesuguste ainete aurumissoojuse ärakasutamine. Kui näiteks 1 kg jääd seob sulades kõigest 335 kJ (80 kcal) soojust, siis 1 kg ammoniaaki seob -15° juures aurudes 1105 kJ (264 kcal) soojust, s. o. üle kolme korra rohkem.

Masinjahutuse füüsikaliseks aluseks ongi eriliselt valitud ainete, nn. külmutusagensite aurustamine keskkonnas, mida tahetakse jahutada. Aurumiseks vajaliku soojuse võtab külmutusagens samast keskkonnast, alandades sellega keskkonna temperatuuri. Mida rohkem külmutusagensit aurub, seda rohkem soojust seotakse. Kui jahutatavasse keskkonda voolab mingitest allikatest soojust juurde ja külmutusagensi hulk on reguleeritud nii, et kogu juurdevoolav soojus kulub selle aurustamiseks, jääb keskkonna temperatuur püsima samale tasemele.

Puuviljahoidlates on jahutatavaks keskkonnaks madala temperatuuriga hoiuruumid (sisetemperatuur $-1^\circ \dots +4^\circ$). Järelikult saab seal kasutada külmutusagensina ainult selliseid aineid, mis aurustuvad (keevad) normaalrõhu juures väga madalatel temperatuuridel (alla -10°), nagu ammoniaak, mitmesugused freoonid jt. Külmutusagenseid on lähemalt kirjeldatud selle alapeatüki lõpus.

Külmutusagregaaadi töötamise põhimõtet selgitab joonis 4.7, a. Jahutatavas keskkonnas (näiteks suletud ruumis), mille temperatuur on tavaliselt madalam ümbritseva keskkonna temperatuurist, lastakse vedelal külmutusagensil auruda. Külmutusagensi hulk on piiratud jahutussüsteemi mahuga. Jahutusprotsessi pidevaks kulgemiseks peab külmutusagens korduvalt auruma. Selleks tuleb külmutusagens pärast aurumist väljastpoolt jahutatavat ruumi veeldada ja uuesti ringkäiku tagasi suunata.

Ringprotsessi, mille käigus külmutusagens muudab oma agregaatolekut, viies sellega jahutatavast keskkonnast soojust ära, nimetatakse termodünaamikas tema avastaja nime järgi Carnot' pöördringprotsessiks. Selle teoreetiline kulg on näidatud T-s diagrammil joonisel 4.7, b.



Joonis 4.7. Külmutusagregaadi töötamise põhimõtteskeem (a) ja Carnot' pöördringprotsess (b):

A — jahutatav ruum, B — ümbritsev keskkond, C — veeldunud külmutusagens, D — aurustunud külmutusagens, E — külmutusagensi veeldamiseks kulunud mehaaniline energia, T ja T_0 — keskkondade temperatuurid, S — entroopia (termodünaamiline olekufunktsioon).

Carnot' pöördringprotsess koosneb kahest isotermilisest ja kahest adiabaatilisest protsessist. Isotermilises protsessis, mis diagrammil kulgeb mööda sirget 4—1 (joonisel 4.7, b), siirdub soojus jahutatavast keskkonnast külmutusagensile, mis seejuures aurub. Protsess toimub külmutusagregaadi seadmes, mida nimetatakse aurustiks. Protsessi eelduseks on, et külmutusagensi temperatuur seejuures ei muutu ja et külmutusagensile siirduv soojus kasutatakse ära ainult tema aurustamiseks. Selleks et soojus siirduks ühelt kehalt teisele, peab soojust vastuvõtva keha temperatuur madalam olema. Seepärast valitakse külmutusagensi aurumistemperatuur mitme kraadi võrra madalam jahutatava keskkonna temperatuurist.

Järgneb adiabaatiline kokkusurumisprotsess mööda vertikaalset sirget 1—2, mis kulgeb soojuse vahetamiseta kehade vahel. Kokkusurumisel tõuseb külmutusagensi temperatuur tasemelt

T_0 tasemele T , sest kokkusurumiseks kulutatud mehaaniline energia muundub soojuseks, kandudes üle külmutusagensile. Kokkusurumine toimub seadmes, mida nimetatakse kompressoriks. Järgneb teine isotermiline protsess mööda sirget 2—3, mille käigus soojus siirdub külmutusagensilt ümbritsevasse keskkonda ja rõhu all olev külmutusagens veeldub. Soojusülekanne saab toimuda jällegi vaid siis, kui soojust vastuvõtve keha on madalama temperatuuriga. Selleks suunatakse külmutusagens seadmesse, mida nimetatakse kondensaatoriks ja kus teda jahutatakse külma vee või õhuga. Viimase lõiguna pöördringprotsessis teeb külmutusagens läbi adiabaatilise paisumisprotsessi mööda sirget 3—4, mille jooksul alaneb külmutusagensi rõhk ja temperatuur langeb tasemelt T tasemele T_0 . Sellega vabaneb protsessis teatud hulk mehaanilist energiat, mis on aga väiksem külmutusagensi kokkusurumisprotsessis kulutatud energiast. Nende vahe väljendab tööd, mis kulus pöördringprotsessile ja mis muutus protsessi jooksul soojuseks:

$$AL = A(L_s - L_p) \text{ [kcal]}, \quad (4.1)$$

kus A on soojuse mehaaniline ekvivalent,

$$A = \frac{1}{102} \text{ kJ/kgf} \cdot \text{m} \left(\frac{1}{427} \text{ kcal/kgf} \cdot \text{m} \right),$$

L — ringprotsessile kulutatud töö $\text{kgf} \cdot \text{m}$,

L_s — kokkusurumisel kulutatud töö $\text{kgf} \cdot \text{m}$,

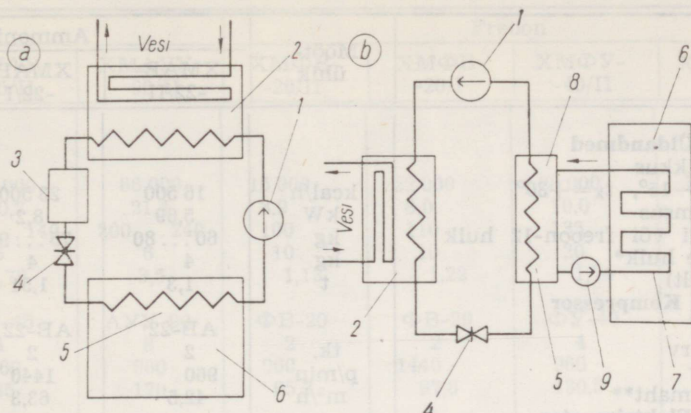
L_p — paisumisel vabanenud töö $\text{kgf} \cdot \text{m}$.

Külmutusagens paisub külmutusagregaadi torustikule enne aurustit paigaldatud reguleerimisventiilis.

Puuviljahoidlates kasutatakse kahte süsteemi külmutusagregaatide — vahetu ja kaudse jahutusega (joonis 4.8). Viimasel juhul külmutusagens ei auru jahutatavas ruumis, vaid nn. **külmakandja** paagis. Seal pumbatakse vajaliku temperatuurini jahutatud külmakandja jahutatavates ruumides asuvasse külmutuspatareidesse. Seade sarnaneb teatud määral keskküttesüsteemiga, kuid kõrge temperatuuriga soojuskandja asemel liigub torustikus ja patareides madala temperatuuriga külmakandja.

Vahetu jahutusega külmutussüsteemi põhiosad on kompressor, aurusti (üks või mitu), kondensaator, reguleerimisventiil, ressiiver, seadmeid järjestikku ühendav torustik ja mitmesugused automaatikaseadmed (joonis 4.8).

Seadmete töö on lühidalt järgmine. Kompressori käivitamisel imetakse jahutatavas ruumis asuvast aurustist osa külmutusagensi auru ära, mistõttu rõhk aurustis langeb. Tekkinud rõhkude vahe tõttu voolab ressiivrist aurustisse uut vedelat külmutusagensit, mis paisub reguleerimisventiilis. Kompressori poolt aurustist väljaimetud külmutusagensi aur surutakse kondensaatorisse kõrgendatud rõhu all. Rõhu ja kondensaatori jahutusvee mõjul



Joonis 4.8. Külmutusagregaatide süsteemid:

a — vahetu jahutusega, b — kaudse jahutusega; 1 — kompressor, 2 — kondensaator, 3 — ressiiver, 4 — reguleerimisventiil, 5 — aurusti, 6 — jahutav ruum, 7 — külmakandja patareid, 8 — külmakandja paak, 9 — külmakandja pump.

külmutusagens veeldub ja surutakse edasi ressiivrisse, et seal uut ringkäiku alustada.

Vahetu jahutusega külmutusseadmed on lihtsamad ja odavamad, nende valmistamiseks kulub vähem metalli ning nad tarvitavad vähem elektrienergiat kui kaudse jahutusega seadmed. Vahetu jahutusega seadmetel on väiksem inertss. Pärast kompressori käivitamist algab kohe ruumide jahutamine, nii et külmakandja eelnevaks jahutamiseks poleks vaja aega kulutada.

Vahetu jahutusega külmutusseadmete puuduseks on asjaolu, et torustike või seadmete lekkimise korral valgub külmutusagens otse hoiuruumi ja võib seal säilitatavaid saadusi rikkuda. Eriti kehtib see ammoniaagi kohta. Ka on eri kambrites raske saavutada erinevaid temperatuure, sest külmutusagensi suhteliselt väikeste vooluhulkade tõttu ei anna reguleerimine soovitud tulemusi.

Kaudse jahutusega külmutussüsteem, koosneb põhiliselt samadest seadmetest, millest vahetu jahutusega süsteemid, lisaks neile on aga veel külmakandja paak ja pumbad, aurustite asemel külmutuspatareid (joonis 4.8).

Kaudse jahutusega süsteemi eelistatakse peamiselt ammoniaak-külmutusmasinate korral, et kahjulikult mõjuv gaas ei satuks hoiuruumidesse seadmete ebatiheduste läbi, samuti suurte freooniga töötavate seadmete korral, et kokku hoida kallist ja defitsiitset freooni.

Kaudse jahutusega süsteemi eeliseks on külmakandja võime akumulereida teatud määral soojust. Seetõttu on temperatuur

Tabel 4.8. Külmutusagregaatide

	Mõõt- ühik	Ammoniaak	
		XMAB- -22/II	XMAB- -22/I
Üldandmed			
Külmatootlikkus			
$t_0 = -15^\circ$, $t_k = +30^\circ$	kcal/h	16 500	23 500
Vajalik võimsus	kW	5,69	8,2
Ammoniaagi või freoon-12 hulk	kg	60...80	75...90
Määrdeõlide hulk*	kg	4	4
Kaal (tühjalt)	t	1,3	1,51
Kompressor			
Tüüp		AB-22	AB-22
Silindrite arv	tk.	2	2
Pöörete arv	p/min	960	1440
Kolvi tunnimah**	m ³ /h	42,5	63,3
Elektrimootor			
Tüüp		АОП-2-	АОП-2-
		-61-6	-61-4
Võimsus	kW	10	13
Kondensaator			
Sisemine soojusvahetuspind	m ²	4,5	6,5
Väliline soojusvahetuspind	m ²	—	—
Aurusti			
Sisemine soojusvahetuspind	m ²	6,5	9,4
Väliline soojusvahetuspind	m ²	—	—

* Määrdeõlid ammoniaakagregaatidele mark XA-23 või XA-30,

** Ammoniaakkompressoritel silindri läbimõõt 82 mm, freoonkompressoritel

hoiuruumides ühtlasem kui vahetul jahutamisel. Üksikute hoiuruumide temperatuuri on kergem reguleerida. Kõik külmutusagensiga seotud seadmed ja torustikud asuvad masinaruumis. Seega on süsteemi tähtsamad osad masinisti vahetu järelevalve all ning neid on kerge hooldada.

Kaudse jahutusega süsteemi suurimaks puuduseks on asjaolu, et külmutusagensi temperatuur peab olema vähemalt 5° võrra madalam kui vahetu jahutusega süsteemil, mis on vajalik selleks, et külmakandja paagis toimuks soojusvahetus külmutusagensi ja külmakandja vahel. Külmutusagensi madalama aurumistemperatuuri tõttu on aga kompressori külmatootlikkus väiksem. Üks ja sama kompressor annab kaudse jahutusega süsteemis külma umbes 20% vähem kui vahetu jahutusega süsteemis.

Käesoleval ajal toodab kodumaine tööstus väga mitmesuguseid külmutusagregaatide. Tehnilised andmed levinumate agregaatide kohta on toodud tabelis 4.8.

Kompressor on külmutusagregaaadi põhimasin, mille ülesanne on külmutusagensi auru imemine aurustist, kokkusuru-

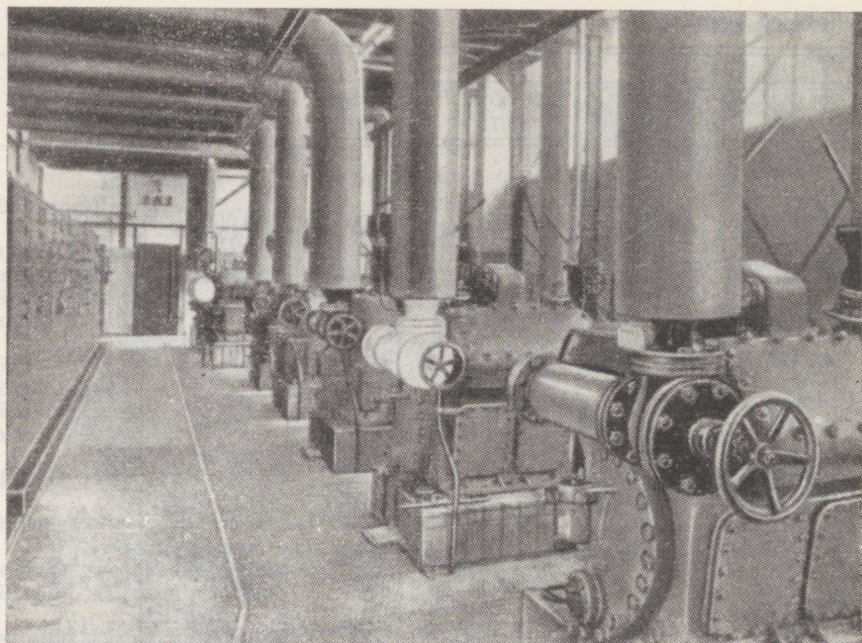
		Freoon			
XMAУ- -45/II	XMAУУ- -90/II	XMΦB- -20/II	XMΦB- -20/I	XMΦУ- -40/II	XMΦУУ- -80/II
33 000	66 000	15 000	22 000	28 000	50 000
10,7	21,4	3,9	8,0	10,0	23,0
120 ... 140	200 ... 240	100	110	135	305
5	6	10	10	20	30
1,79	3,5	1,13	1,22	1,74	2,66
AY-45	AУУ-90	ΦB-20	ΦB-20	ΦУ-40	ΦУУ-80
4	8	2	2	4	8
960	960	960	1440	960	960
85	170	65,3	97,8	130,5	261
АОП-2- -72-6	АОП-2- -82-6	АОП-2-61-6	АОП-2-61-4	АОП-2-72-6	АОП-2-82-6
22	40	10	13	22	40
9,4	19,3	2,57	3,32	4,85	9,8
—	—	9,0	11,6	17,0	34,4
14,1	26,5	3,32	4,85	6,82	13,8
—	—	11,6	17,0	24,0	48,3

freoonagregaatidele mark XΦ-12.
101,6 mm. Kolvikäik kõikidel kompressoritel 70 mm.

mine ja edasitoimetamine kondensaatorisse. Kompressorit käivitab elektrimootor kas vahetult ühel teljel või kiilrihmajami abil.

Joonisel 4.9 on toodud üldvaade suure puuviljahoidla masinaruumist. Paremal asub kompressorite rivi, vasakul on juhtimiskilbid.

Kompressor peab olema töökindel ja võimalikult lihtsa konstruktsiooniga, kerge ja kompaktne. Kodumaine tööstus toodab suures valikus mitmesugust tüüpi kompressoreid, mis töötavad korralikult väga erinevates tingimustes. Kompressorid jagunevad pööprintsibi järgi kolb-, rotatsioon- ja turbokompressoriteks. Puuviljahoidlate külmutusagregaadid töötavad enamasti kolbkompressoritega. Viimased jagunevad omakorda silindrite asendi järgi vertikaal-, horisontaal- ja nurga all asuvate silindritega kompressoriteks (joonis 4.10). Silindrite arvu järgi jagunevad kolbkompressorid ühe-, kahe- ja enamsilindrilisteks, aurude liikumise suuna järgi silindris otsevoolulisteks, kus aurud liiguvad ühes suunas, ja pöördvoolulisteks, kus aurud muudavad silindris



Joonis 4.9. Masinaruum suures puuviljahoidias.

liikudes oma suunda. Surveastmete järgi jagunevad kolbkompressorid üheastmelisteks ja mitmeastmelisteks jne.

Külmatootlikkuse järgi liigitatakse kompressorid pisikesteks (kuni 3000 kcal/h), väikesteks (3000... 50 000 kcal/h), keskmisteks (50 000... 400 000 kcal/h) ja suurteks (üle 400 000 kcal/h) kompressoriteks. Eestis ehitatavates puuviljahoidlates tulevad kasutusele väikese võimsusega kompressorid (külmatootlikkus kuni 50 000 kcal/h).

Kompressorite vajalik külmatootlikkus arvutatakse külmavajaduse järgi, mis määratakse soojusbilansiga (vt. 3. peatükk).

Kadude tõttu masinaruumis ja torustikes võetakse kompressori külmatootlikkus suurem — vahetu jahutusega süsteemides 5... 7% ja kaudse jahutusega süsteemis 10... 12%.

Kompressori külmatootlikkust väljendatakse valemiga

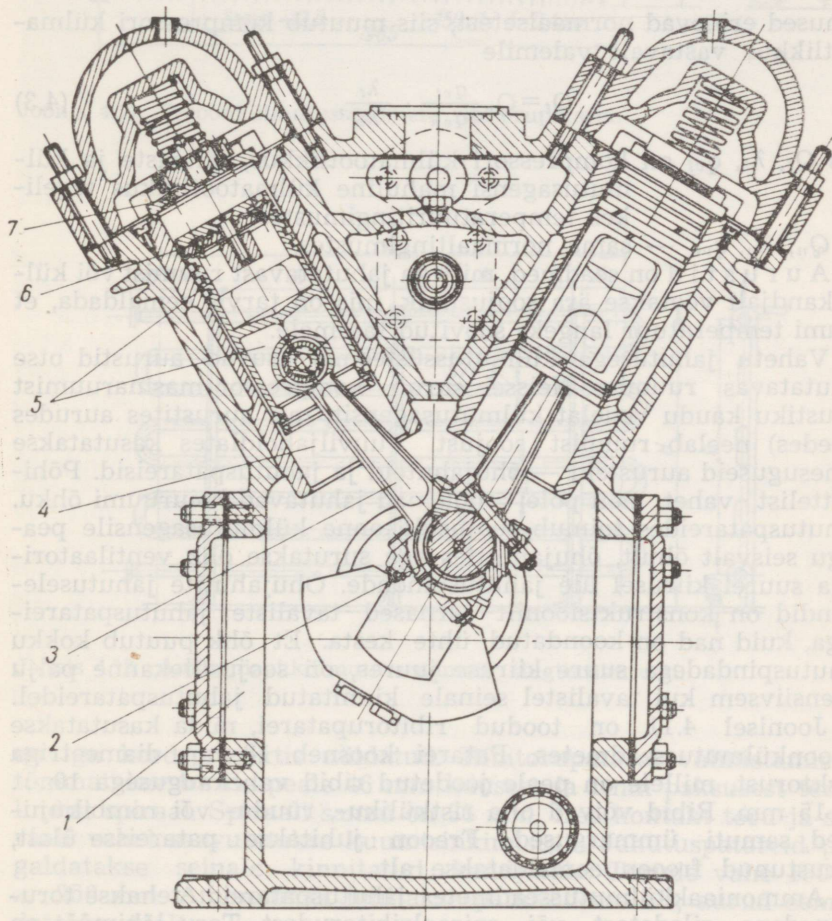
$$Q = V \cdot \lambda \cdot q_v \text{ [kJ/h] (kcal/h)}, \quad (4.2)$$

kus V on kompressori tunnimahd m^3/h , s. o. ruumala, mille kolvid tunni jooksul silindrites täidavad. V oleneb silindrite läbimõõdust, arvust, kolvikäigust, pöörete arvust ja kompressori tüübist (tabel 4.8),

λ — täiteaste, mis arvestab mahulisi kadusid kompressori silindrites, on suhe tegelikult silindreid tunni jooksul läbinud külmutusagensi koguse ja teoreetilise tunni-mahu vahel (tabel 4.9),

q_v — külmutusagensi mahuline külmatootlikkus vastavates temperatuuritingimustes (tabel 4.10).

Kompressorite külmatootlikkus normaaltingimustes (aurumistemperatuur $t_0 = -15^\circ$ ja kondenseerumistemperatuur $t_h = +30^\circ$) on toodud tabelis 4.8. Kui kompressori tegelikud temperatuuritin-



Joonis 4.10. Kahesilindrilise V-kujulise kompressori ristlõige:

1 — karter, 2 — väntvõll, 3 — keps, 4 — silinder, 5 — ko.o, 6 — imemis-klapp, 7 — surveklapp.

Tabel 4.9. Ammoniaak- ja freoonkompressorite täiteastmed olenevalt külmutusagensi keemise (p_0) ja kondenseerumise (p_h) rõhkudest

	Rõhkude suhe $p_h : p_0$						
	3	4	5	6	7	8	9
Ammoniaak-kompressorid	0,8	0,77	0,70	0,65	0,60	0,55	0,5
Freoonkompressorid	0,8	0,73	0,68	0,60	0,55	0,50	0,45

gimused erinevad normaalsetest, siis muutub kompressori külmatootlikkus vastavalt valemile

$$Q_t = Q_n \frac{q_{vt}}{q_{vn}} \cdot \frac{\lambda_t}{\lambda_n}, \quad (4.3)$$

kus Q_t , λ_t , q_{vt} on kompressori külmatootlikkus, täiteaste ja külmutusagensi mahuline külmatootlikkus tegelikes temperatuuritingimustes,

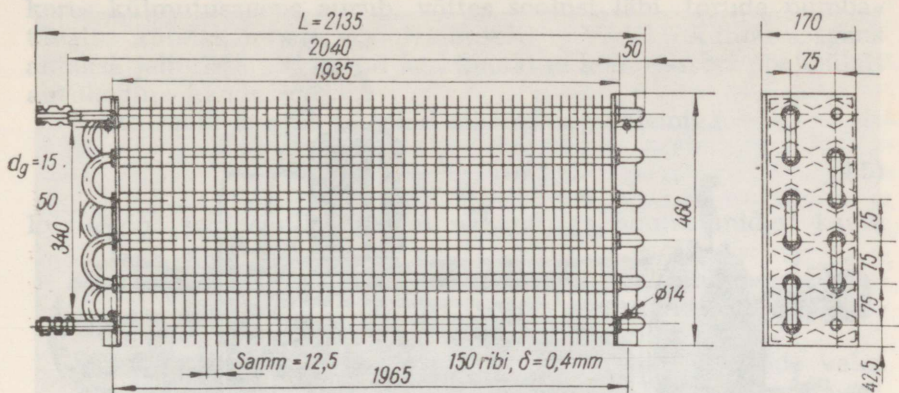
Q_n , λ_n , q_{vn} — sama normaaltingimustes.

Aurustid on seadmed, millega jahutatavast ruumist või külmakandjalt võetakse ära soojushulk, mis on tarvis eemaldada, et ruumi temperatuur langeks soovitud tasemele.

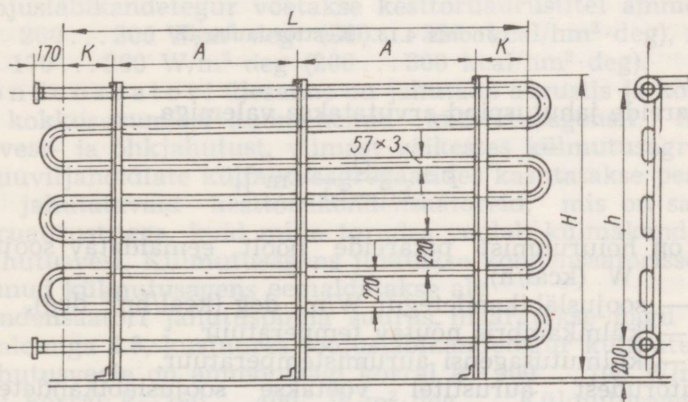
Vahetu jahutusega külmutussüsteemis asuvad aurustid otse jahutatavas ruumis. Neisse surub kompressor masinaruumist torustiku kaudu vedelat külmutusagensit, mis aurustites aurudes (keedes) neelab ruumist soojust. Puuviljahoidlates kasutatakse kahesuguseid aurusteid — õhujahuteid ja jahutuspatareisid. Põhimõttelist vahet neil pole: mõlemad jahutavad hoiuruumi õhku. Jahutuspatareides toimub soojusülekanne külmutusagensile peaaegu seisvalt õhult, õhujahutites aga surutakse õhk ventilaatoritega suurel kiirusel üle jahutuspindade. Õhujahutite jahutuselemendid on konstruktsioonilt sarnased tavaliste jahutuspatareidega, kuid nad on koondatud ühte kesta. Et õhk puutub kokku jahutuspindadega suure kiiruse juures, on soojusülekanne palju intensiivsem kui tavalistel seinale kinnitatud jahutuspatareidel.

Joonisel 4.11 on toodud ribitorupatarei, mida kasutatakse freonkülmutusseadmetes. Patarei koosneb 18-mm diameetriga vasktorust, millele on peale joodetud ribad vahekaugusega 10... 15 mm. Ribid võivad olla ristküliku-, ruudu- või rombikujulised, samuti ümmargused. Freon juhitakse patareisse ülalt, aurustunud freon eemaldatakse alt.

Ammoniaakkülmutusseadmete jahutuspatareid tehakse torusiugudena siledatest või spiraalribitorudest. Toru läbimõõt on 57 mm. Joonisel 4.12 on näidatud siugtoruaurusti, mida kasutatakse ammoniaakkülmutusseadmetes. Tähtedega märgitud mõõtmised olenevad vajalikust jahutuspinnast ja ruumi mõõtmetest ning



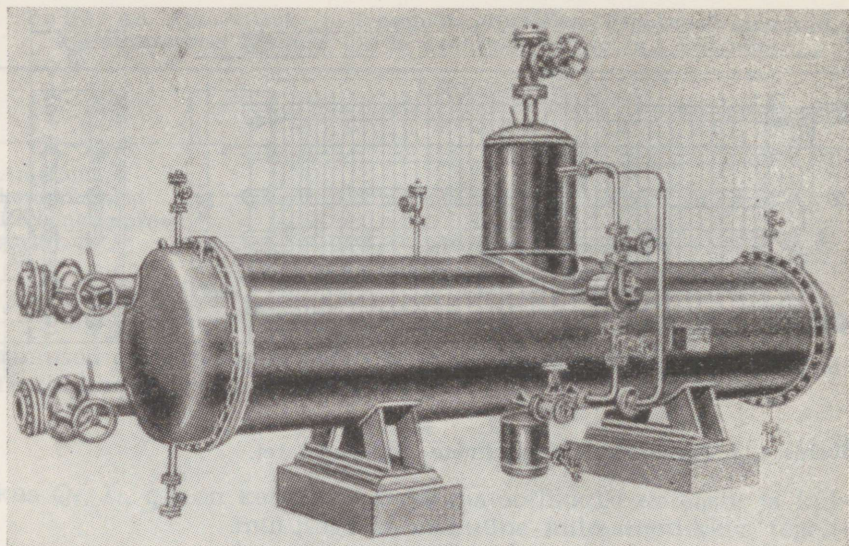
Joonis 4.11. Freonkülmutusseadmete ribitorupatarei.



Joonis 4.12. Ammoniaakkülmutusseadmete siugtoruaaurusti.

on iga kord projektis näidatud. Ribitorupatarei valmistamiseks tõmmatakse torule peale 46 mm laiuselt ja 1mm paksusest teraslindest spiraal. Spiraali samm on 36 mm. Hea kontakt toru ja spiraali vahel saavutatakse kuumtsinkimisega. Jahutuspatareid paigaldatakse seinale kinnitatud kandjatele. Torude vahe 180... ..250 mm. Ammoniaak juhitakse patareidesse alt, aurud eemaldatakse ülalt.

Puuviljahoidlates ei paigutata patareisid lakke, nagu seda tehakse üldotstarbelistes külmhoonetes, sest torudele kogunenud härmatise sulamisel tilguks sulamisvesi saadustele ja rikuks neid.



Joonis 4.13. Kesttoruaurusti.

Patareide jahutuspiind arvutatakse valemiga

$$F = \frac{Q}{k(t_s - t_0)} \text{ [m}^2\text{]}, \quad (4.4)$$

kus Q on hoiuruumist patareide poolt eemaldatav soojushulk W (kcal/h),

k — soojuslähikandegur $W/m^2 \cdot \text{deg}$ ($\text{kcal}/\text{hm}^2 \cdot \text{deg}$),

t_s — külmkambris nõutav temperatuur,

t_0 — külmutusagensi aurumistemperatuur.

Ribitorudest aurustitel võetakse soojuslähikandeguriks $k = 3,5 \dots 4,5 W/m^2 \cdot \text{deg}$ ($4 \dots 5 \text{ kcal}/\text{hm}^2 \cdot \text{deg}$), siledatest torudest aurustitel $k = 7 \dots 8,5 W/m^2 \cdot \text{deg}$ ($8 \dots 10 \text{ kcal}/\text{hm}^2 \cdot \text{deg}$).

Õhujahuti ribitorude jahutuspiind arvutatakse sama valemi järgi, kuid soojuslähikandegur võetakse suurem. Olenevalt õhu kiirusest ribitorude vahel ja ülekandepindade puhtusest (härmatise paksusest) kõigub õhujahutite jahutuspiindade soojuslähikandegur piires $13 \dots 26 W/m^2 \cdot \text{deg}$ ($15 \dots 30 \text{ kcal}/\text{hm}^2 \cdot \text{deg}$).

Kaudse jahutusega külmutussüsteemis on aurusti ülesanne jahutada külmakandjat, mis pumbatakse seejärel jahutatavates ruumides asuvatesse patareidesse. Aurusti asub masinaruumis ja kujutab endast tavalist soojusvahetit. Käesoleval ajal kasutatakse peamiselt kesttoruaurusteid (joonis 4.13). Aurusti kujutab endast horisontaalset terassilindrit, mille kahes otsas asuvatesse torulaudadesse on valtsitud jahustorud. Torudevahelises ruumis aurusti

keres külmutusagens aurub, võttes soojust läbi torude pumbatavalt külmakandjalt (soolalahuselt). Vedel külmutusagens antakse jahutisse alt, aurd aga imetakse kompressori poolt ülalt aurukoguja kaudu välja.

Kesttoruaurusti jahutuspid määratakse valemiga

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t} [m^2], \quad (4.5)$$

kus Q on soojushulk, mis külmakandjaga hoiuruumidest kaasa toodi $W(\text{kcal/h})$,

k — soojuslähikandegur $W/m^2 \cdot \text{deg}$ ($\text{kcal}/\text{hm}^2 \cdot \text{deg}$) soojusvoo korral läbi toru seina külmakandjalt külmutusagensile,

Δt — külmakandja ja külmutusagensi temperatuuride vahe. See leitakse valemist

$$\Delta t = \frac{t_1 + t_2}{2} - t_0, \quad (4.6)$$

kus t_1 ja t_2 on külmakandja temperatuur aurustisse sisenemisel ja väljumisel,

t_0 — külmutusagensi aurumistemperatuur.

Soojuslähikandegur võetakse kesttoruaurustitel ammoniaagi korral $260 \dots 300 W/m^2 \cdot \text{deg}$ ($300 \dots 350 \text{ kcal}/\text{hm}^2 \cdot \text{deg}$), freooni korral $170 \dots 260 W/m^2 \cdot \text{deg}$ ($200 \dots 300 \text{ kcal}/\text{hm}^2 \cdot \text{deg}$).

Kondensaatori ülesanne on jahutada aurustis ja kompressoris kokkusurumisel kuumenenud külmutusagensit. Kasutatakse vesi- ja õhkjahutust, viimast väikestes külmutusagregaatides. Puuviljahoidlate külmutusagregaatides kasutatakse peamiselt veega jahutatavaid kesttorukondensaatoreid, mis on sarnased kesttoruaurustitega, kuid mille torudes voolab külmakandja asemel jahutusvesi. Külmutusagens juhatakse kondensaatorisse ülalt, veeldunud külmutusagens eemaldatakse alt.

Kondensaatori jahutuspinna suurus määratakse nagu aurustilgi valemiga 4.5, kusjuures soojuslähikandegur külmutusagensilt jahutusveele on ammoniaagi korral $k=500 \dots 700 W/m^2 \cdot \text{deg}$, freooni korral $k=260 \dots 400 W/m^2 \cdot \text{deg}$. Külmutusagensi ja jahutusvee temperatuuride keskmine vahe võetakse $4 \dots 5^\circ$.

Jahutusvee hulk kondensaatoris arvutatakse valemiga

$$G = \frac{Q_h}{\Delta t \cdot c} [1/h], \quad (4.7)$$

kus Q_h on külmutusagensilt võetav soojus kcal/h ,

Δt — jahutusvee soojenemine ($\Delta t=5 \dots 8^\circ$),

c — vee erisoojus, $c=1 \text{ kcal}/\text{kg} \cdot \text{deg}$.

Tänapäeva külmutusagregaatidel on peale põhiseadmete veel mitmesugused abiseadmed, mis on mõeldud agregaatide töö parandamiseks: õli- ja vedelikueraldid, ressiivrid, filtrid, kuivatid jt. Need kuuluvad külmutusagregaatidega ühte komplekti ja monteeritakse koos.

Külmutusagensid. Nagu eespool öeldud, nimetatakse külmutustehnikas külmutusagensiteks aineid, millel on normaalrõhu juures madal aurumis- (keemis-)temperatuur ja mis panakse külmutusagregaadis ringlema, et jahutatavast keskkonnast üleliigset soojushulka eemaldada.

Peale madala aurumistemperatuuri esitatakse külmutusagensitele veel teisigi nõudeid. Termodünaamika valdkonnast esitatakse näiteks nõue, et külmutusagensi veeldumisrõhk ei tohi olla liiga kõrge, mitte üle 15 atm, sest liiga kõrge rõhk külmutusagregaadi kondensaatoris vähendaks agregaadi kasutegurit ja suurendaks külmutusagensi kadu läbi tihendite. Peale selle peab külmutusagensil olema hea soojusjuhtivus, väike erikaal ja viskoossus, et hõõrdekaod torustikus väiksemad oleksid ja väheneks energiakulu nende ületamiseks.

Füüsikalis-keemilisest seisukohast on oluline, et külmutusagens ei mõjuks aktiivselt metallidele, ei oleks süttimis- ega plahvatusohtlik, mürgine ega inimestele muud moodi kahjulik (limanahku ja silmi ärritav, halvasti lõhnav jne.). Külmutusagensi lahustuvus määrdeõlides peab olema mõõdukas. Määrdeõlis liiga kergesti lahustuvad külmutusagensid kannavad palju õli külmutuskompressori silindritest ära, pealegi tõuseb nende keemistemperatuur. Õlides hästi lahustuvatel külmutusagensitel on siiski see hea omadus, et nende tarvitamisel pole karta kondensaatori sisepindadele õlikihi tekkimist, mis vähendaks soojusülekanne. Paremini õnnestub ka kompressori määrimine, sest õli koos külmutusagensiga tungib igale poole (ka raskesti ligipääsetavatesse kohtadesse). Liiga vähe õlides lahustuvate külmutusagensite puuduseks on õli kogunemine aurustite ja kondensaatori sisepindadele, mis vähendab soojusülekanne.

Külmutusagens peab vees hästi lahustuma, sest vastasel korral võib juhuslikult süsteemi sattunud vesi moodustada külmudes jääkorke.

Külmutusagensite omaduste hindamisel on suur tähtsus nende kaalulisel ja mahulisel külmatootlikkusel. Kaaluliseks ja mahuliseks külmatootlikkuseks nimetatakse soojushulki, mida vastavalt 1 kg või 1m³ külmutusagensit on võimeline teatud temperatuuritingimustel (keemis-, kondenseerumis- ja ülejahutustemperatuuridel) kaasa viima. Kaaluline ja mahuline külmatootlikkus on omavahel seotud järgmiselt:

$$q_v = \frac{q_0}{v}, \quad (4.8)$$

kus q_v on mahuline külmatootlikkus kJ/m³ (kcal/m³),

q_0 — kaaluline külmatootlikkus kJ/kg (kcal/kg),

v — külmutusagensi erimaht m³/kg.

Külmutusagensite külmatootlikkused on toodud tabelis 4.10. Mida suurem on külmutusagensi külmatootlikkus, seda parem. Suurema külmatootlikkusega külmutusagensi hulk on jahutus-

süsteemis väiksem, mistõttu külmutusseadmed on kompaktsemad ja torustikud peenemad.

Puuviljahoidlates kasutatakse külmutusagensitena peamiselt ammoniaaki (NH_3) ja freoon-12 (CF_2Cl_2).

Ammoniaak (NH_3) on värvuseta teravalõhnaline gaas, mis ärritab silmi ja ülemisi hingamisteid, pannes kõhima ning aevastama, kontsentratsioonis üle 0,2 kg/l aga lämmatab. Kui gaasi on õhus 13...17% (mahuliselt), võib lahtise tulega tekkida plahvatus.

Ammoniaak mõjub koos veeaurudega tsingile, vasele ja viimase sulamitele oksüdeerivalt, terase ja malmi suhtes on neutraalne. Seepärast ei saa ammoniaagiga töötavates külmutusmasinates kasutada vasest ja selle sulamitest osasid. Freoonkülmutusmasinates, vastupidi, kasutatakse vasest detaile, mistõttu freooni ei tohi neis ammoniaagiga asendada.

Ammoniaak peaaegu ei lahustu õlides, vees aga väga intensiivselt. Ühes mahuühikus vees lahustub 15° juures 700 mahuühikut ammoniaaki. Selle omaduse tõttu jahutussüsteemis jääkorke ei teki.

Puudustele vaatamata kasutatakse ammoniaaki külmutustehnikas väga laialdaselt tema heade termodünaamiliste omaduste pärast. Ammoniaagi mahuline külmatootlikkus on suur, seega külmutusseadmes tsirkuleeriv gaasihulk väike. Ammoniaak keeb atmosfäärirõhul — 33,5° juures. Aurustis on rõhk normaalsetes töötingimustes alati üle atmosfäärirõhu, kondensaatoris 8...13 atm.

Ammoniaak on suhteliselt odav ja kergesti kättesaadav. Turustatakse terasballoonides vedelas olekus. Balloonide tunnusvärv on kollane.

Ammoniaagiga töötamisel tuleb rangelt kinni pidada ohutusnõuetest.

Freoonid kuuluvad tänapäeva külmutustehnikas levinumate külmutusagensite hulka, nad on inimorganismile praktiliselt kahjutud ja suurem osa neist plahvatuskindlad. Freoonideks nimetatakse suurt rühma süsivesinike derivaate, millel vesiniku aatomid on täiesti või osaliselt asendunud kloori või fluori aatomitega. Lähteaineteks freoonide tootmisel on metaan (CH_4) (freoonid 11*, 12, 13, 21, 22, 23) ja etaan (C_2H_6) (freoonid 113, 114, 115, 142, 143). Külmutustehnikas on tänapäeval kõige levinum freoon-12 (CF_2Cl_2). Väga perspektiivne on ka freoon-22 (CHF_2Cl), mis oma kõrgete tehnilis-ökonomiliste näitajate tõttu on freoon-12 välja tõrjumal. Näiteks USA-s töötab käesoleval ajal juba 90% kõigist külmutusseadmetest freoon-22-l.

Freoon-12 (CF_2Cl_2 — difluordiklorometaan) on füsioloogiliselt toimelt inimesele ohutu, ei riku toiduaineid, ei põle ega plahvata. Freoon-12 aurustub normaalrõhul — 29,8° juures, rõhk

* Freoonide tähistamisel näitab arvu esimene number (kolmekohalise arvu korral kahe esimese numbri summa) ühendis süsiniku ja vesiniku aatomite arvu kokku, viimane number fluori aatomite arvu.

Tabel 4.10. Külmutusagensid

	Temperatuur		Rõhk ata		Külmatootlikkus			
	keemisel 1 ata	külmu- misel	aurumisel -15°	kondenseerumisel +30°	kaaluline q_0		mahuline q_v	
					kJ/kg	$\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$	kJ/m ³	$\frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}$
Ammoniaak (NH ₃)	-33,4	-78	2,41	11,9	1105	263,6	2160	518
Freon-12 (CF ₂ Cl ₂)	-29,8	-155	1,86	7,6	117	28,3	1273	305,6
Freon-22 (CHF ₂ Cl)	-40,8	-160	3,06	12,3	161	38,6	2035	488
Freon-142 (C ₂ H ₃ F ₂ Cl)	-9,2	-131	0,81	4,01	169	40,4	650	155,3

kondensaatoris on alla 10 atm. Et tema külmatootlikkus on väiksem kui ammoniaagil, siis on võrdsete võimsuste juures freon-seadmete mõõtmed suuremad kui ammoniaakseadmetel. Freon-12 erikaal on 5...6 korda suurem kui ammoniaagil, mis tingib tsirkuleerimisel külmutussüsteemis suuremat energiakulu takistuste ületamisel. Viimaste vähendamiseks võetakse freoni korral süsteemis torude läbimõõdud suuremad ja voolamiskiirus ammoniaagi voolamiskiirusest 2...2,5 korda väiksem.

Et freon-12 lahustub kergesti määrdelides, kasutatakse freon-seadmetes skeeme, kus õlid tagastuvad kompressorisse (kasutatakse õlieraldeid jm.). Freon-12 ei ühine veega, mistõttu juba õige väikese veesisalduse korral tekivad süsteemis ohtlikud jääkorgid. Freon-12 ei tohi vett sisaldada üle 0,004%. Enne süsteemi freoniga täitmist tuleb seda hästi kuivatada. Kuiv freon on metallide suhtes neutraalne, niiskes keskkonnas aga soodustab korrosiooni.

Freon-12-1 on omadus tungida läbi ka kõige väiksematest ebatihedustest, isegi sealt, kus õhk ja ammoniaak samadel tingimustel läbi ei tungi. Freoni väljavoolamist on aga raske avastada, sest gaasina on ta värvuseta ja madala kontsentratsiooni juures peaaegu lõhnata. Seepärast tuleb erilist tähelepanu pöörata külmutusseadme tihenditele, neid sageli kontrollida ja korrastada. Freon-12 on üsna kallid ja defitsiitne.

Et teisi külmutusagensid kasutatakse puuviljahoidlates harvem, siis me neid lähemalt ei kirjelda. Mõned andmed nende kohta on toodud tabelis 4.10.

Tabel 4.11. Külmakandjate külmumistemperatuurid olenevalt kontsentratsioonist

	Soolade hulk lahuses %-des				
	0	5	10	15	20
Külmumistemperatuur					
NaCl lahusel	0	-3,2	-6,9	-11,9	-17,8
CaCl ₂ lahusel	0	-2,5	-5,7	-10,5	-17,5

Külma kandjad on vajalikud kaudse jahutusega külmutussüsteemides. Puuviljahoidlates kasutatakse külma kandjatena keedusoola (NaCl) ja kaltsiumkloriidi (CaCl₂) lahuseid. Lahuste omadused sõltuvad nende kontsentratsioonist: mida suurem on soolasisaldus lahuses, seda madalam on lahuse külmumistemperatuur (tabel 4.11). See seaduspärasus kehtib teatud kriitilise piirini, nn. krüohüdraatpunktini, mille ületamisel lahus külmub jää- ja soolakristallide seguks. Soolalahusel on krüohüdraatpunkt -21,2° juures soolasisaldusel 29 kaaluosa 100 kaaluosa vee kohta (22,4%), kaltsiumkloriidil on see vastavalt temperatuuril -55° ja soolasisaldusel 42,7 osa 100 kaaluosa vee kohta (30%).

VENTILATSIOONISEADMED

Ventilatsiooniseadmed on kõikides puuviljahoidlates. Öhkjahutusega hoidlates on nad tehnoloogilisteks jahutusseadmeteks, külmhoidlates kasutatakse neid ruumide tuulutamiseks.

Öhkjahutusega hoidlates luuakse vajalik mikrokliima õhuhetuse teel. Ventilatsiooniseadmetega eemaldatakse hoiuruumidest ülemäära soojenenud, niiskunud ja gaasiliste jääkainetega saastunud õhk ning asendatakse värsket õhuga. Eemaldatavate ja sisseimetavate õhuhulkade suuruse muutumisega on võimalik reguleerida hoiuruumi temperatuuri ja niiskust. Niisugune reguleerimine on aga võimalik üksnes siis, kui välisõhu parameetrid sobivad, s. t. hoiuruume saab jahutada vaid sel juhul, kui välisõhu temperatuur on märksa madalam soovitud temperatuurist hoiuruumis. Öhkjahutusega hoidlate suurimaks puuduseks ongi see, et nad sõltuvad täielikult välisõhust. Kui väljas on soe, ei ole hoiuruume võimalik jahutada.

Külmhoidlates on ventilatsiooniseadmete peamiseks ülesandeks õhu ringlemapanek hoiuruumides, et õhu temperatuur, niiskus ja koostis oleksid ühtlased kogu ruumi ulatuses. Kui õhk ei liigu, tekivad ruumi nurkadesse, kastivirnade vahele jms. seisvad «õhukotid», mille parameetrid erinevad tunduvalt õhu keskmistest parameetritest. Teiseks on külmhoidlates vaja ventilatsiooniseadmeid saadustest eritava etüleeni ja teiste gaasiliste jääkainete

eemaldamiseks, mis teatavasti kiirendavad puuviljade järelvalmist.

Õhkjahutusega hoidlas määrab ventilatsiooniseadmete võimsuse soojushulk, mis tuleb hoiuruumidest eemaldada ühe tunni jooksul. Jahutuseks vajalik õhuhulk arvutatakse valemiga

$$L = \frac{Q}{c \cdot \gamma (t_s - t_v)} [\text{m}^3/\text{h}], \quad (4.9)$$

kus Q on ruumist eemaldatav soojushulk tunnis kJ/h (kcal/h),
 c — õhu erisoojus, $c = 1,005$ kJ/kg (0,24 kcal/h),
 γ — õhu erikaal kg/m³ (tabel 3.6),
 t_s, t_v — õhu temperatuur ruumis ja väljas.

Ruumi temperatuuriks võetakse saaduste säilitustemperatuur. Säilitusperioodi algul võib see olla paari kraadi võrra optimaalsest kõrgem (tabel 3.2). Välistemperatuuriks võetakse kuu keskmine temperatuur hommikul kell 6 (tabel 2.1).

Kui on leitud liigsoojuse eemaldamiseks vajalik õhuhulk, tuleb kontrollida, kas see on küllaldane saadustest eraldunud üleliigse veeauru ruumist eemaldamiseks.

Veeauru eemaldamiseks vajalik õhuhulk määratakse valemiga

$$L_v = \frac{W}{d_1 - d_0} [\text{m}^3/\text{h}], \quad (4.10)$$

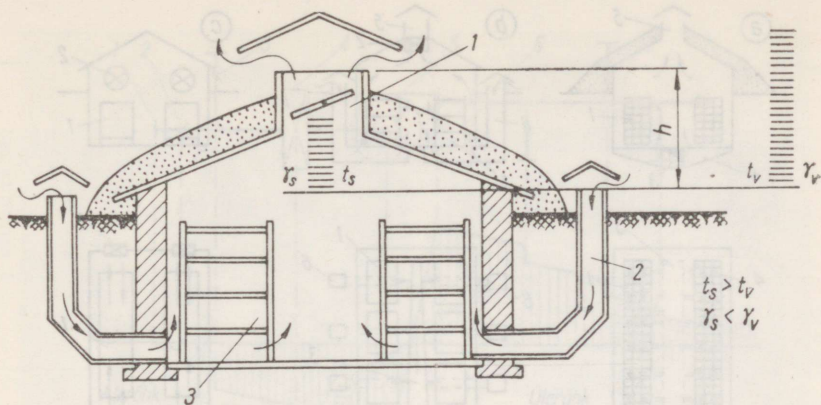
kus W on ruumist eemaldatav liigne veeauruhulk tunnis g/h,
 d_1, d_0 — veeaurusisaldus õhus ruumist väljumisel ja ruumi sisenemisel g/m³ (tabel 1.2).

Külmhoidlas peavad ventilatsiooniseadmed olema võimsusega, mis tagab hoiuruumides kuni 40 kordse õhuringluse tunnis. Kui külmkambri kubatuur on näiteks 300 m³, peab ventilaatori tootlikkus olema vähemalt $300 \times 40 = 12\,000$ m³/h. Ventilaatorid töötavad peamiselt retsirkulatsioonirežiimil, s. t. ventilaator imeb hoiuruumist õhku ja puhub seda samasse ruumi tagasi. See on vajalik hoiuruumis õhu temperatuuri, niiskuse ja koostise ühtlustamiseks.

Ventilatsiooniseadmed peavad külmhoidlas olema ehitatud nii, et nendega saaks aeg-ajalt ka hoiuruumide õhku värskendada. Viljade hingamisjääkide ruumist eemaldamiseks on ööpäeva jooksul vaja 3...4 korda õhku vahetada. Kui külmkambri kubatuur on 300 m³, tuleb sealt ööpäevas eemaldada 900...1200 m³ saastunud õhku. Tuulutatakse iga paari tunni tagant.

Külmhoidla masinaruumis peavad olema iseseisvad ventilatsiooniseadmed, mis tagavad tunnis õhu väljatõmbe kolmel korral ja värsket õhu sissevoolu kahel korral. Õhu väljatõmme seadmete avarii korral peab olema vähemalt 10-kordne.

Puuviljahoidlates kasutatavad ventilatsiooniseadmed jagunevad kolme liiki:



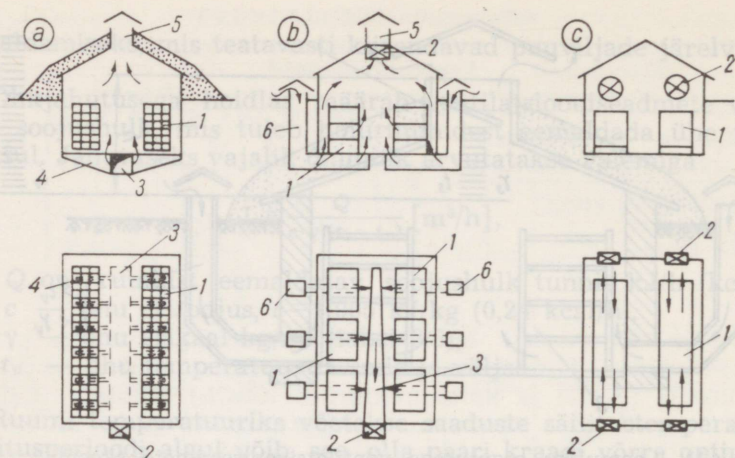
Joonis 4.14. Loomuliku ergutusega ventilatsiooniseadmete skeem: 1 — õhu väljatõmbešaht, 2 — õhu sissevoolukanal, 3 — riulid, t_s ja t_v — sise- ja välistemperatuur, γ_s ja γ_v — sise- ja välisõhu erikaal.

- loomuliku ergutusega (joonis 4.14),
- mehaanilise (sund-)ergutusega (joonis 4.15),
- aktiivse ventilatsiooni seadmed (joonis 4.18).

Kõik ventilatsiooniseadmed koosnevad väljatõmbe- ja sissevooluseadmetest. Mõnikord jäetakse õhu sissevooluseadmed ära. Sel juhul voolab värske õhk ruumi väljatõmbeseadmetest tekitatud hõrenduse tõttu läbi ukseavade, luukide, pragude jne. Niisugust õhu juurdevoolu nimetatakse infiltratsiooniks. See ventileerimisviis pole kuigi efektiivne: tunni jooksul on võimalik vahetada õhku kõigest 50...70% ulatuses ruumi kubatuurist, millest ei piisa.

Loomuliku ergutusega ventilatsiooniseadmeid kasutatakse suurtele puudustele vaatamata puuviljahoidlates veel üsna sageli, sest nad on lihtsad ja odavad. Tihti kasutatakse neid ainuüksi seetõttu, et asjatundmatusest ei teata kui vajalik on intensiivne ventilatsioon saaduste pikaajalisel säilitamisel.

Loomuliku ergutusega ventilatsiooniseadmed koosnevad väljatõmbešahtist ja sissevooluavadest välisõhu juhtimiseks kanalite kaudu kastivirnade või riulite alla või otse hoiuruumi. Selle ventilatsioonüsteemi juures paneb sise- ja välisõhu liikuma nende erikaalude vahe, sest õhu erikaal on seda väiksem, mida kõrgem on õhu temperatuur. Järelikult tungib külmem ja raskem välisõhk hoiuruumi ning surub sealt soojema ja kergema õhu välja. Õhu vahetus on seda intensiivsem, mida suurem on temperatuuride vahe sees ja väljas ning mida kõrgemal asub väljatõmbešahti



Joonis 4.15. Mehaanilise (sund-)ergutusega ventilatsiooniseadmed: a — ventilaator puhub õhku sisse, b — ventilaator tõmbab õhku välja, c — ventilaatorid töötavad reversiivselt — puhuvad õhku kord sisse, kord välja; 1 — säilitatavad saadused, 2 — ventilaator, 3 — õhu magistraalitoru, 4 — õhu jaotustoru, 5 — õhu väljatõmbešaht, 6 — õhu sissevoolutoru.

suue õhu sissevoolu avadest (joonis 4.14). Matemaatiliselt väljendub õhu liikumise intensiivsus järgmiselt:

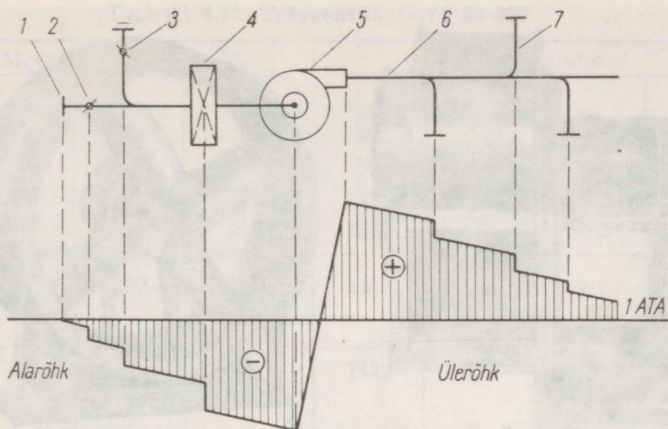
$$H = h(\gamma_v - \gamma_s) \text{ [kg/m}^2\text{]}, \quad (4.11)$$

kus H on gravitatsioonirõhk, millest oleneb õhu liikumise intensiivsus ventilatsioonisüsteemis (väljatõmbešahtides, sissevooluavad, õhukanalites jne.) kg/m^2 ,

h — väljatõmbešahti ja sissevooluavade kõrguste vahe m ,
 γ_v, γ_s — välis- ja siseõhu erikaal kg/m^3 (tabel 3.6).

Nagu on näha valemist 4.11, nõrgeneb loomuliku ergutusega ventilatsiooniseadme töö, kui temperatuuride vahe väheneb, sest siis väheneb ka õhu erikaalude vahe. Kui välisõhu temperatuur on võrdne siseõhu temperatuuriga, lakkab õhuvahetus hoopis. See on loomuliku ergutusega ventilatsiooniseadmete kõige suurem puudus. Sügisel, säilitusperioodi algul, kui puuviljad hingavad hoidlas väga intensiivselt, on vaja tugevat ventilatsiooni, et vilju kiiresti jahutada. Sise- ja välisõhu temperatuuri väikese vahe tõttu on aga õhu liikumine ventilatsiooniseadmetes aeglane ning viljade jahutamine kestab väga kaua, mistõttu viljad säilivad halvemini.

Loomuliku ergutusega ventilatsiooniseadmete juures on oluline, et väljatõmbešahti suue asuks sissevooluavadest tunduvalt



Joonis 4.16. Mehaanilise ventilatsiooniseadme rõhkude diagramm:
 1 — imemistoru väljast, 2 — pöördklapp, 3 — imemistoru ruumist (retsirkulatsioon), 4 — kalorifeer, 5 — ventilaator, 6 — survetoru, 7 — õhu jaotustorud.

kõrgemal. Sellest nõudest ei peeta aga sageli kinni. Mõnikord ehitatakse väljatõmbešahtid ja sissevooluavad peaaegu ühele kõrgusele. Sel juhul, nagu on näha valemist 4.11, võrdub gravitatsioonirõhk nulliga ja õhu väljatõmme pole.

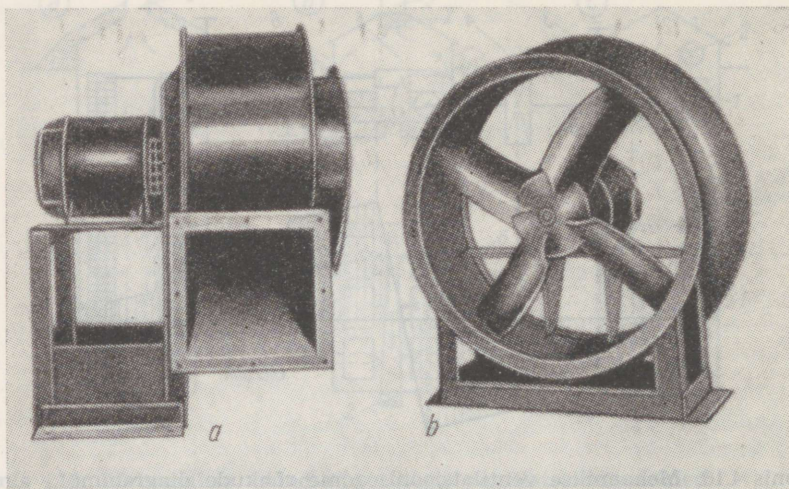
Mehaanilise (sund-)ergutusega ventilatsiooniseadmed erinevad loomuliku ergutusega seadmetest selle poolest, et neis kasutatakse õhu liikuma panemiseks gravitatsioonirõhu asemel ventilaatorite poolt tekitatud rõhku, s. t. mehaanilist energiat.

Töötamisel tekib torustikus või kanalites ventilaatori ees hõrendus ja taga ülerõhk. Joonis 4.16 näitab, et rõhukaod on seda suuremad, mida pikem on ventilatsioonitross.

Mehaanilise ergutuse eeliseks loomuliku ergutuse ees on sõltumatus ilmastikust, pealegi on mehaaniliste ventilatsiooniseadmetega võimalik vastavalt vajadusele muuta ventileeritavaid õhuhulki.

Mehaanilise ventilatsioonisüsteemi tähtsaim sõlm on ventilaator. Ventilaatoreid võib hoidlas paigaldada kas sissevoolu- või väljavoolupoolele või mõlemale poole korraga.

Kui ventilaator on paigaldatud sissevoolutorustikule, puhub ta värsket õhku hoidlasse, kus tekib ülerõhk, ning õhk hakkab väljavooluavade kaudu ruumist välja voolama. Kui ventilaator asub väljavoolupoolel, imeb ta ruumist õhku ära, seal tekib hõrendus ja sissevooluavade kaudu tungib värsket õhku hoidlasse.



Joonis 4.17. Ventilatorid:
 a — tsentrifugaal- ja b — telgventilaator.

Ventilaatori paigaldamisel sissevoolutorustikule on mõningaid eeliseid. Esiteks kulub sel juhul vähem elektrienergiat. Kui ventilaator töötab väljatõmbepoolel, peab see olema märksa võimsam, et peale sissevooluavadest hoiuruumi voolava õhu tõmmata välja ka ebatiheduste (ukse- ja aknapilude) kaudu sissetunginud lisaõhku (infiltreeruvat õhku). Võimsam ventilaator kulutab aga rohkem elektrienergiat.

Kui ventilaator asub väljatõmbepoolel, pole võimalik kasutada retsirkulatsiooni, s. t. segada väljast imetava õhu hulka soojemat siseõhku. See on vajalik, kui välisõhu temperatuur langeb alla nulli. Kui ventilaator on paigaldatud sissevoolutorustikule, on retsirkulatsiooni lihtne korraldada. Ventilaatori imemistoru tehakse kaheharuline. Kummalgi harul on sulgemisklapp või -siiber. Üks haru on ühenduses välisõhuga, teine haru imeb õhku hoidlast. Harutorudel asuvate klappidega on võimalik reguleerida nii väljast võetavat jahedat õhku kui ka hoidlast tagasivõetavat soojenenud õhku. Niiviisi reguleeritakse hoidla temperatuuri.

Ventilaatori paigaldamine sissevoolutorustikule võimaldab korraldada lihtsat õhkkütet. Selleks puhutakse õhk enne ruumi andmist läbi kalorifeeri, kus see soojeneb. Kui ventilaator asub väljatõmbepoolel, tuleb kasutada spetsiaalseid agregate.

Praegusaegsetes õhkjahutusega hoidlates kasutatakse tavaliselt ventilaatoreid mõlemal poolel korraga — sisseimemisel ja väljatõmbel. Nii on tagatud ruumide intensiivsem jahutus.

Tabel 4.12. Telgventilaatorid 06-320

Ventilaatori nr.	Mõõtmed mm		Kaal ilma elektrimootoriga kg	Tehnilised andmed			
	Tiiviku läbimõõt	Kere pikkus		Pöörete arv minutis	Elektrimootori võimsus kW	Arendatav rõhk kg/m ²	Õhu hulk m ³ /h
2	600	390	56,7	1410	1,0	18	4 000
						16	7 000
						12	10 000
7	700	445	75,7	1420	1,7	22	11 000
						20	13 000
						16	16 000
8	800	520	112,3	1440	4,5	32	13 000
						28	19 000
						26	21 000
10	1000	630	195,0	950	2,8	22	15 000
						18	26 000
						16	29 000

Hoidlate ventilatsioonisüsteemides kasutatavad ventilaatorid jagunevad telg- ja tsentrifugaalventilaatoriteks (joonis 4.17). Telgventilaatoris voolab õhk tiiviku telje suunas, tsentrifugaalventilaatoris risti teljega. Tsentrifugaalventilaatoritega saavutatakse märksa suurem rõhk kui telgventilaatoritega. Ventilaatorite tüübid ning suurused on antud tabelis 4.12 ja 4.13.

Ventilaatori valikul on vaja teada kaht põhinäitajat — tootlikkust ja arendatavat rõhku. Tootlikkus peab vastama õhuhulgale, mis on vajalik hoidlast liigsoojuse ja -niiskuse eemaldamiseks (valemid 4.9 ja 4.10). Rõhk peab vähemalt 10% ulatuses ületama takistusi torustikes, kanalites ja teistes ventilatsioonisõlmedes (restides, avades, siibrates jm.).

Ventilaatori käivitamiseks vajalik elektrimootori võimsus määratakse valemiga

$$N = \frac{L \cdot H}{102 \cdot 3600 \cdot \eta} \text{ [kW]}, \quad (4.12)$$

kus L on vajalik õhuhulk m³/h,

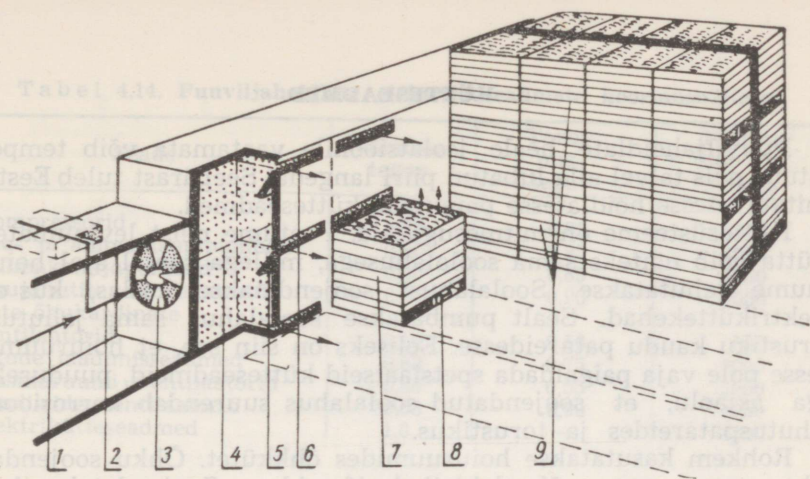
H — ventilaatori poolt tekitatav rõhk kg/m²,

η — ventilaatori kasutegur (0,4... 0,7).

Aktiivseks ventilatsiooniks nimetatakse niisugust mehaanilist ventilatsioonisüsteemi, mille korral õhk puhutakse ventilaatoritega läbi säilitatavate saaduste massi. Sellega vähendatakse säilituskadusid, sest õhu surumisel otse läbi saaduste massi jahutatakse iga vilja üksikult.

Tabel 4.13. Tsentrifugaalventilaatorid II4-70

Ventilaatori nr.	Mõõtmed mm			Kaal ilma elektrimootoriga kg	Pöörete arv minutis	Tehnilised andmed		
	Tihiviku läbimõõt	Imemistoru läbimõõt	Survetoru ristlõige			Elektrimootori võimsus kW	Arendatav rõhk kg/m ²	Õhuhulk m ³ /h
4	400	400	280×280	75,3	1400	1,0	55 44 26	2 500 3 500 4 500
6	600	600	420×420	150	1400	5,5	110 80 58	6 000 13 000 15 000
8	800	720	560×560	340	970	10,0	100 85 60	15 000 18 000 22 000
10	1000	904	700×700	565	980	22,0	150 120 80	18 000 38 000 42 000

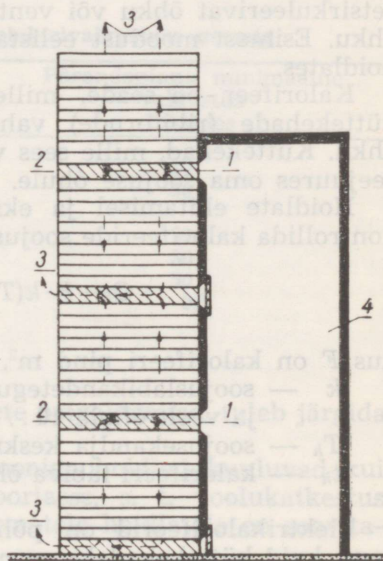


Joonis 4.18. Aktiivse ventilatsiooni seadmed:

1 — välisõhu juurdevool, 2 — retsirkuleeriv õhuhulk, 3 — ventilaator, 4 — õhu jaotuskanal, 5 — õhuklapid, 6 — õhupilud, 7 — konteiner, 8 — sulgemisklapp, 9 — konteinerite virn.

Joonis 4.19. Konteinerite läbipuhumine aktiivsel ventileerimisel:

1 — tühikud konteinerite alusprusside vahel, 2 — sulgemisklapp, 3 — õhu väljapääs, 4 — õhu jaotuskanal.



Senini on aktiivset ventilatsiooni kasutatud meil edukalt kartulite, kapsaste ja sibulate puistes säilitamisel, kuid seda on võimalik rakendada ka konteinerites säilitamise korral, nagu näitavad Hollandis korraldatud katsed. Joonistel 4.18 ja 4.19 on näidatud niisugune seade. Piki hoidla välisseina on ventilatsioonikanal kõrgusega 4 m ja laiusega 1 m. Kanalisse on paigaldatud üks või mitu võimsat telgventilaatorit. Kanalist puhutakse õhk konteinerite põhjas olevate prusside vahele. Selleks on kanali külgedel reguleerimisklappidega avad. Prussidevahelised tühikud suletakse vastasküljelt plaatidega, et õhk läheks läbi konteinerite. Konteinerid on tehtud tihedate, ilma piludeta seintega. Pilud on ainult põhjas.

Puuviljahoidlate heale isolatsioonile vaatamata võib temperatuur neis talvel alla lubatud piiri langeda. Seepärast tuleb Eestis ehitatavatesse hoidlatesse paigutada kütteseadmed.

Küttesüsteeme on mitmesuguseid. Peatume neist levinumatel. Kütta võib näiteks sama soolalahusega, millega soojal ajal hoiuruume jahutatakse. Soolalahust soojendatakse katlas, kus on elektriküttekehad. Sealt pumbatakse soolalahus sama jahutus- torustiku kaudu patareidesse. Eeliseks on siin see, et hoiuruumidesse pole vaja paigaldada spetsiaalseid kütteseadmeid, puuduseks aga asjaolu, et soojendatud soolalahus suurendab korrosiooni jahutuspatareides ja torustikus.

Rohkem kasutatakse hoiuruumides õhkkütet. Õhku soojendatakse auru-, vee- või elektrikalorifeerides. Soojendatakse kas retsirkuleerivat õhku või ventilaatoritega sissepuhutavat värsket õhku. Esimest moodust eelistatakse külm-, teist õhkjahutusega hoidlates.

Kalorifeer on seade, milles tihedalt üksteise kõrval asuvate küttekehade (ribitorude) vahelt puhutakse läbi soojendatavat õhku. Küttekehad, mille sees voolab aur või kuum vesi, annavad seejuures oma soojuse õhule.

Hoidlate ehitamisel ja eksploateerimisel on vaja mõnikord kontrollida kalorifeeride soojustootlikkust. Seda tehakse valemiga

$$Q_h = F \cdot k (T_h - t_h) \text{ [W]}, \quad (4.13)$$

kus F on kalorifeeri pind m^2 ,

k — soojuslähikandetegur (aurult õhule $20 \dots 25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{deg}$
ja veelt õhule $10 \dots 20 \text{ W/m}^2 \cdot \text{deg}$),

T_h — soojusekandja keskmine temperatuur,

t_h — kalorifeeri läbiva õhu keskmine temperatuur.

Elektrikalorifeerid on põhimõttelt sarnased aurukalorifeeridega, kuid küttekehadeks on neil ribitorude asemel spetsiaalsest takistustraadist küttespiraalid. Hoidlate kütmiseks sobivad elektrikalorifeerid väga hästi. Nende paigaldamine ei nõua mingeid lisaehitusi, nagu see on vajalik aurukalorifeeride korral (välissoojustrassi, abonentsõlme või omaette katlamaja). Kütmine elektrikalorifeeridega on kergesti automatiseeritav.

ELEKTRISEADMED JA AUTOMAATIKA

Elektriseadmed töötavad tänapäeva puuviljahoidlates üsna rasketes tingimustes: hoiuruumides on väga niiske ja masina- ruumis plahvatusohtlik, kui kasutatakse ammoniaaki. Vastavalt sellele tuleb valida elektrimootorite, kilpide ja teiste seadmete

Tabel 4.14. Puuviljahoidlate elektrijõuseadmete koormusnäitajad

Seade	Võimsus- tegur	Tarbi- mis- tegur	Töötun- dide arv aastas
Kompressorid	0,75	0,85	3550
Vee- ja ammoniaagipumbad	0,80	0,85	3550
Külmakandjapumbad	0,80	0,85	7850
Õhujahutite ventilaatorid	0,85	0,90	5050
Uste õhukardinate ventilaatorid	0,80	0,50	500
Akude laadimisseadmed	0,80	0,75	2000
Masinaruumi ventilaatorid	0,85	0,55	3000
Gradiiride ventilaatorid	0,85	0,90	3250
Elektrikütteseadmed	1,0	—	2100

Tabel 4.15. Puuviljahoidlate elektrivalgustuse normid

Ruum	Põrandapinna minimaalne valgustus luksides
Hoiuruumid	10
Töötlemisruumid	50
Tehnoloogilised koridorid, ekspeditsiooniruumid	20
Elukondlikud ruumid	30
Masinaruum	50
Valvevalgustus	0,5

tüübid. Seadmete, kaablite ja juhtmete paigaldamisel tuleb järgida kehtivaid norme ja eeskirju.

Külme- ja mehaanilise ventilatsiooniga hoidlad kuuluvad kui elektrienergia tarbijad teise kategooriasse, s. t. voolukatkestus võib kesta õige lühikest aega. Suurematele hoidlatele on soovitatav ehitada kahepoolne toide.

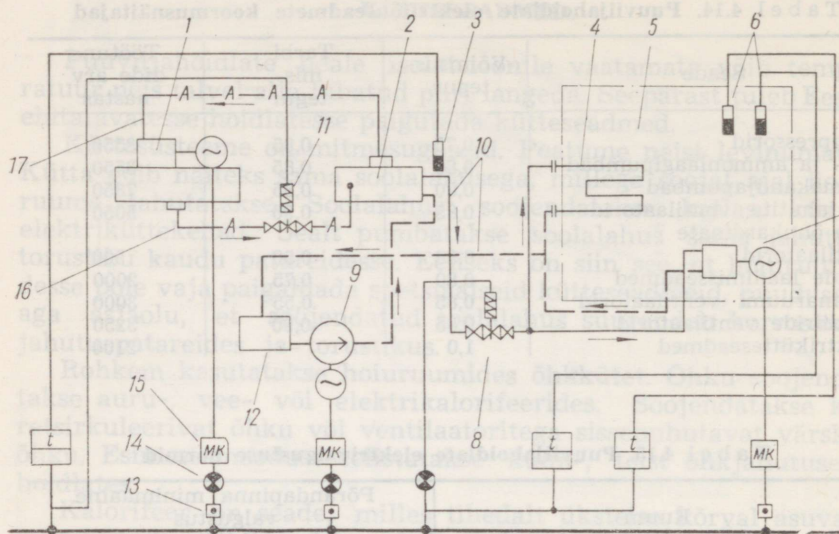
Hoidlates paigaldatatakse juhtmed tavaliselt lahtiselt. Nad peavad olema niiskuskindla isolatsiooniga ega tohi asuda madalamal kui 2,5 m põrandast.

Tabelis 4.14 on antud puuviljahoidlate jõuseadmete koormusnäitajad.

Kompressorid, aurustid, kondensaatorid jt. seadmed, samuti ammoniaagitorustikud peavad staatiliste elektrilaengute ärajuhtimiseks olema maandatud.

Hoiuruumides, töötlemisruumides, tehnoloogilistes koridorides ja ekspeditsiooniruumis peavad olema niiskuskindlad valgustid. Seadmete remontimisel tuleb kasutada plahvatuskindlaid kandelampe, mis töötavad pingega 12 volti.

Elektrivalgustuse normid on toodud tabelis 4.15.



Joonis 4.20. Hoiuruumi temperatuuri automaatne reguleerimine:
 1 — kompressor-kondensaator, 2 — aurusti, 3 — termorelee TPI-0,1,
 4 — külmakandja patarei, 5 — jahutatav ruum, 6 — temperatuuri-pool-
 juhtregulaatorid (kahepositsioonilised) IITP2-0,2, 7 — õhujahuti, 8 —
 solenoidventiil CBM külmakandja torustikul, 9 — külmakandja pump,
 10 — külmakandja torustik aurusti ja patarei ning õhujahuti vahel,
 11 — solenoidventiil CBM vedela külmutusagensi torustikul, 12 — külma-
 kandja paak, 13 — nupplüliti, 14 — signaallamp, 15 — magnetkäiviti,
 16 — vedela külmutusagensi torustik, 17 — aurustunud külmutusagensi
 torustik.

A u t o m a a t i k a. Tänapäeva puuviljahoidlates reguleeritakse hoiuruumide mikrokliimat automaatselt. Tänu sellele vabanevad töötajad tülikast valveteenistusest ja tagatakse ühtlane säilitusrežiim. Kui säilitusrežiim poleks ühtlane, ei oleks kallistest külmutus- ja ventilatsiooniseadmetest suurt kasu, sest kõikuva temperatuuri korral säilituskaod ei väheneks ja ökonoomilist efekti ei saavutataks.

Õhkjahutusega hoidlates on automaatikaseadmete ülesandeks välisõhku sissepuhuva ventilaatori käivitamine, kui hoiuruumi temperatuur tõuseb üle normi, ja seiskamine või ümberlülitamine retsirkulatsioonile, kui välisõhk on ventileerimiseks liiga jahe või liiga soe.

Külmhoidlates on automaatikaseadmed keerulisemad. Nad reguleerivad temperatuuri külmkambrites, juhivad kompressoreid, külmakandja ja jahutusveepumpade ning õhujahutite ventilaatorite tööd (käivitamine ja seiskamine) ning kaitsevad kompressoreid töörežiimi häirete korral.

Allpool on toodud RPI «Eesti Maaehitusprojekti» projektee-ritud 500-tonnise puuviljahoidla automatikaseadmete lühike kirjeldus, et luua ettekujutus puuviljahoidlate automatiseerimise võimalustest.

Selles hoidlas reguleeritakse külmkambrite temperatuuri jahutuspatareidesse pumbatava külmakandja (soolalahuse) koguse muutmisega. Selleks on paigaldatud külmkambrites asuvate patareide ette torustikule solenoidventiilid (magnetventiilid), mida juhivad kahepositsioonilised temperatuuri-pooljuhtregulaatorid IITP2-0,2. Viimased juhivad ka soolalahuse pumpade tööd, käivitades neid esimese solenoidventiili avanemisel ja lülitades välja viimase ventiili sulgumisel. Paralleelselt käivitatakse või lülitatakse välja ka õhujahutite ventilaatorid. Üleminekuks ühelt temperatuurirežiimilt teisele kasutatakse universaalseid ümberlülitajaid VII-5300.

Kompressorite automaatse juhtimise aluseks on aurustitest väljuva külmakandja (soolalahuse) temperatuur. Külmakandjat aurustist väljaviivale torule on paigaldatud termorelee TPI-0,1, mis käivitab kompressori, kui külmakandja temperatuur on tõusnud -8° -ni, ja seiskab selle, kui temperatuur on langenud -10° -ni. Enne kompressorite käivitamist lülituvad automaatselt käiku külmakandja- ja jahutusveepumbad.

Töörežiimi häirete korral kaitsevad automaatseadmed kompressoreid avariide eest. Selleks on paigaldatud vastavad andurid ammoniaagi-, õli- ja jahutusveetorustikele. Kui rõhk neis mingil põhjusel muutub üle ettenähtud piiride, seiskavad täiturmehhanismid kompressori ja lülitavad juhtimiskilbil sisse valgus- ja helihäiresignaale.

Kõiki operatsioone on võimalik sooritada ka käsitsi vastavate nupplülitite abil.

VEEVARUSTUS- JA KANALISATSIOONISEADMED

Puuviljahoidlate elukondlikesse ruumidesse paigaldatakse sanitaarseadmed ühistel alustel teiste tööstushoonetega. Erandiks on väikesed eraldiseisvad hoidlad, kus töötab vähem kui 15 inimest. Neis võib veevarustus- ja kanalisatsiooniseadmed ära jätta, kui läheduses puuduvad vastavad välisvõrgud.

Tehnoloogilised veevarustus- ja kanalisatsioonitorustikud tuleb hoidlasse paigaldada nii, et need ei läbiks külmkambrid, välja arvatud torud, mis on ette nähtud sulamisvee kogumiseks külmutuspatareidelt. Veekulu vähendamiseks peab külmutusagregaatide kondensaatoritel olema ringlev jahutussüsteem, s. o. jahutusvesi tuleb omakorda jahutada gradiiris ja siis jahutussüsteemi tagasi pumbata. Gradiiris jahutatakse soojenenud jahutusvett

õhuga, mis ühe või mitme ventilaatoriga puhutakse läbi pihustatud veejugade.

Tehnoloogilised heitveed masinaruumist (jahutusveed kondensaatoritest, kompressorite silindrite jahutussärkidest, aurustite jääkate sulamisveed jt.) loetakse tinglikult puhasteks ja neid võib veekogudesse lasta puhastamata.

Kompressorite ja kondensaatorite jahutusveed ei pea olema joogivee kvaliteediga, kuid peavad vastama järgmistele nõuetele: üldkaredus 2...7 mg-ekvivalenti, vaba süsihappe sisaldus 10...100 mg/l, kuid jääk mitte rohkem kui 600 mg/l, leelisus 4...9 mg-ekvivalenti, rauasisaldus 0,1 mg/l, kloriide 75...100 mg/l, mehaanilisi hõljumeid 50 mg/l, õli võib olla kuni 3 mg/l.

Sisemise tuletõrjerveevarustuse ehitamine hoidlatesse pole kohustuslik. Tuletõrjervee tagavara hoitakse hoidla lähedal olevas veehoidlas, mille kaugus hoidlast ei tohi olla üle 200 m. Tuletõrjervee hoidlateks võivad olla ka looduslikud veekogud, kuid sel juhul peab veekogu äärde olema ehitatud normidekohane veevõtu-koht ja sellele peab saama takistusteta juurde sõita.

5. HOIDLATE EHITUS

Käesolevas peatükis käsitletakse põhjalikult ainult neid küsimusi, mis on seotud puuviljahoidlate ehitamisega (erikonstruktsioonid ja -detailid, soojus- ning hüdroisolatsioon jm.). Üldehitust puudutatakse vaid niipalju, kuipalju on vajalik selleks, et lugeja mõistaks seoseid hoidla tehnoloogilise lahenduse ja hoone konstruktsioonide vahel. Kui üldehitusega soovitakse tutvuda lähemalt, tuleb kasutada vastavat erialakirjandust.

EELTÖÖD HOONE RAJAMISEL

Üks esimesi eeltöid tulevasel ehitusplatsil on selle puhastamine ja ettevalmistav planeerimine (tasandamine). Lõplikult planeeritakse ja heakorrastatakse ehitusplats pärast hoone valmimist. Ehitusplatsi puhastamisel kõrvaldatakse puud, põõsad, võsa, kändud, suuremad kivid ja platsil asuvad vanad tarbetud ehitused. Puhastatakse mitmesuguste ehitusmehhanismidega, käsitsitööd tehakse minimaalselt.

Eeltööde hulka kuulub ka ehitusplatsi elektriga ja veega varustamine, mitmesuguste abiehitiste püstitamine ning juurdesõiduteede rajamine. Konkreetsetest võimalustest olenevalt tehakse kommunikatsioonid ajutised või alatised, s. t. neid kasutatakse ka pärast ehituse valmimist. Ajutised kommunikatsioonid pole soovitatavad, sest need tõstavad ehituse maksumust.

Puhastatud ja tasandatud ehitusplatsil on järgmiseks tööks vundamentidele süvendi kaevamine ja vundamendi aluse ettevalmistamine. Looduslikuks aluseks nimetatakse kandvaid pinnasekihte, millele toetub hoone vundament. Vundamendi kaudu kantakse alusele üle kogu hoone raskus. Hoone ehitamisele peab eelnema hoolikas aluspinnase uurimine, et teha kindlaks selle tegelik kandevõime. Selleks puuritakse ehitusplatsile puuraugud (šurfid), kust võetud pinnaseproovide laboratoorsel uurimisel määratakse pinnase omadused.

Aluspinnas peab vastama järgmistele nõuetele:

- olema küllalt tugev, et võtta vastu vajalikku koormust;
- kokkusurutavus peab olema väike ja ühtlane, et hoone vajumine oleks normi piires;
- olema uhtumiskindel, s. t. vastupidav põhja- ja pinnavete toimele;
- olema külmumispiirist ülalpool vähepeunduv, s. t. ei tohi külmudes palju paisuda;
- olema nihkekindel, s. t. koormamisel ei tohi esineda horisontaalseid nihkeid pinnase eri kihtide vahel.

Pinnase struktuur on teraline. Kuiva pinnase korral täidab teradevahelisi poore õhk, märja pinnase korral vesi. Pinnased on väheniisked, kui vesi täidab poore 50% ulatuses, niisked, kui 50...80%, ja veega küllastunud, kui vesi täidab poore rohkem kui 80% ulatuses.

Aluspinnased jaotatakse kalju-, kruusaseks, liiv-, savi- ja puis-
tepinna-
stekts. Kaljupinnaste hulka kuuluvad graniit, pae- ja liivakivid (kõvad kaljupinnased), samuti massiivsed, väga tihedad pinnased — mergel-, kõva sinisavi, kips-, liivakivipinnased jt. (poolkaljupinnased). Kruusased pinnased on tekkinud kivimite murenemisel. Siia kuuluvad ka mitmesugused klibupinnased. Pinnas on kruusane, kui osakesed on ümardunud, teravate kantideta ja nende läbimõõt on 2...10 mm. Kui osakesed on teravad ja läbimõõduga 10...100 mm, on pinnas klibuline.

Kalju- ja kruusased pinnased on head ehitusalused. Nad on vähe kokkusurutavad, hea kandevõimega ja uhtumiskindlad.

Liivpinnased on samuti tekkinud kivimite murenemisel. Ümardunud osakeste läbimõõt on 0,1...2 mm. Vastavalt tera suurusele liigitatakse liivpinnased jämeda- ja peeneteralisteks ning tolmliidaks. Tolmliid on niisugune liiv, mis sisaldab üle 50% osakesi, mille läbimõõt on 0,005...0,05 mm. Küllaldase paksusega jämedateraline kuiv liivapinnasekiht on tugev ehitusalus. Pinnas laseb vett hästi läbi ja paisub seetõttu külmumisel vähe. Halvemad on tolmliidvad ja vesiliivad (veega küllastunud liivakihid). Liivpinnaste kandevõime kõigub piires 1,0...4,5 kg/cm².

Savipinnased on aegade jooksul tekkinud kivimite keemilisel lagunemisel. Savipinnas koosneb lapikutest osakestest läbimõõduga kuni 0,005 mm ja paksusega 0,001 mm. Osakestevahelised mikropoorid on tavaliselt veega täidetud. Puhast savi leidub loo-

duses väga harva. Peamiseks lisandiks on liiv. Savipinnased liigitatakse savideks (sisaldab puhtaid saviosakesi üle 30%), liiv-savideks (saviosakesi 10...30%) ja saviliivadeks (saviosakesi 3...10%). Vastavalt veesisaldusele võib savipinnas looduses esineda tahkena, plastilisena või voolavana.

Kuiv ja väheniiske savipinnas on hoonetele üldiselt heaks aluseks, olgugi et külmumisel paisub ta rohkem kui liivpinnas. Savipinnase kandevõime kõigub 1,0...6,0 kg/cm² vahel. Plastilisele ja voolavale savipinnasele on vundamente raske rajada.

Täitepinnased on tekkinud tavaliselt seoses mulla ja prahi mahapanekuga mõnda looduslikku lohku, kaevatud auku või veekogu sängi. Hoonet on sellisele pinnasele väga raske rajada ja tavaliselt seda ei tehtagi.

Asukoha valikul on teised tegurid tihti kaaluvamad kui aluspinnase omadused. Hoone tuleb rajada vahel ka väga halvale alusele. Niisugusteks juhtudeks on ehitajatel varuks mitmesuguseid võtteid aluspinnase kandevõime tõstmiseks (pinnase tehisklik tihendamine, tsementimine, vaialuste kasutamine jne.).

Vundamentidele rajatakse alus vähemalt 10 cm allapoole pinnase külmumissügavust. Eesti territooriumil võib võtta keskmiseks külmumissügavuseks 1,1 m, saviliiv- ja tolmliaalustel 1,3 m. Vundamenti sügavus oleneb ka pinnase kandevõimest, põhjavee sügavusest, vundamenti liigist jm. Vundamentide rajamissügavus on alati projektis antud ja sellest tuleb vundamenti-süvendi kaevamisel rangelt kinni pidada. Kaevatakse tavaliselt ekskavaatoritega. Ehituse vundament tuleb rajada puutumatu struktuuriga pinnasele. Selleks jäetakse süvendi põhi ekskavaatoriga lõpuni välja võtmata. Viimane kiht kaevatakse ettevaatlikult labidatega.

HOIDLATE KONSTRUKTIIVSED ELEMENDID

Tänapäeval ehitatakse kapitaalseid puuviljahoidlaid, mille kasutusaeg on 50...60 aastat. Tehnika kiire arengu tõttu vananeb sisseseade mitu korda kiiremini. See tingib hoone ehitamisel niisuguste konstruktsioonide kasutamist, mis võimaldavad ruumide ümberehitamist ja tehnoloogiliste seadmete vahetamist minimaalsete lisakulutustega.

Kapitaalsusest oleneb hoone tulepüsivusaste, seega ehituskonstruktsioonide valik. Hoidlad kuuluvad II tulepüsivusastmesse, s. t. hoone konstruktsioonid peavad olema ehitatud süttimatutest materjalidest ja välisseinad peavad suutma tõkestada tule levikut 2,5 tunni jooksul, katuslagi aga 15 minuti jooksul.

Ehitusmaterjalid ja konstruktsioonid jagunevad tulekindluse järgi süttivateks, raskesti süttivateks ja süttimatuteks. Süttivad materjalid ja konstruktsioonid (puit, orgaanilised isolatsioonimaterjalid jt.) süttivad tulekahju korral kergesti ja põlevad ära, raskesti süttivad materjalid (savilahuses immutatud vilt jt.) võta-

Tabel 5.1. Ehituskonstruksioonide tulepüsivuspiirid

Konstruksioon	Paksus cm	Tulepüsi- vuspiir tundides	Süttivus
Tellismüüritis, betoonist, raud- ja kivikbetoonist konstruktsioonid	12,5	2,5	süttimatud
	25	5,5	"
	38	11,0	"
Tellistest ja õõntega rüubetoon- plokkidest täidisseinad (täidis sütti- matu või raskesti süttiv)	25	4,0	"
	38	7,0	"
Tellistest ja raudbetoonist kolonnid ning postid	20×20	2,0	"
	30×30	3,0	"
Raudbetoonist paneelidega katus- laed	—	1,0	"
Terastalastikuga lagi:			
kaitsmata	—	0,25	"
kaitstud krohvi või betoonikihiga	1,0	0,75	"
	2,0	2,0	"

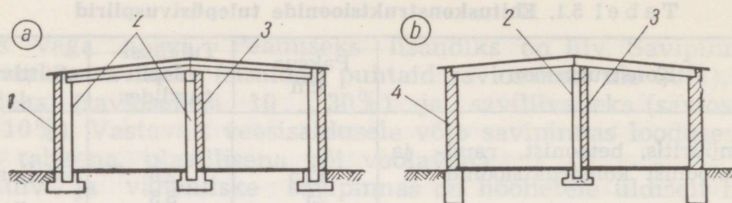
vad küll tuld, kuid ei põle ära vaid söestuvad, süttimatud materjalid (metall-, betoon- ja kivikonstruktsioonid) ei sütti ega põle.

Tuleohutuse seisukohalt ei iseloomusta selline jaotus ehitusmaterjale ja -konstruktsioone aga veel küllaldaselt. Näiteks terastalad küll ei põle, kuid juba 600° juures kaotavad suurema osa oma tugevusest ja deformeeruvad. Seepärast iseloomustatakse ehituskonstruksioonide tulekindlust veel nn. tulepüsivuspiiriga.

Tulepüsivuspiir näitab, mitu tundi on mingi ehituskonstruksioon võimeline tule levikut takistama. See määratakse katsetega. Tulepüsivuspiiriks on aeg tundides, mille jooksul konstruktsioon kaotab kogu oma tugevuse ja vastupidavuse, tekivad tuld läbilaskvad praod või tulele vastaspoolse pinna temperatuur tõuseb üle 150°. Tabelis 5.1 on toodud levinumate ehituskonstruksioonide tulepüsivuspiirid.

Ehituskonstruksioonide valikul ei ole muidugi ainsaks kriteeriumiks tulekindlus. Tuleb veel arvestada hoone konstruktsioonidele langevaid koormusi, aluspinna omadusi, ruumides nõutavat mikrokliimat. Puuviljahoidlate konstruktsioonide valikul tuleb kindlasti silmas pidada ka asjaolu, et need töötavad suures niiskuses. Hoiuruumide õhu relatiivne niiskus kõigub 80...95% vahel. Mõnevõrra kergendab hoidlate seinte ja lagede olukorda see, et neile langeb vähe tehnoloogilist koormust. Enamik seadmeid toetub põrandale, kuna üles riputatakse vaid mõned kergemad (jahutuspatareid, kütteagregaadid jt.).

Tänapäeva puuviljahoidlad ehitatakse maa peale ühekorruseliste karkasshoonetena. Karkassi põhielemendid on kolonnid,



Joonis 5.1. Hoidlate kandekonstruktsioonid:

a — täieliku karkassiga, b — mittetäieliku karkassiga; 1 — koormamata välissein, 2 — postid, 3 — koormamata sisesein, 4 — katuse raskusega koormatud välissein.

sambad ja nendele toetuv talastik. Puuviljahoidlad ehitatakse täieliku karkassiga või mittetäieliku karkassiga (joonis 5.1). Täieliku karkassi korral on välis- ja siseseinad koormatud ainult omakaaluga. Lae raskuse ja muud koormused võtab vastu karkass. Mittetäieliku karkassi korral on koormuste kandmisest vabastatud (peale omakaalu) vaid siseseinad. Välisseinu koormab lae ja katuse raskus.

Puuviljahoidlate ehitamisel tuleb eelistada täiskarkass-skeemi, sest laetalastik ei toetu siin seintele ja seega ei teki nn. külmasildu, s. t. isolatsioonikihid kinnitatakse seintele pidevalt, ilma väljalõigeteta.

Alusmüürid ehk vundamendid annavad kogu hoone koormuse ühtlaselt edasi aluspinnale. Alusmüürid ehitatakse seinte alla kas pideva kandjana (nn. lintvundamendina) või postvundamendina, mille korral seinad toetatakse postide vahele monteeritud kandetaldadele. Eestis eelistatakse hoidlate ehitamisel enamasti lintvundamente.

Alusmüürid laotakse looduslikust kivist või valatakse betoonist. Sageli monteeritakse alusmüürid tehases valmistatud plokkidest.

Eestis kasutatakse looduslikest kividest kõige rohkem lubjakivi ehk paasi. Paas on kihiline settekivim, mis koosneb peamiselt kaltsiumkarbonaadist (CaCO_3) või kaltsiumkarbonaadist koos magneesiumkarbonaadiga (MgCO_3). Kui viimast on paekivis üle 30%, nimetatakse seda dolomiidiks.

Vundamentide laius oleneb aluspinna kandevõimest, mis tuleb iga kord arvutada. Paekivivundamendi laius on tavaliselt 60 cm. Vundamendis kasutatakse korrapäratu kujuga paeplaate paksusega 15...20 cm ja külje pikkusega kuni 50 cm. Kui laotakse käsitsi, ei tohi paetükkide kaal olla üle 40 kg.

Müüritise teine koostisosa on mört, millega täidetakse kividevahelised vuugid. Kivistunud müüritisese seob mört kivid ja muudab müüritise monoliitseks. Mört koosneb sideainest (tsement, lubi, savi, kips jt.), liivast ja veest. Teatud aja möödumisel mört

kivistub sideaine toimel ja saavutab tugevuse, mida tähistatakse vastava margiga nagu betoonil ja tsemendil.

Mördi, tsemendi või betooni mark näitab nende survetugevust kg/cm^2 , mis on määratud 28 päeva vanuse katsekuubiku katsetamisel vastavalt normides ettenähtud meetodikale.

Kasutatud sideaine järgi jagunevad mördid tsement-, lubi-, savi- ja segamörtideks. Viimastes on mitu sideainet (tsement-lubi, tsement-savi, lubi-savi). Hoidlate ehitamisel kasutatavate mörtide koostised on toodud tabelis 5.2.

Sideainena kasutatakse meil mörtide valmistamisel ka kukermiiti, mida toodetakse põlevkivituhas. Kukermiitmördid on vähemplastilised kui lubimördid, aga kivistuvad kiiremini. Tsementmörtidest on nad tunduvalt vähem külma- ja veekindlad. Külma- ja veekindlust saab tõsta tsemendi lisamisega.

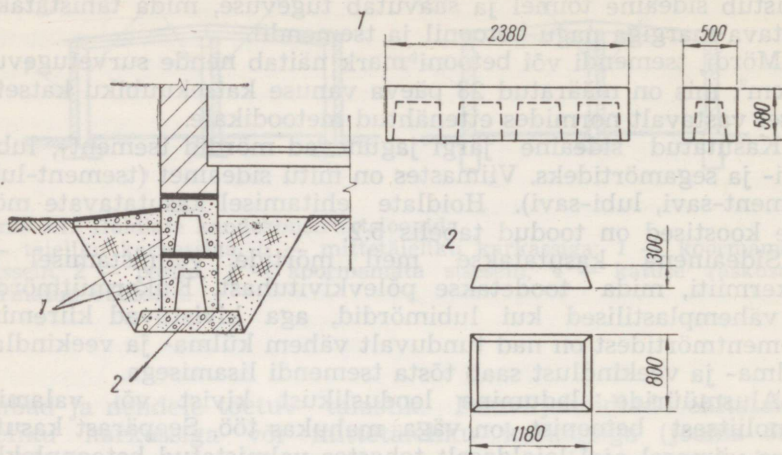
Alusmüüride ladumine looduslikust kivist või valamine monoliitsest betoonist on väga mahukas töö. Seepärast kasutatakse viimasel ajal laialdaselt tehastes valmistatud betoonplokket, mis ehitusplatsil mehhanismidega kohale paigaldatakse (joonis 5.2). Raudbetoonist toodetakse massiivseid vundamendiplokke või õonesplokke tühemetega 30...40%.

Vundamenti pealispind tasandatakse tsementmördiga. Tasanduskihile kleebitakse kuuma bituumenmastiksiga hüdroisolatsioon, milleks on tavaliselt mitu kihti ruberoidi. Hüdroisolatsioon kaitseb hoone seinu maapinna niiskuse eest. Samal otstarbel võetakse alusmüüride välispind üle kuuma bituumeni või bituumenmastiksiga.

Tabel 5.2. Hoidlate ehitamisel kasutatavad mördid

Tsemendi mark	Mördi mark			
	10	25	50	100
1. Vundamenti ja müüritise osad niiskes pinnases (tsement-lubimört)				
200	1:0,7:8	1:0,5:5	1:0,1:2,5	—
250	1:0,7:8	1:0,7:6	1:0,2:3	—
300	—	1:0,7:8	1:0,4:5	—
400	—	1:0,7:8	1:0,7:6	1:0,2:3
2. Vundamenti osad allpool põhjavee pinda (tsementmört)				
200	—	1:5	1:2,5	—
250	—	1:6	1:3	—
300	—	—	1:4,5	—
400	—	—	1:6	1:3

Märkus. Suhted tsement-lubimördil — tsement:lubi:liiv, tsementmördil — tsement:liiv.



Joonis 5.2. Plokkidest vundament:
 1 — õones seinaplokk БИ-24, 2 — taldmikuplokk ФП-8.

Seinad koos teiste piiretega kaitsevad hoiuruume väliskeskonna mõjude eest. Nad peavad olema tugevad ja võimelised tokestama soojuse, niiskuse ning õhu läbipääsu. Tänapäeval ehitatakse suurte puuviljahoidlate seinad ennastkandvad, s. t. seintele ei kandu üle muud koormust kui omakaal ja isolatsioonikihtide raskus. Seinu saab sel juhul seestpoolt paremini isoleerida, talad ei lõika isolatsioonikihti läbi ega teki nn. külmasildu. Väikeste hoidlate seinad tehakse ka kandeseintena, s. t. neile toetuvad laetalad ja -paneelid.

Hoidlate seinad laotakse peamiselt tellistest täisseinana. Kergeseinad ja õonesplokkidest seinad ei ole head ruumide kõrge niiskuse pärast. Tellised peavad olema piisavalt külmakindlad — pidama vastu vähemalt 25 külmutustsüklit, s. t. peavad vastu pidama 25-kordsele külmutamisele — 15° -ni ja uuesti ülessoojendamisele.

Viimasel ajal kasutatakse hoidlate välisseinte ehitamisel ka spetsiaalseid suurpaneele, mis valmistatakse tehastes ja varustatakse seal ka vajaliku soojusisolatsiooniga. Toodetakse vertikaalselt paigutatavaid paneele, mille pikkus vastab hoiuruumi kõrgusele. Nii tekib seintes minimaalselt vuuke, mille tihendamine on üsna tülikas.

Eestis ehitatakse tellisseintega hoidlaid. Müür laotakse silikaattellistest mark 150. Kasutatakse mörti mark 25. Seinapaksus on tavaliselt 38 cm, s. o. poolteist kivi. Sein laotakse puhta vuugiga ja välispind jäetakse krohvimata. Rõhtvuukide paksus ei tohi olla üle 12 mm, püstvuukide paksus 10 mm.

Siseseinad laotakse õhemad — 25 cm (1 kivi) ja 12 cm (1/2 kivi). Viimasel juhul armeeritakse sein terastraadi või -varras-tega.

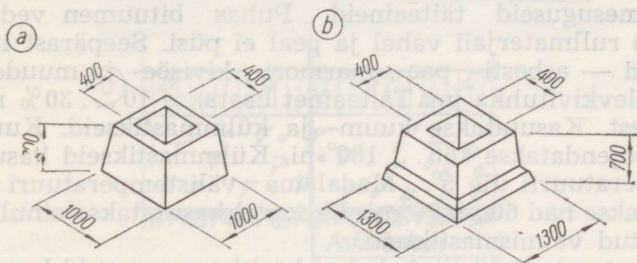
Intensiivse liiklusega kohtades (koridorides jm.) tuleb seinu kaitsta kaitseraudade või -võredega mehaaniliste vigastuste eest.

Karkassiks nimetatakse hoone kandekonstruksiooni, mille põhielemendid on postid, katusekandjad (talad või fermid), nende sidemed jm. Karkass annab hoonele vajaliku tugevuse ja jäikuse ning võtab vastu vertikaalsed koormused (katuslae ja teiste konstruktsioonide omakaal, lumekoormus) ning horisontaalkoormused (tuulerõhk).

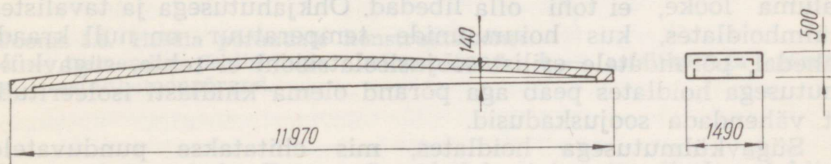
Karkassi materjaliks on tavaliselt raudbetoon, harvemini teras. Kui kasutatakse terast, tuleb see betoneerida või kaitsta muul viisil hoiuruumi kõrge niiskuse eest. Tänapäeva industrialiseeritud ehitusviisi juures monteeritakse hoone karkass tehastes toodetud tüüpdetailidest. Andmed nende kohta on vastavates kataloogides.

Karkassi postid toetuvad vundamendikannu (joonis 5.3). Ülemine ots seotakse katusetaladega, mis kinnitatakse omavahel montaažipoltidega või keevitatakse. Katusepaneelid keevitatakse talade külge sidelappide abil.

Lagi. Puuviljahoidlad kaetakse tavaliselt katuslagedega, mis monteeritakse kokku raudbetoonist tüüpdetailidest. Katuslagi



Joonis 5.3. Postide vundamendikannud:
a — kann $\Phi K-10$, b — kann $\Phi K-13$.



Joonis 5.4. Katuse kumerpaneel КЖСЭ-ТН3.

koosneb kandekonstruksioonist (talad, paneelid) ja isolatsioonist. Viimast käsitletakse lähemalt alapeatükis «Hoidlate isoleerimine».

Lae kandekonstruksioon peab olema piisava tugevusega, võimalikult kerge ja industriaalne. Hoidlate katuslagede ehitamisel kasutatakse laialdaselt pingbetoonist kumerpaneeli (joonis 5.4). Nende paigaldamisel pole alustalastikku risti hoidlat vaja, katuse konstruksioon on kerge ja odav.

Katuslagesid kaitstakse sademete eest mitmesuguste rullmaterjalidega, peamiselt mitme ruberoidikihiga, kleebitud kuuma bituumeni või bituumenmastiksiga. Ruberoidiks nimetatakse naftabituumeniga immutatud toorpappi, mis on ühelt või mõlemalt poolt kaetud raskesti sulava asfaldikihiga. Ruberoidi pealispind (rullis seespool) on kaetud mineraalse puistega (talgiga, vilgukivi-puruga jm.). Ruberoidi toodetakse 65...105 cm laiuste rullidena, ühes rullis 10...30 m.

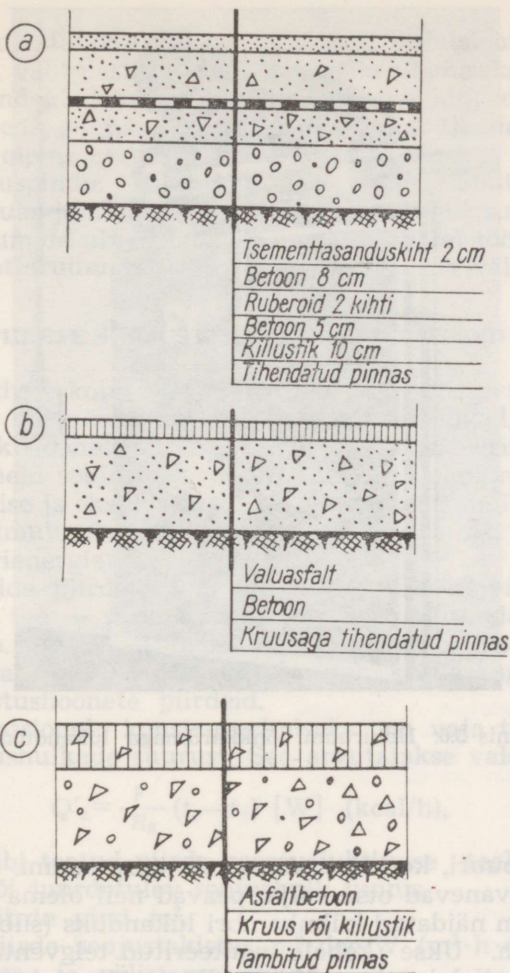
Katusekatte-rullmaterjale tuleb kaitsta ilmastikumõjude eest. Suvel näiteks võib päikesepaistes tõusta katuse pealispinna temperatuur kuni 70°-ni, sest katusekatte mustas värvuses neeldub tugevasti Päikese kiirgust. Selle mõjul võib katusekate mõne nädalaga kõlbmatuks muutuda. Seepärast pannakse ruberoidikihtidele peale veel 5...10 mm paksune kaitsekiht bituumenmastikstist, mis puistatakse ühtlaselt üle peeneteralise kruusaga. Bituumenmastiksiks nimetatakse naftabituumenit, millele on lisatud mitmesuguseid täiteaineid. Puhas bituumen vedeldatult (kuumalt) rullmaterjali vahel ja peal ei püsi. Seepärast lisatakse täiteaineid — asbesti-, pae-, marmor-, kivisöe- ja muude ainete tolmu, põlevkivituhka jm. Täiteainet lisatakse 10...30% mastiksist üldkogusest. Kasutatakse kuum- ja külmmastikseid. Kuummastikseid soojendatakse 160...180°-ni. Külmmastikseid kasutatakse välistemperatuuril üle 5°. Madalama välistemperatuuri korral soojendatakse nad 60...70°-ni. Ehitustel kasutatakse ainult tehastes toodetud valmismastikseid.

Teisi katusekatteid siinkohal ei käsitleta, sest neid kasutatakse hoidlate ehitamisel väga harva.

Põrandad peavad olema hoidlates tugevad ja kulumiskindlad, taluma lööke, ei tohi olla libedad. Öhkjahutusega ja tavalistes külmhoidlates, kus hoiuruumide temperatuur on null kraadi lähedal, põrandatele erilist soojusisolatsiooni ei tehta, sügavkülmutusega hoidlates peab aga põrand olema kindlasti isoleeritud, et vähendada soojuskadusid.

Sügavkülmutusega hoidlates, mis ehitatakse punduvatele pinnastele, tuleb lisaks soojusisolatsioonile veel ette näha pinnase soojendamine. Külmkambritealune pinnas külmub aja jooksul põranda isoleerimisele vaatamata ja võib paisudes esile kutsuda hoone vundamendi ning seinte pragunemise. Kasutatakse elektri- ja öhksoojendust.

Külmutusseadmetega hoidlates ehitatakse betoon- või tsementpõrandad (joonis 5.5), väikestes öhkjahutusega hoidlates mõnikord

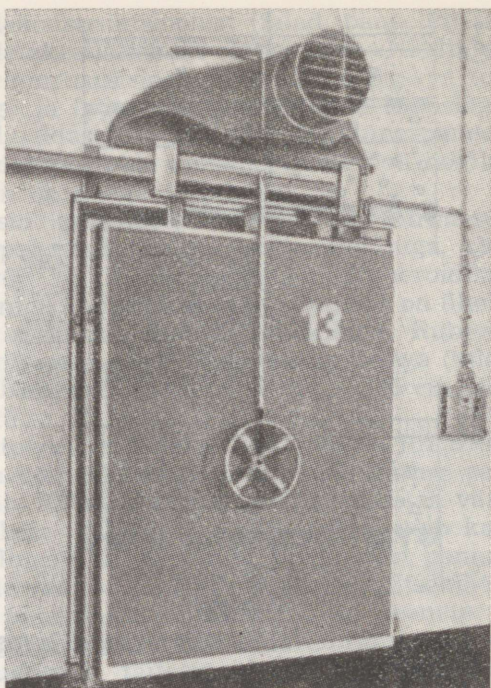


Joonis 5.5. Hoidla pörandate konstruktsioone:

a — tsementist pealiskihiga betoonpörand, b — asfaltkattega pörand, c — asfaltbetoonpörand.

ka savipörandad. Betoonpörandad kaetakse tavaliselt asfaldiga. Asfalt on elastne, kulub vähem, on kergemini puhastatav ja sellel liikumine tekitab vähem müra, kuid asfaltpörandad on märksa kallimad kui tavalised betoonpörandad.

Hoiuruumide **uksed** soojustatakse (soojustakistus $R=2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{deg}/\text{kcal}$). Uste konstruktiivne lahendus sõltub hoidla planeerimisest. Hoiuruumide uksed võivad avaneda otse välja laadimisplat-



Joonis 5.6. Hoiuruumi õhkkardinaga lükanduks.

vormile, tambuuri, koridori või mõnda teise ruumi. Kui hoiuruu-
 midel ukseid avanevad otse välja, peavad neil olema õhkkardinad.
 Joonisel 5.6 on näidatud külmkambril lükanduks (siiberuks), millel
 on õhkkardin. Ukse kohale monteeritud telgventilaator puhub
 õhku rõhu all laia joana ülalt alla ja tõkestab ukse avamisel
 kambri õhule väljapääsu. Otse välja avanevate uste korral on
 saadusi küll kerge transportida, kuid külma- ja soojuskaod on
 suured. RPI «Eesti Maaehitusprojekti» projekteeritud 500-ton-
 nises puuviljahoidlas avanevad külmkambrite ukseid koridori, mis
 viib sorteerimisruumi (joonis 2.6). Sorteerimisruumi ühendab
 välisõhuga laadimislüüs. Niisuguse lahenduse korral uste kaudu
 mingit külma- või soojakaotust praktiliselt pole, kuid saadusi on
 võrdlemisi kitsas koridoris raske transportida.

Väikestes õhkjahutusega hoidlates, kus jahutatakse ventilee-
 rimisega, tehakse ukseid kahekordsed — väline soojustatud, sise-
 mine võreuksena, et välimise ukse lahtiõlemisega oleks võimalik
 hoiuruume tuulutada, ilma et kõrvalised isikud hoidlasse pääsek-
 sid.

Uksed soojustatakse kerge efektiivse isolatsioonimaterjaliga (mineraalvatt, vahtplastikud jm.). Uste tihendamiseks kasutatakse kummist tihendeid. Uksed pannakse liikuma hingedel või rullidel lükandustena, viimased ei sulgu aga kuigi tihedalt. Uste sulgurid peavad olema kergesti käsitsetavad ja suruma ust tugevasti vastu tihenduspinde. Hinged peavad olema samuti tugevad, et üks ära ei vajuks ja alati kergesti ning korralikult sulguks.

Muude ruumide uksed tehakse nagu tavalistel tööstushoonetel. Masina- ja katlaruumide uksed peavad avanema väljapoole.

PIIRETE SOOJUSTEHNILISED ARVUTUSED

Nagu öeldud kolmandas peatükis, moodustavad hoiuruumi soojusbilansis kõige suurema osa need soojushulgad, mis läbivad piirdekonstruktsioone välis- ja sisetemperatuuri erinevuse tõttu. Vähendades neid soojushulki miinimumini, muudame odavamaks hoidla ehitamise ja eksploatatsiooni. Kui ruumi tungib vähem soojust, on külmutusseadmed väiksemad, odavamad ja tarvitavad vähem elektrienergiat.

Hoiuruumide piirdeid läbivate soojushulkade vähendamiseks on ainult üks tee — piirete soojustakistuse suurendamine tõhusa isoleerimisega. Vastavalt ökonoomilistele kaalutlustele isoleeritakse puuviljahoidlate piirdeid kolm-neli korda tugevamalt kui tavaliste tööstushoonete piirdeid.

Soojusisolatsiooni konstrueerimiseks on vaja teada piirdeid läbivate soojushulkade suurust. See arvutatakse valemiga

$$Q'_2 = \frac{F}{R_0} (t_s - t_v) \text{ [W] (kcal/h)}, \quad (5.1)$$

kus Q'_2 on läbi teatud piirde soojusjuhtivuse teel kaotsiminev või juurdetulev soojushulk tunnis,

F — piirde pind m^2 ,

R_0 — piirde soojustakistus $m^2 \cdot \text{deg/W}$ ($m^2 \cdot h \cdot \text{deg/kcal}$),

t_s, t_v — sise- ja välistemperatuur.

Kogu soojuskadu või selle juurdevool hoiuruumi leitakse üksikuid piirdeid läbivate soojushulkade liitmise teel: $Q_2 = \sum Q'_2$.

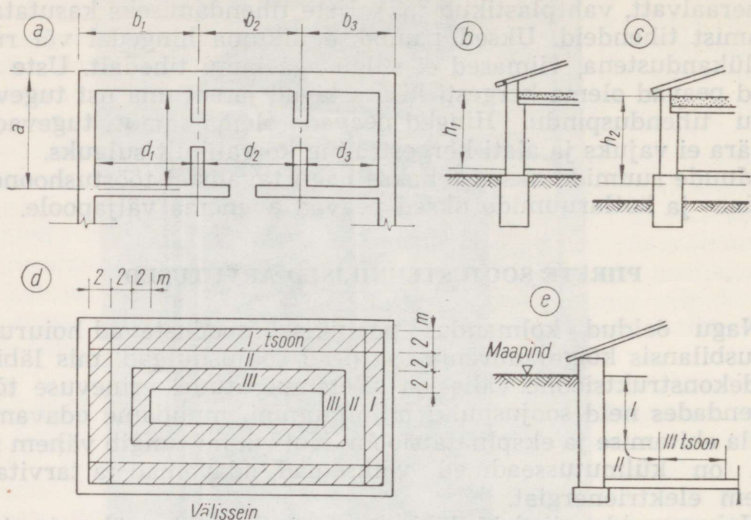
Valemis 5.1 on piirde pinna F arvutamisel kehtestatud ühtne meetodika piirde mõõtmete määramisel. See selgub jooniselt 5.7.

Sisetemperatuur t_s oleneb säilitusrežiimist ja võetakse tabelist 3.2. Välistemperatuuriks t_v võetakse kütteseadmete arvutamisel talvine arvutuslik välistemperatuur (tabelis 5.3). Külmutusseadmete arvutamisel võetakse välistemperatuuri määramisel aluseks kõige soojema kuu (juuli) temperatuur, kusjuures arvutuslik välistemperatuur määratakse valemiga

$$t_v = 0,4 t_h + 0,6 t_{max}, \quad (5.2)$$

kus t_h on keskmine temperatuur juulis (tabel 2.1),

t_{max} — maksimaalne temperatuur juulis (tabel 2.1).



Joonis 5.7. Hoone piirete mõõtmine:

a — seinte ja lagede mõõtmine, b — piirde kõrguse mõõtmine, kui põrand asub maapinnal, ja c — kui põrand asub maast kõrgemal, d — põranda tsoonideks jaotamine, kui see asub maapinnal, ja e — kui põrand asub maapinnast allpool; a — välisseina laius nurgaruumis, b — välisseina laius keskmistes ruumides, c ja d — lae ja siseseinte mõõtmed, h_1 — seina kõrgus põranda pealt lae täite pealmise pinnani, h_2 — seina kõrgus põranda alumisest pinnast lae täite peale.

Tartu ümbruses, kus $t_h = 17,3^\circ$ ja $t_{\max} = 33^\circ$, on näiteks arvutuslik välistemperatuur $t_v = 0,4 \cdot 17,3 + 0,6 \cdot 33 = 26^\circ$.

Puuviljahoidlaid hakatakse täitma küll märksa hiljem (septembris), aga silmas pidades hoidla universaalsust, peab see töövõimeline olema ka aasta kõige soojemal kuul, mil seal on võimalik hoida muid kiiresti riknevaidprodukte.

Soojusvoog läbi piirete on suunatud kõrgemast temperatuurivaldkonnast madalamasse. Kui välistemperatuur on madalam hoiuruumi sisetemperatuurist, voolab soojus välja ja temperatuur ruumis hakkab langema. Vastupidi, kui välistemperatuur on ruumi sisetemperatuurist kõrgem, voolab soojust väljast juurde ja temperatuur hakkab ruumis tõusma.

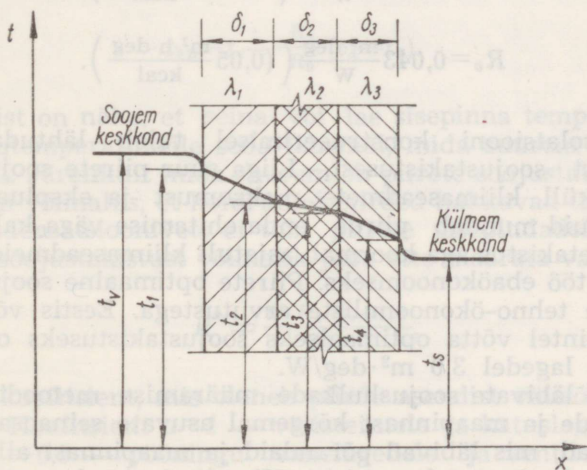
Valemist 5.1 on näha, et piirdeid läbivad soojushulgad on seda suuremad, mida suurem on välis- ja sisetemperatuuri vahe, ja seda väiksemad, mida suurem on piirde soojustakistus R_0 . Temperatuuride vahet ei saa muuta. Välistemperatuur sõltub ilmastikust, sisetemperatuur on määratud säilitusrežiimiga. Muuta saab ainult

Tabel 5.3. Välisõhu arvutuslikud
temperatuurid kütteseadmete
projekteerimisel

Linn	Temperatuur
Tallinn	-21
Pärnu	-21
Tartu	-22
Valga	-22
Türi	-22
Kohtla-Järve	-22
Narva	-23

soojustakistust R_0 . Teiste sõnadega, mida soojemad tehakse hoidla seinad ja lagi, seda vähem pääseb soojust talvel välja, sügisel ja kevadel aga sisse.

Hoiuruumide piirete soojusisolatsioonist oleneb otseselt ruumi mikrokliima, seega ka saaduste säilivus. Kui piirded on nõrgalt isoleeritud, ei aita vajaliku säilitusrežiimi loomiseks ka võimsatest külmutus- ja kütteseadmetest. Välistemperatuuri mõju on liiga suur. Siit järeldub, et soojusisolatsioon ei ole hoidlates mitte ainult ehituslikuks elemendiks, vaid sellel on täita ka tähtis tehnoloogiline ülesanne — vähendada kliimaseadmete koormust.



Joonis 5.8. Temperatuuri muutumine soojusvoo läbiminekul mitmekihilisest piirdest:

t_v, t_s — välis- ja sisetemperatuur; t_1, t_2, t_3, t_4 — temperatuur piirde sees vastavates punktides; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ — materjalide soojuslik erijuhtivus; $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ — kihtide paksus.

Joonisel 5.8 on toodud skemaatiliselt temperatuuride muutumine soojusvoo läbiminekul mitmekihilisest piirdest. Nagu skeemilt näha on, avaldab piirde iga kiht erisugust takistust soojusvoole. Soojustakistus oleneb seejuures kihi paksusest ja materjali soojusjuhtivusest:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} [\text{m}^2 \cdot \text{deg}/\text{W}] (\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{deg}/\text{kcal}), \quad (5.3)$$

kus δ on kihi paksus m,
 λ — soojuslik erijuhtivus W/m·deg (kcal/m·h·deg).

Mitmesuguste ehitus- ja isolatsioonimaterjalide soojuslik erijuhtivus on toodud tabelis 5.7.

Mitmekihilise piirde üldine soojustakistus arvutatakse valemiga

$$R_0 = R_s + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_v, \quad (5.4)$$

kus R_s on soojusvoo siirdetakistus levikul seinalt siseõhule,
 $R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1}$, $R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2}$, $R_n = \frac{\delta_n}{\lambda_n}$ — üksikute kihtide soojustakistused,
 R_v — soojusvoo siirdetakistus levikul välisõhult seinale.
 R_s ja R_v on normitud suurused. Hoidlate seintele ja katuselagedele tuleb need võtta järgmiselt:

$$R_s = 0,115 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{deg}}{\text{W}} \left(0,133 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{deg}}{\text{kcal}} \right),$$

$$R_v = 0,043 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{deg}}{\text{W}} \left(0,05 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{deg}}{\text{kcal}} \right).$$

Soojusisolatsiooni konstrueerimisel tuleb lähtuda piirete optimaalsest soojustakistusest. Liiga suur piirete soojustakistus vähendab küll kliimaseadmete maksumust ja eksploatatsioonikulusid, kuid muudab piirde enda ehitamise väga kalliks, liiga väike piirdetakistus aga koormab asjatult kliimaseadmeid ja muudab nende töö ebaökonomiseks. Piirete optimaalne soojustakistus määratakse tehno-ökonomiliste arvutustega. Eestis võib külmhoidlate seintel võtta optimaalseks soojustakistuseks orienteerivalt 2,5 ja lagedel 3,0 m²·deg/W.

Piirdeid läbivate soojushulkade määramise meetodika kehtib ainult lagede ja maapinnast kõrgemal asuvate seinaosade kohta. Soojushulgad, mis läbivad põrandaid ja maapinnast allpool asuvaid seinasid, arvutatakse teisiti. Nimelt jaotatakse maapinnast allpool asuvad pinnad väljast sissepoole kahe meetri laiusteks tsoonideks (joonis 5.7) ja soojushulgad arvutatakse igale tsoonile eraldi valemi 5.1 järgi, kusjuures R_0 asemel võetakse tabelist 5.4 tingsoojustakistus R_p .

Tabel 5.4. Tingsoojustakistused pörandatsoonidele

Tsoonid	Tingsoojustakistus R_p	
	$\text{m}^2 \cdot \text{deg}/\text{W}$	$\frac{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{deg}}{\text{kcal}}$
I	2,15	2,5
II	4,30	5,0
III	8,60	10,0
Ülejäänud pörandaosad	14,20	16,5

Laagidel asuvale pörandale võetakse R_p väärtused 15% väiksemad. Kui pörand on soojustatud, näiteks sügavkülmutusega hoidlates, tuleb tingsoojustakistus arvutada igale tsoonile eraldi valemiga

$$R'_p = R_p + \frac{\delta_s}{\lambda_s}, \quad (5.5)$$

kus R_p on tingsoojustakistus üldjuhul (tabelist 5.4),

δ_s — soojustuskihi paksus m,

λ_s — soojustuskihi soojuslik erijuhtivus $\text{W}/\text{m} \cdot \text{deg}$.

Piirde soojusisolatsioonil on soojusvoo tõkestamise kõrval veel teine ülesanne: isolatsiooni soojustakistus peab olema nii suur, et piirde sisepinnale ei tekiks kondensatsioonivett. Nagu 3. peatükis öeldud, ei teki kondensatsioonivett piirdele siis, kui piirde sisepinna temperatuur on kõrgem kastepunktist.

Piirde sisepinna temperatuuri on võimalik arvutada valemiga

$$t_{sp} = t_s - \frac{R_s}{R_0} (t_s - t_v). \quad (5.6)$$

Valemist on näha, et seina või lae sisepinna temperatuur on ruumi õhutemperatuurile seda lähemal, mida suurem on soojustakistus R_0 . Järelikult mida suurem on piirete soojustakistus, seda väiksem on võimalus, et hoiuruumi piirded hakkavad tilkuma.

Et kondensatsioonivett ei tohi piirete sisepindadele tekkida, on piirde soojustakistust võimalik juba ette määrata valemiga

$$R_0^n = \frac{ab R_s (t_s - t_v)}{\Delta t^n}, \quad (5.7)$$

kus a on koefitsient, mis oleneb piirde asendist välisõhu suhtes.

Koefitsient $a=1$ — välisseintele ja katuslagedele, $a=0,9$ — pööningu vahelagedele ja ventileeritavatele katuslagedele, $a=0,75$ — pörandatele, kui nad on tõstetud maapinnast kõrgemale ja on alt tühjad,

b — koefitsient, mis oleneb isolatsiooni kvaliteedist (võetakse 1,0...1,2),

R_s — soojusvoo siirdetakistus levikul seinalt siseõhule,
 t_s, t_v — sise- ja välistemperatuur,
 Δt^n — normitud temperatuuride vahe ruumi õhu ja piirde sisepinna vahel.

Hoidlate välisseintele võetakse $\Delta t^n = t_s - \tau$ ja lagedele $\Delta t^n = t_s - \tau - 1$, kus τ on siseõhu kastepunkt (tabelist 3.3).

Lisaks soojusvoole, mis tungib läbi piirete välis- ja siseõhu temperatuuride vahe tõttu, tuleb külmutusseadmete arvutamisel arvestada veel soojusega, mis lisandub Päikesese kiirgusest. See arvutatakse valemiga

$$Q_r = \frac{1}{R_0} \cdot F_r \cdot \Delta t \text{ [W] (kcal/h)}, \quad (5.8)$$

kus R_0 on piirde soojustakistus,

F_r — kiiritatav pind m^2 ,

Δt — täiendav temperatuuride vahe, mida põhjustab Päikesese kiirgus.

Temperatuuride vahe Δt arvutatakse valemiga

$$\Delta t = 0,75 \frac{S \cdot P}{a}, \quad (5.9)$$

kus 0,75 on koefitsient, mis arvestab massiivse piirde inertsit,

S — Päikesese kiirguse intensiivsus suvel W/m^2 ($kcal/m^2 \cdot h$),

P — piirde Päikesekiirguse neelduvuse koefitsient,

a — soojusvoo siirdetegur levikul piirde pinnalt välisõhku:

kui ilm on tuuline, siis $a = 29 \frac{W}{m^2 \cdot deg} \left(25 \frac{kcal}{m^2 \cdot h \cdot deg} \right)$,

kui ilm on vaikne, siis $a = 17,5 W/m^2 \cdot deg$ ($15 kcal/m^2 \cdot h \cdot deg$).

Päikesese kiirguse intensiivsus S vertikaalsetele piiretele võetakse tabelist 5.5.

Horisontaalsetele pindadele võetakse $S = 640 W/m^2$ ($550 kcal/m^2 \cdot h$). Päikesekiirguse neelduvuse koefitsient P võetakse tabelist 5.6.

Tabel 5.5. Päikesese kiirguse intensiivsus vertikaalpindadele

Piirde suund	S	
	W/m ²	kcal/m ² ·h
lõunasse	280 ... 465	240 ... 400
itta	465	400
läände	560	480
kagusse	420	360
edelasse	477	410
kirdesse	244	210
loodesse	266	230

Tabel 5.6. Piirete Pääkesekiirguse neelduvuse koefitsient P

Piirde pealispinna materjal	P
asfalt	0,89
betoon	0,65
bituumen (gudroom)	0,9
muldkate	0,8
punane tellis	0,7 ... 0,77
hele ruberoid	0,72
tume ruberoid	0,86
katusepapp	0,91
hele krohv	0,4
tume krohv	0,57
lubjavõõp	0,4

HOIDLATE ISOLEERIMINE

Hoiuruumide piirdeid mõjutab väljastpoolt muutlik ilmastik, seestpoolt aga madal temperatuur ja kõrge õhuniiskus. Seejuures peavad piirded olema tõhusaks tõkkeks soojuse ja niiskuse levikul erinevate keskkondade vahel. Et tavalised ehitusmaterjalid ei suuda seda ülesannet täita, siis tuleb hoidlate ehitamisel lisaks nendele kasutada veel spetsiaalseid isolatsioonimaterjale.

Soojusisolatsioonimaterjalid peavad vastama järgmistele nõuetele:

- omama suurt ja püsivat soojustakistust, väikest mahukaalu ja poorset struktuuri. Õhuga täidetud poorid on eelduseks heale soojapidavusele;
- ei tohi olla hügroskoopsed, sest niiskumisel, s. t. pooride täitumisel veega, väheneb materjali soojustakistus;
- olema külmakindlad, s. t. ei tohi ei külmumisel ega ülesulamisel kaotada isoleerimisvõimet;
- ei tohi nakatuda mikroorganismidest, mis kõundavad materjali;
- olema keemiliselt inertsed ainete suhtes, millega nad kokku puutuvad;
- olema mehaaniliselt tugevad, kuid seejuures kergesti töödeldavad;
- omama häid ökonoomilisi näitajaid, s. t. nad ei tohi olla liiga kallid ega defitsiitsed.

Materjale, mis vastaksid kõikidele loetletud nõuetele, pole kahjuks olemas. Seepärast tuleb valida niisugune saadaolev materjal, mis enam-vähem vastaks tähtsamatele, s. t. soojapidavuse, hügroskoopsuse, töödeldavuse ja hinna kohta käivatele nõuetele.

Välise kuju ja kasutusviisi järgi jaotatakse soojusisolatsiooni-
materjalid järgmiselt:

- kõvad tükktooded, millel on kindel kuju ja mõõtmed (plaadid, plokid jms.);
- painduvad tükktooded, millel on kindlad mõõtmed, kuid muudetav kuju (matid, lehed, nõörid jms.);
- puistmaterjalid, mida toodetakse pulbrina või kiulise massina;
- materjalid, mis lõplikul kujul saadakse alles isoleerimise käigus. Näiteks pihustatakse isoleeritavale pinnale vedelat massi, mille hangumisel tekib poorne isolatsioonikiht.

Kork on orgaaniline looduslik isolatsioonimaterjal, mida saadakse korgitamme koorest. Tänu väikesele soojusjuhtivusele olid korkplaadid plastmasside ilmumiseni kõige tähtsamaks isolatsioonimaterjaliks külmutustehnikas. Kork on hõlpsasti töödeldav, lõhnata, ei vaja isoleerimisel tugikonstruktsioone ja on üsna pika eaga (püsib üle 40 aasta).

Külmutustehnika kiire areng viimastel aastakümnetel on muutnud korgi defitsiitseks, kuid selle asemel kasutatakse edukalt mitmesuguseid orgaanilisi plastmasse.

Turbaplaadid on teine kasutatavam orgaaniline isolatsioonimaterjal. Plaadid pressitakse kokku jahvatatud turbapurust. Selleks sobivad ainult noore sooturba ülemised kihid. Turbaplaadid on väikese soojusjuhtivusega ja hõlpsasti töödeldavad, kuid niiskuvad ja kõdunevad võrdlemisi ruttu ning süttivad kergesti.

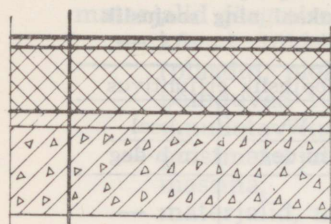
Orgaanilised tehismaterjalid on efektiivsed iso-
laatorid. Eriti suur tulevik on mitmesugusel sünteetilisest vai-
kudest toodetavatel vahtplastmassidel. Erinevalt tavalistest poor-
setest plastmassidest, mille poorid on lahtised ja omavahel ühen-
datud, on vahtplastmassidel suletud poorid, mistõttu nad on
märksa parema isoleerimisvõimega. Vahtplastmassidest on kasu-
tatavamad vahtpolüstürool, vahtpolüvinüülkloriid, vahtpolüürea-
taan ning plastmassid, mille lähteaineteks on fenoolaldehüüd-,
epoksü- ja räniorgaanilised vaigud.

Vahtplastmassid on väga poorsed (80...90%), mistõttu nad on
kerged ja hea isoleerimisvõimega. Nad on veekindlad, lõhnata,
kergesti töödeldavad ega kõdune.

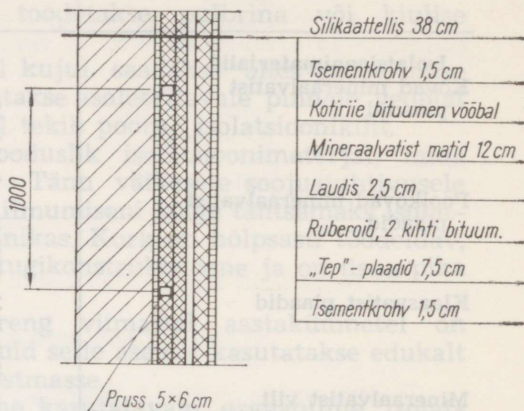
Mineraalvatt on anorgaaniline kiudne isolatsioonimater-
jal, mille lähteaineks on mitmesugused määrglid, dolomiidid,
basaldid jms. Eestis toodetakse mineraalvatti põlevkivikoksist
Kohtla Mineraalvatitehases. Lähteained sulatatakse ahjudes. Sula-
massist saadakse kiude puhumisega, tsentrifuugimisega või nende
kahe menetluse kombinatsiooniga. Puhumismenetlusel puhutakse
läbi ahjust väljavoolava massi auru või kuuma õhku, mille toimel
hõõgub juga kistakse väga peenteks kiududeks, mis ruttu hangu-
vad. Tsentrifuugimisel lastakse hõõgub mass tilkuda kiiresti pöör-
levale kettale, kust tilgad tsentrifugaaljõu mõjul paisatakse

Tabel 5.7. Ehitus- ja isolatsioonimaterjalide mahukaal ning soojuslik erijuhtivus

Materjal	Mahukaal kg/m ³	Soojuslik erijuhtivus	
		W m·deg	kcal m·h·deg
Isolatsioonimaterjalid			
Kõvad mineraalvatist plaadid	250	0,076	0,065
	300	0,081	0,07
	350	0,087	0,075
	400	0,093	0,08
Poolkõvad mineraalvatist plaadid	250	0,087	0,075
	300	0,093	0,08
	350	0,105	0,09
Klaasvatist plaadid	200	0,099	0,085
	300	0,163	0,10
	400	0,140	0,12
	500	0,153	0,14
Mineraalvatist vilt	150	0,076	0,065
	200	0,081	0,07
	250	0,087	0,075
Klaasvatist vilt	170	0,058	0,05
	160	0,064	0,055
Korkplaadid — ekspansiit	160	0,047	0,04
	180	0,053	0,045
Turbaplaadid	170	0,081	0,07
	220	0,093	0,08
TEP-plaadid (fibroliit)	350	0,152	0,13
	600	0,233	0,20
Termoliit	450	0,152	0,13
Mullukermit (niiskus 20%)	400	0,233	0,20
	500	0,26	0,22
Ehitusmaterjalid			
Punastest tellistest müüritis	1800	0,81	0,70
Silikaattellistest müüritis	1900	1,05	0,90
Raudbetoon	2500	1,63	1,40
Silikaltsiit	1000	0,44	0,38
	1200	0,51	0,44
Männipuit, risti kiudu	550	0,17	0,15
Männipuit, piki kiudu	550	0,35	0,30
Puitkiudplaadid	1000	0,34	0,29
	600	0,16	0,14
Krohv	1700	0,87	0,75



Peeneteraline killustik 1 cm
Ruberoid 5 kihti
Armeeritud tsement-tasanduskiht 3 cm
Hüdroisolats. 1 kiht ruber.
Mineraalvatist matid 24 cm
Auruisolats. 2 kihti ruber.
Tsement-tasanduskiht 0...12 cm risti hoonele
Raudbetoon-paneel



Joonis 5.9. Katuse isolatsioon 500-tonnises hoidlas (RPI «Eesti Maaehitusprojekt»).

Joonis 5.10. Hoiuruumide välisseinte isolatsioon 500-tonnises hoidlas (RPI «Eesti Maaehitusprojekt»).

eemale peenikesteks kiududeks. Saadud kiud pressitakse kõvadeks või poolkõvadeks plaatideks ning rullitakse vildiks. Mineraalvatist plaadid on Eestis peamine isolatsioonimaterjal hoidlate ehitamisel. Mineraalvatist kasutatakse puistainena viimasel ajal harva, sest isoleerimistööd on ohtlikud lenduvate helveste pärast. Töötada tuleb aspiraatoriga, mis on aga väga ebamugav.

Tabelis 5.7 on toodud mitmesuguste ehitus- ja isolatsioonimaterjalide mahukaal ning soojuslik erijuhtivus.

Joonistel 5.9 ja 5.10 on näidatud isolatsioonikonstruktsioonid, mida kasutatakse puuviljahoidlate ehitamisel Eestis. Konstruktsioonides on kasutatud materjale, millel on üsna head ehituslikud ja soojustehnilised omadused ning mis pole seejuures defitsiitsed. Meie tööstus suurendab igal aastal mitmesuguste plastmassidest isolatsioonimaterjalide toodangut. Seepärast võib julgelt öelda, et need võetakse meil kasutusele kõige lähemas tulevikus.

6. SÄILITUSTÖÖD

Säilitustööde all mõistetakse kõiki töid, mida on vaja hoidlas teha saaduste saabumisest nende realiseerimiseni, nagu puuviljade vedu hoiuruumidesse, virnastamine, nende seisukorra kontrollimine, külmutus-, kütte- ja ventilatsiooniseadmete käsitsemine vajaliku säilitusrežiimi loomiseks, temperatuuri, õhuniiskust ja õhu koosseisu näitavate ning registreerivate mõõteriistade jälgimine, hoidla korrashoid (puhastamine, desinfitseerimine), arvestuste pidamine jm.

HOIDLATE TÄITMINE

Puuviljade tööstuslikul tootmisel on saagikogused suured, mistõttu pole mõeldav täita hoidlaid käsitsi. Käsitöö venitaks ajavahemiku viljade koristamise ja mahajahutamise vahel lubamatult pikaks. Seepärast peab saagi kohalevedu ja hoidlate täitmine olema täielikult mehhaniseeritud.

Saagi vedu aiast hoidlasse peab kulgema häreteta. Ei tohi tekkida tõrkeid ega pause, mis põhjustaksid saagi kuhjumist aias või hoidla juures. Seepärast tuleb transpordivahendeid ja laadimisseadmeid oskuslikult käsitseda.

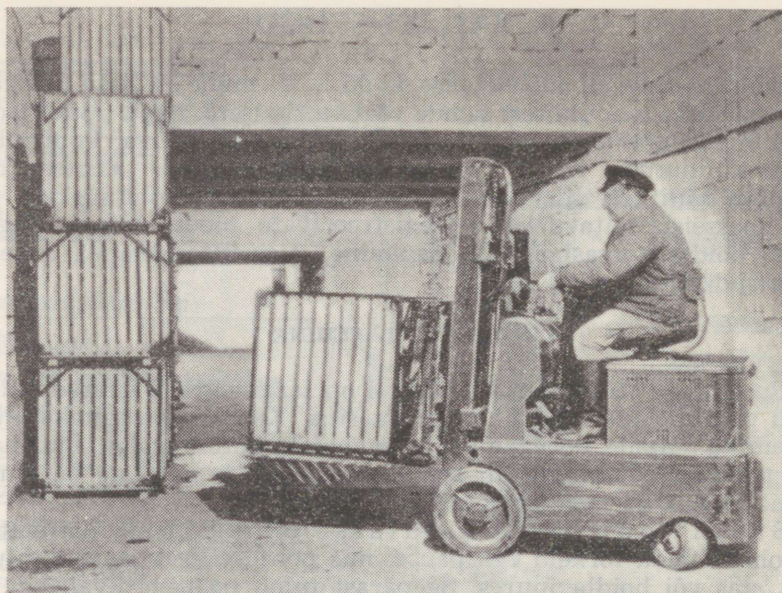
Kui puuvilja säilitatakse standardsetes kastides, on võimalik transporditöid mehhaniseerida, kui kasutatakse kaubaaluseid, mille kirjeldus on toodud 4. peatükis. Kaubaalustele paigutatakse kastid tõstuki võimsusest olenevalt 3...4 kihis, igas kihis 5 kasti. Seega paigutatakse ühele kaubaalusele pakulina 15...20 kasti õunu kogukaaluga 300...400 kg. Paketid (kastid koos kaubaalustega) virnastatakse hoidlas 2...3-kaupa ülestikku vastavalt hoiuruumi kõrgusele.

Nagu eespool öeldud, on puuviljade vedu aiast hoidlasse ja säilitamine konteinerites palju ratsionaalsem kui kastides, sest hoitakse kokku puitmaterjali ja kasutatakse paremini ära hoiuruumide mahtu. Laadimistööd on lihtsamad, sest jääb ära pakettide moodustamine.

Lõunapoolsete vennasvabariikide eesrindlikes majandis (Ukrainas, Moldaavias, Krimmi oblastis jm.) säilitatakse puuvilju ja veetakse aiast hoidlasse konteinerites juba mitu aastat, majanditest kaubandusorganisatsioonidele aga peamiselt kastidesse pakitult. Ka sellel veolõigul oleks mõeldav kasutada konteinereid, mille kasutegur kasvaks siis veelgi.

Eestis pole puuvilju veel konteinerites veetud ega säilitatud, kuid Aianduse Peavalitsuse spetsialiseeritud majandites on juba juurutamisel puuviljade tööstuslik koristustehnoloogia, mis baseerub täielikult konteinerite kasutamisel.

Säilitustaara täidetakse juba aias. Iga 3...4 puu kohta paigutatakse aeda konteiner. Korjajad tühendavad oma korvid otse konteineritesse.



Joonis 6.1. Konteinerite paigaldamine akutöstukiga.

Täidetud kastide paketid või konteinerid tõstetakse traktori-järelkärule (1ПТС-4, 2ПТС-6, 2ПТС-4М-785А) või autodele (ГАЗ-51, ГАЗ-53 jt.) ja veetakse hoidlasse.

Kahjuks ei sobi nimetatud veokid päris hästi aiast puuviljade vedamiseks, sest nad on liiga kõrged, mistõttu nii käsitsi kui ka mehhaniseeritud pealelaadimine on raske. Juurutamisel on madala üheteljelise traktori-järelkäru ПСТМ-2 tööstuslik tootmine. Järelkäru kandevõimega 2 t sobib aiavedudeks paremini. Kärul on hüdrauliline kraana, mille tõstevõime on 250 kg. Seega pole tarvis eraldi tõsteseadet. Kahjuks on seni välja lastud ainult katsepartii.

Paketid (kastid koos kaubaalusega) ja konteinerid tõstetakse transpordivahenditele traktori külge monteeritava kraana või kahveltöstukiga. Kodumaine tööstus toodab traktorite ДТ-20 ja Т-25 külge monteeritavat kahveltöstukit АВН-0,5.

Pakette ja konteinereid võetakse transpordivahenditelt maha ja virnastatakse hoiuruumides praegu eranditult mobiilsete vahenditega — akudel töötavate kahveltöstukitega ja -virnastajatega. Statsionaarsed tõsteseadmed, mida varem hoidlates laialdaselt kasutati (kraanad, telferid, vintsid jt.), pole otstarbekad kohmakuse ja käsitemise keerukuse pärast. Elektritõstukeid on lihtne käsitseda. Nad töötavad käratult, ei erita heitgaase nagu traktor-tõstukid. See omadus on oluline just puuviljahoidlates, kus heit-

Tabel 6.1. Kodumaiste elektritõstukite tehnilised andmed

Nimetus, mark	Tõstevõime t	Tõstekõrgus m	Tõste kiirus m/min	Gabaariit mõõtmised mm			Välise pöörde- raadius m	Liikumiskiirus m/sek		Kaal kg
				pikkus	laius	kõrgus*		koor- maga	koor- mata	
Kahvel- tõstukid: 4004 4004 A ЭИИ-103	0,75	1,6	10	2400	910	1445	1,55	8,5	10	1740
	0,75	2,8	10	2400	910	1910	1,55	8,5	10	1800
	1,0	1,8	9	2500	910	1500	1,60	9	10	2030
4015 M	0,5	2,8	10	2250	900	2000	1,20	7	8	1350
		2840								
		1450								
Kahvel- virnastajad: ЭИИ-181 M	1,0	1,8	8	2280	1000	1470	1,42	6	7	1780
	1,0	2,8	8	/	/	1970	1,40	5	6	1780
	0,8	4,5	9			2080				
ЭИИ-0,5	0,5	4,2	10	1600	920	2000				1870

* Kõrgus langetatud kahvliga.

Tabel 6.2. Bulgaaria RV-s toodetavate elektritõstukite tehnilised andmed

Näitaja	Mõõt- ühik	Akutõstukid		
		EB-701	EB-676	EB-612
Tõstevõime	kg	2000	1000	630
Tõstekõrgus	m	3,2	3,8	2,9
Gabariitmõõtmed:	mm			
pikkus		3080	2440	2094
laius		1245	1085	810
kõrgus		2200	3200	1900
Kaal	kg	3800	2580	1480

gaasid ja igasugused muud kõrvalained võivad vilju rikkuda, sest viljad võtavad võõraid lõhnu väga kergesti külge. Elektritõstukid liiguvad ainult kõval alusel (asfalt-, betoonpõrandad), misparast neid ei saa kasutada aias. Seal tuleb korraldada tõstetööd, nagu eespool öeldud, traktoritele agregateeritud tõsteseadmetega.

Elektritõstukite ja -virnastajate tehnilised andmed on toodud tabelites 6.1 ja 6.2, viimases Bulgaaria RV tooted, mida meil kasutatakse üsna laialdaselt.

Vir nastamine. Suurtes hoidlates, kuhu viljad saabuvad aiast konteinerites või kaubaalustele paigutatud kastides, virnastatakse need akutõstukite või -virnastajatega. Väikestes hoidlates võib seda teha ka käsikärudega.

Virnastamisel tuleb silmas pidada, et hoiuruumi maht saaks maksimaalselt ära kasutatud, kuid virnade vahele tuleb jätta vahed, et õhk pääseks kergesti iga pakendini ja et oleks võimalik kontrollida viljade seisukorda pakendites.

Pakettide ja konteinerite virnad paigaldatakse seinast ning külmutuspatareidest kaugusele, mis on antud tabelis 2.3. Patareide läheduses olevate kastide küljed on soovitatav katta polüetüleenkilega, mis kaitseb kastis olevaid vilju patareide kahjuliku mõju eest.

Paketid või konteinerid virnastatakse hoiuruumis kahekaupa kokku, kusjuures nende vahele jäetakse kuni 10 cm laiune pilu. Virnade vahele jäetakse 60...70 cm laiune käik, et igale pakatile või konteinerile oleks võimalik ligi pääseda. Virna kõrgus oleneb hoidla kõrgusest. Virna ja hoidla lae vahele peab jääma vähemalt 30 cm vaba ruumi. Kõrged virnad (üle 3 m) tuleb omavahel traadiga kokku siduda. Paketid või konteinerid laotakse virnas täpselt üksteise peale. Kõrgetes virnades võib kasutada ainult korras ja tugevat taarat.

Tööjõu ja mehhanismide vajaduse määramisel arvestatakse, et puuviljahoidla on aastas koormatud umbes kaheksa kuud (oktoobrist maini), seega tööpäevi on hoidlas 245 päeva aastas. Seadmete ja mehhanismide töörežiim (tööpäevad

aastas ja töötundide hulk ööpäevas) oleneb hoidla suuruselt, säilitusviisist ja kaubatoodangu töötlemise tehnoloogiast. Kõige rohkem on laadimismehhanismid koormatud sügisel, mil hoidlaid täidetakse. Hilisemad ümberpaigutustööd, samuti hoidlate tühjendamise realiseerimisel pole hoopiski nii pingeline. Maksimaalne päevane saaduste hulk, mis tuleb hoidlas paigaldada, leitakse valemist

$$G_p = \frac{G}{T}, \quad (6.1)$$

kus G_p on päevas laaditav saaduste hulk tonnides,

G — hoidla mahutavus või hoiustatav koguhulk tonnides,

T — hoidla täitmise aeg päevades (tabel 6.3).

Akutöstukite tööjõudlus hoidlates kõigub 10...15 tonni vahel tunnis. Kui on teada päevas laaditavate saaduste hulk G_p ja tõstuki tööjõudlus, leitakse vajalike tõstukite arv valemist

$$n = \frac{1,5 G_p \cdot k}{7 Q \cdot m}, \quad (6.2)$$

kus 1,5 on koefitsient, mis arvestab viljade ebakorrapärast saatumist hoidlasse,

G_p — päevas laaditav saaduste hulk tonnides,

k — koefitsient, mis arvestab akumulatooritel töötavatele kahveltõstukitele vajalikke pause akude laadimiseks. Kui töö käib ühes vahetuses, siis $k = 1,0$, kahes vahetuses — $k = 1,5$, kolmes vahetuses — $k = 2,0$,

7 — tunde arv vahetuses,

Q — kahveltõstuki keskmine tunnijõudlus tonnides,

m — vahetuste arv.

Näide. Määrata vajalik akutõstukite hulk hoidlas, mille mahutavus on 500 tonni ja mille täitmine on planeeritud 20 päe-

Tabel 6.3. Hoidlate täitmise aeg

Saadused	Laadimise kestus päevades
Seemneviljalised:	
suvisordid	20
sügissordid	20
talisordid	20
Luuviljalised:	
ploomid	25
kirsid	10
Marjad:	
maasikad	10
vaarikad	10
sõstrad	15
karusmarjad	10

vale. Töö on ühes vahetuses. Päevas laaditav viljade hulk $G_p = 500 : 20 = 25$ tonni. Leiame vajaliku tõstukite hulga:

$$n = \frac{1,5 \cdot 25 \cdot 1}{7 \cdot 10 \cdot 1} = 0,54.$$

Järelikult jätkub ühest tõstukist, et aga akutõstuki kui laadimistööde kõige tähtsama lüli väljalangemine mõne juhusliku rikke tõttu võib kogu töö seisma panna, on õigem muretseda kaks tõstukit, millest üks töötab, teine on reservis.

SÄILITUSREŽIIMI KONTROLLIMINE

Puuviljade edukaks säilitamiseks hoidlates tuleb jälgida nende seisukorda, avastada ja kõrvaldada riknenud viljad, kontrollida hoiuruumides temperatuuri ja õhuniiskust.

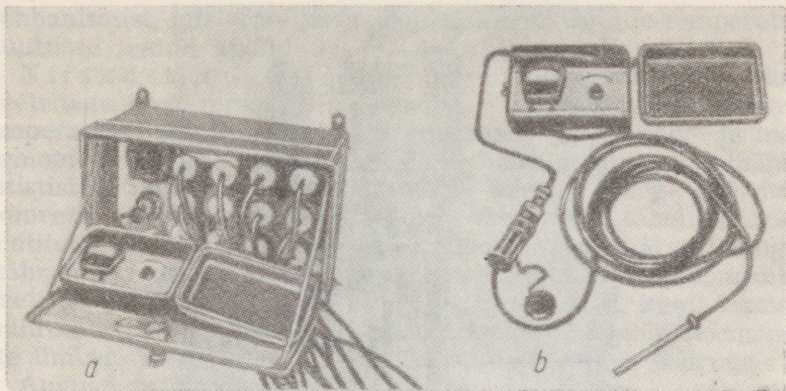
Teistest rohkem kipuvad riknema viljad, mis asuvad virnade ülemistes kastides või konteinerites. Neid tuleb eriti silmas pidada. Kui mõnes pakendis avastatakse riknenud vilju, tuleb pakend kohe läbi sorteerida ja realiseerida esmajärjekorras.

Temperatuuri mõõtmine on tähtsamaid töid säilitusrežiimi jälgimisel. Kuigi tänapäeva hoidlates reguleerivad hoiuruumide temperatuuri automaadid, tuleb nende tööd siiski kontrollida, et iga väikseimagi häire ilmnemisel õigeaegselt vahele segada.

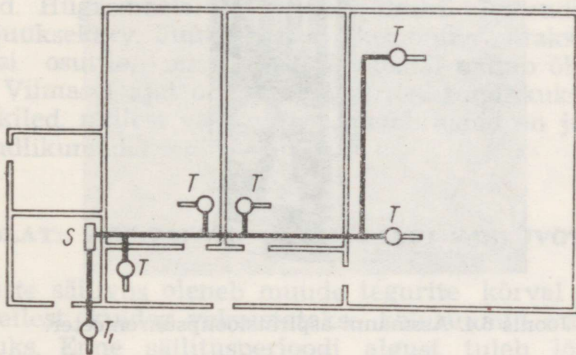
Hoiuruumis mõõdetakse temperatuuri korraga vähemalt kolmes kohas — põranda lähedal kaks meetrit uksest, ruumi keskel 1,5 m kõrgusel ja vahetult lae all. Mõõta tuleb iga päev. Tulemused märgitakse selleks ettenähtud žurnaali.

Temperatuuri mõõdetakse elavhõbetermomeetritega või elektriliste takistustermomeetritega. Viimastega mõõtmine põhineb elektrijuhtide (metallide) omadusel muuta elektrivoolu takistust, kui muutub temperatuur. Takistustermomeetri anduriks (tundlikuks elemendiks) on peenike pooliks keritud ja kaitsekesta paigutatud vask- või plaatinaatraat. Andur on juhtmetega ühendatud mõõtesillaga (Wheatstone'i sillaga). Temperatuuri muutumisel ruumis, kuhu andur on üles seatud, muutub ka anduri takistus, mõõtesild läheb tasakaalust välja ja silla diagonaalis tekib vool, mida registreerib galvanomeeter. Viimasel on näidud temperatuurikraadides. Viimasel ajal kasutatakse takistustermomeetrites andurina ka pooljuhte (termotakisteid ehk termistore).

Suurtes hoidlates on otstarbekohased niisugused seadmed, millega saab ühest kohast mõõta mitme hoiuruumi temperatuuri. Kodumaine tööstus toodab temperatuuri mõõtmiseks universaalset kaugmõõteseadet УВС-ДКТ, mis töötab laitmatult ka väga raskest tingimustes. Sellega mõõdetakse temperatuuri puu- ja köögiviljahoidlates, kartulikuuhjades, kasvuhoonetes ja mujal. Seadmega on võimalik mõõta temperatuuri järgemööda kuni kaheteistkümn-



Joonis 6.2. Universaalne temperatuuri-kaugmõõteseade УВС-ДКТ: a — mõõtesild P576 ja tugikilp ПИДТ-12 tööasendis, b — mõõtesild P576 ja takistustermomeeter ДТ tööasendis.

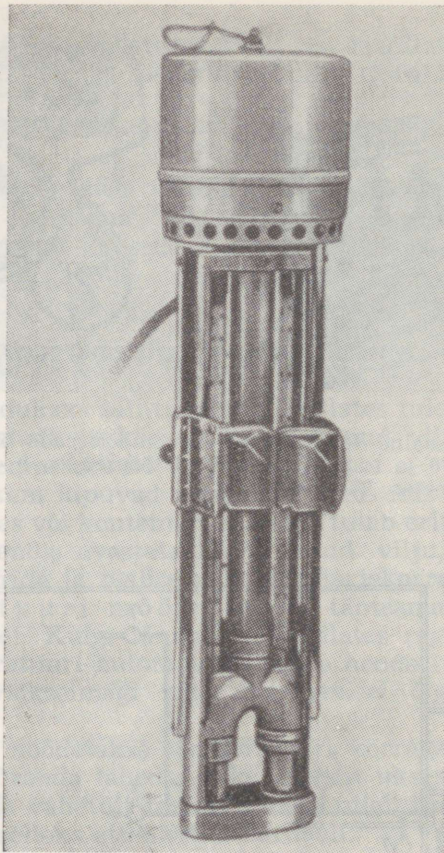


Joonis 6.3. Temperatuuri-kaugmõõteseadme УВС-ДКТ näitlik paigutus puuviljahoidlas:

T — termomeetrid hoiuruumides, T_1 — termomeeter välisõhu temperatuuri mõõtmiseks, S — mõõtesild masinaruumis.

nes kohas kuni 100 meetri kauguselt. Mõõtepiirkond on $-10 \dots +30^\circ$ täpsusega $\pm 1^\circ$. Seadet saab kasutada ka väga niiskes keskkonnas (relatiivne niiskus kuni 100%). Ta on portatiivne ja töötab saturn-tüüpi ümarpatareidel.

Seade УВС-ДКТ (joonis 6.2) koosneb takistustermomeetritest ДТ, mõõtesillast P576 ja tugikilbist ПИДТ-4 (neljale termomeetritele) või ПИДТ-12 (kaheteistkümnele termomeetritele). Takistus-termomeeter koosneb andurist, kolmesoonelisest juhtmest ja selle



Joonis 6.4. Asmanni aspiratsioonipsühromeeter.

otsas olevast pistikupesast. Viimane toetatakse tugikilbile ja ühendatakse seal temperatuuri mõõtmisel sillaga P576. Tehased toodavad termomeetreid juhtmetega, mille pikkus on 3...80 meetrit. Temperatuuri mõõtmiseks puuviljahoidlas niisuguse seadmega ei ole vaja teha mingeid lisatöid, välja arvatud mõned avad seintes juhtmete läbiviimiseks. Seade pannakse üles masinaruumi või tehnoloogilisse koridori. Selleks kinnitatakse seinale tugikilp, mille avatud kaanele paigutatakse mõõtesild. Kilbile kinnitatakse termomeetrite pistikupesad ja juhtmed viiakse laiali mõõtekohtadesse, kuhu riputatakse andurid. Skemaatiliselt on see näidatud joonisel 6.3. Ühendades mõõtesilla järjekorras termomeetrite pistikupesadega, saame mõõta temperatuuri mistahes punktis.

Hoiuruumide temperatuuri mõõdetakse ja registreeritakse sageli ka termograafidega. Termograaf koosneb termomeetrist ja

mehhanismist, mis graafiliselt joonistab paberlindile temperatuuri muutused teatud ajaühikus.

Niiskust mõõdetakse hoiuruumides psühro- ja hügro-meetritega. Psühromeetriline meetod seisab selles, et hoiuruumi temperatuuri mõõdetakse kahe termomeetriga — kuiv- ja märg-termomeetriga. Märgtermomeetri elavhõbedakuulike on mähtud batistist kotikesesse, mida niisutatakse veega. Märg- ja kuivtermomeetri näitude vahe järgi leitakse vastavatest tabelitest ruumi relatiivne niiskus. Hoidlates kasutatakse statsionaarseid Augusti psühromeetreid ja portatiivseid Assmanni aspiratsioonpsühromeetreid (joonis 6.4). Printsibilt on nad sarnased, kuid Assmanni psühromeetril on ventilaator, mis kiirendab õhuvoolu termomeetrite ümber. Ventilaator käivitatakse üleskeeratava vedruga.

Augusti psühromeeter paigutatakse hoiuruumi keskele maast 1,5 m kõrgusele. Assmanni portatiivse psühromeetriga mõõdetakse õhuniiskust tavaliselt ruumi mitmes punktis, näiteks nurkades, põrandal, lae all ja mujal, sest see mõõteriist annab õiged näidud juba paarikümne minuti pärast.

Hügromeetriline meetod põhineb füüsikalisel nähtusel, et teatud hügrokoopseid kehad niiskudes pikenevad ja kuivades lühenevad. Hügromeetrites on tundlikuks elemendiks enamasti inimese juuksekarv. Juuksekarva pikenemine antakse mehaaniliselt edasi osutile, mis vastaval skaalal näitab õhu relatiivset niiskust. Viimasel ajal on hügromeetrites tundlikuks elemendiks loomsed kiled, millest valmistatud membraanid on juuksekarvast palju tundlikumad.

HOIDLATE ETTEVALMISTAMINE SAAGI VASTUVÕTMISEKS

Saaduste säilivus oleneb muude tegurite kõrval üsna suurel määral sellest, kuidas valmistatakse hoiuruumid ette uue saagi vastuvõtuks. Enne säilitusperioodi algust tuleb lõpetada profülaktiline remont, täiendada külmutusagensit ja külmakandja kogust süsteemis, kontrollida ja reguleerida automaatikaseadmeid ning mõõteriistu. Selleks ajaks peavad olema korras ka akutõstukid ja muud transpordivahendid, taara peab olema remonditud ja täiendatud.

Hoiuruumid tuleb juba kevadel prahist puhastada. Kuu aega enne esimeste saaduste sissevedu peavad hoiuruumid olema pestud, desinfitseeritud, valgendatud ja kuivatatud. Enne desinfitseerimist tuleb lõpetada remont. Näriliste sissetungi tõkestamiseks peavad kõik ventilatsiooni- ja muud avad olema võrguga kaetud.

Hoiuruumidest väljaveetud praht tuleb hoidlast eemal põletada või üle valada 4%-lise kloorlubjalahusega ja siis sobivas kohas maha matta.

Põrandad pestakse puhtaks veega, millele on lisatud kloorlupja. Pärast põrandate pesemist desinfitseeritakse hoiurume

formaliinilahusega (1 osa 40%-list formaliini, 39 osa vett). 1 m² desinfitseeritava pinna kohta kulub 0,25...0,30 l lahust. Pärast formaliinilahusega pritsimist suletakse hoidla kaheks ööpäevaks õhukindlalt, et formaliiniaurud jõuaksid mõjuda. Seejärel tuulutatakse ruume põhjalikult. Formaliiniga desinfitseerimisel peab temperatuur ruumis olema vähemalt 16...18° ja õhuniiskus 95...97%. Formaliiniga desinfitseerimise ajal tuleb kanda gaasimaski ja eririietust.

Hoiuruume desinfitseeritakse ka väävliaurudega. Selleks põletatakse hoiuruumis väävliit (50 grammi 1 m³ kohta) või lastakse balloonidest väävligaasi (100 g gaasi 1 m³ kohta). Tööd tuleb teha gaasimaskides ja eririietuses.

Kaks nädalat enne hoidla täitmise algust valgendatakse hoiuruumid seest lubjaveega (2 kg värskelt kustutatud lupja 1 ämbri täie veele). Vahetult enne valgendamist lisatakse lahusele iga kümne liitri kohta 100 g vaskvitrioli, mis on lahustatud soojas vees. Pärast valgendamist tuleb hoidlal lasta mõni aeg kuivada.

Kui mingil põhjusel pole hoiuruume võimalik formaliini või väävliga desinfitseerida, võib valgendada tugevama lubjaveega (2,5...3 kg kümne liitri vee kohta). Pärast valgendamist pestakse põrandad puhtaks ja ruume lastakse mõni aeg kuivada.

Enne laadimistööde algust tuleb kontrollida, kas vahtkustutid ja teised tuletõrjevahendid on korras ja kas nad asuvad kergesti juurdepääsetavas kohas.

Masina- ja hoiuruumide iga 50 m² põrandapinna kohta peab olema üks vahtkustuti ОП-5. Iga külmutusseadme läheduses peab olema liivakast (0,5 m³), labidas, vilt ja asbestriie või -matt (2 × 2 m).

7. PUUVILJADE SÄILITAMISE ÖKONOOMIKA

Puuviljade pikaajaline värskelt säilitamine on kasulik nii tootjale kui ka tarbijale. Kui hoidlaid pole, tuleb saak rikkumise vältimiseks sügisel mõne kuu jooksul realiseerida. Turgudel tekib sellest paratamatult saaduste kuhjumine, talvel ja kevadel aga defitsiit. Elanikkonnale pole siis muud pakkuda kui suhteliselt kalleid imporditud puuvilju ning puuviljakonserve.

Tootja saab saaduste säilitamisest kasu seetõttu, et puuviljade riiklikud realiseerimishinnad on talvekuudel ja varakevadel märksa kõrgemad kui sügisel. Sügisel maksavad esimese sordi õunad 60 kopikat kilogramm, jaanuarist juulini aga 1 rbl. 20 kop., seega kaks korda rohkem. Selline hinnavahe katab puuviljahoidlate üsnagi suured ehituskulud juba mõne aastaga.

Hindade praegune suhteliselt kõrge tase on muidugi ajutine. Sotsialistliku tootmise eesmärgiks on anda elanikkonnale rohkem saadusi odava hinnaga. Selleks minnaksegi praegu üle tööstusli-

kule suurtootmisele meie põllumajanduses, kaasa arvatud puu-
viljakasvatuses, tänu millele alaneb saaduste omahind, samuti
realiseerimishind.

Allpool vaatleme kulusid, millega on seotud puuviljade värs-
kelt säilitamine. Puuviljahoidlate ekspluatatsioonikulud võib
kokku võtta järgmiselt:

$$K = S + A + R + T + TK + M\dot{U}, \quad (7.1)$$

kus S on säilituskaod,

A — põhivahendite (ehitiste ja seadmete) amortisatsioon,

R — kulutused põhivahendite jooksvaks remondiks,

T — töötasu,

TK — tootmiskulud,

$M\dot{U}$ — majandi üldkulud.

Säilituskaod jagunevad loomulikeks ehk normitud kadudeks ja normimata kadudeks. Viimaseid põhjustavad peamiselt halvad säilitustingimused primitiivsetes hoiuruumides. Suured normimata kaod võivad tekkida aga ka halvast säilitustööde korraldamisest. Täiuslikus, moodsate seadmetega hoidlas, kus säilitustingimused on head, võivad säilitustulemused siiski üsna kesiseks jääda, kui hoidlasse pannakse mehaaniliselt vigastatud ja juba aias haigustesse nakatunud või üleküpsenud vilju, kui kastid ebaõigesti virnastatakse, kui säilitusrežiimist rangelt kinni ei peeta jne.

Loomulik ehk normitud kadu on säilitatavate saaduste kaalu vähenemine, mis tekib nende hingamisest ja vee auramisest. Loomuliku kao olemust ja suurust käsitlesime lähemalt 1. peatükis. Loomulik kadu määratakse hoidlas selleks eraldatud proovide kontrollkaalumisega. Proovid võetakse hoiuruumist säilitatava partii suurusest olenevalt 3...6 eri kohast, igast kohast 3...5 kasti. Prooviks eraldatud kastidele või konteineritele kinnitatakse eraldusmärgid ja nad kaalutakse. Tulemused kantakse vastavasse žurnaali. Proove kaalutakse kaks korda — säilitusperioodi algul ja lõpul, vahetult enne partii realiseerimist. Loomulik kadu määratakse iga proovikasti kohta eraldi valemiga

$$K = \frac{A - L}{A} 100\%, \quad (7.2)$$

kus A ja L on proovipakendite kaalud säilitamise algul ja lõpul.

Üksikute kontrollkastide loomulike kadude keskmine väärtus loetakse kogu partii loomulikuks kaoks. Kui mõni proovidest erineb üldisest suurusest väga, võib selle välja jätta, sest selles kastis on kadu ilmselt suurenenud üksikute viljade mädanemise tõttu.

Hoidlas muutub säilitatavate saaduste kogus pidevalt, eriti kevadtalvel, mil saadusi hakatakse realiseerima rohkem. Siis määratakse jooksva kuul säilitatavate saaduste kogus valemiga

$$G = \frac{1/2 G_1 + G_2 + G_3 + 1/2 G_4}{3}, \quad (7.3)$$

kus G_1 on saaduste kaal kuu algul,
 G_2 — „ „ 11. kuupäeval,
 G_3 — „ „ 21. kuupäeval,
 G_4 — „ „ viimasel kuupäeval.

Näide. Öunu oli külmhoidlas märtsi algul 200 t, 11. kuupäeval 160 t, 21. kuupäeval 120 t ja kuu lõpul 100 t. Kui suur on normitud kadu tonnides märtsikuus?

Öunte lubatud (normatiivse) loomuliku kao märtsis võtame 1. peatükis toodud tabelist 1.4. See on 0,3%. Öunte arvutusliku koguse hoidlas leiame valemiga 7.3:

$$G = \frac{\frac{200}{2} + 160 + 120 + \frac{100}{2}}{3} = 143,3 \text{ tonni.}$$

Normatiivne kadu märtsikuu jooksul

$$k_l = \frac{143,3 \cdot 0,3}{100} = 0,43 \text{ tonni.}$$

Loomulik kadu rahas arvutatakse kehtivate hindade järgi säilitusperioodi algul. Esimese sordi taliõunte hind sügisel on 60 kopikat kilogramm, seega kahjum loomulikust kaost oli märtsikuus $430 \cdot 0,60 = 258$ rubla.

Tegeliku loomuliku kao suurused määratakse, nagu juba öeldud, kontrollkastide ülekaalumiseega. Kui tegelik kadu ületab normides ettenähtud suuruse, kantakse vahe normimata kadude hulka.

Normimata kaod on sellised, mis tekivad säilitamisel viljade haiguste, külmumise, vigastuste, ebaõige säilitusrežiimi jms. tagajärjel. Normimata kaod jagunevad absoluutseks ja tehniliseks praagiks. Absoluutseks praagiks loetakse viljad, mis on täiesti tarvitamiskõlbamatud — rikutud haiguste ja näriliste poolt, külmavõetud jne. Tehniliseks praagiks loetakse kvaliteedinäitajate järgi standardist väljalangenud viljad, mida võib tarvitada pärast kahjustatud osade kõrvaldamist.

Absoluutse ja tehnilise praagi suurus partiis tehakse realiseerimise eel kindlaks kaubaprooviga. Selle meetodika on määratud puuviljade kohta kehtestatud riiklikes standardites. Kaubaproovi võtmist on lähemalt kirjeldatud 8. peatükis.

Normimata kaod (absoluutne ja tehniline praak) arvutatakse realiseerimiskaalust. Viimane on loomuliku kao võrra väiksem hoidlasse pandud saaduste algkaalust. Kui hoidlas oli oktoobrikuu algul 200 t öunu, mis realiseeriti märtsikuu lõpul, siis normatiivne loomulik kadu kogu säilitusperioodi jooksul oli tabeli 1.4 järgi

Tabel 7.1. Põhifondide amortisatsiooninormid %-des bilansilistest maksumusest

Põhifondide rühmad ja liigid	Amortisatsioonieraldise üldnorm	Sellest	
		kapitaalremondiks	täielikuks taastamiseks
Tootmishooned			
Raudbetoonist või metallist karkassiga hooned, kivitäitega	2,5	1,5	1,0
Looduslikust kivist, tellistest või suurplokkidest täidisseintega hooned, raudbetoonist või tellistest postid ja sambad, raudbetoonist vahelaed	2,8	1,6	1,2
Sama, puidust laed	2,9	1,7	1,2
Kergseintega hooned, raudbetoonist või tellistest postid ja sambad, raudbetoonist vahelaed	3,2	1,7	1,5
Sama, puidust laed, tellistest või puidust postid	3,3	1,8	1,5
Seadmed			
Külmutusseadmed *	9,3	4,5	4,8
Elektrimootorid *	10,2	3,7	6,5
Katalseadmed	8,7	5,4	3,3
Akumulaatorid	10,0	—	10,0
Pumbad *	16,0	8,0	8,0
Auto- ja akulaadijad	27,2	16,0	11,2
Portatiivsed platvormkaalud	11,6	4,6	7,0
Ventilaatorid	22,0	—	22,0
Portatiivsed lintransporditööriid	20,0	4,0	16,0
Puidust konteinerid	18,1	9,7	8,4

* Normid kehtivad töötamisel kahes vahetuses. Ühes vahetuses töötamisel vähendatakse normi $k = 0,8$, kolme vahetuse korral suurendatakse $k = 1,2$.

2,3% ja kogus tonnides $k_1 = 0,023 \cdot 200 = 4,6$ tonni. Kaubaproovidega tehti kindlaks, et tehnilist praaki oli seejuures 0,5%, koguseliselt $k_2 = 0,005 (200 - 4,6) = 0,977$ tonni. Tehnilise praagi rahaline väärtus arvutatakse realiseerimishinna järgi. Märtsis on esimene sordi õunte hind 1,20 rbl. kilogramm. Seega tehnilisest praagist saadud kahjum $977 \cdot 1,20 = 1172,40$ rubla.

Põhivahendite amortisatsioon on teine suurem hoidlate eksploatatsioonikulude koostisosa. Amortisatsiooniks nimetatakse eraldi põhivahendite taastamiseks ja kapitaalremondiks. Nende suurus oleneb põhivahendite (ehitiste ja seadmete) maksumusest ja kinnitatud amortisatsiooninormidest (tabel 7.1).

Kapitaalmahutused külmutusseadmetega puuviljahoidlate ehitamiseks on üsna suured, kuid neid kompenseerivad paremad säilitamistulemused (väiksemad säilituskaod, pikem säilitusaeg,

Tabel 7.2. Aianduse Peavalitsuse spetsialiseeritud majanditesse ehitatavate puuviljahoidlate eelarvelised maksumused

Kulu liik	Maksumus tuh. rbl.	
	500-t hoidla	270-t hoidla
Üldmaksumus	248,60	155,94
Ehitustööd	189,77	96,90
Seadmed	36,10	37,05
Montaažitööd	16,27	16,75
Muud kulud	6,46	5,74

väiksem vitamiinide ja teiste väärtuslike toitainete kadu jm.). Kapitaaalmahutustest annab ülevaate tabel 7.2, kus on toodud Aianduse Peavalitsuse majandites käesoleval ajal ehitatavate puuviljahoidlate eelarvelised maksumused. Hoidlaid ehitatakse meie spetsialiseeritud majanditesse kahes suuruses — mahutavusega 270 ja 500 tonni. Ehituskulud 1 tonni saaduste mahutamiseks on suuremas hoidlas 500 rbl. ja väiksemas 580 rbl. Tabelis on antud hoidlate maksumused koos kõigi kõrvalobjektide ja tööde maksumusega, nagu näiteks välisvõrkude, puurkaevu ja pumba-maja ehitus, kanalisatsiooni-puhastusseadmete rajamine, heakor-rastus jm. Põhiobjekti (hoidla) enda maksumus on märksa mada-lam — 500-tonnise hoidlal 173 000 rbl. (üldmaksumusest 70%) ja 270-tonnise hoidlal 101 000 rbl. (65%).

Amortisatsioonieraldised vastavalt tabelile 7.1 arvutatakse eraldi täielikuks taastamiseks ja osaliseks taastamiseks (kapitaal-remondiks, seadmete moderniseerimiseks). Ühte normi ei tohi teise arvel muuta. Amortisatsioonieraldised arvutatakse protsen-tides põhifondide bilansilisest maksumusest.

Ehitiste kapitaalremont on selline remont, mille käigus kulu-nud ja lagunenu konstruktsioonid ning detailid vahetatakse või asendatakse vastupidavamate ja ökonoomsematega, välja arvatud põhikonstruktsioonid (vundamendid, kapitaalseinad jt.), mille muutmine loetakse juba objekti rekonstrueerimiseks ja mida tehakse kapitaaalmahutuste summadest. Masinate ja seadmete kapitaalremont on selline, mille käigus agregaat tavaliselt demonteeritakse ja asendatakse või taastatakse kõik kulunud sõl-me ja detailid.

Amortisatsioonieraldised põhifondide bilansilisest maksumu-sest arvutatakse juurde saaduste omahinnale, hoidlate korral säilituskulude hulka. Kui hoidlas hoitakse lühiajaliselt puuviljade suvisorte, marju või teisi saadusi, arvutatakse ka jooksva kuu amortisatsioon nende omahinnale juurde.

Kulutused jooksvale remondile. Jooksva remondi vajaduse ja ulatuse hoidlas määrab igal aastal vastav komisjon, kelle koos-

seisu kuuluvad majandi vastava ala juhtivad töötajad (ehitusinsener, peamehaanik, peaagronoom jt.). Komisjon koostab akti, kus on loetletud kõik remonti vajavad seadmed ja ehitusdetailid ning määratud nende remondi ulatus. Akti järgi koostatakse remonditööde eelarve.

Tavaliselt moodustavad kulutused jooksvale remondile aastas umbes 5...10% amortisatsioonisummadest.

Töötasu. Sellesse kululiiki kantakse tasud kõikide tööde eest, mis hoidlas tehakse, nagu laadimine, virnastamine, saaduste hooldamine, hoiuruumide desinfitseerimine jne. Kulutuste hulka arvatakse ka laohoidjate ja valvurite palgad, samuti eraldised sotsiaalkindlustuseks.

Siia hulka ei kuulu tasud tööde eest, mis otseselt pole seotud säilitamisega, nagu saaduste transportimine aiast hoidlasse ja kaubatoodangu töötlemine. Töötasu nende tööde eest arvatakse toodangu üldise omahinna hulka, sest aiast saadav toodang tuleb ära vedada ja töödelda hoidlas ka siis, kui seda ei säilitata.

Töötasu ühe tonni saaduste veoks akutöstukitega hoidla piirides ja virnastamiseks on umbes 20...30 kopikat. Töötasu hooldustöödele 8 kuu jooksul hoidlas on hoidla suurusest, seadmete täiuslikkusest, automatiseerimise tasemest jm. olenevalt umbes 2,5...5,0 rbl. ühe tonni saaduste kohta. Töötasu külmutus- ja muid seadmeid hooldavatele mehaanikutele sama aja eest on umbes 7...8 rbl. tonni saaduste kohta.

Tootmiskuludesse kantakse elektrienergia, kütuse, külmutusagensi ja mitmesuguste abimaterjalide maksumus, samuti kulud eririietuse ja mitmesuguse lihtinventari muretsemiseks, mis kiiresti kuluvad ja igal aastal maha kantakse. Taara kulu siin ei arvestata, sest see kuulub toodangu üldise omahinna hulka.

Kui hoidlat kasutatakse alates augusti lõpust seemneviljaliste suvisortide ja marjade lühiajaliseks säilitamiseks ja hoitakse käigus juunikuuni, siis ühe tonni saaduste säilitamiseks vajaminev külmavarustus maksab umbes 9 rubla, sooja- ja veevarustus umbes 10 kopikat, täiendav elektrienergia (valgustusele ja seadmetele, mis pole seotud külmatootmisega) umbes 90 kopikat, kokku keskmiselt 10 rubla. Need arvud on väga ligikaudsed, kuid annavad siiski ettekujutuse loetletud kulutuste suurusest. Abimaterjalide maksumust arvestatakse 20%, mis lisatakse otsekuludele. Seega võib ligikaudsetes kalkulatsioonides arvestada tootmise üldkuludeks 12 rubla ühe tonni säilitatavate saaduste kohta.

Majandi üldkulude hulka kuuluvad majandi juhtkonna palgad, preemiad ja mitmesugused administratiivkulud, nagu kontori-, posti- ja telefonikulud, kontorihoone ning inventari korrashoid jne. Majandi üldkulud jaotatakse kõikidele toodanguliikidele. Nad moodustavad otsesest töötasust umbes 25...30%.

Nõukogude Liidus ja välismaal ehitatud moodsate puuviljahoidlate töökogemuste alusel võib eksploatatsioonikulud jaotada nii, nagu on toodud tabelis 7.3.

Tabel 7.3. Eksploaatatsioonikulude ligikaudne jaotus külmutusseadmetega puuviljahoidlates

Kulu liik	Osatähtsus %-des
Säilituskaod	25...35
Põhivahendite amortisatsioon	35...40
Jooksev remont	3...5
Töötasu	15...20
Tootmiskulud	15...20
Majandi üldkulud	4...5

Puuviljahoidlate eksploaatatsioonikuludest selgema ülevaate saamiseks esitame konkreetse näite. Külmutusseadmetega hoidlas säilitati taliõunu oktoobrist mai alguseni. Leida ühe tonni õunte säilitamise omahind ja säilitamisest saadav kasum. Arvutus on antud tabeli kujul (tabel 7.4). Näeme, et ühe tonni õunte pikaajalisel säilitamisel kasvab omahind 85,69 rubla võrra. Kui õunte kasvatamise omahinnaks võtta 123 rbl. tonn (Aianduse Peavalituse majandite keskmine omahind), siis mai lõpul kujuneks õunte omahinnaks $123 + 85,69 = 208,69$ rbl. Kui õunad oleksid realiseeritud sügisel pärast koristamist, oleks üks tonn õunu andnud kasumit $600 - 123 = 477$ rbl., mai lõpul realiseerimise korral aga $1200 - 208,69 = 1091,31$ rbl., s. o. 614,31 rubla võrra rohkem.

Amortisatsiooni- ja tootmiskulud on peaaegu püsivad suurused, mis sõltuvad töö organiseerimisest hoidlas väga vähe. Seevastu peitub suur reserve säilituskadude ja tööjõukulu vähendamises. Nagu eespool öeldud, on võimalik säilituskadusid hoidlates vähendada optimaalse säilitusrežiimi loomisega, koristustööde kvaliteedi ja transporditingimuste parandamisega jm. Tööjõukulu on võimalik vähendada hoidlate mehhaniseerimistaseme tõstmisega. Need ongi põhilised ülesanded, mida majandite juhtide ette seab aiasaaduste säilitamise ökonomika.

8. PUUVILJADE TÖÖTLEMINE KAUBATOODANGUKS

Et isegi ühelt puult korjatud viljad erinevad üksteisest kvaliteedi ja suuruse poolest, ei saa neid pärast koristamist vaadelda kui realiseerimiseks kõlblikku kaubatoodangut, vaid neid tuleb enne töödelda. Puuviljade kaubatoodanguks töötlemise all mõistetakse nende sorteerimist kvaliteedi ja suuruse järgi, puhastamist, ilmse praagi eemaldamist, määramist kehtivate standardite järgi kaubalistesse sortidesse (I ja II sort, mittestandardne) ja pakki-

Tabel 7.4. Eksploataatsioonikulude arvutus 1 tonni õunte säilitamisel

Arvutatav suurus	Lähteandmed	Tehe	Tulemus		
			Mõõtühik	Hulk	Rahaline väärtus rbl.
Normitud loomulik kadu	Tabelist 1.4 2,6%	1000 · 0,026	kg	26	—
Kahjum loomulikust kaost	Sügisene realiseerimishind 0,60 rbl./kg	26 · 0,60	—	—	15,60
Normimata kadu	1%	(1000—26) · 0,01	kg	9,74	—
Kahjum normimata kaost	Kevadine realiseerimishind 1,20 rbl./kg	9,74 · 1,20	—	—	11,67
Amortisatsioon	Ehituskulud 1 t kohta 580 rbl. (vt. lk. 44), sellest ehitused 76%, seadmed 24%. Amort. keskmine norm ehitistele 2,5%, seadmetele 12% Keskmiselt 7,5% amortisatsioonikuludest	Ehitustele: 580 · 0,76 · 0,025 Seadmetele: 580 · 0,24 · 0,12	—	—	11,00
Kulutused jooksvale remondile	Veod 0,30 rbl./t, hooldamine 5,0 rbl./t, mehaanikutele 7,5 rbl./t	(11,00+16,7) · 0,075	—	—	2,08
Töötasu	12,0 rbl./t (vt. lk. 135)	0,3 + 5,0 + 7,5	—	—	12,80
Tootmiskulud	30% otsesest töötasust	0,3 · 12,80	—	—	12,0
Majaandi üldkulud			—	—	3,84

Eksploataatsioonikulud kokku ühe tonni kohta

85,60

mist tugevasse nägusasse taarasse, mis kaitseb neid transportimisel.

Puuviljade kaubatoodanguks töötlemine nõuab palju tööjõudu. Kuni viimase ajani on seda meie majandites käsitsi tehtud. Töö organiseerimise tasemest olenevalt kulub ühe tonni õunte käsitsi töötlemisele 3,5... 5 inimtööpäeva.

Puuvilju tööstuslikult tootvates majandites on saagid kasvanud nii suureks, et kaubatoodangu käsitsitöötlemise madal tempo on hakanud tootmist tõsiselt takistama. Pealegi ei jätku käsitsi töötlemiseks oskustöölisi, eriti pingelisel koristustööde ajal. Seepärast on viimasel ajal hakatud otsima võimalusi selle mahuka tööloigu mehhaniseerimiseks. Eesrindlikes majandites on võetud kasutusele mitmesugused sorteerimis- ja kalibreerimismasinad, koguni terved mehhaniseeritud liinid. Kulutused mehhaniseerimisele tasuvad end kiiresti. Juba üksi kalibreerimismasinate (näiteks Ungarist pärit «Unifrukt») kasutuselevõtmine tõstab kogu töötlemistsükli jõudlust peaaegu kaks korda.

Kaubatoodanguks töötlemisel hinnatakse puuviljade kvaliteeti vastavalt riiklike standardite nõuetele. Et puuviljade pomoloogiliste sortide väline kuju, maitse, värvus ja muud omadused sõltuvad suurel määral kasvupiirkonnast, on igale piirkonnale kehtestatud omad standardid, milles on arvestatud antud piirkonna eripära.

PUUVILJAJE KVALITEEDINÕUDED

Eestis on kehtestatud õunte ja pirnide kvaliteedi määramiseks järgmised riiklikud standardid:

- 1) ENSV VST 54-71 — hilise valmimisajaga värsked õunad,
- 2) GOST 16270-70 — varajase valmimisajaga värsked õunad,
- 3) ENSV VST 55-71 — värsked pirnid.

Peale nende kehtib rida riiklikke standardeid tsitrusviljade, luuviljade ja marjade kohta. Need on peamiselt juhendmaterjalid kauba üleandmisel tootjalt kaubastajale ega oma säilituse ning hoidlamajanduse seisukohalt määravat tähtsust. Seepärast need käesolevas raamatus ei käsitleta.

Kvaliteedist olenevalt jaotatakse realiseeritavad õunad ja pirnid standardite järgi kaheks kaubaliseks sordiks: I ja II sort. Kummalegi sordile on püstitatud omad nõuded. Viimastele mittevastavad viljad loetakse mittestandardseteks ja need kaubastatakse alandatud hindadega.

Esimese sordi õunad ja pirnid peavad kujult ning värvuselt vastama pomoloogilisele sordile, peavad olema puhtad, haiguste ja kahjustusteta, terve või murtud, mitte rebitud viljavarrega.

Teise sordi viljad peavad vastama umbes samadele nõuetele. Partiiis võib olla korrapäratu, kuid mitte moondunud kujuga vilju.

Viljade suuruse kohta kehtivad nõuded on toodud tabelis 8.1.

Tabel 8.1. Viljade nõutavad minimaalsed suurused vastavalt kaubalisele sordile

	Vilja suurem läbimõõt mm-tes vähemalt	
	I sordil	II sordil
Hilise valmimisajaga õunad (hilissügis- ja talisordid)	50	40
Varajase valmimisajaga õunad (suvi- ja varasügisordid)	50	35
Liivi sibulõunad	45	35
Pirnid	50	35

Läbimõõdust olenemata jaotatakse kvaliteedi järgi kaubalistesse sortidesse mitmesugused väikeseviljalised õuna- ja pirnisordid, näiteks õunasordid 'Slavjanka', 'Leedu pepin', 'Korobovka' jt., dekoratiiv- ja salatõunad (paradiisiõunad, 'Dolgo', 'Komsomol's', 'Kitaika' jt.), pirnisordid 'Skorospelka', 'Suhkrupirn', 'Kägi bergamott', 'Suve-Magdaleena' jt.

Riiklikud standardid määravad ka viljade nõutava küpsusastme. Esimese sordi õunad ja pirnid peavad olema varumisel koristusküpsed, jaekaubandusvõrgus realiseerimisel aga juba tarbimisküpsed (söögikõlblikud). Teise sordi hilistel õuntel ja pirnidel võib partiis olla kuni 20% küpsemata vilju. Teise sordi varajased õunad võivad olla ebaühtlase küpsusastmega, kuid kõik viljad peavad olema vähemalt koristusküpsed.

Koristusküpsed on niisugused viljad, mis on täielikult arenenud ja saavutanud pomoloogilisele sordile vastava kuju. Pärast koristamist on nad võimelised järevalmima ja saavutama tarbimisküpsuse, s. t. küpsusastme, milles viljadel on kõige parem maitse ja välimus.

Mehaanilisi vigastusi võib esimese sordi hilistel õuntel ja pirnidel olla muljumiste ning pigistuste jälgedena kokku kuni 2 cm², varajastel õuntel kuni 3 cm², kuid koor ei tohi vigastatud olla. Teise sordi hilistel õuntel ja pirnidel võib muljumiste ja pigistuste jälgi olla 1/5 ulatuses välispinnast, varajastel õuntel 1/4 ulatuses välispinnast. Torkehaavu ei tohi olla üle kahe.

Kahjuritest ja haigustest tekkinud vigastusi võib esimese sordi hilistel õuntel olla koore pinnal plekkide, täppide ja korkkoelaidude näol kokku kuni 2 cm², varajastel õuntel ja pirnidel kuni 3 cm². Õunamähkurikahjustusi ei tohi olla. Teise sordi hilistel õuntel ja pirnidel võib nimetatud defekte esineda 1/5 ulatuses koore välispinnast, varajastel õuntel 1/4 ulatuses. Õunamähkurikahjustusi võib partiis olla 15% viljadel. Mädanikuga vilju ei tohi partiis olla.

Närtsinud ja pruunistunud koorega vilju ei tohi esimeses sordis olla, teises sordis on need lubatud partiides, mis realiseeritakse jaanuarist juunini.

Esimese ja teise sordi nõuetele mittevastavad tarbimiskõblilikud õunad loetakse mittestandardseteks, kui nende ristläbimõõt on vähemalt 30 mm ja mehaanilisi, kahjurite ning haiguste poolt tekitatud vigastusi on kokku kuni 1/3 ulatuses vilja kogupinnast. Kui viljad ka nendele nõuetele ei vasta, loetakse nad praagiks.

Nagu loetletud nõuetest nähtub, saab turustada ainult kõrge kvaliteediga ja enam-vähem ühtlase suurusega puuvilju. Korralikult pakituna on niisugused viljad nägusad ja ühtlased ning rahuldavad tänapäeva tarbijat igati.

Et turustatud puuviljad vastaksid riiklikes standardites kehtestatud nõuetele, tuleb puuviljade kaubatoodanguks töötlemisele, eriti sorteerimisele, suurt tähelepanu pöörata.

Kvaliteedi kontrollimine. Puuviljad realiseeritakse partiidena, mille suurus määratakse tootja ja kauba vastuvõtja esindajate vahelise kokkuleppega. Partiiis on tavaliselt üht pomoloogilist ja üht kaubalist sorti viljad.

Õunte kvaliteet määratakse analüüsi alusel, mis võetakse keskmisest proovist. Viimane saadakse järgmiselt. Partiiist, milles on kuni 100 pakendit (kasti, konteinerit), valitakse prooviks vähemalt 3 pakendit partii eri kohtadest. Suuremates partiides võetakse lisaks sellele veel iga 50 pakendi kohta üks pakend. Väljavalitud pakenditest eraldatakse analüüsiks vähemalt 10% vilju (pealt, keskelt, alt). Need viljad moodustavad nn. keskmise proovi, mida analüüsitakse standardites toodud näitajate järgi. Tulemused väljendatakse protsentides ja laiendatakse kogu partiile. Puuvilju, mis on ilmselt partiis rikutud ja mis asuvad defektidega taaras (lagunenud, markeerimata jne.), hinnatakse eraldi, kusjuures tulemusi ei laiendata kogu partiile.

Partii, mille kvaliteet ei vasta esimese kaubalise sordi nõuetele, viiakse teise sorti. Partii, mis ei vasta ka teise sordi nõuetele, realiseeritakse mittestandardsetena.

Õunu ja pirne on lubatud poolte kokkuleppel üle anda varumispunkti, kaubabaasi või töötlemisettevõttesse sorteerimata, sulgemata taaras või taarata. Sorteerimata viljade kvaliteet määratakse keskmise proovi alusel, mis peab olema vähemalt 3% partii üldkogusest.

KAUBATOODANGUKS TÖÖTLEMINE

Eespool tutvustati nõudeid, millele peavad vastama kaubandusvõrku saadetavad puuviljad. Nagu juba öeldud, on aiast korjatud saak alles «pooltoode», mis tuleb realiseerimiskõblikuks töödelda. Puuviljade kaubatoodanguks töötlemine jaguneb mitmeks operatsiooniks, millest tähtsamad on sorteerimine kvaliteedi järgi, sorteerimine suuruse järgi (kalibreerimine) ja pakkimine.

Kvaliteedi järgi sorteerimisel eraldatakse partiist ilmne praak, defektidega viljad ja määratakse viljade kaubaline sort (I, II sort, mittestandardne). Välise vaatluse teel sorteerii-

takse iga vili. See on väga töömahukas operatsioon ja nõuab suurt vilumust, et kiiresti ja õigesti avastada viljadel defekte ja määrata, millisesse kaubalise sorti üks või teine vili kuulub.

Puudelt koristatud viljade defekte põhjustavad mehaanilised vigastused, taimekahjurid ja -haigused ning mitmesugused kasvuhäired. Kui suures ulatuses võib neid defekte ühel või teisel kaubalisel sordil esineda, sellest oli juttu eelmises alapeatükis ja iga sorteeriija peab seda hästi teadma. Majandites tuleb koostada riiklike standardite alusel vastavad instruksioonid. Puuviljade töötlemist juhataav agronoom või brigadir peab neid instruksioone enne tööde algust töölistele põhjalikult tutvustama.

Sorteeritakse käsitsi. Mehhaniseeritud on see tööloik vaid niipalju, et sorteerimisel pole vaja enam igat vilja üksikult kätte võtta. Nimelt on sorteeritavad viljad laiali puistatud mitmesugustele lint- ja rulltransportööridele. Viljad liiguvad lindil või rullidel sorteerijate eest aeglaselt läbi (liikumiskiirus 5... 6 minutis). Sorteerijad seisavad kahel pool transportööri (sorteerimislinti) ja jälgivad tähelepanelikult igaüks oma lõigus möödaliikuvaid vilju. Vigased ja defektidega viljad nopitakse välja ja pannakse teisele, madalama sordi kogumiseks määratud transportöörile või otse kasti.

Transportööridel, millel tavalise lindi asemel on aeglaselt pöörlevad rullid, on see eelis, et viljad neil pöörlevad ümber oma telje, nii et sorteeriija näeb vilju igast küljest.

Puuviljade sorteerimine nõuab vilumust, kiirust ja töösse kohusetundlikku suhtumist, mistõttu siin saab rakendada ainult kogemustega oskustöölisi.

Suuruse järgi sorteerimisel (kalibreerimisel) eraldatakse viljad gruppidesse, milles kõik viljad on enam-vähem ühesuurused. Ühesuurusi vilju on parem pakkida ja nad näevad pakendis nägusad välja. Erineva suurusega vilju ei saa korrapäraselt ridade kaupa pakkida. Viljade vahele jääb palju tühja ruumi, mistõttu pakendi mahtu pole võimalik maksimaalselt ära kasutada. Ka kulub pakkematerjali (puitvilla) märksa rohkem.

Vastavalt kehtivatele standarditele calibreeritakse ainult esimese sordi õunu ja pirne. Kalibreeritakse tavaliselt kolme gruppi: väikesed, keskmised ja suured viljad. Esimese sordi õunte läbimõõt peab vastavalt standardile olema vähemalt 50 mm. Kui partii on suuremate õunte läbimõõt näiteks 80 mm, siis kolme gruppi jaotamise korral on kaliibrite vahe $(80 - 50) : 3 = 10$ mm. Seega tuleks kasutada järgmisi kaliibreid: suured viljad 70... 80 mm, keskmised 60... 70 mm ja väikesed 50... 60 mm, seega igas grupis on suurima ja väikseima vilja läbimõõdu vahe 10 mm.

Kõige lihtsam on vilju määrata gruppidesse silma järgi. Kalibreeriija ees on reas etalonviljad, mille läbimõõt on täpselt teada. Kalibreeriija võrdleb igat vilja silma järgi etaloniga ja määrab vilja grupi. Niisugune subjektiivne moodus nõuab suurt

vilumust ja on seejuures siiski ebatäpne. Palju täpsemalt on võimalik määrata viljade läbimõõtu kalibreerimislauaga ehk šablooniga, milles on rida erineva läbimõõduga auke, tööjõudlus on aga siin palju madalam kui eelmise mooduse korral.

Puuviljade kaubatoodanguks töötlemisel on kalibreerimine ainus tööloik, mis on peaaegu täies ulatuses mehhaniseeritud. Masinatega kalibreerimisel on tööjõudlus mitu korda suurem kui käsitsi töötamisel. Ka ei vajata seejuures eriti kvalifitseeritud tööjõudu.

Toodetakse mitmesuguse konstruktsiooniga kalibreerimismasinaid. Nad töötavad kahel printsiibil: sorteerivad viljad läbimõõdu või kaalu järgi. Vilju läbimõõdu järgi sorteerivatel masinatel on tööorganiks mitmesuguse suurusega avad ja pilud. Kaalu järgi sorteerivad masinad põhinevad tõsiasi, et viljade kaal on otseses seoses nende suurusega, s. o. läbimõõduga. Nende tööorganiks on mitmesuguse konstruktsiooniga kaalumisseadmed. Et kaalu järgi sorteerivad masinad on üsna keerulised ja kallid, eelistatakse läbimõõdu järgi sorteerivaid masinaid.

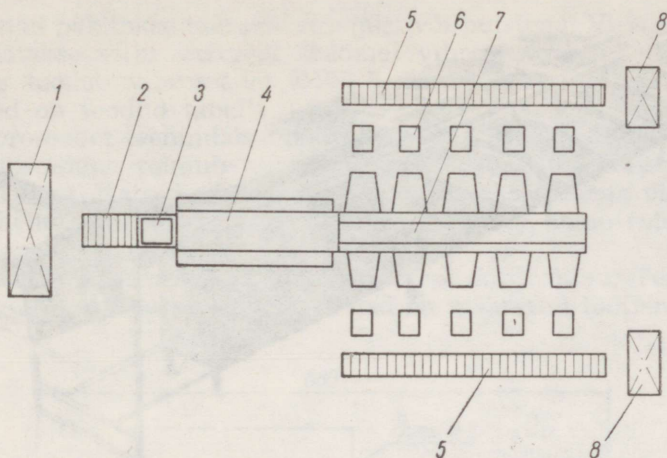
Lõunapoolsete vennasvabariikide suurtes majandites on kasutusel peamiselt kaks kodumaise päritoluga töötlemisliini: JTO-3, mille põhisõlmeks on sorteerimis-kalibreerimismasin СКЯ-3, ja «Kišineu» sorteerimis-kalibreerimismasinaga MKH-3A2. Töötlemisliinide koosseisu kuuluvad peale sorteerimismasina veel rulltransportöörid kastidele, pakkimislauad jms. (joonis 8.1). Töötlemisliinide tehnilised andmed on toodud tabelis 8.2.

Väikestele ja keskmistele majanditele sobivad enam väikese-kaliibrilised seadmed, näiteks Ungarist pärit «Unifrukt»-tüüpi sorteerimis-kalibreerimismasin (joonis 8.2), mille andmed on toodud tabelis 8.3.

Sorteerimis-kalibreerimismasina «Unifrukt» tööorganiks on piludega lint. Pilu on järjest laienev. Mööda linti veerevad viljad kukuvad kõrvale, kui pilu laius vastab nende läbimõõdule. Masinaga on võimalik vilju jaotada 7 fraktsiooni, kusjuures kaliibrise suurus on reguleeritav. Kuni 1970. aastani toodeti mudelit «Unifrukt-3», mis levis väga laialdaselt, eriti sotsialismimaades. Alates 1970. aastast toodetakse täiendatud mudelit «Unifrukt-4». Mudelil on poolautomaatne kastide tühjendamise seade, mis kergendab tublisti masina teenindamist ja võimaldab ühtlast ning pidevat viljade voolu sorteerimislindil.

Pakkimine on puuviljade kaubatoodanguks töötlemisel kolmas tähtis operatsioon. Puuviljade taarasse pakkimise eesmärgiks on nende kaitsmine liikumisel tootjalt tarbijani, pealegi parandab korralik pakend saaduste välimust.

Kastidesse pakitud puuviljad ei tohi üksteise suhtes liikuda. Vilju peab kastis olema parajalt. Kaane sulgemisel ei tohi viljad jääda kastis rõhu alla, mis neid kahjustaks (muljumised, mehaanilised vigastused kasti seinast või naabervilja varrest jm.). See-

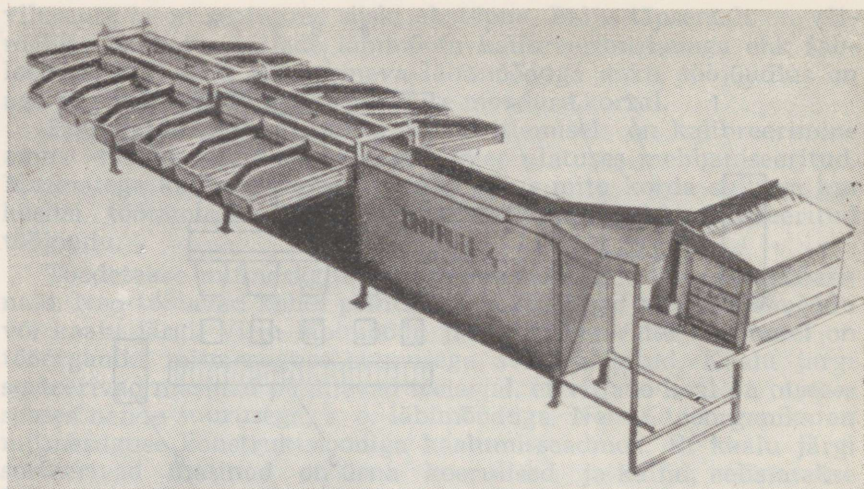


Joonis 8.1. Puuviljade mehhaniseeritud töötamisliin:

1 — töötlemata viljade virn, 2 — rulltee viljade liinile suunamiseks, 3 — taara kalluti-tühjendi, 4 — liini osa, kus sorteeritakse kvaliteedi järgi, 5 — rulltee valmistoodangu edasiviimiseks, 6 — pakkimislaudad, 7 — kalibreerimismasin, 8 — valmistoodangu virn.

Tabel 8.2. Puuviljade töötamisliinide tehnilised andmed

Näitaja	Möö- tühik	Töötamisliinid	
		JITO-3	«Kišineu»
Tootlikkus	kg/h	3000	3000
Teenindav personal selle hulgas:	inim.	17... 23	17... 23
täitja		1	1
sorteerijad		6	6
pakkijad		10... 16	10... 16
Gabariitmõõtmed:	m		
pikkus		25	28,49
laius		4,84	4,96
kõrgus		1,50	1,62
Üldkaal	t	4,0	4,76
Kalibreerimise printsiip		läbimõõdu järgi	kaalu järgi
Kalibr.-seksioone	tk.	2	3
Kaliibrte arv seksioonis	tk.	8	8



Joonis 8.2. Ungari RV-s toodetav sorteerimis-kalibreerimismasin «Unifruit-4».

Tabel 8.3. Sorteerimis-kalibreerimismasina «Unifruit-4» tehnilised andmed

Näitaja	Möötühik	Mõõt
Tootlikkus	t/h	2,5
Elektrimootori võimsus	kW	1,0
Fraktsioonide arv sorteerimisel	tk.	7
Teenindav personal	inim.	7...11
Gabariitmõõtmed:	m	
pikkus		7,0
laius		1,9
kõrgus		1,3
Kaal	t	0,45
Kalibreerimise printsiip		läbimõõdu järgi

juures peab kasti maht olema maksimaalselt ära kasutatud. Need on põhilised nõuded, mida tuleb puuviljade pakkimisel arvestada.

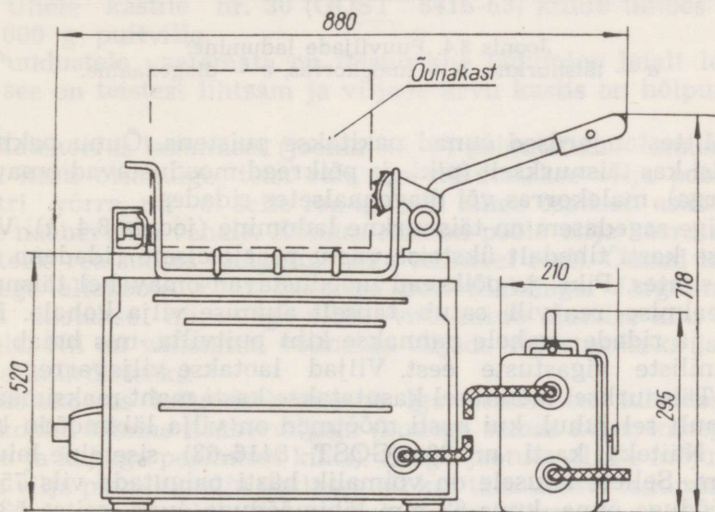
Ounte pakkimise moodus on viljade kvaliteedist, kaubalisest sordist ja transportimise viisist. Pakitakse käsitsi, kuid mitmesuguseid abitöid (taara ja pakkematerjali juurdevedu, täidetud taara äravedu jm.) tehakse mehhaniseeritult.

Kehtivate standardite järgi tuleb ühte kasti pakkida ainult ühte pomoloogilisse ja kaubalisse sorti kuuluvaid puuvilju. Taara peab olema tugev, puhas, kuiv, kõrvallõhnata.

Õunad pakitakse taarasse ridamisi või puistena. Viimasel juhul tihendatakse vilju vastaval seadmel vibreerimisega. Kodumaine tööstus toodab vibroseadet BY-1,5 (joonis 8.3), mille tehnilised andmed on toodud tabelis 8.4.

Vibroseadet teenindab üks inimene. Masin käivitatakse käsitsi. Väljalülitamine toimub automaatselt. Seadme töötamise aeg on reguleeritav. Katsed näitavad, et puistes pakkimise ja vibroseadmel tihendamise korral mahub kasti 15...20% õunu rohkem kui tihendamata pakkimisel.

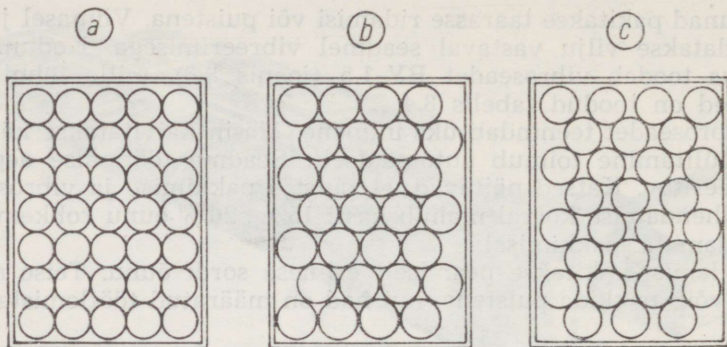
Ridamisi pakitakse peamiselt esimese sordi õunu. Teise sordi õunu võib pakkida puistena, kui nad on määratud töötlemistehas-



Joonis 8.3. Vibroseade BY-1,5.

Tabel 8.4. Vibroseadme BY-1,5 tehnilised andmed

Näitaja	Mõõtühik	Mõõt
Kaal	kg	71,5
Gabariitmõõtmed:	mm	
pikkus		880
laius		716
kõrgus		718
Võngete amplituud	mm	1...3
Tootlikkus	kg/h	1500
Elektrimootori võimsus	kW	0,4
Elektrimootori pöörete arv	p/min	2800



Joonis 8.4. Puuviljade ladumine:
a — täisnurkne, *b* — malekorras, *c* — diagonaalne.

tele. Mittestandardised õunad pakitakse puistena. Õunu pakitakse ridamisi kas täisnurkselt (piki- ja põikread moodustavad omavahel täisnurga), malekorras või diagonaalsetes ridades.

Kõige sagedasem on täisnurkne ladumine (joonis 8.4, *a*). Viljad laotakse kasti tihedalt üksteise vastu paralleelsete ridadena kasti seinte suhtes. Piki- ja põikread moodustavad omavahel täisnurga. Iga pealmise rea vili satub täpselt alumise vilja kohale. Kasti põhja ja ridade vahele pannakse kiht puitvilla, mis hoiab vilju mehaaniliste vigastuste eest. Viljad laotakse viljavarrega allapoole. Täisnurksel ladumisel kasutatakse kasti maht maksimaalselt ära ainult sel juhul, kui kasti mõõtmed on vilja läbimõõdu kordarvud. Näiteks kasti nr. 30 (GOST 8416-63) sisemine laius on 375 mm. Sellele laiusele on võimalik hästi paigutada viis 75-mm läbimõõduga õuna, kuus 62-mm läbimõõduga õuna, seitse 53-mm läbimõõduga õuna või kaheksa 47-mm läbimõõduga õuna. Teist-suguste läbimõõtude korral jääb kasti külgeinte ja äärmiste viljaridade vahele tühi ruum, mis tuleb täita puitvillaga, et õunad kasti loksuma ei hakkaks. Õunu mahub seejuures kasti vähem ja puitvilla kulub rohkem. Sageli laotakse osa õunu reas küljeti. Nii-moodi reguleeritakse rea kogupikkust ja sobitatakse seda paremini kasti mõõtmetega.

Kast täidetakse nii, et ülemine kiht ulatub esialgu 5...6 mm üle kasti serva. Õunad kaetakse puitvillakihi-ga. Enne kaane pealepanemist vajutatakse käega õunad allapoole, kasti servaga tasa. Nii saadakse tugev pakend, milles viljad transportimisel üksteise suhtes ei liigu. Meie vabariigi piires realiseeritavad kohalikud õunad võivad olla pakitud kastidesse, mis on ilma kaaneta, kui neid veetakse autodega. Sel juhul lüüakse kummalegi poole kasti pikikülge üks kaanelaud. Kasti keskosa jääb avatuks.

Õunte täisnurksel ladumisel on tähtis, et viljad oleksid vähemalt ühes reas ühesuguse läbimõõduga. Nagu eespool öeldud,

võivad ühe suurusgrupi viljad erineda üksteisest läbimõõtude poolest 10 mm ja mõnikord rohkemgi. Kui neid ilma täiendava valimiseta kasti laduda, tulevad kihid ebaühtlased ja kihtide tasandamiseks kulub asjatult palju puitvilla. Seepärast tuleb pakkimisel jälgida, et ühte kihti satuksid võrdse läbimõõduga viljad. Kogunud pakkijale see raskusi ei valmista.

Õunte täisnurksel pakkimisel on puuduseks see, et ühe vilja vars satub täpselt naabervilja kohale ja võib liiga õhukese puitvillakihi korral murduda või kahjustada teist vilja. Et õunad pakendis liikuma ei hakkaks, täidetakse viljadevahelised tühikud puitvillaga, mistõttu seda kulub palju rohkem kui teiste mooduste korral. Mida suuremad on õunad, seda rohkem kulub pakkematerjali. Ühele kastile nr. 30 (GOST 8416-63) kulub umbes 800... 1000 g puitvilla.

Puudustele vaatamata on täisnurkne ladumine laialt levinud, sest see on teistest lihtsam ja viljade arvu kastis on hõlpus määrata.

Malekorras ladumisel (joonis 8.4, b) paigutatakse esimene rida vilju kasti otsakülge, teist rida aga nihutatakse vilja poole diameetri võrra, nii et selle rea iga vili läheb osaliselt esimese rea kahe naabervilja vahele. Kolmas rida on poole vilja võrra nihutatud teise rea suhtes (paigutus nagu esimesel real). Õunad laotakse vartega allapoole. Kiht kaetakse puitvillakihihiga. Järgmine kiht õunu laotakse nii, et iga vilja vars satub alumise kihi viljade vahele. Nii on välistatud võimalus viljade vigastamiseks ja viljavarre murdmiseks.

Malekorras ladumisel puutub iga keskmistes kihtides asuv vili kokku kümne naaberviljaga (kuuega samas kihis, kahega alumises ja kahega pealmises kihis). Seega jaotub viljale mõjuv rõhk kogu vilja pinnale palju ühtlasemalt kui täisnurksel ladumisel, kus iga vili keskmistes kihtides puutub kokku kõigest kuue naaberviljaga (neljaga samas kihis, ühega alumises ja ühega pealmises kihis).

Malekorras ladumisel on õunakihtide kogukõrgus 13,4% madalam kui täisnurksel ladumisel, mistõttu kasti mahub õunu rohkem.

Diagonaalselt laotakse kastidesse peamiselt kõrgevärtuslikke õunasorte. Iga õun mähitakse paberisse ja pakkimisel puitvilla ei kasutata (joonis 8.4,c).

Diagonaalne ladumine erineb eelmistest selle poolest, et iga vili asub ruumiliselt kõigis kolmes suunas kahe naabervilja vahel, ulatudes nendevahelisse tühikusse neljandiku võrra oma läbimõõdust (äärmisel juhul kuni pool läbimõõdust). Iga vili puutub kokku 12 naaberviljaga, mille tõttu rõhk jaguneb viljale väga ühtlaselt. Täisnurksel ladumisel antakse rõhk edasi viljalt viljale sirgjoont mööda, malekorras ladumisel jaguneb rõhk viljade vahel tasapinnaliselt, diagonaalsel ladumisel aga ruumiliselt igas suunas.

Diagonaalne ladumine nõuab vilumust, sest esimeses kihis tuleb jätta viljade vahele vahed, mille suurus oleneb viljade läbi-

möödust. Tööjõudlus on seejuures märksa madalam kui teiste mooduste korral. Meil seda ladumisviisi ei kasutata.

Välismaal kasutatakse viimasel ajal õunte ja pirnide pakkimisel papist või plastmassist vahelehti, millesse on diagonaalselt pressitud pesad üksikute viljade paigutamiseks (analoogiliselt kanamunade pakendiga). Moodus on hea, kiirendab pakkimist, kuid on esialgu veel üsna kulukas ja õigustab end ainult väärismetallide pakkimisel.

Pirnide pakkimine on õuntega võrreldes raskem, sest pirnid on õrnemad ning taluvad halvemini transportimist ja ülemiste kihtide rõhku, kui nad on mitmesse kihti pakitud. Aeg pirnide koristuse ja tarbimisküpsuse vahel on palju lühem kui õuntel. Tarbimisküpsete pirnide kudede tihedus on mitu korda väiksem kui koristusküpsedel ja nad ei talu kõrgetesse kihtidesse ladumist. Isegi talisorte ei või rohkem kui 3 kihti ülestikku pakkida. Seepärast tuleb neid säilitamiseks või pikemaks transportimiseks, kui on karta, et nad saavutavad tarbimisküpsuse enne realiseerimist, pakkida madalatesse kastidesse või korvidesse. Pirne on soovitatav pakkida 150 mm kõrgustesse kastidesse (nr. 29, GOST 8416-63), mis mahutavad 13...15 kg.

Pirne pakitakse külliti täisnurkselt või malekorras, teise rea viljade varred vastassuunas alumise rea viljade vartele, kolmandas reas jälle nagu esimeses reas. Nii satuvad ühe rea viljad paremini teise rea viljade vahelistesse tühikutesse. Kasti põhja pannakse õhuke kiht puitvilla ja sellele paberikiht. Ka seinad vooderdatakse paberiga, mis peab olema nii suur, et otsad ulatuksid katma pirnide pealmist kihti kaane all. Puitvilla asemel võib kasutada ka gfreeritud kartongist lehte.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Gröschner, P., Schulze, I. Pflanzliche Lebensmittel kältekonserviert. Leipzig, 1968.
- Kramer, S., Schuricht, R., Friedrich, G. Obstbau. Berlin, 1965.
- Lamp, L. Esialgseid katsetulemusi õunte säilitamisel. Puuviljandus. Teaduslike tööde kogumik XIII. Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituut, Tallinn, 1968.
- Mörsel, H. Taschenbuch Kälteanlagen. Berlin, 1967.
- Raidna, V. Kivikonstruktsioonid. Tallinn, 1960.
- Talviste, E. Tsiviil- ja tööstushooned. Tallinn, 1970.
- Vahur, J., Koop, A. Kartuli, köögi- ja puuviljade säilitamine ning hoidlad. Tallinn, 1967.
- Vahur, J. Puuviljahoidlate ehitamisest. — «Sotsialistlik põllumajandus», 1969, nr. 23.
- Vahur, J. Aiasaaduste värskest säilitamine. Tallinn, 1970.
- Бруев С. Н. Использование естественного холода при хранении плодов и овощей. Москва, 1968.
- Бусаров Н. А. Сбор и товарная обработка плодов и ягод. Москва, 1970.
- Дженеев С. Ю. Хранение фруктов и овощей в совхозах и колхозах. Москва, 1968.
- Курьлев Е. С., Герасимов Н. А. Холодильные установки. Ленинград, 1970.
- Покровский Н. К. Холодильные машины и установки. Москва, 1969.
- Рекомендации по товарной обработке плодов и ягод. ВНИИС имени И. В. Мичурина. Москва, 1968.
- Требушенко Е. И. Хранение фруктов в промышленных холодильниках. Симферополь, 1968.
- Холодильники. СНИП II-П, 2-62. Москва, 1963.
- Цинман М. М., Яннюк В. Я. Холодильники для фруктов. Москва, 1969.
- Широков Е. П. Технология хранения и переработки плодов и овощей. Москва, 1970.

AINEREGISTER

- abiruumid 36
 abitootmisruumid 35
 agregaatide paigaldamine 35
 aktiivne ventilatsioon 93
 aktiivsõefilter 58
 akutõstukid 125
 aluspinnased 101
 ammoniaak 85
 amortisatsioon 133
 aaurustid 80
 automaatika 98
 Carnot' pöördringprotsess 72
 eeltööd ehitusplatsil 100
 eksploatatsioonikulud 131, 137
 elektriseadmed 96
 elektritõstukid 122
 elektrivalgustus 97
 freoonid 85
 fotosüntees 7
 gradiir 47, 99
 hingamine 8
 hingamise koefitsient 9
 — intensiivsus 8
 hoidla asukoha valik 24
 hoidlad, ajutised 26
 — jääga jahutatavad 68
 — kapitaalsed 26
 — kombineeritud jahutusega 30
 — külm- 29, 39, 87, 97, 98
 — muudetud atmosfääriga 30, 40
 — normaalkülmutusega 39
 — sügavkülmutusega 40
 — õhkjahutusega 28, 31, 38, 87, 98
 hoidlahaugused 17
 hoidlate alusmüürid 104
 — desinfitseerimine 129
 — ehitusviisid 27
 — ettevalmistamine 129
 — konstruktiivsed elemendid 102
 hoidlate laed 107
 — liigitus 26
 — mahutavus 27, 31
 — planeerimine 23, 25
 — projektid 43
 — põrandad 108
 — seinad 106
 — sisustus 28
 — täitmine 121
 — ukсед 109
 hoiuruumid 30
 hoiuruumide paigalduspind 32
 isolatsioonimaterjalid 117, 119
 jahutuspatareid 80
 jahutusseadmed, jääga 68
 — külmutusagregaatidega 72
 — õhuga 68
 jahutusvesi 83, 100
 kalibreerimismasinad 138, 142
 kalorifeerid 96
 kanalisatsiooniseadmed 99
 kastepunkt 51, 115
 kastid 37, 60
 kasvutingimused 20
 kaubaalused 37, 63, 121
 kaubatoodangu töötlemine 136, 140
 kesttoruaurustid 83
 kompressorid 76
 kompressorite külmatootlikkus 78
 kondensaatorid 83
 konteinerid 38, 64, 122
 koorepõletik 18
 koristusaeg 21
 koristustööd 22
 kork 118
 krüohüdraatpunkt 87
 kvaliteedi kontrollimine 140
 külmakandjad 74, 87
 külmkambrid 31, 39, 47
 külmutusagens 72, 84, 86
 külmutusagregaadid 47, 72, 76
 külmutussüsteemid 74
 küttesüsteemid 96

- laadimislüüsid 34, 47
 laadimisplatvormid 34
 mahukaalud 119
 majandi üldkulud 135
 masinaruum 35
 mikrobioloogilised muudatused 16
 mikrokliima hoiuruumides 48
 mikroorganismid 17
 mineraalvatt 118
 mustmädanik 18
 mõrumädanik 18
 mõrdid 105
 normaalkülmutus 39
 nõuded taarale 59
 orgaanilised tehismaterjalid 118
 pirnide pakkimine 148
 pruuntähnilisus 18
 puuviljade higistamine 12
 — järelvalmimine 14
 — keemiline koostis 15
 — kvaliteedinõuded 138
 — niiskuse eraldumine 55
 — pakkimine 142
 — soojuse eraldumine 53
 — sorteerimine 140
 — transportimine 121
 — ülejahutatud seisund 49
 puuviljamädanik 17
 põhitootmisruumid 30
 reguleeritav atmosfäär 41
 riulid 38, 67
 rohehallitus 18
 ruumide grupeerimine 25
 soojusbilanss 51
 soojusisolatsioon 111, 117
 soojustakistus 112
 soojusvoog läbi piirete 54, 112
 säilimisaeg, arvutuslik 19
 säilituskadu, loomulik 13, 131
 — normimata 132
 säilitusrežiim 22, 126
 säilitustehnika 7
 säilitustööd 121
 säilitusviisid 22, 36
 säilivus 7, 19, 20
 säilivust mõjutavad tegurid 19
 sügavkülmutus 29, 40
 taara 37, 59, 66
 tehisatmosfäär 42
 tehnoloogilised koridorid 34
 temperatuur hoiuruumis 48
 — külmumis- 49
 — optimaalne 50
 — piirde sisepinnal 115
 temperatuuri mõõtmine 126
 tootmiskulud 135
 transpiratsioon 10
 tulepüsivuspiir 103
 tuletõrjevahendid 130
 turbaplaadid 118
 tööjõuvajadus 124
 töötasu 135
 veevarustus 99
 ventilaatorid 91
 ventilatsiooniseadmed 87
 — loomuliku ergu-
 tusega 89
 — mehaanilise er-
 gutusega 91
 vibroseade 145
 virnastamine 32, 124
 õhujahutid 82
 õhu koostis 58
 õhuniiskus 11, 57
 õhuniiskuse defitsiit 11
 — mõõtmine 129
 õuna-koemädanik 18
 õunte pakkimine 144

SISUKORD

Eessõna	5
1. Puuviljade värskelt säilitamise bioloogilised alused	7
Puuviljades säilitamisel toimuvad protsessid	8
Puuviljade säilivusele mõjuvad tegurid	19
2. Hoidlate planeerimine	23
Välisplaneerimine	23
Siseplaneerimine	25
Hoidlate liigitus	26
Tootmis- ja abiruumid	30
Säilitusviisid	36
Puuviljahoidlate projektid	43
3. Hoiuruumide mikrokliima	48
Temperatuur	48
Niiskus	57
Õhu koostis	58
4. Puuviljahoidlate sisustus	59
Taara	59
Jahutusseadmed	68
Ventilatsiooniseadmed	67
Kütteseadmed	96
Elektriseadmed ja automaatika	96
Veevarustus- ja kanalisatsiooniseadmed	99
5. Hoidlate ehitus	100
Eeltööd hoone rajamisel	100
Hoidlate konstruktiivsed elemendid	102
Piirete soojustehnilised arvutused	111
Hoidlate isoleerimine	117
6. Säilitustööd	121
Hoidlate täitmine	121
Säilitusrežiimi kontrollimine	126
Hoidlate ettevalmistamine saagi vastuvõtmiseks	129
7. Puuviljade säilitamise ökonomika	130
8. Puuviljade töötlemine kaubatoodanguks	136
Puuviljade kvaliteedinõuded	138
Kaubatoodanguks töötlemine	140
Kasutatud kirjandus	149
Aineregister	151

Юри Вахур. Хранилища плодов. На эстонском языке. Художественное оформление Э. Тали. Издательство «Валгус», Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

Toimetaja U. Grišakova. Kunstiline toimetaja R. Tungla. Tehniline toimetaja E. Sagris. Korrektor S. Hiie.
Laduda antud 13. IX 1972. Trükkida antud 30. I 1973.
Läti NSV Ligatne Paberivabriku trükipaber nr. 1, 60×90/16.
Trükipoognaid 9,75. Arvestuspoognaid 10,18. Trükiarv 3000.
MB-01447. Tellimuse nr. 4783. Trükikoda «Kommunist», Tallinn, Pikk t. 2. Hind 58 kop.

35. -

C 634

25.9.96

A

33132

7854112

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00785411 2