

JOUTILASOSASTON SANEERAUS



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Mustiala, Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

hyväksymislukukausi, 2019

Roope Lehtinen

Agrologi
Mustiala

Tekijä	Roope Lehtinen	Vuosi 2019
Työn nimi	Joutilasosaston saneeraus	
Työn ohjaaja/t	Hanna-Maija Anttila	

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä pyritään suunnittelemaan Rekottila Oy:lle tarpeet täyttävä, toimiva ja kustannustehokas joutilasosastoratkaisu. Suunnittelua tarkastellaan pääosin eläinten kierron ja hyvinvoinnin näkökulmasta sekä teknisestä näkökulmasta.

Osaston pitää pyöriä noin 25 emakon viikkotahtia. Lisäksi kartoitetaan mahdollisten muiden erikoisrakenteiden tarve, kuten ruokinta-aseman opetusalue.

Pohdintaan kuuluu eri laitevalmistajien ratkaisuja sekä rakennevalmistajien eri ratkaisuja. Päätöksentekoon vaikuttavat laitteistojen ja rakenteiden laatu, sopivuus, tarkoituksenmukaisuus, käyttömukavuus sekä saatavuus, mutta myös kustannus. Lähtökohdana kuitenkin rakennetaan hyvä eikä halvin osasto.

Jatkuvasti muuttuvassa poliittisessa ympäristössä tulevaisuuden mahdolliset rajoitukset ja asetukset pitää myös ottaa huomioon. Näistä konkreettisesti lähin esimerkki löytyy tilan siemennysosastolta. Jo kaatuneessa eläinlakiuudistuksessa sikojen pito tiineytshäkissä lyhennettiin neljästä viikosta neljään päivään. Tämä muuttaisi täysin sikalan eläinkiertoa. Lakiuudistuksen siirtymäaika olisi 15 vuotta. Kysymyksenä onkin, saneeraataanko joutilasosaston yhteydessä myös tiineytysosasto vastaamaan uusia säädöksiä.

Avainsanat porsastuotanto, joutilasosasto, saneeraus, suunnittelu, rakentaminen

Sivut 35 sivua, joista liitteitä 00 sivua

Name of degree programme
 Campus

Author Roope Lehtinen **Year** 2019

Subject Reconstruction of a gestation room

Supervisors Hanna-Maija Anttila

ABSTRACT

In this thesis I will try to design a gestation room for Rekottilas. The gestation room should fullfill Rekottilas needs in terms of production efficiency and cost efficiency. Animal flow, animal welfare and technical aspects will affect the design process. Gestation room will need to work with an animal flow of 25 weaning sows per week. Also this thesis will determine the need for additional construction needs such as training station for electronic sow feeders.

I will consider different application and system options from different service providers and manufacturers. Decision making is affected by the quality, fitment, expediency, ease of operation and availability, but also cost of the applications. Purpose is to build productive and working gestation room not the cheapest.

In this constantly altering political environment one must take future rules and regulations in to account. Nearest example can be found in Rekottilas insemination room. In the new reform of animal welfare law that has already been canceled it states that maximum amount of time that a sow can spend in an insemination crate is four days. Before the reform maximum time was four weeks. This change will dramatically change animal flow in the piggery. Transition period in this reform is 15 years. Question is that is it profitable to reconstruct the insemination room at se same time with the gestation room.

Keywords Gilt production, Gestation, reconstruction, planning, construction

Pages 35 pages including appendices 00 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	4
2	LÄHTÖTILANNE.....	5
2.1	Yleiskuvaus.....	5
2.2	Lähtötilanne.....	9
3	KASVATUSRATKAISU.....	9
3.1	Stable Group.....	10
3.2	Dynamic Group.....	11
4	RAKENTEET.....	12
4.1	Kattorakenteiden peruskorjaus.....	12
4.2	Pohjaratkaisu.....	13
4.3	Lannanpoistojärjestelmä.....	14
4.3.1	Imulannanpoisto.....	14
4.3.2	Raappa.....	15
4.3.3	Syvä lietekuilu.....	15
4.3.4	Kuivalanta.....	16
4.3.5	Lannanpoistovaihtoehtojen vertailu.....	17
4.4	ilmanvaihto.....	17
4.4.1	Alipaineilmanvaihto.....	17
4.4.2	Diffuusioilmanvaihto.....	18
4.4.3	Kombidiffuusioilmanvaihto.....	20
4.4.4	Tasapaineilmastointi.....	20
4.4.5	Ilmanvaihtojärjestelmien vertailu.....	21
4.5	Lämmitys.....	22
4.5.1	Lämpöpatteri.....	22
4.5.2	Lattialämmitys.....	23
4.5.3	Radiaattori.....	23
4.5.4	Lämmityslaitteistojen vertailu.....	24
4.6	Ruokinta.....	24
4.6.1	Ruokintavaihtoehtojen vertailu.....	25
5	TULOKSET JA YHTEENVETO.....	26
5.1	Pohjapiirros.....	26
5.2	Lannanpoistojärjestelmä.....	28
5.3	Ruokinta- ja juomavesijärjestelmä.....	30
5.4	Ilmastointi.....	31
5.5	Lämmitys.....	32
5.6	Lopetus.....	32
	LÄHTEET.....	32

1 JOHDANTO

Maatalous elää jatkuvassa rakennemuutoksessa. Suomalaiset lihatilat eivät ole tyytyväisiä tuotannon kannattavuuteen, mutta silti odotukset lähivuosille ovat valoisimmat kuin kaksi vuotta sitten. Tuotantoa jatkavat tilat panostavat edelleen tuottavuuden parantamiseen. Tutkimuksen mukaan kannattavuuden paranemiseen uskotaan tiloilla aiempaa vahvemmin. Investointeja on suunnitteilla selvästi entistä enemmän ja tahtotila niiden käynnistämiseen on kovempi kuin vuosiin. (Kantar TNS:n 2018).

Tämä opinnäytetyö sisältää Rekottila Oy:lle tekemäni suunnittelu- ja selvitystyön joutilasosaston saneerauksesta. Rekottila Oy on Paimiossa ja Salossa sijaitseva maatila, joka on erikoistunut yhdistelmäporsastuotantoon.

Valitsin kyseisen aiheen, koska saneeraus tuli tilalleni ajankohtaiseksi samoihin aikoihin opinnäytetyön aloittamisen kanssa ja mikä sen motivoivampaa, kuin tehdä itselleen työtä, jolla on tarkoitus ja tarve. Aiheessa itseäni kiinnostaa eläinten tuottavuuden, hoidon ja hyvinvoinnin asiat, rakenteellinen ja kalustussuunnittelu sekä talouskysymykset.

Eläinten hoidon kannalta suurin kysymys on valita Stable tai Dynamic group -kasvatusmetodi. Stable group -metodissa eläimet tulevat ja lähtevät osastosta samassa ryhmässä. Tässä tapauksessa ryhmässä on noin 25 emakkoa, koska tilan tavoite on 25 porsivaa per viikko. Stable group -osasto muistuttaa perinteistä lihasikaosastoa karsinoineen, erona on yleensä emakoiden ruokailu- ja makuuhäkit. Dynamic group -metodissa emakot viettävät aikansa suuressa ryhmässä (yleensä 40-120 sikaa) tässä tapauksessa jopa 250 sikaa. Osasto eroaa paljon perinteisistä malleista. Järkevin Dynamic group -osasto on pihattotyypinen osasto, jossa ruokinta hoidetaan ruokinta-automaateilla.

Opinnäytetyön tavoite on päättää kasvatusmetodi ja sen lisäksi suunnitella rakennusmenetelmät, ruokinta- ja lannanpoistomenetelmä. Opinnäytetyö ei kata itse rakennusprosessia, mutta voi sisältää asiaa ja valokuvia rakentamisen ajalta.

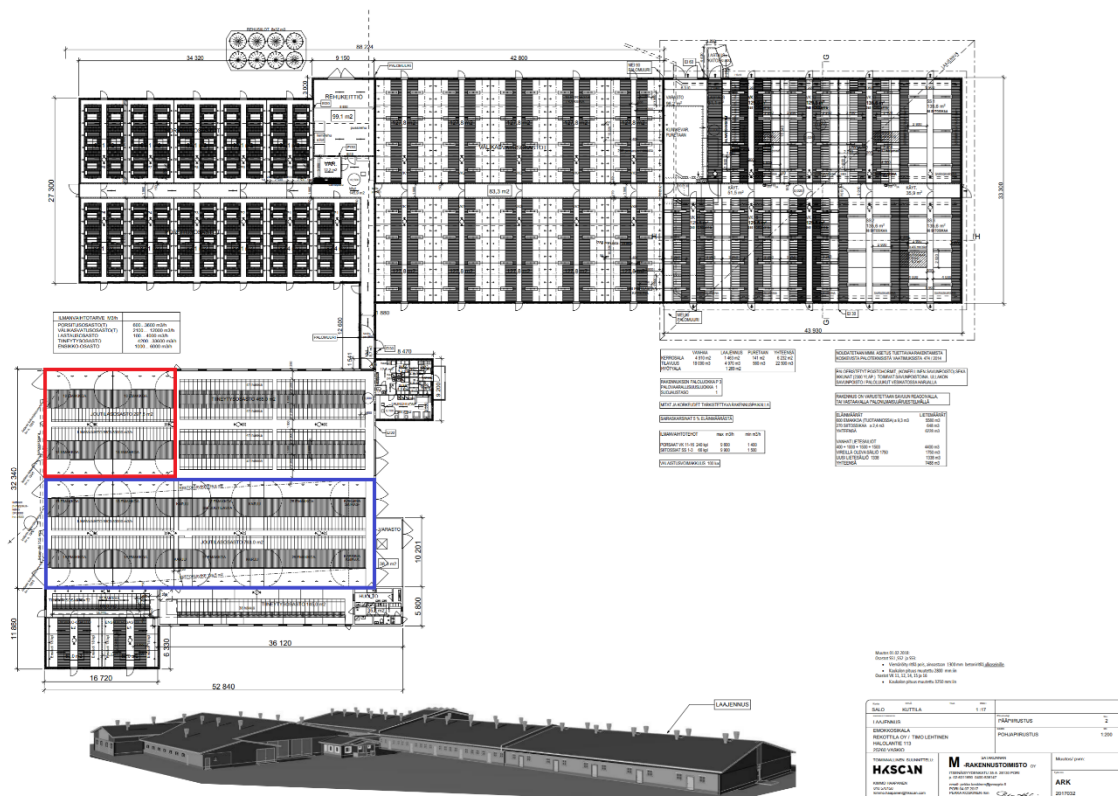
Suunnitteluprosessissa aiomme käyttää ulkopuolisia neuvoja. Rakennussuunnittelussa voimme vaikuttaa tiettyyn pisteeseen asti, mutta loppujen lopuksi rakennusinsinööri tekee piirustukset toiveidemme mukaan. Myös eläinten hoidon, kierron ja ruokinnan suunnittelua tulee avustamaan HK:n neuvoja. Lisäksi eri laitevalmistajat tarjoavat apua ja neuvoja. Pitää kuitenkin muistaa, että laitevalmistajien perimmäinen tavoite on kehua ja myydä omaa tuotettaan.

2 LÄHTÖTILANNE

2.1 Yleiskuvaus

Rekottila Oy on Paimiossa ja Salossa sijaitseva maatila, joka on erikoistunut yhdistelmäporsastuotantoon. Emakoita tilalla on 550. Tila on HKScanin sopimusjalostussikala, joka tuottaa hybridiensikoita muiden HK:n emakkosikaloiden tarpeisiin. Tila myy vuodessa n. 5500 hybridiensikkoa välitykseen ja kasvattaa itse loput teuraaksi. Sikataloutta harjoitetaan kolmessa yksikössä. Emakot ja välikasvatus sijaitsevat Vaskiolla, loput lihasiat kahdessa eri lihasikalassa Paimiossa ja Hajalassa nykyisen Salon alueella. Tilalla on lisäksi viljelysmaata n. 720 hehtaaria. Viljelykasveina on ohra, vehnä, kaura, ruis, härkäpapu, herne, rapsi, nurmi sekä uusimpana kuminan sopimusviljely.

Emakkosikala työllistää eläintenhoitotehtäviin täyspäiväisesti 4-5 henkilöä, 2-3 eläintenhoitajaa sekä yhden työnjohtajan. Porsitusosaston tavoite on 25 porsimista/viikko. Kun ottaa huomioon porsimisprosentin, tulee eläinten viikkokierron olla n. 26-28 eläintä. Porsituspaikkoja on 132. Tiineytyshäkissä emakot ja ensikot viettävät 4 viikkoa, jonka jälkeen ne siirretään joutilasosastoon. Nykyinen joutilasosasto on Stable group -mallinen ja kahdessa osassa. Suurempi osasto on pinta-alaltaan 795 m² (Kuva 1: merkitty sinisellä) ja pienempi 297 m² (Kuva 1: merkitty punaisella).



Kuva 1. Porsasmyllyn pohjapiirustus (M-Rakennustoimisto Oy, 01.02.2018).

Suurempi osasto on saneeraussuunnittelun kohteena. Joutilaskarsinassa on kestokuivi-kealue (sahanpuru), ritiläalue ja ruokintahäkit, jotka voi tarvittaessa lukita. Lannapoisto toteutetaan raapalla pumppauskaivoon.

Osaston saneeraus tuli ajankohtaiseksi, sillä osaston pohjoispäästä romahti lumen painosta 22 kattotuolia kevättalvella 2019 (Kuva 1.). Romahdus huomattiin noin klo 21. Raivaustyöt aloitettiin heti ja työt jatkuivat seuraavaan päivään noin kello 18 saakka. Suurimmilta eläinvahingoilta vältyttiin. Sisällä olleista 250 eläimestä vain yksi jouduttiin lopettamaan.



Kuva 2. Iltalehden artikkeli (Iltalehti, 5.2.2019).



Kuva 3. Porsasmyllyn romahdustyömaan pohjoispuolta, (Lehtinen, 2019).



Kuva 4. Porsasmyllyn romahdustyömaan eteläpuolta, (Lehtinen, 2019).

Romahdustyömaan siivoaminen alkoi heti raivaustöiden päätyttyä. Yksi purkukaivuriurakoitsija siivosi romahtaneita rakenteita noin viikon ajan. Kattorakenteet rikkoivat laskeutuessaan karsinarakenteita sekä lattiarilöitä (Kuva 3.). Romahtaneet kattotuolit, kattopellit ja välikattorakenteet poistettiin. Kaikki karsinarakenteet ja -kalusteet vahingoittuivat niin pahasti, että ne päätettiin purkaa ja poistaa. Paikalleen jääneet ehjät kattotuolit jätettiin paikalleen. Lähtötilanteessa puolet osastosta on siis edelleen kattettu (Kuva 4.). Myös lattiarilöihin ja joihinkin lattiavalun osiin kohdistui niin suuria vahinkoja, että lattiat päätettiin myös purkaa lietekuilujen pohjan tasolle (Kuva 5.).



Kuva 5. Osaston lattian purkamista, (Lehtinen, 2019).

2.2 Lähtötilanne

Suunnitteluun lähdetään ”puhtaalta pöydältä”. Eläinsuojien saneerauskohteissa ja käyttötarkoitusta muutettaessa vanhat rakenteet, kuten lietekuulut ja väliseinät, usein sanelevat suunnittelun lähtökohdat ja rajoittavat toimintaa. Tässä tapauksessa, kun lattia on purettu eikä väliseiniä tai muita rajoittavia tekijöitä ole, on suunnittelun aloittamiselle hyvät lähtökohdat. Mahdollisesti päätyessämme Dynamic Group -ratkaisuun on ruokinta-automaatin harjoitteluasemat ja tilat kuitenkin sijoitettava johonkin. Tämä voi tuoda lisähaasteita suunnitteluun.

3 KASVATUSRATKAISU

Suunnittelu aloitetaan päättämällä tiineiden emakoiden kasvatustapa. Otan käsittelyyn kaksi mahdollista eläinryhmien käsittely- ja kasvatustapaa. Kummassakin on omat hyvät sekä huonot puolensa. Arvioin kummankin kasvatustavan näkökulmasta eläinten hyvinvointia, eläinten hoidon vaativuutta, hoidon vaatimaa työmäärää, kustannustehokkuutta, ruokinnan sujuvuutta, tiedonkeruun ja sen hyödyntämisen mahdollisuutta eri osa-alueilla, bioturvallisuutta sekä suunnittelun ja rakentamisen kustannustehokkuutta.

Tiineet emakot siirretään joutilasosastoon 28 päivää siemennyksen jälkeen. Joutilasosaston tarkoitus on majoittaa tiineet eli joutilaat emakot siemennyksen ja porsimisen välissä. Emakoiden ei ole tarkoitus erityisesti kasvaa joutilasosastossa, eikä osastolla tehdä eläimille suurempia toimenpiteitä. Pääosin eläimet odottavat tiineyden kehittymistä ja porsimisen alkamista.

Eläinsuojelulaki asettaa vaatimukset eläinten tarvitsemalle pinta-alalle. Ryhmäkarsinassa on oltava esteetöntä lattian kokonaispinta-alaa emakkoa kohden vähintään 2,25 neliometriä ja ensikkoa kohden vähintään 1,64 neliometriä. Tästä lattian kokonaispinta-alasta vähintään 1,3 neliometriä emakkoa ja vähintään 0,95 neliometriä ensikkoa kohden on oltava yhtenäistä kiinteäpohjaista lattiaa tai sellaista rakolattiaa, ritilälattiaa tai muulla tavoin rei’itettyä lattiaa, johon viemäröintiä varten tehtyjen aukkojen osuus on enintään 10 prosenttia pinta-alasta (Valtioneuvoksen asetus sikojen suojelusta 2012/629 10§).

Esteettömään lattian kokonaispinta-alaan ei lasketa mukaan ruokinta- tai makuuhäkkien alla olevaa lattia-alaa.

Jos eläimiä pidetään alle kuuden eläimen ryhmässä, eläinten käytettävissä olevan esteettömän lattian kokonaispinta-alan on oltava 10 prosenttia suurempi kuin eläinryhmän tarvitsema laskennallinen pinta-ala. Vähintään 40 eläimen ryhmässä pidettävien eläinten käytettävissä oleva esteettömän lattian kokonaispinta-ala saa olla 10 prosenttia pienempi kuin 1. momentin mukaan laskettava pinta-ala. (Valtioneuvoston asetus sikojen suojelusta 629/2012 10§)

Lain vaatima pinta-ala eläintä kohden on siis erikokoinen puhuttaessa eri kasvatusmenetelmästä. Laki asettaa vaatimuksen myös lattian rakenteelle (kiinteä lattia, betoniritilä, rautaritulä, kuivikepohja, yms. (Valtioneuvoston asetus sikojen suojelusta 2012/629 8§).

3.1 Stable Group

Stable group tarkoittaa pysyvää tai muuttumatonta kasvatusryhmää. Tyyli edustaa perinteisempää sian kasvatustapaa. Eläimet siirretään tiineytyshäkeistä joutilaskarsinaan yleensä n. 6-10 eläimen ryhmiin. Eläimiä ei tämän jälkeen liikutella ennen siirtoa porsitussastolle. Luonnollinen ryhmäkoko sialle on 8 - 10 eläintä. Arvojärjestys määritetään hajuaistin perustella ja se muuttuu sikojen iän myötä. Lauman häiriöttömälle oleilulle väistämismahdollisuus on oleellinen. Arvojärjestys muodostuu noin 8 viikon iässä. (Farmit.net, 02.05.2015).

Karsinarakenneratkaisuvaihtoehtoja on monenlaisia. Karsinoissa voi olla pelkästään betonilattia ja ritilä, kestokuivike tai jokin näiden yhdistelmä. Rehukaukalo voi olla mm. avoin, jaettu pienillä välilevyillä tai kaukalon edessä voi olla ruokintahäkit, joihin sika pääsee kulkemaan vapaasti. Vapaassa kaukalossa ryhmähierarkia voi näyttäytyä siten, että vahvemmat yksilöt häiritsevät heikompien yksilöiden ruokailua. Tämä saa aikaan kokoeroja yksilöiden välillä.

Ruokintahäkki takaa sialle ruokailurauhan ja mahdollistaa jokaisen sian ruokailun ryhmän sisäisestä sosiaalisesta asemasta huolimatta. Omien kokemusten mukaan sika jää helposti makaamaan häkkiin, missä sialla on rauha ja ruoka lähellä. Liikunta on sialle hyväksi, sillä se vahvistaa sian kaikkea toimintaa. Liikkuminen ja porsimiset helpottuvat ja eläin on kokonaisvaltaisesti terveempi. Automaattisen ruokintakioskin hyödyt pätevät myös Stable group -metodiin, mutta jokaiselle ryhmälle ja karsinalle pitää olla oma kioskinsa. Tämä ei taloudellisesti ole järkevää eikä kannattavaa.

3.2 Dynamic Group

Dynamic group -kasvatusmenetelmässä eläinten ryhmä muuttuu ja ryhmäkoot ovat yleensä suurempia. Joutilaita pidetään esimerkiksi 120 eläimen ryhmässä, josta kyseisen tilan tapauksessa n.28 tiinettä eläintä siirtyy porsitusosastolle ja n.28 tiineytettyä eläintä saapuu joutilasosastoon joka viikko. Koska ryhmäkoko on suuri, myös karsinan tulee säädösten mukaan olla paljon suurempi kuin pysyviä ryhmiä käytettäessä. Muuttuvan ryhmän menetelmässä yhden suuren pihattokarsinan perustaminen voi olla järkevämpää kuin pienempien karsinoiden perustaminen.

Pihatto antaa eläimille enemmän liikkumatilaa ja mahdollisuuden monipuolisempien ympäristöjen luomiseen kuin karsina. Pihatossakin toimivuuden kannalta ratkaisevaa on oikea suunnittelu, riittävän väljä mitoitus ja runsas kuivikkeiden käyttö. (www.sika-tieto.fi, 2005).

Suuren ryhmäkoon haittapuolena on eläinten löytäminen ilman automaattista erotte-lujärjestelmää. Lisäksi suurissa ryhmäkoissa on havaittu sosiaalisia ongelmia, kuten tappelua. Tutkimuksen mukaan sian sosiaalinen asema voi vaikuttaa pahnueen ko-koon.

Saksalaisen tutkimuksen mukaan emakon sosiaalinen asema vaikuttaa hedelmällisyy-teen. (Carmen Weirich, Jörg Bauer, and Steffen Hoy, 2008 s.19.)

Olemme päättäneet saneerata osastosta Stable group -menetelmään perustuvan kas-vatusosaston. Panostamme eläinten hyvinvointiin. Stable group -menetelmä vastaa mielestämme eniten tarpeitamme tällä saralla. Saneerattavaan tilaan rakennetaan yksi pihatto, johon sijoitetaan enintään 250 eläintä.

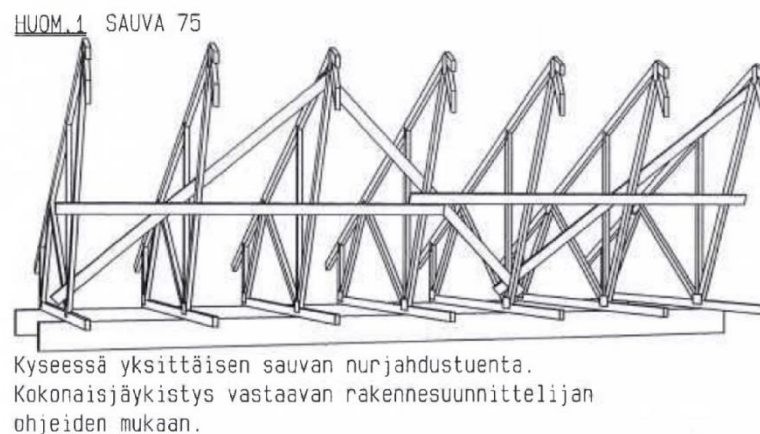
Joutilaiden emakoiden pihatot ovat Suomessa vähitellen korvaamassa joutilashäkkien käytön, mikä on hyvä edistysaskel emakoiden hyvinvoinnin lisäämisessä. Emakoiden hyvinvoinnin parantamisen lisäksi etuna on porsimisen helpottuminen sen ansiosta, että emakot ovat joutilasaikanaan saaneet enemmän liikuntaa ja ovat siten parem-massa fyysisessä kunnossa. Niillä emakoilla, jotka elävät joutilasaikansa pihatossa, esiintyy vähemmän porsimisongelmia kuin joutilashäkeissä pidetyillä emakoilla. (Emak-kosikalan pihatto-opas. KMVET-lehden erikoisliite, 2001).

4 RAKENTEET

Kun kasvatusmenetelmä ja karkea karsinatyyppi on päätetty, voidaan aloittaa varsinainen osaston rakenteiden suunnittelu. Romahtaneen katon korjaus on työlliställä ensimmäisenä. Kattorakenteita korjattaessa käytetään vanhoja piirustuksia, joihin on lisätty korjaus kattotuolien tuennasta.

4.1 Kattorakenteiden peruskorjaus

Osaston pohjoispäästä romahti lumen painosta 22 kattotuolia, mutta vain yhdeltä lappeelta. Romahduksen jälkeen mitattaessa lunta oli katolla 100 kg/m^2 . Kattorakenteiden tulisi kestää 200 kg/m^2 lumikuorma.

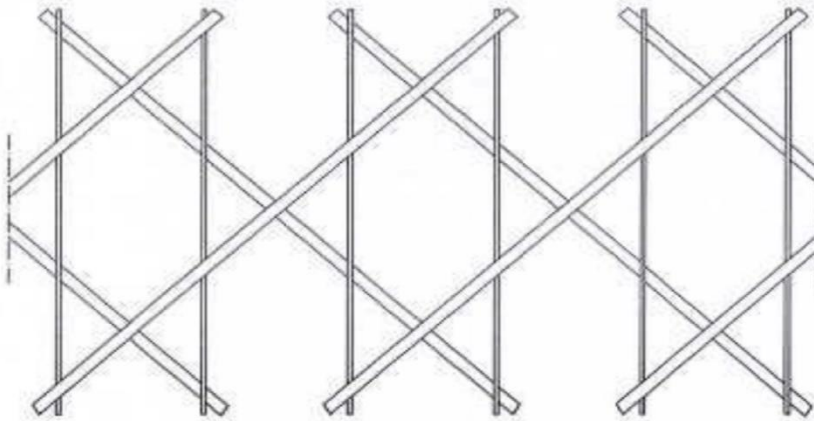


Kuva 6. Alkuperäinen kattotuolien tuenta (Sweco rakennetekniikka Oy, 2018).

Kuvassa alkuperäinen kattotuolien tuenta (Kuva 6.). Kattotuolit oli tuettu harjalla vain yhdellä poikittaistuella. Tämä johti siihen, että vuosien kuluessa väsyneet poikittaistuet antoivat periksi lumikuorman alla. Ristituennan puuttuminen aiheutti myös sen, että kun ensimmäinen kattotuoli alkoi taipua, poikkituki taivutti seuraavaa ja tämänkaltaisen dominoefekti aiheutti monen tuolin pettämisen.

Ratkaisuksi uudet tuolit tuetaan riittävän vahvoilla ristikkäistuilla.

HUOM.1 SAUVASSA 78 JA 81 NURJAHDUSTUKIA 2 KPL
 Nurjahdustuenta esim. oheisen periaatekuvan mukaisesti:
 Vinolaudat 22x120 + 6N 75x2.8/liitos. Molemmat tasot joihin
 nurjahdustuettavat sauvat tukeutuvat oltava jäykistäviä tasoja.
 Laudan mahdollinen jatkos nurjahdustuettavan sauvan kohdalla
 limittäen. Molempien limitettävien lautojen kiinnitys 6N 75x2,8.
 Lauta 22x120 voidaan korvata kahdella vierekkäisellä
 laudalla 22x100 + 4N 75x2.8/liitos.



Kuva 7. Nurjahdustuenta (Sweco rakennetekniikka Oy, 2018).

4.2 Pohjaratkaisu

Kun kasvatustapahtumana on Dynamic group, eläimiä ei suljeta pieniin ryhmäkarsinoin. Ryhmäkoko on suurempi kuin perinteisen kierron kasvatustapahtumassa. Rekotila Oy:n tapauksessa eläinmäärä yhdessä karsinassa on 125 tai 250 eläintä. Karsinan eläinmäärä riippuu siitä, jaetaanko osasto kahteen erilliseen pihattoon vai ovatko kaikki eläimet samassa tilassa.

Kuten muissakin sikalaratkaisuissa, myös pihatoissa hyvä suunnittelu ja tarpeeksi väljä mitoitus ovat tärkeitä tekijöitä pihatton toimivuudelle. Joutilaspihatton välillä on eroja siinä, paljonko vapaata liikkumatilaa niissä on. Jos tilaa on vain lainsäädännön sallima minimi, aremmat eläimet saattavat pysyä enimmäkseen paikoillaan. Emakoiden runsas liikkumattila edistää paitsi hyvinvointia, myös porsimisten helppoutta. (sikatieto.fi, 2006).

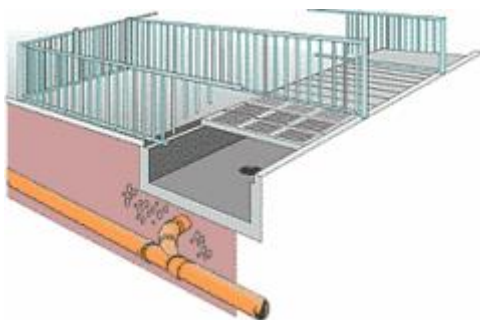
Jos emakot liikkuvat runsaasti joutilasaikana, ovat niiden porsimiset helpompia. Olki, puru ja muut kuivikepohjat ovat erinomaisia eläinten hyvinvoinnin ja liikunnan kannalta, mutta koko pihattoa ei kannata rakentaa kuivikepohjalle. Kun emakko siirretään pihatosta kovalle lattialle esimerkiksi siirrettäessä porsimisosastoon, on kävely vaikeampaa kasvaneiden sorkkien takia. Kuivikepihatossa sorkat eivät pääse luontaisesti kulumaan yhtä paljon kuin kovalla lattialla tai ritilällä.

4.3 Lannanpoistojärjestelmä

Lannanpoistojärjestelmät jaetaan karkeasti kahteen ryhmään: kuivalannanpoisto ja lietejärjestelmä. Näiden kahden yhdisteleminen on mahdollista. Esimerkiksi osassa pihattoa voi olla kuivikepohja ja toisessa osassa ritilälattia. Tämänkaltaiset sovellukset ovat Suomessakin yleisiä. Harkittavina lietelantajärjestelmävaihtoehtoina voidaan pitää sulkuukkulietekuilua, imulannanpoistoa sekä hydraulisella tai vaijerivetoraapalla tapahtuvaa poistoa.

4.3.1 Imulannanpoisto

Imulannanpoistossa lietekuilujen alle rakennetaan viemäriputkisto, joka suljetaan sulkuukulla, palloventtiilillä tai veitsiventtiilillä. Lietekuilun annetaan täyttyä kokonaan. Kun venttiilit avataan, kuiluun jäänyt neste vie kuivan aineksen painovoiman avulla mukanaan pumppauskaivoon tai suoraan lietesäiliöön. Imulannanpoistojärjestelmä on luotettava, koska siinä ei ole liikkuvia osia. Huonoina puolina voidaan pitää järjestelmän rakennuskustannuksia. Imulannanpoistojärjestelmä on myös herkkä tukkeutumaan, jos lannan joukossa on paljon kuiviketta, esimerkiksi olkea.



Kuva 8. Imulannanpoistojärjestelmä (Pellon Group, 2019)

4.3.2 Raappa

Hydraulinen/ vaijeriraappa. Raappa kulkee ritilän alla kuilun pohjalla vetäen lantaa mukanaan kuilun päässä olevaan lietekaivoon. Automatiikka hoitaa raapan liikuttamisen oli kyseessä hydraulinen tai köysivetoinen raappa. Raapan hyviä puolia ovat automaattinen toiminta, käytävän pituus voi olla kohtuullisen suuri, raappa vetää mukanaan myös kuivaa ainetta ja kuiviketta, lantakäytävän syvyys jää pieneksi ja se on kustannustehokas. Huonona puolena on lähinnä luotettavuus. Mekaaninen laite on käytössä 24 tuntia vuorokaudessa ja lisäksi vetoköydet ovat kovalla kulutuksella.



Kuva 9. Köysivetoinen raappa (Pellon Group, 2019)

4.3.3 Syvä lietekuilu

Syvä lietekuilu, jonka päässä sulkuluukku. Lietekuilut ovat tavallista syvempiä ja lietettä mahtuu enemmän. Osastojen kuilut on liitetty yhteen pääkuiluun, joka johtaa lannan lietesäiliöön tai pumppauskaivoon yleensä putkea pitkin.

Kun osaston lietekuilu on täynnä, avataan kuilun päädystä patoluukku. Nestemäinen aine kuljettaa myös kuivan aineen voimalla pois kuilusta alemmalla sijaitsevaan pääkuiluun. Syvien lietekuilujen hyvänä puolena voidaan pitää toimintavarmuutta. Etu imulannanpoistojärjestelmään on se, että kuivike ei aiheuta niin suurta tukkeutumisriskiä. Huonona puolena on perustuskustannus.

4.3.4 Kuivalanta

Kuivalantajärjestelmä eroaa lietelantajärjestelmästä huomattavasti. Kuivalantajärjestelmä on lähes aina jonkinlainen pahnapohja, joka toimii sikojen makuualueena. Makuualueen pohja on peitetty paksulla kuivikekerroksella. Kuivikevaihtoehtoja ovat esimerkiksi olki, turve, puru tai hake. Olkipohjan hyviä puolia ovat erinomainen sikojen hyvinvointi ja viihtyvyys, sikojen liikunnan lisääntyessä parantunut terveys ja helpottuneet porsimiset. Haittapuolina heikompi hygieenisuus ja suurempi työn määrä, sillä pahnapohja pitää tyhjentää ja vaihtaa koneellisesti aina määräajoin (Taulukko 1).



Kuva 10. Olkipohjainen makuualue (Maaseutumedia, 2019)

4.3.5 Lannanpoistovaihtoehtojen vertailu

Suurin lietelannan käyttöönoton ongelmakohta kyseisessä osastossa on mahdollisen lietekuilun pohja. Koska kyseessä on saneerauskohte, vanhat rakenteet rajoittavat rakentamista. Lietekuilun pohja voi olla enintään 40cm syvyydessä lattiatasosta.

Kuivikepohjan tapauksessa pitää huolehtia kuivikkeen tarpeeksi korkeasta laadusta. Home ja muut hygieniaongelmat vaikuttavat tuotantoon suuresti.

Taulukko 1. Taulukossa yksi on verrattu erilaisten lannanpoistomenetelmien hyviä ja huonoja puolia.

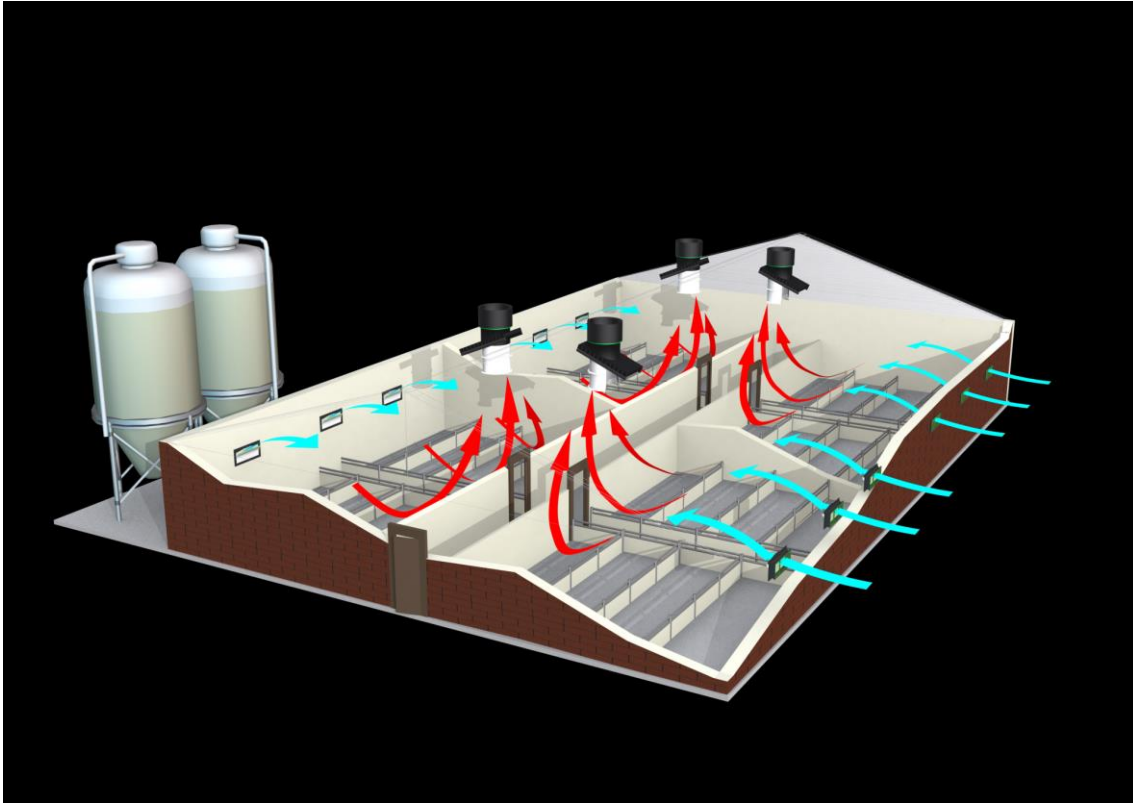
Järjestelmä	Hyvät puolet	Huonot puolet
Kuivalanta	Matalat perustamiskustannukset, oman oljen saataavuus, eläinten hyvinvointi	Hygieniaongelmat, työläs
Imulannanpoisto	Puhtaan lietteen kanssa toimintavarma, helppokäyttöisyys	Korkeat perustamiskustannukset, matala olemassa oleva lietekuilu, tukkeutumisherkkä
Raappa	Matalat perustamiskustannukset, sopii mataliin lietekuiluihin	Mekaanisten osien toimintavarmuus
Patoluukku	Toimintavarmuus, helppokäyttöisyys	Suuret perustamiskustannukset, matala olemassa oleva lietekuilu

4.4 ilmanvaihto

4.4.1 Alipaineilmanvaihto

Alipaineilmanvaihto on tänä päivänä suosituin ilmanvaihtojärjestelmä. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että se on helpompi säätää ja kuluttaa vähemmän energiaa kuin muut vertailujärjestelmät. (Pig333.com, 2009).

Alipaineilmanvaihtojärjestelmässä katolle puhaltavat tuulettimet luovat osastoon sisälle alipaineen (kuva 11). Korvausilma tulee osastoon välikatossa tai seinissä olevista luukuista, joita voidaan säätää. Tietokone säätää ilman lämpötilan mukaan sisäilman kiertoa. Puhaltimen kierroksia ja korvausilmaluukkujen aukioloasentoa säätämällä saavutetaan haluttu ilmanlaatu. Hyviä puolia ovat yksinkertaisuus, tehokkuus ja toimintavarmuus. Heikkoina puolina ilman jakautuminen. Korvausilmaluukkujen alla sika tuntee vetoa, mikä ei ole hyväksi varsinkaan talvella.



Kuva 11. Alipaineilmanvaihto (Fancom, 2019).

4.4.2 Diffuusioilmanvaihto

Diffuusioilmanvaihto toimii samalla periaatteella kuin alipaineilmanvaihto. Puhaltimet luovat sisälle alipaineen, mutta poiketen alipaineilmastoinnista korvausilma tulee suoraan välikaton lävitse. Välikattorakenne on huokoinen, mikä mahdollistaa ilman kulkeutumisen sen lävitse. Hyvänä puolena on ilman tasainen jakautuminen. Huonona puolena hieman on tehoton korvausilman saanti (kuva 12 ja 13).



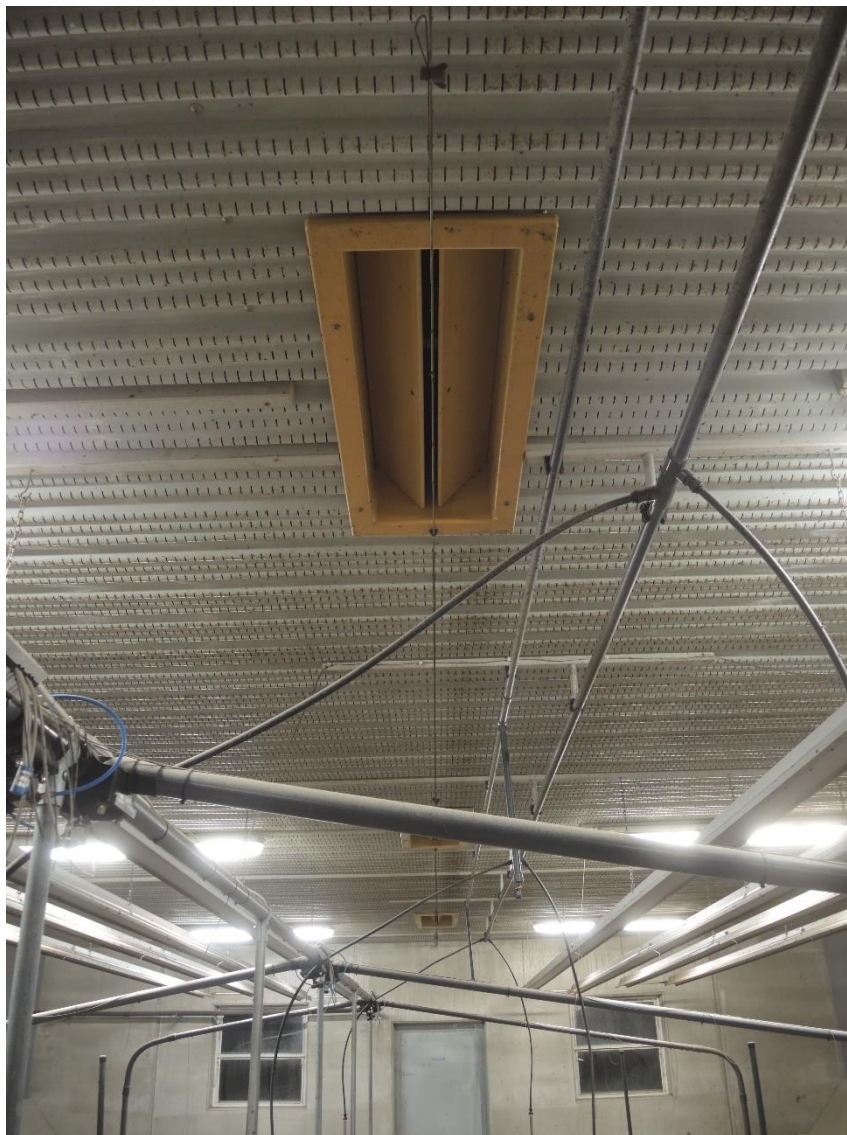
Kuva 12. Diffuusioilmastointi, (Lehtinen, 2019).



Kuva 13. Diffuusioilmastointi, (Lehtinen, 2019).

4.4.3 Kombidiffuusioilmanvaihto

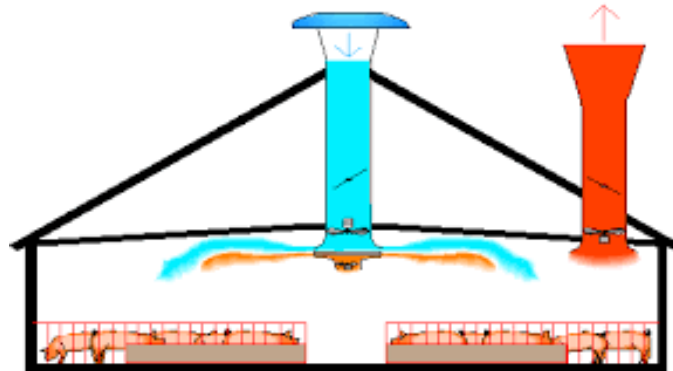
Kombidiffuusioilmanvaihto on alipaine- ja diffuusioilmanvaihdon yhdistelmä. Talvella ja viileämpään aikaan välikattoon tai seiniin asennettavat korjausilmaluukut ovat kiinni. Tällöin korvausilma tulee osastoon ainoastaan välikaton lävitse, kuten diffuusioilmastoinnissa. Kuumana kesäpäivänä, kun korvausilman määrä ei riitä ja lämpötila osastossa nousee, korvausilmaluukut avataan. Näin saadaan lisää korvausilmavirtaa.



Kuva 14. Kombidiffuusioilmastointi, (Lehtinen, 2019).

4.4.4 Tasapaineilmastointi

Tasapaineilmanvaihtojärjestelmässä yksi puhallin puhalttaa ilmaa ulos ja toinen puhallin puhalttaa ilmaa ulkoa sisälle. Puhaltimet on usein asennettu hormeihin, jotka vievät rakennuksen katolle. Metodi on hieman vanhanaikainen. Ongelmana on ilman jakautuminen tasaisesti osastoon (kuva 15), (pig333.com, 2009).



Kuva 15. Tasapaineilmastointi (pig333.com, 2009).

4.4.5 Ilmanvaihtojärjestelmien vertailu

Taulukko2. Yhteenveto eri ilmanvaihtojärjestelmien hyvistä ja huonoista puolista.

Järjestelmä	Hyvät puolet	Huonot puolet
Alipaineilmastointi	Tehokas, kustannustehokas	Vedon tuntu korvausilma- luukkujen alla
Diffuusioilmastointi	Ilman tasainen jakautuminen	Tehottomuus
Kombidiffuusioilmastointi	Ilman tasainen jakautuminen, Tehokkuus	Kustannustehokkuus
Tasapaineilmastointi	Kustannustehokkuus	Tehokkuus, ilman jakautumi- nen

4.5 Lämmitys

4.5.1 Lämpöpatteri

Lämpöpatteri on tässä tapauksessa putkisäteilijä, jonka läpi kiertää lämmin vesi. Patteri asennetaan, joko seinällä tai katonrajassa. Putkeen voidaan tehdä monenlaisia lämmönluovutusta tehostavia ratkaisuja riippuen asennuspaikasta. Katonrajaan asennettavat patteriputket ovat usein deltaputkia ja seinään asennettavat patterit ovat ns. twin-putkia (kuva 16).

Lämpöpatterin hyviä puolia ovat tehokas lämmönluovutus, käyttövarmuus ja kustannustehokkuus. Huono puoli on, että lämmönluovutus on passiivista eikä liikuta ilmaa. Lämmitetty ilma nousee luonnostaan ylöspäin. Seinällä oleva putkipatteri nostattaa lämmintä ilmaa ja auttaa korvausilman sekoittamisessa (Mtt.fi, 2016).



Kuva 16. Twinsäteilijä, (Lehtinen, 2019).



Kuva 17. Deltasäteilijä, (Lehtinen, 2019).

4.5.2 Lattialämmitys

Lattialämmityksessä lattian sisään valetaan lämmittävä elementti, yleisimmin vesikiertoputket tai sähkövastus. Kun lattia on lämmin, lämpö tulee alhaalta. Etenkin pienille porsaille tästä on hyötyä. Hyvänä puolena lämmön luovutus on tasaista, mutta järjestelmä ei lämmitä ilmaa yhtä tehokkaasti.

4.5.3 Radiaattori

Vesikiertoinen radiaattori, jonka läpi puhallin puhaltaa ilmaa. Ilmanvaihto on ns. aktiivista eli radiaattorin puhallin liikuttaa ja sekoittaa ilmaa. Järjestelmä on tehokas, mutta meluisa ja herkkä pölylle, lialle sekä kosteudelle.

4.5.4 Lämmityslaitteistojen vertailu

Taulukko 3. Lämmitysjärjestelmien hyvät ja huonot puolet.

Järjestelmä	Hyvät puolet	Huonot puolet
Lämpöpatteri	Tehokas, kustannustehokas, huoltovapaa	Passiivinen, lämmön jakautuminen
Lattialämmitys	Huoltovapaa, tasainen lämmön jakautuminen	Korkeat perustuskustannukset
Radiaattori	Tehokas, kustannustehokas, lämmön jakautuminen	Melu, herkkä pölylle ja kosteudelle

4.6 Ruokinta

Joutilaspihattoon, jonka eläinmäärä on hyvin suuri (jopa 270 eläintä), on vaikea toteuttaa ruokintaa siten, että kaikki eläimet saavat tasapuolisesti rehua. Vaihtoehtona voidaan pitää ryhmäruokintaa eli perinteistä kaukaloruokintaa tai automaattista yksilöruokintaa. Kaukaloruokinta vaatii jonkinlaisen eläinten eristyksen, etteivät vahvat yksilöt estä heikompien ruokailua. Eläinten eristys ruokailun ajaksi tarkoittaa käytännössä kaukalon jakamista välilevyin tai ruokintahäkkiä. Ruokintahäkeistä paras vaihtoehto on kippihäkki, sillä kippihäkkiin sika saadaan lukittua tarvittaessa. Ruokintahäkkien ongelma-kohta on, että sika jää helposti makaamaan häkkiin, missä sialla on rauha ja ruoka lähellä.

Automaattisen yksilöruokinnan etuja on kaikkien eläinten tasainen ja yksilökohtainen ruokinta. Ruokinta-automaattiin voidaan lisätä ominaisuuksia tarpeen mukaan. Kone tunnistaa eläimen elektronisesta korvamerkistä ja annostelee sille oikean annoksen rehua.

4.6.1 Ruokintavaihtoehtojen vertailu

Stable group kasvatusmalliin on hankala löytää sopivaa ruokintajärjestelmää suuren rehun kerta-annostelun vuoksi.

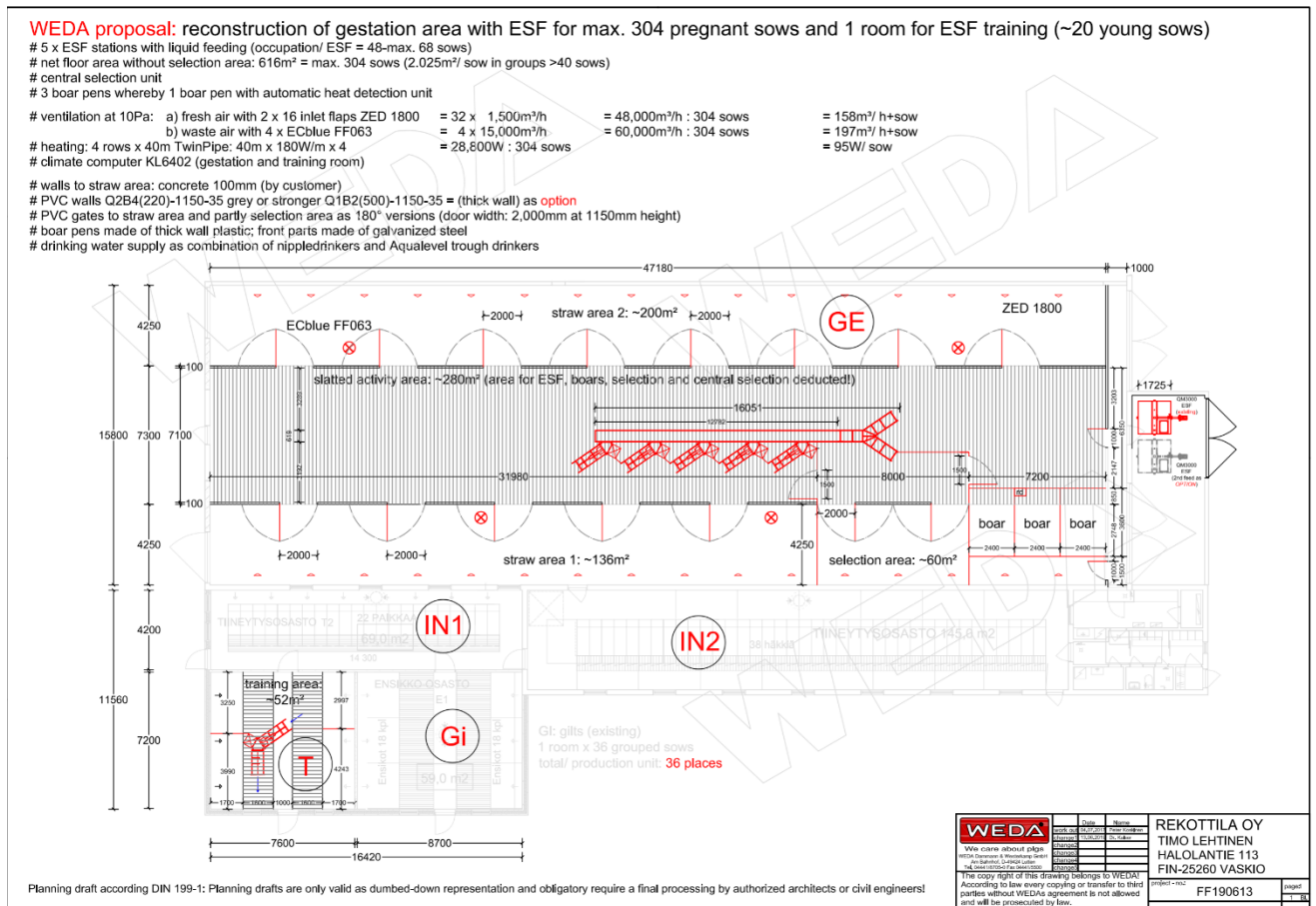
Taulukko 4. Yhteenveto erilaisten ruokintajärjestelmien ominaisuuksista.

Järjestelmä	Hyvät puolet	Huonot puolet
Ryhmäruokinta	Perustamiskustannukset, huoltovarmuus	Yksilöllisen ruokinnan puute, rehustamon kapasiteettivaade ruokittaessa suurta ryhmää kerralla
Yksilöruokinta	Yksilöllinen ruokinta, kerättävän datan määrä ja hyötykäyttö,	Perustamiskustannus, tietotekniikan määrä ja luotettavuus

5 TULOKSET JA YHTEENVETO

Rekottila Oy on tehnyt lopulliset valinnat laitejärjestelmien ja kasvatusmetodin osalta. Suunnittelu toteutettiin yhdessä teurastamon ja laitevalmistajien neuvojien kanssa.

5.1 Pohjapiirros



Kuva 18. Osaston valmis pohjapiirros (WEDA Dammann&Westerkamp GmbH, 2019).

Rekottila Oy ei vielä tässä vaiheessa lähde investoimaan pienempään joutilas- eikä tiineytysosastoon. Tiineytysosaston saneeraaminen uutta, jo hylättyä eläinsuojelulakia vastaavaksi, on taloudellisesti suuri investointi. Mahdolliselle lakimuutokselle annetaan todennäköisesti 15 vuoden siirtymäaika. Tiineytysosaston saneeraus tehdään todennäköisesti lähivuosien aikana. Samalla saneerataan pienempi joutilaspihatto.

Osasto on jaettu osiin, kaksi pähna-alueetta (Straw area) ja yksi ritiläalue (Slatted activity area), lisäksi vielä erottelualue (Selection area) ja hajukarjujen karsinat (boar). Eläimet voivat vapaasti liikkua koko pihaton alueella, pois lukien erottelu- ja karjualueet. Pihatton pinta-ala on 616 m² (ei sisällä karju- eikä erottelualueetta). Jos pihatossa on ainoastaan emakoita, on enimmäiseläinmäärä 304. Todellisuudessa eläinmäärässä voidaan hieman joustaa, sillä pihatossa on jatkuvasti tietty määrä ensikoita, joiden tilavaatimus ei ole yhtä suuri kuin emakoilla. Pähna- ja ritiläalueet on rajattu toisistaan valuharkoista tehdyillä seinillä, joissa on 13 porttia. Näin eläimet voidaan tarpeen vaatiessa sulkea jommallekummalle alueelle esimerkiksi pähnan tyhjennyksen ajaksi (kuva19).



Kuva 19. Osasto rakennusvaiheessa. Päädyssä lantaraappojen ajokoneistot, (Lehtinen, 2019).

Sääntömääräinen ikkunapinta-ala saavutetaan asentamalla eteläpäättyyn ovien tilalle rakennettuun ulkoseinään tarpeeksi suuret ikkunat (kuva20).



Kuva 20. Eteläpäädyn ikkunat, (Lehtinen, 2019).

Ensikoiden opettelualue (Training area) on tärkeässä roolissa osaston ruokintaratkaisuiden toiminnan kannalta. On korostetun tärkeää, että ensikko tietää mistä saa rehunsa ja osaa käyttää ruokinta-automaattia ja sen portteja. Jos ensikon opettamiseen ei käytetä tarpeeksi aikaa, se aiheuttaa myöhemmässä vaiheessa ongelmia.

5.2 Lannanpoistojärjestelmä

Osastossa on kaksi erilaista lannanpoistojärjestelmää. 4,25 m x 47 m ja 4,25 m x 32 m olkipatja-alueet sekä ritiläalueella lantaraapat. Olkipatja toimii sellaisenaan lannanpoistojärjestelmänä. Pahnaluon pohja on ritilästä mitattuna noin 60cm syvyydessä, mutta pahnapatjan paksuus määrää kynnyksen oikean korkeuden. Alussa, kun pahnapatja on vielä matala, lisätään porttien kohdalle hieman haketta helpottamaan sikojen kulkua oljen ja ritiläalueen välillä.

Osaston pohjoispäässä on ovet, joista pahnat voidaan tyhjentää ja ajaa uudet kuivikkeet sisään. Patjat tyhjennetään ja vaihdetaan kaksi kertaa vuodessa ja olkea lisätään aluksi viikoittain. Olkipatjassa tapahtuu oljen palamista, mutta tuoreen oljen lisäyksellä varmistetaan jatkuva puhdas ja hygieeninen alusta sioille. Siat saattavat syödä jonkun verran olkea, joten oljen laatu on erityisen tärkeää. Homeinen olki voi aiheuttaa hedelmällisyysongelmia.

Olkipohjapihatto vastaa ominaisuuksiltaan pitkälti purupohjapihattoa eläinten hyvinvoinnin, tiinehtymisen ja terveyden kannalta. Hyvin hoidettu olkipihatto on eläinten viihtyvyyden kannalta erinomainen. (Emakkosikalan pihatto-opas. KMVET-lehden erikoisliite, 2001)

Ritiläalueen alla kulkee neljä lantakäytävää, jotka tyhjennetään vaijerivetoisella raapalla osaston pohjoispäässä olevaan syvennykseen. Ritiläalue toimii määräysten mukaisena likaisena alueena ja olkipohja toimii kiinteänä lattiana (kuva20).



Kuva 21. Kuva. Lantakäytävät, joiden päälle asennetaan betoniritilät. (Lehtinen, 2019).

5.3 Ruokinta- ja juomavesijärjestelmä

Sikalassa on käytössä liemiruokinta. Rehustuksen kuormitus ei lisäänty, koska eläinmäärä pysyy samana. Joutilosastoon asennetaan Weda:n ruokinta-automaatit (kuva22). Ruokinta-automaatissa jokainen sika ruokailee yksin ja rauhassa. Automaatti tunnistaa eläimen sähköisestä korvamerkistä ja annostelee eläinkohtaisen rehumäärän. Tiekone rekisteröi jokaisen eläimen kohdalta ruokailukerrat, rehumäärän, ruokailuajat ja kuinka kauan ruokailu on kestänyt. Näitä tunnuslukuja käytetään hyväksi tuotannon suunnittelussa. Koska automaatissa sika voi ruokailla 24 tuntia vuorokaudessa, on liemirehua oltava valmiina koko tämän ajan. Kioskien lähelle osaston eteläpään asennetaan puskurisäiliö, mihin rehustamo valmistaa valmista liemirehua. Ruokinta-kioski annostelee tästä välisäiliöstä rehua eläimille.



Kuva 22. Ruokintakioskeja (WEDA Dammann&Westerkamp GmbH, 2019).

Ruokintakioski sijoitetaan ritiläalueen keskelle. Ruokintakioskista sika pääsee käyttävää pitkin kävelemään joko takaisin pihattoon tai vaihtoehtoisesti sika voidaan ohjata erotelukarsinaan. Kioskit on sijoitettu siten, että syötyään sika joutuu kauas ruokintakioskien sisäänkäynnistä. Tämä antaa mahdollisuuden heikoimmille yksilöille päästä ruokailemaan. On havaittu, että jos kioskin pystyy helposti kiertämään, vahvimmat yksilöt valtaavat kioskit kokonaan eivätkä päästä heikompia yksilöitä ruokailemaan. Myös eläinten väliset tappelut vähenevät, kun jokaisella on ruokarauha.

Juomavesi järjestetään juomanipoilla. Pihattoon asennetaan pohjoispäättyyn juomapistepiste. Kun sika on ruokaillut ja sille tulee jano, se joutuu kävelemään toiseen päähän osastoa juomaan. Tällä ratkaisulla edistetään sian liikumista ja myös toisten heikompien yksilöiden ruokarauhaa.

5.4 Ilmastointi

Osastoon asennetaan neljä poistoilmahormia säätävillä puhaltimilla. Poistoilmahormit asennetaan pohjapiirustuksen esittämällä tavalla tasaisesti, jotta ilman vaihtuvuus olisi tasaista. 32 korvausilmaluukkuja asennetaan välikattoon seinien viereen. Tietokone säätää poistoilmapuhaltimien nopeutta ja korvausilmaluukkujen asentoa. Emakot eivät ole olosuhteiden osalta yhtä vaativia kuin esimerkiksi välikasvatusporsaat. Riittää

kunhan raikasta ilmaa saadaan tarpeeksi ja ilma on lämmintä, ettei kosteutta pääse muodostumaan.

5.5 Lämmitys

Osastoon asennetaan kaksi twinsäteilijää kummallekin seinälle korvausilmaluukkujen alle. ” Seinällä oleva putkipatteri nostattaa lämmintä ilmaa ja auttaa korvausilman sekoittumisessa” (mtt.fi , 2005).

5.6 Lopetus

Osaston saneeraustyöt aloitettiin helmikuussa 2019. Purkutyöt valmistuivat muutaman viikon kuluessa tästä. Koska saneerausta ei oltu etukäteen suunniteltu, oli suunnittelu-työ tehtävä tavanomaista nopeammalla aikataululla. Rakennustöitä tehtiin lähes koko vuosi 2019. Katon korjaaminen työllisti alkuvuodesta. Pohjapiirrossuunnitelma lyötiin lukkoon keväällä 2019 ja näin aloitettiin lattian ja lietekuilujen valaminen. Viimeiset laitetilaukset tehtiin elokuussa 2019. Asentamatta ovat vielä ilmastointilaitteet, ruokintakalusteet, ruokintalaitteet, ruokintalinjat, aidat ja portit. Odotamme Saksasta kalustekuormaa viikolla 3, jolloin voimme aloittaa viimeiset asennukset.

LÄHTEET

Alipaineilmanvaihto. Pig333.com. (2009). Haettu 4.12.2019 osoitteesta https://www.pig333.com/articles/principles-of-ventilation_814/

Alkuperäinen kattotuolien tuenta. Sweco rakennetekniikka Oy. (2018). Haettu 15.7.2019

Electronic sow feeders. Banrie. (2013). *The Pig site* 3/2013. Haettu 15.05.2019 osoitteesta <https://thepigsite.com/articles/electronic-sow-feeders>

Eläinsuojelulaki asettaa vaatimukset eläinten tarvitsemalle pinta-alalle. Valtioneuvoston asetus sikojen suojelusta 629/2012 10§. Haettu 10.6.2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120629>

Emakoiden runsas liikkumatila edistää paitsi hyvinvointia, myös porsimisten helpoutta. Sikatieto. (2006). Haettu 29.11.2019 osoitteesta <http://sikatieto.sey.fi/sikayrittajan-sivut/pihatot>

Grouping sows: Social rank affects litter size. WATTAgNet.com. (2008). Haettu 29.11.2019 osoitteesta <https://www.wattagnet.com/articles/860-grouping-sows-social-rank-affects-litter-size>

Joutilaiden emakoiden pihatot ovat Suomessa vähitellen korvaamassa joutilashäkkien käytön. Emakkosikalan pihatto-opas. Mari Heinonen ja Pirjo Mälkiä (toim.): KMVET-lehden erikoisliite. Tampere 2001. Olkipohjan eduista. Haettu 19.11.2019

Kuva 10. Maaseutumedia (2019). <http://www.maaseutumedia.fi/sikakuvat-voi-tehdakahdella-tavalla/>

Kuva 11. Fancom <https://www.fancom.com/solutions/climate/easyflow-basic-ventilation-system>

Kuva 15. pig333.com. Tasapaineilmastointi https://www.pig333.com/articles/principles-of-ventilation_814/

Kuva 8. Imulannanpoisto. (2019). Pellon Group <https://www.pellon.fi/se/svin/lannanpoisto/lietelannanpoisto/>

Kuva 9. Pellon group. (2019). Köysivetoinen raappa <https://www.pellon.fi/se/svin/lannanpoisto/lietelannanpoisto/>

Laki asettaa vaatimuksen myös lattian rakenteelle. Valtioneuvoston asetus sikojen suojelusta 629/2012 8§. Haettu 17.12.2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120629>

Lämmitys. Mtt.fi. (2016). Haettu 1.12.2019 osoitteesta <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Naudanlihantuotanto/4.%20Ilmanvaihto%20vasikkatiloissa.pdf>

Lämpöpatteri. Mtt.fi (2005) Haettu 8.12.2019 osoitteesta <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Naudanlihantuotanto/4.%20Ilmanvaihto%20vasikkatiloissa.pdf>

Naudan- ja sianlihantuotannon kehitysnäkymät 2025. Kantar TNS Agri Oy, (30.6.2018)

Niillä emakoilla, jotka elävät joutilasaikansa pihatossa, esiintyy vähemmän porsimongelmia. Emakkosikalan pihatto-opas. Mari Heinonen ja Pirjo Mälkiä (toim.): KMVET-lehden erikoisliite. Tampere 2001. Haettu 28.06.2019

Pihatto antaa eläimille enemmän liikkumatilaa ja mahdollisuuden monipuolisempien ympäristöjen luomiseen kuin karsina. Sikatieto. (2005). Haettu 28.06.2019 osoitteesta <http://www.sikatieto.fi/sikayrittajan-sivut/pihatot>

Porsasmyllyn pohjapiirustus . M-Rakennustoimisto Oy. (01.02.2018). Haettu 01.05.2019.

Sian aistit ja käyttäytyminen. Farmit.net (02.05.2015). Haettu 13.06.2019 osoitteesta <https://www.farmit.net/kotielain/lihasika/terveydenhuolto/sian-aistit-ja-kayttaytyminen#sosiaalinen%20kayttaytyminen>

Sikalan katto romahtanut salossa. Iltalehti. (05.02.2019). Haettu 15.05.2019 osoitteesta <https://www.iltalehti.fi/kotimaa/a/ab39e486-f011-4f18-8f93-5fa6b5aa4d74>

Tasapaineilmastointi. Pig333.com. (2009) Haettu 7.12.2019 osoitteesta https://www.pig333.com/articles/principles-of-ventilation_814/