

Systemen voor het onbeperkt voeren van zeugen met een mengsel met 40 % krachtvoer en 60% perspulp

Wim Houwers
Monique Kaemmerer (IRS)

Voorwoord

Volgens het Varkensbesluit is het verplicht om aan drachtige zeugen 'enig' ruwvoer te verstrekken. Perspulp is een co-product van de suikerbereiding dat hiervoor zeer geschikt is. De opname van bietenperspulp door zeugen heeft een positieve invloed op de rust in de stal, het welzijn en de gezondheid van de dieren. Het voeren van perspulp vraagt om praktisch toepasbare voersystemen. Om hieraan tegemoet te komen is een onderzoeksprogramma opgezet om gemechaniseerde systemen te ontwerpen en zo mogelijk te testen op praktische uitvoerbaarheid

Dit rapport is het resultaat van een ontwerp van een voerinstallatie voor het samenstellen en onbeperkt voeren van een mengsel waarin 60 % van het krachtvoer wordt vervangen door perspulp. Het eerste ontwerp werd in samenwerking met een groep geïnteresseerde bedrijven: Klein Tank, varkenshouder te Vragender, Gunnewick Mengvoeders BV, SKIOLD Nederland en IRS gemaakt voor een bedrijf dat al drachtige zeugen in een groep onbeperkt voerde. Daarna werden enkele ontwerpen gemaakt voor nieuwbouw. De indicatieprijzen voor de bouw van verschillende typen sleufsilos zijn gegeven door Bouwgroep Heijnen Aalten B.V. Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Instituut voor Rationele Suikerproductie (IRS) met financiële steun van NOVEM..

Wij danken de heren René Klein Tank, Ronald Wolters, Cor Susselbeek en Rik Hoftijzer voor de plezierige samenwerking en hun enthousiaste inbreng in dit project.

Dr. Ir. C.E. van 't Klooster ·
Agrotechnology & Food Innovations
Directeur Business Unit Agrisystems & Environment

Inhoud

Voorwoord	5
Abstract.	8
1 Inleiding	9
2 Methode	11
3 Ontwerpen	13
3.1 Voeropslag	15
3.2 Uitkuilen	16
3.3 Voerrobot	18
3.3.1 Voerrobot voor situatie Klein Tank	19
3.3.2 Voerrobot voor nieuwbouw	21
3.4 Mobiel voersysteem	23
3.5 Stationair voersysteem.	24
3.6 Kosten	27
4 Discussie	29
4.1 Sleufsilos en uitkuilen	29
4.2 Voersystemen	29
4.3 Kosten	30
5 Conclusies	31
Referenties	33
Samenvatting	35
Bijlage: Typen sleufsilos met voor- en nadelen	37

Abstract.

Inclusion of roughage by means of sugar beet pulp in the diet contributes to the welfare of sows. Pregnant sows can be fed ad libitum on a diet composed of a mixture of (on DM basis) 60% sugar beet pulp and 40% supplementary feed. Sugar beet pulp can be stored and fed dried or as a silage. By feeding pressed sugar beet pulp silage the energy for the drying process will be saved. Sugar beet pulp silage requires special storage and feeding technology, which should be embedded in the system design.

In this report a mobile system, a robotic system and a stationary feeding system to enable ad libitum feeding of a mixture of sugar beet pulp silage and concentrate to sows are presented. For each feeding system a suitable housing system for pregnant sows is designed. Five types of adequate surface silage bunkers in prefab or cast concrete, and with or without an asphalted floor surface are presented.

Keywords: Sugar beet pulp silage, Feeding technology, Pigs, Housing, System design

1 Inleiding

Het verstrekken van bietenpulp heeft een positieve invloed op het welzijn van beperkt gevoerde zeugen doordat enerzijds de dieren een gevoel van verzadiging ondervinden en anderzijds het een positief effect heeft op de rust in de stal. Door Brouns *et al.*, (1996) is aangetoond dat zeugen onbeperkt kunnen worden gevoerd met een mengsel waarin tot 40 % gedroogde bietenpulp is verwerkt, zonder dat zij noemenswaardig vervetten. Op dit moment wordt bietenpulp in gedroogde vorm al op grote schaal in het rantsoen van dragende zeugen verwerkt. Hiervoor is het noodzakelijk dat de bietenpulp gedroogd wordt. Er wordt energie bespaard door bietenpulp na het persen niet te drogen maar als perspulp (22 - 28 % DS) naar de bedrijven van bestemming te transporteren en als zodanig te vervoederen.

Tot op heden zijn er twee methoden ontwikkeld om perspulp aan zeugen te voeren.

Perspulpstilage kan in beperkte mate, op droge stof basis tot 10 á 20 %, worden gemengd met krachtvoer en met droogvoerinstallaties individueel aan zeugen worden gevoerd (Houwens en Haaksma, 1999, Houwers *et al.* 2000). Voor systemen met voerstations is het aantrekkelijk om perspulpstilage onbeperkt aan te bieden (Houwens en Haaksma, 2002). Een derde mogelijkheid om perspulp aan zeugen te voeren is om dit te mengen met krachtvoer en onbeperkt aan te bieden (Ekkel *et al.*, 2000). Op dit moment is er geen gemechaniseerd systeem om een mengsel van perspulp en krachtvoer in een 60:40 verhouding, onbeperkt aan zeugen te voeren. Hiervoor is verdere ontwikkeling van zowel het transport en dosering van het mengsel naar het voersysteem, als van het voersysteem in zijn geheel, noodzakelijk.

Er zijn door het ID-Lelystad (Ekkel *et al.*, 2000) op het varkensproefbedrijf Bantham in groepen van ca. 11 zeugen proeven gedaan met onbeperkte voeding van een 60-40 mengsel van perspulp en krachtvoer. Achtereenvolgens werd een systeem met één eetplaats per groep en een systeem met gelijktijdige voeding op bruikbaarheid getest. De voeropname per zeug per dag varieerde tussen de 7 en 10 kg product, dit is ca 3,5 kg droge stof. Het systeem met gelijktijdige voeding bleek hier het beste uitvoerbaar gezien de productieresultaten en het gedrag van de dieren. Kort na het verstrekken van het voermengsel ging de activiteit van de dieren naar beneden.

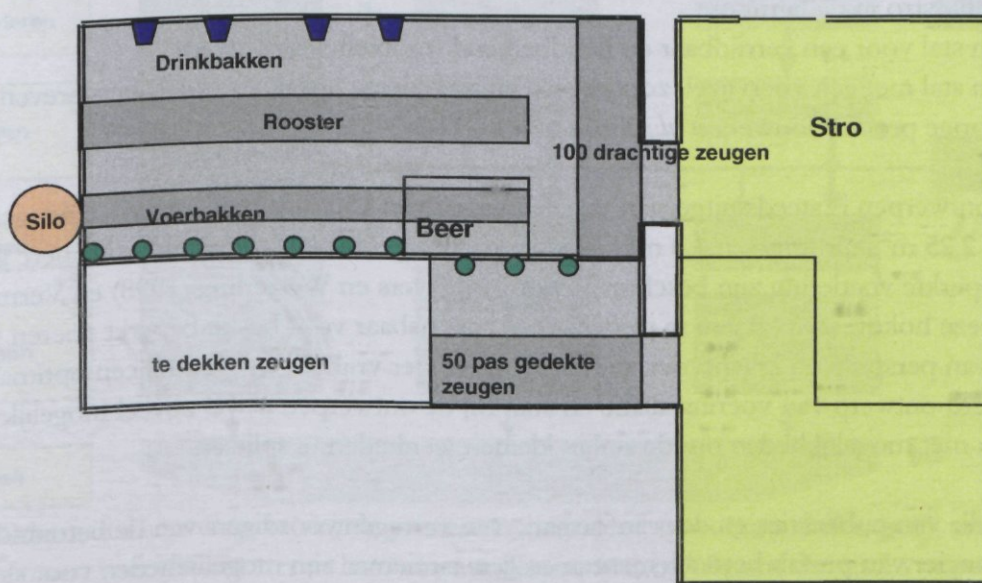
De toename van gewicht en spekdikte tijdens de dracht was lager dan werd verwacht op basis van de verstrekte hoeveelheid voer. Dit kan onder anderen veroorzaakt zijn door vermorsen van voer. Het voeren van een mengsel van 60:40 mengsel perspulp/krachtvoer blijkt potentieel haalbaar te zijn. Bij onbeperkte voeding van droge mengsels van bietenpulp en krachtvoer worden opnames genoemd van 3 kg in de eerste dracht tot 4 kg door oudere zeugen (Vermeer *et al.*, 2001).

Het doel van dit project is om ontwerpen te maken voor voer- en stalsystemen om een mengsel van perspulp en krachtvoer onbeperkt en mechanisch aan zeugen in groepshuisvesting te verstrekken.

2 Methode

Er zijn drie ontwerpen gemaakt voor stallen met een voersysteem voor een mengsel bestaande uit 60 % perspulp en 40 % krachtvoer. Bij de ontwerpen zijn de volgende processen aan de orde gekomen: opslag, uitkuilen, transport, doseren, mengen en voeren. De processen zijn ingevuld aan de hand van bedrijfssituaties die in de praktijk voor kunnen komen. Er is eerst een ontwerp voor een bestaand bedrijf als 'vingeroefening' gebruikt en uitvoerig beschreven. Voor dit bedrijf is een ontwerp voor een systeem met een voerrobot gemaakt, waarbij vooral gebruik is gemaakt van wensen, kennis en ervaring van betrokken bedrijven. Vervolgens is dit ontwerp aangepast voor een nieuwbouwsituatie. Daarnaast zijn er ontwerpen gemaakt voor een stationair systeem en een mobiel systeem. Bij het stationaire systeem is vooral gebruik gemaakt van eerdere ervaringen en recent onderzoek met het voeren van perspulp (Ekkel *et al*, 2000 en diverse publicaties van Houwers en Haaksma). Het mobiele systeem is gebaseerd op de huidige praktijk bij het voeren van snijmaïs in de vleeskalverhouderij en is ontworpen in overleg met een mechanisatiebedrijf dat in deze sector actief is.

Het eerste ontwerp werd gemaakt tijdens 3 ontwerpssessies met enkele mogelijk betrokken bedrijven waarin de wensen en ervaringen van een geïnteresseerde en ervaren varkenshouder, een leverancier van voerinstallaties en een leverancier van aanvullend voer zijn vastgelegd. Deze werd waar nodig aangevuld met kennis van A&F. Er werd uitgegaan van de situatie zoals die bestond op het bedrijf Klein Tank (figuur 1). Deze bestond uit een groepshuisvesting voor 150 zeugen met onbeperkte droogvoeding in voormalige aanbindstal en ingestrooide ligruimte in een open aanliggende schuur. De gespeende en te dekken zeugen staan in voerligboxen, en krijgen een ander voermengsel dan de drachtige zeugen.



Figuur 1: Bestaande groepshuisvesting van dragende zeugen met onbeperkte voeding van krachtvoer met bietenpulp in de zeugenstal van Klein Tank

Ongeveer 2 dagen na de dekking komen de zeugen in een groep met pasgedekte zeugen. Na drachtigheidscontrole komen de zeugen in een grotere groep. Er staan nu 7 Groba ad-lib droogvoerbakken op een afstand van ca. 1,5 m naast elkaar in de groep met drachtige zeugen en 3 bakken in de groep met pas gedekte zeugen. De 4 drinkbakken staan tegen de wand tegenover de voerbakken. Deze stalindeling bevalt goed omdat de zeugen worden gedwongen de droogvoerbakken te verlaten om te drinken. Hierdoor kan een zeug niet langdurig een bak bezet houden en krijgen alle zeugen regelmatig de kans om te eten. Bovendien wordt voorkomen dat zeugen water in de voerbak druppelen. De droogvoerbakken worden gevuld met een kabelvoersysteem. Er wordt onbepaald een verkruidde pellet (5 mm), waarin 40 % gemalen bietenpulp is verwerkt, gevoerd. Door pelletering wordt ontmenging voorkomen, 'loopt' het voer beter door de installatie en kunnen er goedkope grondstoffen worden gebruikt. De pellet is verkruid omdat de hardheid van de pellets te belastend is voor het kabelvoersysteem. In deze stal is er vrij veel aanvoering van mest op de vloer, omdat de mest een plakkerige consistentie krijgt. Dit is een algemene ervaring met voer waarin veel bietenpulp is opgenomen (Vermeer *et al.*, 2001) en wordt geweten aan het suikergehalte in de pulp die in mengvoer is verwerkt. Vaak is er sprake van geïmporteerde bietenpulp waarin melasse is verwerkt. Perspulp hoeft daarom ten opzichte van bietenpulp niet nadelig te zijn omdat het suikergehalte lager is.

Mede op basis van de verkregen kennis en inzichten zijn enkele globale ontwerpen gemaakt voor nieuwbouwsituaties. Omdat niet alle zeugen geheel gelijktijdig (voerboxen met uitloop) of sequentieel (voerstations) gevoerd worden zal het stalontwerp ten opzichte van deze systemen kunnen afwijken.

1. Een stal met een voerrobot aan een rail met dezelfde uitgangspunten als hierboven, met ruim stro in de ligruimte
2. Een stal voor een verrijdbaar en handbediend (mobiel) voersysteem
3. Een stal met een voervijzel, zonder stro en met kleine ligvakken, zoals beschreven in een vorige proef (Houwers *et al.*, 2001)

Bij deze ontwerpen is steeds uitgegaan van een groep van 150 drachtige zeugen, 6 zeugen per eetplaats, 2,25 m² stalruimte en 1,3 m² ligruimte per zeug. Hokontwerpen voor kleinere groepen met onbeperkte voeding zijn beschreven door Houwers en Westerling (1998) en Vermeer *et al.* (2001). Deze hokontwerpen zijn in principe ook toepasbaar voor het onbepaald voeren van een mengsel vanerspulp en krachtvoer, maar zullen minder vrijheden geven bij een optimaal geïntegreerd ontwerp van voerinstallatie en stal. Bij de ontwerpen is wel zoveel mogelijk rekening gehouden met mogelijkheden om de stal in kleinere eenheden te splitsen.

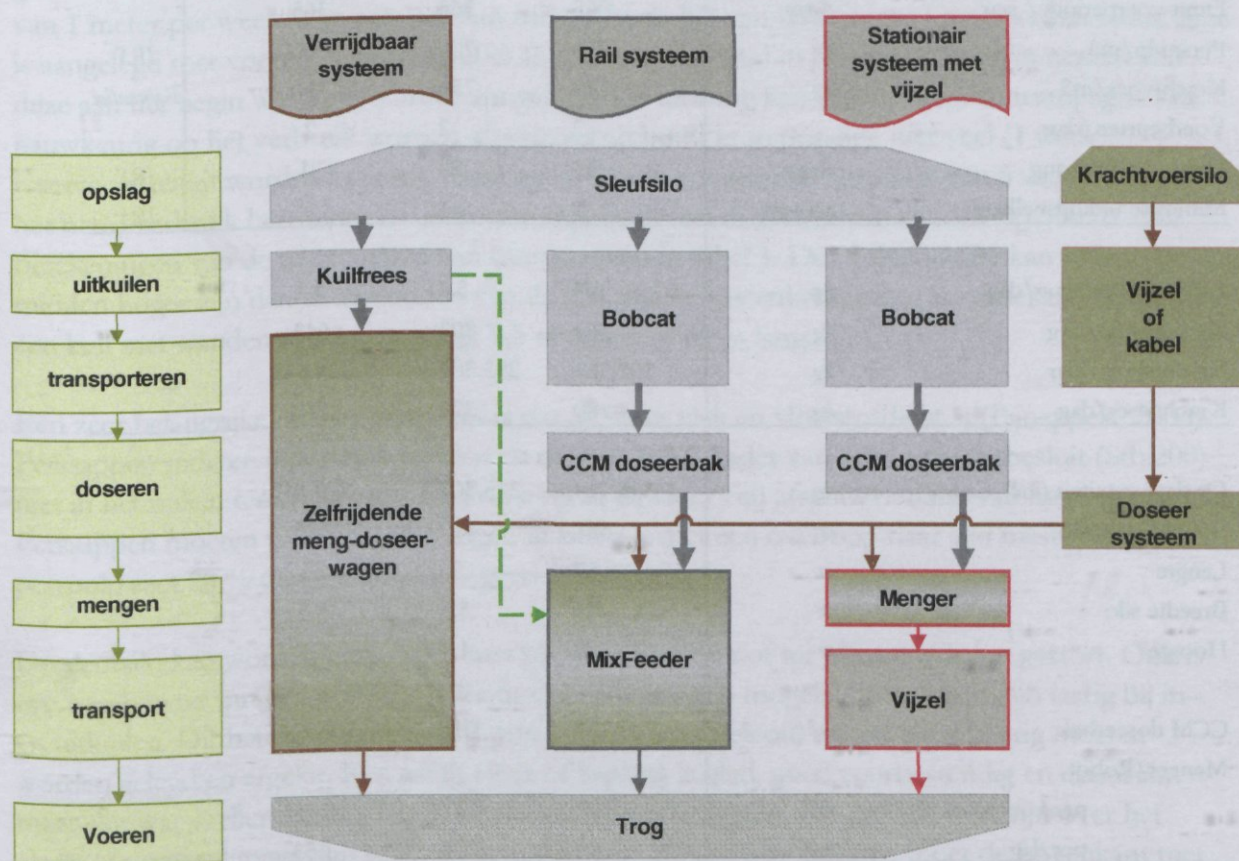
Door studie van publicaties en door informatie van vertegenwoordigers van de betonindustrie, een leverancier van prefab betonelementen en een aannemer zijn mogelijkheden voor sleufsilo's bepaald en de voor- en nadelen van verschillende sleufsilo's benoemd.

3 Ontwerpen

Het is niet mogelijk om zomaar alle bijproducten die in de rundveehouderij worden gevoerd in de varkenshouderij te gebruiken. Er dient minimaal 15 % graan in het varkensvoer te zitten. Dit kan bij een mengsel met 60 % perspulp verwezenlijkt worden.

In Denemarken is ervaring met lekken van de MixFeeder bij natte pulp. Dit hoeft bij 'paneren' van perspulp met 28 % droge met krachtvoer niet op te treden. Verder is het belangrijk dat de perspulp 28 % droge stof heeft omdat anders de opname van nutriënten in gevaar komt. Bij een dussdanige perspulpgift is een controle op de opname nodig. Bij 50 % perspulp zou dit minder kritisch zijn.

In figuur 2 zijn de behandelde processen schematisch weergegeven met daarnaast de mogelijke uitvoeringen van de processen bij de vervoeding van perspulp. Een verrijdbaar systeem, een railsysteem met een voerrobot en een voersysteem met een vijzel in de stal zijn verder uitgewerkt.



Figuur 2. Schematische weergave van de processen voor de vervoeding (links, geel) en drie uitvoeringen van voersystemen voor het samenstellen en voeren van een mengsel van perspulp en krachtvoer aan varkens. De gestippelde lijn geeft een nog te ontwikkelen mogelijkheid aan.

In tabel 1 zijn een aantal uitgangspunten en capaciteitsberekeningen van opslag van perspulp en van te gebruiken voertechniek weergegeven voor mengsels met 60 %, 50 % en 40 % perspulp in het rantsoen. Hieruit blijkt dat de mengverhouding grote invloed heeft op de capaciteit van opslag en doseerapparatuur.

Tabel 1. Uitgangspunten, verbruik en capaciteit van opslag van perspulp en te gebruiken voertechniek

Verhouding perspulp:krachtvoer	Eenheid	60:40	50:50	40:60	Bron
Aantal drachtige zeugen		150	150	150	
Voer /zeug per dag	kg ds	3	3	3	PV
Vervanging	%	60	50	40	
Droge stof % perspulp	%	28	28	28	IRS
Duur voerperiode/ jaar	dagen	365	365	365	
Perspulp/m3	kg	700	700	700	IRS
Krachtvoer/m3	kg	750	750	750	Rijnvallei
Voerbeurten/dag		2	2	2	
Duur conservering	dagen	35	28	21	IRS
Minimale uitkuilsnelheid	m/week	1	1	1	IRS
Kg perspulp/zeug/dag	kg	6.4	5.4	4.3	
Kg perspulp/dag	kg	964	804	643	
Kg perspulp/jaar	kg	351.964	293.304	234.643	
Krachtvoer/dag	kg	180	225	270	
Opslagcapaciteit (incl. Conservering.)	kg	385.714	315.804	248.143	
Inhoud sleuvsilo	m3	551	419	335	
Lengte	m	57	56	55	
Breedte silo	m	5,5	5,5	5,5	
Hoogte	m	1,8	1,4	1,1	
CCM doseerbak	m3	1,38	1,15	0,92	
Menger/Robot					
per voerbeurt (2)	m3	0.97	0.87	0.77	
per dag	m3	1.94	1.74	1.53	

3.1 Voeropslag

Een voorwaarde voor de varkenshouders voor deelname aan de IKB-regeling is dat de diervoeders zijn geleverd door GMP-gecertificeerde bedrijven. Met de GMP12-code (PDV, 2003) wordt de GMP-regeling aangevuld met de laatste stap van de diervoederkolom, namelijk vanaf de opslag tot aan de vervoeding. De producten moeten zo opgeslagen worden dat achteruitgang en kruisbesmetting van de voeders voorkomen wordt. Het voer moet hiervoor op adequate wijze en bij voorkeur afgesloten opgeslagen worden. Tijdens de bereiding en het voeren dient ongewenste uitgroei van micro-organismen voorkomen worden. Verder dient voorkomen worden dat er voerresten in de leidingen of in de trog achterblijven.

Er moet worden voorkomen dat schimmel en broei kunnen optreden. Als voorwaarde voor een goede kuil wordt gezien: een verharde ondergrond, bij voorkeur een sleufsilos en een voersnelheid van 1 meter per week. Van een kuil kan men, afhankelijk van de hoogte, 3 tot 5 weken nadat deze is aangelegd met voeren beginnen (tabel 1). Om een kuil snel in gebruik te kunnen nemen kan deze aan het begin wat lager worden aangelegd. De levering kan tijdens de bietencampagne vrij nauwkeurig op het verbruik worden afgestemd en hoeft er in principe niet veel (1 week) reservecapaciteit worden begroot. In dit geval wordt een reserve capaciteit van 6 weken boven het netto verbruik berekend. De gewenste capaciteit van de sleufsilos komt dan op 550 m³. De berekeningen van de netto maten zijn weergegeven in tabel 1. De opslaghoogte kan in het midden hoger zijn dan de zijwanden van de silo. Bij de kostenberekening is verder uitgegaan van een kuil met wanden van 1,5 m hoog, 5,5 m breed en 60 m lang.

Een zeer belangrijke eis aan sleufsilos is dat de vloer vlak en vloeistofdicht is (Pijnappels, 2003). Perssappen moeten afgevoerd worden en mogen in het kader van het Lozingenbesluit (Stb.200) niet in het milieu terechtkomen. Hiervoor moet de vloer een afschot hebben van meer dan 1,5 %. Perssappen moeten worden opgevangen in een put met een overloop naar een mestopslag. Bij perspulp met 28 % droge stof zijn er geen perssappen.

De sleufsilos kan worden uitgevoerd met prefab elementen of ter plaatse worden gestort. Ook is een combinatie van een gestorte vloer met prefab wanden mogelijk. Obstakels zijn lastig bij in- en uitkuilen. Dit betekent dat prefabbeton vloerplaten (Stelcon) uiterst nauwkeurig moeten worden gelegd en afgekit. Een asfalt vloer of toplaag is glad, goed zuurbestendig en elastisch, maar slijt wat sneller dan een betonnen vloer. Vloerelementen van prefabbeton zijn over het algemeen meer slijtvast dan gestorte betonvloeren. Bij gestorte wanden moet de bovenkant met een vellingkant worden uitgevoerd om beschadiging van het plastic te voorkomen. Het staande en horizontale vlak is daarbij aan de hoek afgeschuind of afgerond. Prefab wanden kunnen rond worden afgewerkt. Asfaltvloeren worden vaak gelegd in combinatie met erfverharding.

De kuil wordt afgedekt met landbouwplastic van voldoende sterkte en afgedekt met een laag grond van 5 tot 10 cm. Hierdoor wordt voorkomen dat er na het inkuilen lucht toetreedt en bederf optreedt.

De belangrijkste typen sleufsilos zijn:

1. Sleufsilo met prefab beton wanden en een zuurbestendige asfaltvloer
2. Sleufsilo met prefab beton wanden en een vloer van prefabbeton vloerplaten
3. Sleufsilo met prefab beton wanden en in het werk gestorte betonvloer
4. Sleufsilo geheel in het werk gestort beton
5. Sleufsilo geheel in het werk gestort beton met zuurbestendige asfalt toplaag op de vloer

In de bijlage worden deze sleufsilos met de voor- en nadelen, die zijn vermeld bij de prijsindicatie door Bouwgroep Heijnen, weergegeven.

3.2 Uitkuilen

De methode van uitkuilen wordt bepaald door de bedrijfssituatie, de aanwezige mechanisatie en door de voerinstallatie waarmee de perspulp verder gevoerd wordt. In de rundveehouderij wordt over het algemeen gebruik gemaakt van kuilvoersnijders waarmee de kuil in blokken wordt gesneden en getransporteerd. Het voordeel hiervan is dat het product zelf niet wordt losgemaakt en zonder dat bederf optreedt korte periode in de stal opgeslagen kan worden. Een nadeel van dit systeem is dat de blokken te groot zijn om in een voersysteem voor varkens te verwerken. Met een andere methode wordt de kuil in de sleufsilo losgemaakt (figuur 3) en direct in het transport/voer-systeem, b.v. een voerdoseerwagen, gebracht en direct gevoerd. Met een kuilfrees kan de kuil zeer strak afgesneden worden en de hoeveelheid die wordt losgemaakt precies worden afgestemd op de behoefte. Hierdoor wordt broei in de kuil beperkt en wordt voorkomen dat er perspulp onnodig wordt losgemaakt. De frees kan 150 kg/minuut losmaken en lossen tot een hoogte van 2 m.

Bij beide methoden blijft er een recht snijvlak van de kuil achter, waardoor de kans op bederf gering is.

Figuur 3.

Kuilfrees met voerdoseerwagen bij een snijmaiskuil in een sleufsilo met prefabbeton vloerplaten en gemetselde wand.



Bij een derde methode worden kleine hoeveelheden met een voorlader op een trekker of een kleine shovel (Bobcat) losgestoken en daarna in een doseerder of een menger gelost. Deze methode laat een ruwer snijvlak achter. Het voordeel van deze methode is dat wanneer een trekker aanwezig is de investeringskosten laag zijn.

Op veel varkenshouderijbedrijven is een zelfrijdende shovel (figuur 3) aanwezig, welke vaak als 2^e hands wordt aangekocht en ook voor andere activiteiten wordt ingezet.



Figuur 4. Voorbeelden van een zelfrijdende shovel met cabine en een shovel zonder cabine

3.3 Voerrobot

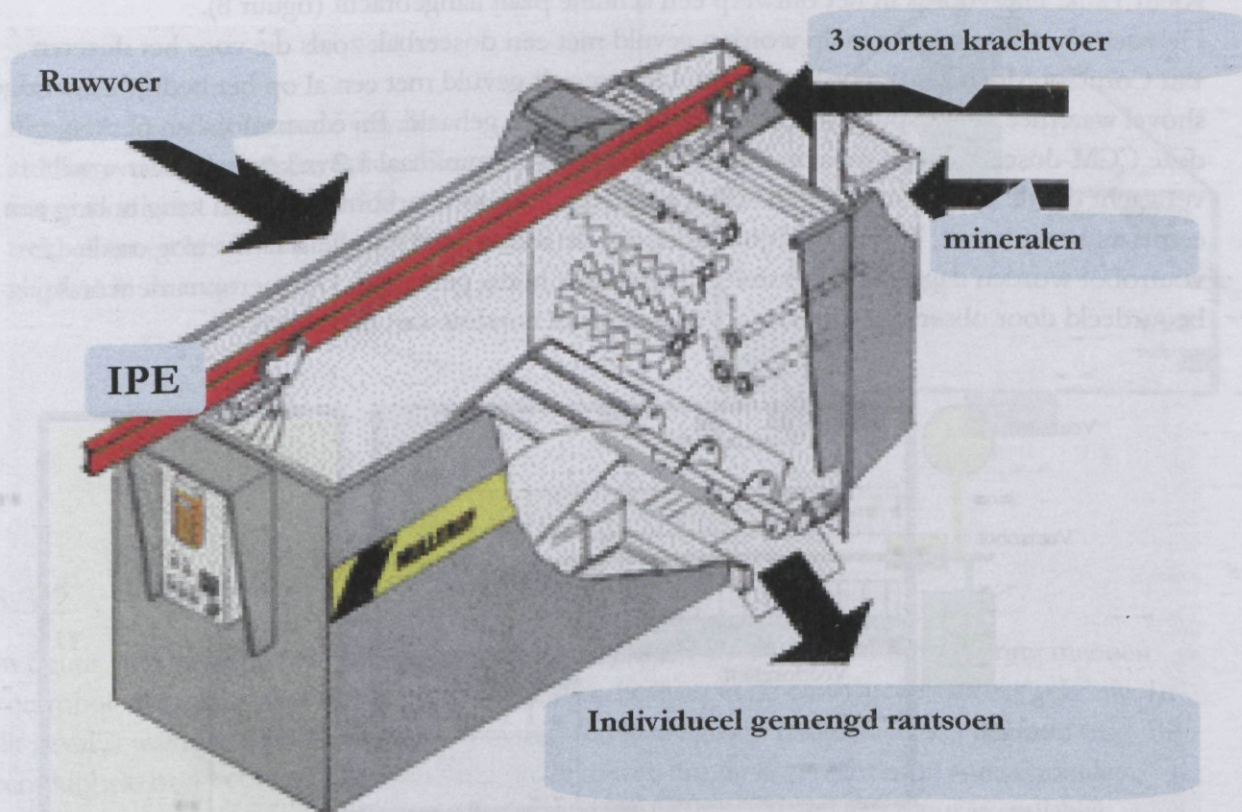
Een voerrobot is een programmeerbaar mobiel systeem dat op een van tevoren bepaalde plaats een bepaalde hoeveelheid voer samenstelt en doseert. De MixFeeder is een voerrobot die op verschillende plaatsen kan worden gevuld en op verschillende plaatsen kan lossen. De MixFeeder kan ook voor het doseren van zaagsel en kort stro worden gebruikt. Tijdens het transport wordt voortdurend gemengd en van ontmenging zal geen sprake zijn. Het systeem volgt een ingestelde route en kan op één vaste plaats gecontroleerd, gereinigd en onderhouden worden. Dit betekent dat geen voerresten in de voerinstallatie blijven zonder dat dit waargenomen kan worden en kan het systeem voldoen in situaties waarin hoge eisen aan hygiëne worden gesteld. Tevens biedt een railsysteem mogelijkheden om ook andere producten te transporteren. In figuur 5 is een voerrobot in een Deense melkveestal afgebeeld. In figuur 6 is een opengewerkte tekening van de MixFeeder weergegeven met de IPE balk, de container voor het ruwvoer en de containers voor krachtvoer en mineralen.

Figuur 5.
Voyerrobot hangend aan IPE balk
in een Deense melkveestal



Een aan een IPE 160 balk¹ hangende voerrobot (figuur 6 en 9) rijdt over de troggen waar gedoseerd moet worden. Bij één maal voeren per dag moet deze een inhoud hebben van 2,3 m³, waarvan 40 % boven het volume van het dagelijks te voeren hoeveelheid persulp om het mengen mogelijk te maken. Op dit moment heeft Mullerup de Mix-Feeder beschikbaar met een inhoud van 3 m³ en een netto hoogte van 2 m. Inclusief ophanging is een vrije ruimte van 2,27 m hoogte boven het lospunt of de trog vereist. Door deze robot kunnen op verschillende plaatsen verschillende mengsels voer worden gevoerd. Dit geeft de mogelijkheid om in één werkgang een groep hoogdrachtige zeugen of een groep eersteworpszeugen een eigen rantsoen te voeren.

¹ I-vormige balk van 160 mm hoog met in vergelijking met INP balken een dunner lijf en grotere en evenwijdige slenzen



Figuur 6. Opengewerkte tekening van de voerrobot, met de rode IPE balk, links de container voor het ruwvoer en aan de rechterzijde de mogelijkheid voor drie soorten krachtvoer en mineralen

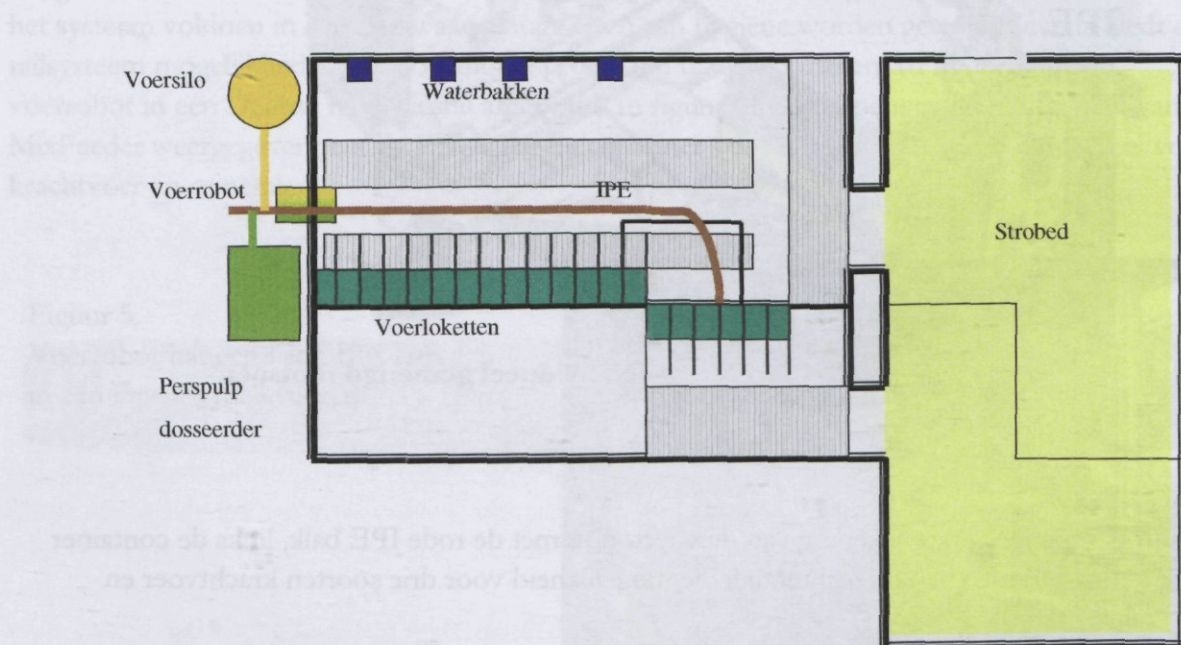
De perspulp kan met een CCM-doseersysteem of met een kuilvrees worden losgemaakt en in de voerrobot worden gedoseerd. Het CCM-doseersysteem wordt met een shovel of eventueel een ander mobiel systeem vanuit de kuil gevuld. Bij vulling met een kuilvrees moet het ophang-systeem doorlopen tot boven de kuil en bepaalt de reikwijdte van de kuilvrees de maximum breedte van de kuil.

3.3.1 Voerrobot voor situatie Klein Tank

In figuur 7 wordt een mogelijke plattegrond geschetst van de groepshuisvesting van Klein Tank na overschakeling naar onbeperkte voeding van een mengsel van perspulp en krachtvoer. De voersilo is niet in de tekening weergegeven, maar is kort naast de stal gepland. De zeugen eten uit een lange trog die langs de zijmuur wordt geplaatst. De eetplaatsen zijn onderling afgeschermd met schotjes om onderling verjagen van de zeugen te beperken. Deze trog wordt frequent gevuld met een voerrobot hangend aan een IPE 160 balk (Mullerup MixFeeder).

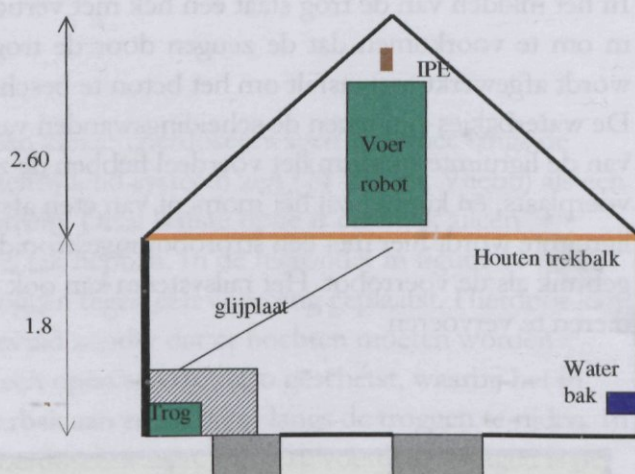
De noodzakelijke doorgangshoogte van 2,60 boven het lospunt geeft problemen in de stal van Klein Tank. Hiervoor is in het ontwerp een schuine plaat aangebracht (figuur 8).

De voerrobot kan met perspulp worden gevuld met een doseerbak zoals die voor het doseren van CornCobMix (CCM) wordt gebruikt. Deze wordt gevuld met een al op het bedrijf aanwezige shovel waarmee de perspulp ook uit de kuil kan worden gehaald. Bij éénmaal vullen per dag zal deze CCM-doseerbak een capaciteit moeten hebben van minimaal 1,2 m³ (tabel 1). Er wordt verwacht dat de zeugen in groepen zullen gaan eten. Om te voorkomen dat een zeug te lang een eetplaats bezet houdt, blijven de drinkbakjes aan de andere kant van de stal. De trog en de voerrobot worden dagelijks gecontroleerd en indien nodig gereinigd. De voeropname wordt beoordeeld door observaties in de stal van gedrag en conditie van de zeugen.



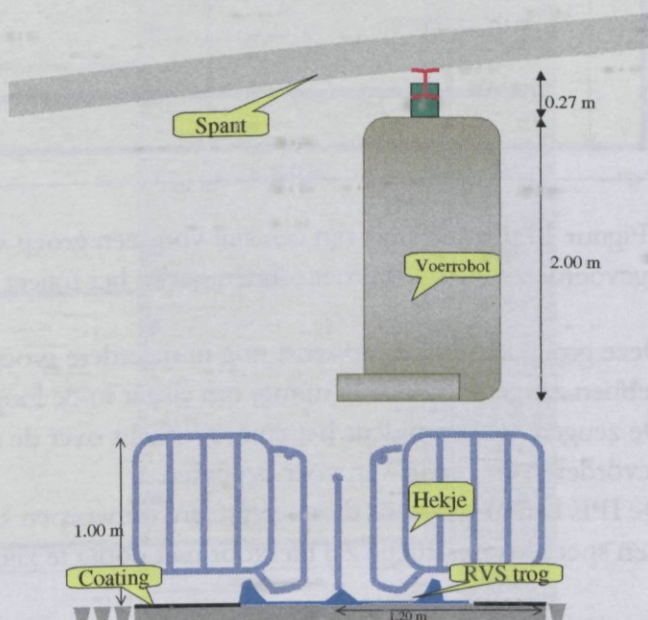
Figuur 7. Schematische plattegrond van de groepshuisvesting bij verbouw voor het onbeperkt voeren van een mengsel met perspulp en krachtvoer in de stal van Klein Tank

Figuur 8. Dwarsdoorsnede van de afdeling voor groepshuisvesting. De voerrobot loopt hierbij over de trekbalen en het voer glijdt over de glijplaat in de trog.



3.3.2 Voerrobot voor nieuwbouw

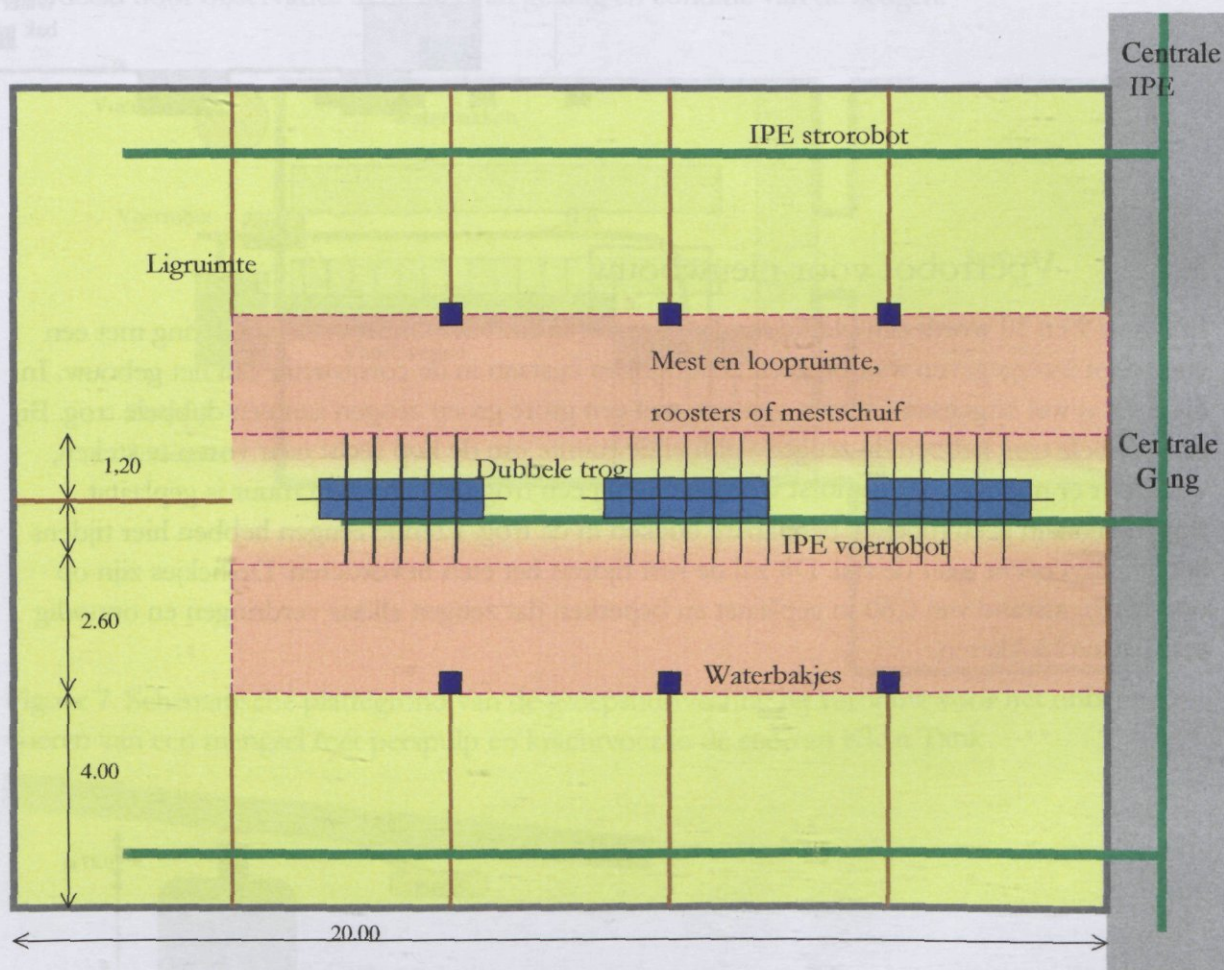
In figuur 9 en 10 wordt een plattegrond van een systeem voor onbeperkte voeding met een voerrobot weergegeven waarbij geen beperkingen bestaan in de constructie van het gebouw. In dit geval is wel uitgegaan van een systeem met een grote groep zeugen aan een dubbele trog. Bij een dubbele trog hebben de zeugen voldoende ruimte om de kop recht naar voren te steken, waardoor er minder voer gemorst worden dan bij een trog die tegen een muur is geplaatst. Bovendien zijn geen moeilijk bereikbare hoeken in de trog. Etende zeugen hebben hier tijdens het eten overzicht over de stal. Dit zal de rust tijdens het eten bevorderen. De hekjes zijn op onderlinge afstand van 0,60 m geplaatst en beperken dat zeugen elkaar verdringen en onnodig eetplaatsen blokkeren.



Figuur 9. Dubbele trog met hekjes met daarboven de voerrobot. In het midden van de trog staat een hek met verticale spijlen

In het midden van de trog staat een hek met verticale spijlen met een onderlinge afstand van 0,20 m om te voorkomen dat de zeugen door de trog lopen. De dichte vloer direct achter de trog wordt afgewerkt met asfalt om het beton te beschermen tegen de zuren.

De waterbakjes zijn tegen de scheidingswanden van de ligvakken gemonteerd. Door de situering van de ligruimte rondom het voerdeel hebben de zeugen vanuit hun ligruimte zicht op de voerplaats, en kunnen zij het moment van eten afstemmen op de daar aanwezige dieren. De ligruimte wordt hier met een storrobot ingestrooid. Deze maakt van hetzelfde IPE railsysteem gebruik als de voerrobot. Het railsysteem kan ook gebruikt worden om andere materialen en dieren te vervoeren.



Figuur 10. Plattegrond van een stal voor een groep van 150 met een voerrobot onbeperkt gevoerde zeugen. De groene lijnen geven het traject van de voerrobot aan.

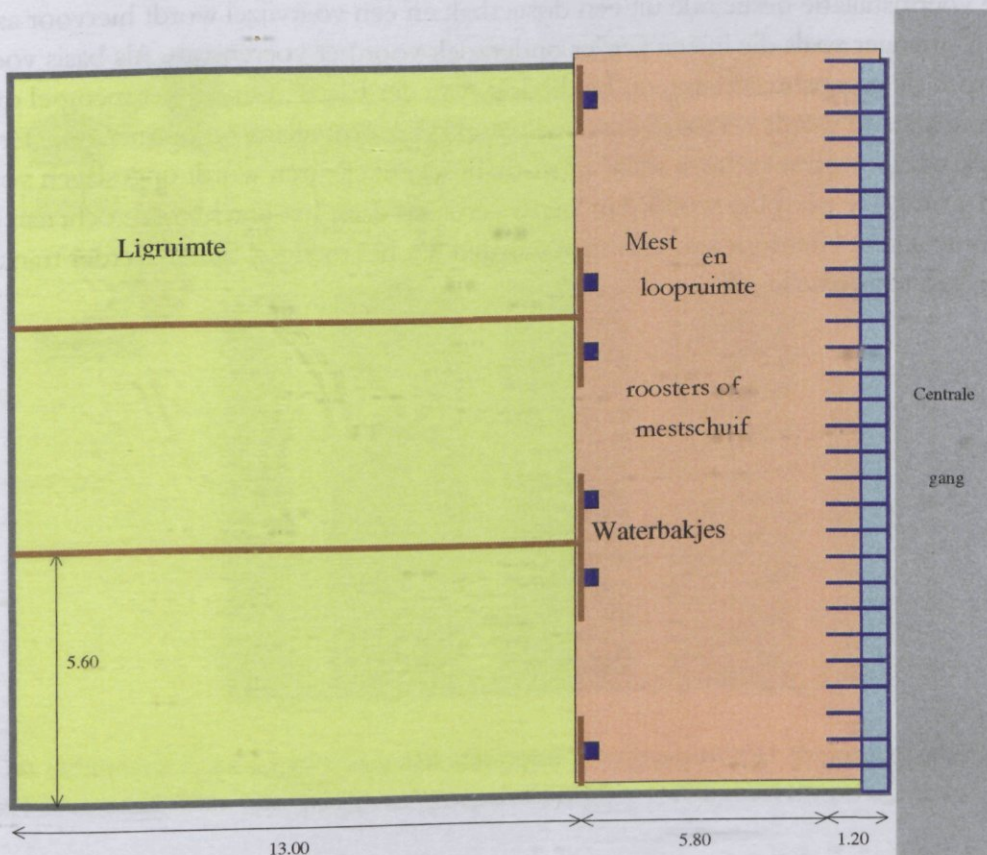
Deze groep kan indien gewenst nog in meerdere groepen gesplitst worden. In dit ontwerp hebben zeugen voldoende ruimte om elkaar in de looproutes en bij de voerbakken te ontwijken. De zeugen hebben tijdens het eten overzicht over de stal. Dit zal naar verwachting de rust bevorderen en verlies van voer beperken.

De IPE kan in een voor dit voersysteem ontworpen stal aan de spanten worden opgehangen. Een speciale constructie zal hiervoor niet nodig te zijn.

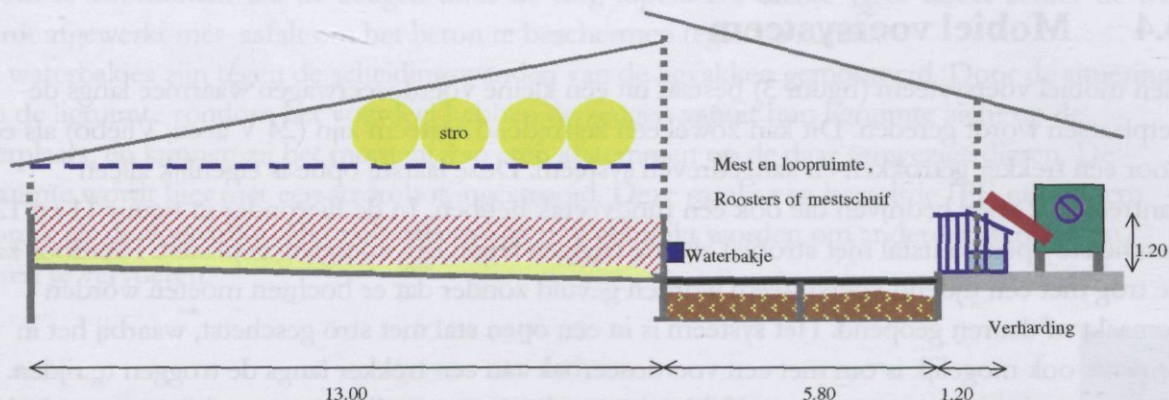
3.4 Mobiel voersysteem

Een mobiel voersysteem (figuur 3) bestaat uit een kleine voerdoseerwagen waarmee langs de eetplaatsen wordt gereden. Dit kan zowel een zelfrijdend systeem zijn (24 V accu, Vliebo) als een door een trekker getrokken en aangedreven systeem. Deze laatste optie is eigenlijk alleen aantrekkelijk voor bedrijven die ook een rundveetak hebben. In de hieronder in figuur 11 en 12 geschetste openfrontstal met strobed zijn de troggen tegen een voergang geplaatst. Hierdoor kan de trog met een rijdend voersysteem worden gevuld zonder dat er bochten moeten worden gemaakt of deuren geopend. Het systeem is in een open stal met stro geschetst, waarbij het in principe ook mogelijk is om met een voerdoseerbak aan een trekker langs de troggen te rijden. In dit ontwerp is uitgegaan van een zelfrijdende voerdoseerwagen. Bij deze voerdoseerwagen is de voorraadbak verdeeld in 2 compartimenten, waarbij met behulp van een verstelbare schuif 2 soorten voer apart of gemengd gevoerd kunnen worden. Door het instellen van de mengverhouding (0-100%) m.b.v. de mengknop, is deze wagen geschikt voor het doseren van verschillende verhoudingen van een mengsel in één werkgang. De verschillende voersoorten worden tijdens het uitdoseren bij elkaar gebracht en gemengd.

Huidige modellen van Vliebo BV hebben een breedte van 60 of 70 cm en een hoogte van 79/95 en 105 cm. Deze maten zijn gebaseerd op het rijden in bestaande varkens- en vleeskalverstallen. Andere maten zijn evenwel mogelijk. Voor een stal met 150 zeugen en 60 % perspulp in het rantsoen betekent dit dat er twee werkgangen per dag nodig zijn om alle troggen te vullen.



Figuur 11. Plattegrond van een openfront stal met 150 drachtige zeugen met een mobiel voersysteem



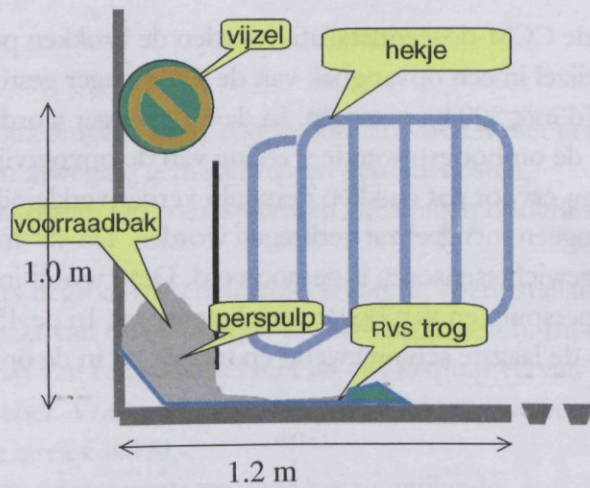
Figuur 12. Dwarsdoorsnede van een openfront strostal voor drachtige zeugen met mobiel voersysteem.

3.5 Stationair voersysteem.

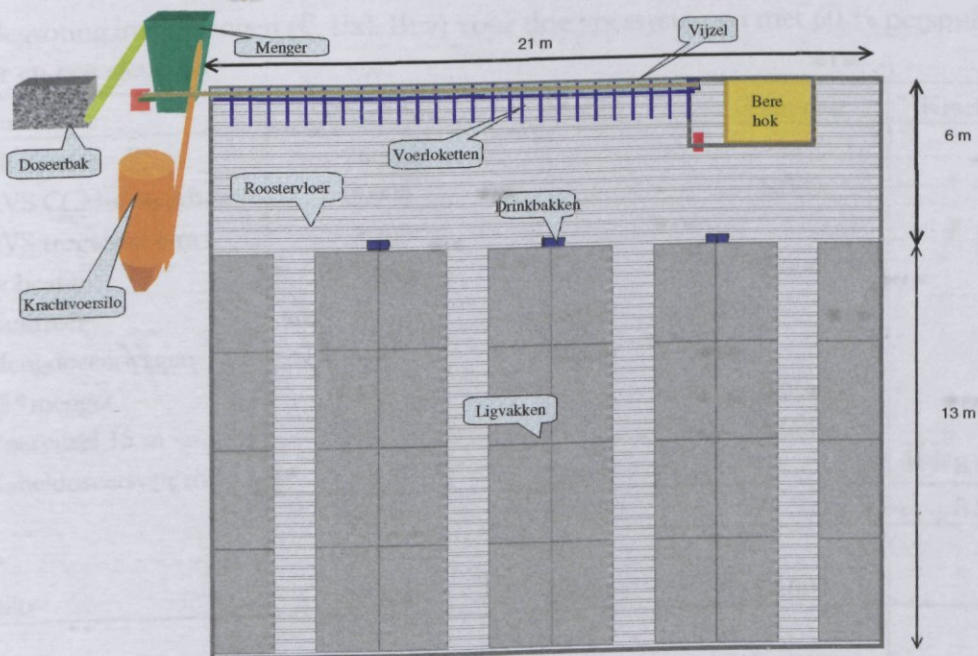
Het stationaire voersysteem is afgeleid van de systemen die zijn ontwikkeld op het bedrijf 'Bennenbroek voor het voeren van een mengsel met 10 % perspulp (Houwers *et al.* 2000) en op het bedrijf 'van der Elsen' voor onbeperkte voeding van perspulp (Houwers en Haaksma, 2002). De voerinstallatie bestaande uit een doseerbak en een voervijzel wordt hiervoor aangevuld met een 45°-menger zoals die in een eerder onderzoek voor het voeren van. Als basis voor het stalontwerp is de groepshuisvesting op het bedrijf 'van der Elsen'. Omdat het mengsel over een relatief grote afstand wordt vervoerd is er een betrekkelijk grote kans op ontmenging. Er wordt daarom gekozen voor een systeem waarbij het mengsel enkele uren wordt opgeslagen voordat het gedoseerd wordt. De perspulp wordt dan 'gepaneerd', en door het krachtvoer vocht aan de perspulp onttrokken. Hierdoor kan verwacht worden dat het mengsel tijdens verder transport homogeen van samenstelling blijft.

Figuur 13.

Trog met vijzel voor stationair voersysteem voor onbeperkt voeren van een mengsel van perspulp en krachtvoer



In de stal (figuur 14) zijn langs de zijkant van de stal met een lange trog en hekjes voerloketten gemaakt. De waterbakken blijven tegenover de troggen dicht bij de uitgang van de ligruimte. De trog wordt gevuld met behulp van een vijzel dicht boven de trog. Aan de onderkant van de vijzel zitten voor iedere 3 voerplaatsen in grootte instelbare gaten waardoor het voer direct in de trog kan vallen. Hierdoor zijn geen extra valpijpen nodig. De vijzel wordt afgeschermd met een PVE plaat, waarachter tevens een kleine hoeveelheid voer kan worden opgevangen (figuur 13).



Figuur 14. Schematische weergave van een stationair voersysteem met doseerbak, menger en voervijzel in een stal voor 150 zeugen in groepshuisvesting met ligvakken en zonder stro.

Fig. 4. a) Diagram showing the change in the concentration of the polymer in the solution during the polymerization of the monomer in the presence of the catalyst. b) Diagram showing the change in the concentration of the polymer in the solution during the polymerization of the monomer in the presence of the catalyst.

3.6 Kosten

Bij de keuze tussen de voer- en stalsystemen om zeugen onbeperkt te kunnen voeren met een mengsel van perspulp en krachtvoer wordt een afweging gemaakt tussen gebouwkosten, investerings- en afschrijvingskosten en arbeidskosten. De voerssystemen verschillen onderling sterk in investeringskosten.

Met behulp van door verschillende leveranciers begrote materiele kosten van de voerinstallatie en een sleufsilos is een indicatieve begroting gemaakt van de benodigde investering (tabel 2). Bij de keuze voor de extra investering voor het voeren van een mengsel met 60 % perspulp vervalt de investering voor het voeren met alleen krachtvoer. Voor een gebruikelijk kabeldoseersysteem voor voeding in voerligboxen bedraagt deze circa € 8.500,-.

De investeringskosten voor de silo en het doseersysteem voor het aanvullende krachtvoermengsel en voor de troggen zijn niet opgenomen in deze begroting omdat deze voor alle systemen nagenoeg gelijk zullen zijn. Het systeem met de voerrobot heeft in aanschaf de hoogste prijs. De kosten zullen lager worden als het systeem voor meerdere diersoorten, bijvoorbeeld vleesvarkens, en doeleinden wordt gebruikt. Dit geldt in beperkte mate ook voor het mobiele systeem. Voor de kosten van de shovel is 40 % van de door Bobcat opgegeven nieuwwaarde Bobcat 463 aangenomen, omdat deze bijna altijd als 2^e hands voor de veehouderij worden verkocht. Ook de kosten voor de shovel zullen over meerder activiteiten verdeeld kunnen worden.

Tabel 2. Begroting investeringen (€, Exl. Btw) voor drie voersystemen met 60 % perspulp, alleen krachtvoer en een sleufsilos

Voerinstallatie	Voerrobot	Mobiel	Stationair	Krachtvoer
Mixfeeder	26.500			
RVS CCM-doseerbak	5.000		5.000	
RVS trogvijzel 6 m	2.200			
Bobcat	7.000		7.000	
Kuulfrees		8.000		
Mengdoseerwagen		9.000		
45° menger			9.500	
Voervijzel 15 m			8.000	
Kabeldoseersysteem				8.500
	40.700	17.000	29.500	8.500
Sleufsilos	28.000	28.000	28.000	
Totaal	68.700	45.000	57.500	8.500

De keuze voor een type sleufsilos is in wezen nauwelijks afhankelijk van het voersysteem en wordt bepaald door de eigen voorkeur en mogelijkheden.

Een offerte van Bosch Beton voor een sleufsilos van 60 meter lang, 5,5 m breed en 1,35 m hoog geeft een bedrag € 20.640,00 excl. B.T.W. Hiernaast komen er nog kosten voor het aanleggen van een zandbed volgens voorschriften van Bosch Beton. De kosten voor de verbouw, installatie en het grondwerk zijn hierin nog niet opgenomen en als PM post vermeld. De totale kosten voor verschillende typen sleufsilos zijn berekend door Bouwgroep Heijlen Aalten B.V. en weergegeven in tabel 3. De investeringskosten voor volledig prefab silos (type 2) en volledig in het werk gestort (type 4) zijn het laagst en ontlopen elkaar niet. Silovloeren van asfalt of met een asfalt toplaag kosten wat meer.

De kosten worden voor 10 procent bepaald door voorbereidings- en algemene kosten, voor 10 procent door het grondwerk en voor 80 % door de wanden en de vloer. Tussen de verschillende typen sleufsilos bestaan kleine verschillen in deze verhouding.

Tabel 3: Investeringskosten en onderlinge verhouding van kosten van verschillende typen sleufsilos

Type sleufsilos	Kosten (€)	Relatief
Type 1 Sleufsilos met prefabbeton wanden en een zuurbestendige asfaltvloer	30,252.00	1.06
Type 2 Sleufsilos met prefabbeton wanden en prefabbeton vloerplaten	28,571.43	1.00
Type 3 Sleufsilos met prefabbeton wanden en in het werk gestorte betonvloer	31,092.44	1.09
Type 4 Sleufsilos geheel in het werk gestort beton	28,571.43	1.00
Type 5 Sleufsilos geheel in het werk gestort beton met asfalt toplaag op de vloer	31,932.78	1.12

4 Discussie

4.1 Sleufsilos en uitkuilen

Er bestaat een kosten verschil van circa 10 % tussen de verschillende typen sleufsilos. Het meest aantrekkelijk lijkt de sleufsilos met prefab zijwanden en asfalt vloer omdat deze in het gebruik het minste problemen zal geven met lekkage en schoon leeggehaald kan worden. Een in het werk gestorte betonnen vloer kan ook schoon leeggehaald worden, maar zal sneller oneffenheden kunnen gaan vertonen door slijtage en invreten van zuur. Een vloer van prefab betonplaten zal op den duur probleem kunnen geven door oneffenheid en lekkage, maar is aantrekkelijk wanneer voor een snelle en goedkope, eventueel tijdelijke oplossing moet worden gekozen.

Wanneer de kuil op korte afstand van de stal ligt kunnen een mobiel systeem en een voerrobot met een kuilfrees worden geladen met perspulp. Bij een voerrobot moet dan het IPE systeem tot boven de kuil worden doorgetrokken. Er is dan echter wel een deel van de mechanisatie minder nodig. Ligt de kuil ver van de stal dan is een kuilvoersnijder of een shovel aantrekkelijker. Een shovel zal een ruwer snijvlak achterlaten en er vallen gemakkelijk brokken op de grond. Een kuilvoersnijder kan worden toegepast als deze direct in een doseerbak gelost kunnen worden.

4.2 Voersystemen

Belangrijk voordelen van de voerrobot en het zelfrijdende mobiele voersysteem zijn dat deze eenvoudig op een zelf te bepalen plaats gereinigd en onderhouden kunnen worden. Het kan daarmee goed worden voorkomen dat er voerresten in het systeem achterblijven. De voerrobot wordt aantrekkelijker wanneer er meerdere producten, materialen en eventueel dieren, met een ander apparaat, via het IPE systeem mee door het bedrijf kunnen worden getransporteerd. Omdat de voerrobot zich door de stal- en afdelingsmuren beweegt moet er wel rekening worden gehouden met ventilatielekken. Deze kunnen invloed hebben op het lig- en mestgedrag van de zeugen. Wanneer deze doorgangen niet in het gewenste ventilatiepatroon kunnen worden gepland, is de mestruimte hiervoor de meest logische plaats.

Het voeren met het mobiele systeem zal wat meer tijd gaan kosten dan men hiervoor in de varkenshouderij gewend is. Het voeren gaat dan meer lijken op dat in de vleeskalverhouderij. Het is evenwel het minst afhankelijk van het stalontwerp mits de gangen breed genoeg zijn. Omdat de voerdoseerwagens zelfrijdend zijn zal de arbeidsbelasting betrekkelijk gering zijn. Bovendien kan tegelijk met het voeren ook een controle op de dieren worden uitgevoerd. Verder behoeft dit systeem niet te worden beveiligd tegen vorst, waardoor het ook in open stallen kan worden gebruikt. Bij openfrontstallen, zoals in figuur 14 afgebeeld kan ook een voerdoseerbak in combinatie met een trekker worden gebruikt.

In het geschetste ontwerp van het stationaire systeem is de voervijzel goed mogelijk. Het systeem met de voervijzel geeft het meeste beperkingen in het systeemontwerp omdat het altijd in een rechte lijn vanaf de menger moet liggen en bij voorkeur tegen een muur moet worden gemonteerd. Bij een hoekopstelling moet een extra vijzel worden gemonteerd en aangestuurd.

Een voordeel is dat het systeem eenvoudig regelmatig kleine hoeveelheden kan voeren. Het grootste nadeel is echter dat het systeem slecht bereikbaar en te reinigen is. Valpijpen kunnen beter niet gebruikt worden omdat deze een extra risico van verstopping en vervuiling opleveren. Om het gebruik van valpijpen te voorkomen moet de voervijzel zo laag mogelijk boven de trog worden opgehangen. Dit systeem moet daarom eigenlijk tegen een muur worden geplaatst, waardoor dubbele troggen niet mogelijk zijn. Verder zijn, zoals eerder gezegd, bochten in het systeem niet goed mogelijk en kan er maar op één lijn worden gevoerd.

4.3 Kosten

Om een goede kwaliteit van de perspulp te waarborgen en te voldoen aan de normen voor voeropslagen en vervoeding op het varkensbedrijf, GMP-12, wordt als voorwaarde gesteld dat perspulp correct wordt opgeslagen. Hiervoor is een sleufsilos het meest voor de hand liggend. Op jaarbasis komen de kosten hiervoor op circa € 2.000,-.

De voerrobot kan moeilijk zonder hoge kosten in de bestaande stal, waarvoor het eerste ontwerp is gemaakt, ingepast worden. De muren zijn laag waardoor het moeilijk is om van de ene naar de andere afdeling te komen en er bevinden zich in de ruimte houten trekspanten waardoor de voerrobot erg hoog moet worden opgehangen.

De grootste kosten zitten in de CCM-doseerbak, trogvijzel en MixFeeder en kunnen nu maar over een klein aantal dieren worden verdeeld. In een nieuwbouw situatie zal deze echter voor meer afdelingen en diersoorten kunnen worden gebruikt. Hierdoor wordt deze relatief goedkoper. Vooral voor biologische systemen waarbij veel en verschillende soorten (ruw) voer moeten kunnen worden gevoerd en hokken met stro of zaagsel ingestrooid zal dit systeem goede mogelijkheden kunnen bieden.

De kosten van een mobiel systeem zijn wat lager omdat er minder apparatuur hoeft te worden aangeschaft. Hier staat echter tegenover dat kan worden verwacht dat dit systeem meer arbeid zal vragen en vrij gemakkelijk in veel bestaande stallen kan worden gebruikt, waardoor verbouwkosten beperkt blijven.

5 Conclusies

Het is zeer goed mogelijk om voersystemen te ontwerpen om op het varkensbedrijf een mengsel dat op droge stof basis voor 60 % uit perspulp bestaat samen te stellen en te voeren.

Een projectgroep die is samengesteld om een concrete praktijksituatie uit te werken acht hiervoor voerrobot, die hangend aan een rail door de stal beweegt, geschikt. Dit systeem blijkt echter moeilijk in de betreffende bestaande stal in te bouwen. Voor nieuwbouw zal een voerrobot wel een geschikt systeem zijn, vooral als hiermee ook meerdere producten kunnen worden getransporteerd, er meerdere afdelingen mee kunnen worden gevoerd. Dit systeem heeft weinig beperkingen en zal zich goed lenen voor transport en doseren van rantsoenen met veel ruwvoer en wisselende, bijvoorbeeld seizoensafhankelijke, producten. De investering bij een voerrobot is echter hoger dan voor andere systemen.

Voor nieuwbouw zijn ook voorbeelden van een stal met een stationair voersysteem met een vijzel en een stal met een mobiel voersysteem geschetst. Door voor alle voersystemen een ander stalsysteem te schetsen is geïllustreerd dat de keuze voor een voersysteem mede afhankelijk is van de gekozen bedrijfssituatie.

Het uitkuilen is een belangrijk onderdeel van het totale voersysteem. Met een shovel kan snel een kuil naar een doseerinstallatie gebracht worden, waardoor afstand nauwelijks een rol speelt. Het eist echter een grote nauwkeurigheid van de bestuurder om een glad snijvlak en een schone silovloer achter te laten. Een kuilfrees zal de meeste zekerheid bieden op een glad snijvlak en daardoor weinig bederf in de kuil. De kuilfrees is echter alleen aantrekkelijk als er direct in het voersysteem gelost kan worden. Een kuilvoersnijder past niet in voersystemen voor varkens, tenzij een CCM-doseerinstallatie zodanig aangepast kan worden dat deze kuilblokken kan verwerken.

Het was niet mogelijk binnen dit onderzoek alle mogelijke systemen te behandelen en te waarderen. Er is een keuze gemaakt uit een drietal uiteenlopende voersystemen en bijpassende stalsystemen. In dit rapport worden drie mogelijkheden voor voersystemen en stalsystemen gepresenteerd. Hieruit kunnen afhankelijk van de bedrijfssituatie en de eigen voorkeur keuzes en combinaties worden gemaakt, waarbij wellicht ook systemen die hier niet zijn behandeld gebruikt kunnen worden.

Referenties

Brouns, F., S.A. Edwards en P.R. English. 1995. Influence of fibrous ingredients on voluntary intake of dry sows. *Animal Feed Science and Technology* 54, p 301-313

Ekkel, E.D., J.A. van de Burgwal en J. Haaksma. 2000. Ad libitum verstrekking van een ruwvoerrantsoen aan dragende zeugen. ID-Lelystad rapport nr. 2109. 13 p.

Enci, 2003. Inkuilen op beton. <http://www.enci.nl/site/index2.htm>

Haaksma, J. 2002. Instructies voor het inkuilen van suikerbietenperspulp.
<http://www.irs.nl/ccmsupload/ccmsdoc/instructie%20inkuilen%20perspulp%20-%20september%202002.pdf>

Houwers, H.W.J., J.V. van den Berg en J. Haaksma. 1997. Vrije opname van perspulpsilage door zeugen in groepshuisvesting. IMAG-DLO Rapport 97-09, 33 p.

Houwers, H.W.J. en V.I. Westerling. 1998. Voeropnamen en gedrag bij onbeperkte voeding van brij met een Vario-Mix aan zeugen in een groep. IMAG-DLO Nota P 98-121. Wageningen. 31 pp.

Houwers, H.W.J. en J. Haaksma. 1999. Gemechaniseerd voeren van een mengsel van perspulp en krachtvoer aan zeugen. IMAG-DLO Nota P 99-70. 20 p.

Houwers, H.W.J., P.W.G. Groot Koerkamp en J. Haaksma. 2000. Mengen en voeren van perspulp en krachtvoer met behulp van een droogvoerinstallatie. IMAG Nota P 2000-90. 17 p.

Houwers, H.W.J. en J. Haaksma. 2002. Voersysteem voor onbeperkte voeding van perspulp aan zeugen in groepshuisvesting IMAG Nota P2002-43, 19 p.

IKB, 2003. Voorschriften IKB-regeling Varkens: varkenshouder (versie 23-10-2003). 30 pp.
http://www.ikbvarkens.nl/docs/Voorschriften_IKB_Varkens.pdf

LNV, 1998. Varkensbesluit 20 maart 1998, Stb. 214., Stb nummer 473, 30 juli 1998.
<http://www.minlnv.nl/thema/dier/welzijn/varkens/kerndwv2.htm>

PDV, 2003. GMP-standaard opslag, bewaring en vervoeding van diervoeders op het varkenshouderijbedrijf, GMP12; 11-4-2003. http://www.pdv.nl/lmbinaries/pdf1182_pdf_nl_nl.pdf; 7 p.

Pijnappels, E., 2003. Hoge eisen aan beton voor voeropslag. Agrabeton, juni 2003, nr 3. 2 pp

Stb. 200., 2000. Lozingenbesluit STb200, 43 o.a. art 12; Afstroming van hemelwater en afsputten van erfverharding. In werking getreden febr. 2000.

Vermeer, H.M., J.G. Plagge, A.I.J. Hoofs, P.F.M.M. Roelofs en H.A.M. Spoolder. 2001. Themaboek Groepshuisvesting voor gaste en drachtige zeugen. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad. 51 pp.

Samenvatting

Er wordt energie bespaard door bietenpulp na het persen niet te drogen maar als perspulp (22 - 28 % DS) naar de bedrijven van bestemming te transporteren en als zodanig te vervoederen. De opname van perspulp door zeugen heeft een positieve invloed op de rust in de stal, het welzijn en de gezondheid van de dieren. Het voeren van perspulp vraagt om praktisch toepasbare voersystemen. Om hieraan tegemoet te komen is een onderzoeksprogramma opgezet om gemechaniseerde systemen te ontwerpen en zo mogelijk te testen op praktische uitvoerbaarheid. Dit rapport is het resultaat van het ontwerp van voerinstallaties voor het samenstellen en onbepikt voeren van een mengsel waarin 60 % van het krachtvoer wordt vervangen door perspulp. Het eerste ontwerp werd in samenwerking met een groep geïnteresseerde bedrijven gemaakt voor een bedrijf dat al drachtige zeugen in een groep onbepikt voerde. Daarna werden ontwerpen gemaakt voor nieuwbouw waarbij de voerinstallatie en het stalontwerp op elkaar waren afgestemd. Er is een beschrijving gegeven van typen sleufsilos om perspulp in te kuilen en apparatuur om de perspulp uit de kuil te halen. Hiermee kan de voermethode voldoen aan de eisen die er in GMP-12 zijn gesteld.

Er zijn drie ontwerpen zijn gemaakt voor een groep van 150 drachtige zeugen, met één eetplaats per 6 zeugen en tussen de eetplaatsen steeds een hekje van 1 m lang. De drinkbakken zijn steeds op ruime (ca. 4 m) afstand van de troggen geplaatst.

- Een systeem met een voerrobot en een dubbele trog, waarbij de zeugen tegenover elkaar kunnen eten en waarbij de voergang vervalst. Het railsysteem kan ook voor andere doeleinden worden gebruikt. De robot wordt met een CCM-doseerbak gevuld met perspulp. De voerrobot mengt, transporteert en doseert het voermengsel.
- Een stationair systeem, ontworpen op basis van ervaringen met eerdere proeven met het voeren van enkel perspulp en mengsels van perspulp en krachtvoer. Dit voersysteem doseert het mengsel met een met een voervijzel. In het bijbehorende stalontwerp is de voervijzel dicht boven de trog aan de wand van de stal geschetst. De voervijzel wordt gevuld vanuit een 45°-menger die weer met perspulp wordt gevuld met een CCM-doseerbak.
- Een vrijdbaar systeem met een kuilrees en een voerdoseerwagen. Dit is een eenvoudige, flexibele en handbediende methode, die in de meeste stallen met een ruime voergang past. Het zal wat meer arbeid vragen dan de twee andere voersystemen. Het systeem is in een open stal met stro geschetst, waarbij het in principe ook mogelijk is om met een voerdoseerbak aan een trekker langs de troggen te rijden.

Bij sleufsilos kan een keuze worden gemaakt uit in het werk gestorte beton en prefabbeton elementen. Daarnaast kan de vloer uit asfalt bestaan of met een asfalttoplaag worden uitgevoerd. Het uitkuilen blijft een belangrijk onderdeel van het totale voersysteem. Met een shovel kan snel kuilvoer naar een doseerinstallatie gebracht worden, waardoor afstand nauwelijks een rol speelt. Het eist echter een grote nauwkeurigheid van de bestuurder om een glad snijvlak en een schone silovloer achter te laten. Een kuilrees zal de meeste zekerheid bieden op een glad snijvlak en daardoor weinig bederf in de kuil.

Bijlage: Typen sleufsilo's met voor- en nadelen²

1. Sleufsilo met prefab beton wanden en een zuurbestendige asfaltvloer

- De wand is met zeer sterke en duurzaam beton uitgevoerd. De kans op breuk en krimp-scheuren in de wand is nagenoeg niet aanwezig waardoor betonrot voorkomen wordt op langere termijn.
- De vloer is zuurbestendig en heeft een elastische eigenschap waardoor de kans scheurvorming en breuk klein is.
- De vloer blijft glad.
- De totaalkosten van dit systeem is ten opzichte van de andere systemen een gemiddelde.
- De bovenkant van de wand kan rond worden uitgevoerd zodat het afdekplastic niet beschadigt.
- De vloer is minder slijtvast maar kan een hoge zuurgraad aan.

2. Sleufsilo met prefab beton wanden en een vloer met prefab betonplaten

- De wand is met zeer sterke en duurzaam beton uitgevoerd.
- De kans op breuk en krimpscheuren in de wand is nagenoeg niet aanwezig waardoor betonrot voorkomen wordt op langere termijn.
- De vloer is met zeer sterke en duurzame beton uitgevoerd.
- De kans op breuk en krimpscheuren in de vloer is nagenoeg niet aanwezig waardoor betonrot voorkomen wordt op langere termijn.
- De prefab betonplaten kunnen ten opzichte van elkaar en de voeten van de wandelementen verzakken.
- De totaalkosten van dit systeem hoort, vergeleken met de andere opties tot de twee laagste kostprijzen.
- De bovenkant van de wand kan rond worden uitgevoerd zodat het afdekplastic niet beschadigt.
- De vloer kan een hoge zuurgraad aan en is zeer slijtvast.

3. Sleufsilo met prefab beton wanden en in het werk gestorte betonvloer

- De wand is met zeer sterke en duurzaam beton uitgevoerd.
- De kans op breuk en krimpscheuren in de wand is nagenoeg niet aanwezig waardoor betonrot voorkomen wordt op langere termijn.
- De vloer is met minder sterke en duurzame beton uitgevoerd i.v.m. de verwerkbaarheid van de beton.
- De kans op krimpscheuren in de vloer is groter dan bij optie 1 en 2.
- Door een goede monolitische afwerking is de kans op betonrot te voorkomen op middellange termijn.
- De vloer is in zijn geheel zeer sterk en hard en kan een hoge belasting aan.

² Bouwgroep Heijen Aalten BV

- De totaalkosten van dit systeem hoort, vergeleken met de andere opties tot de twee hoogste kostprijzen.
- De bovenkant van de wand kan rond worden uitgevoerd zodat het afdekplastic niet beschadigt.
- De vloer is zeer slijtvast maar kan een minder hoge zuurgraad aan

4. Sleufsilo geheel in het werk gestort beton

- De wand is met minder sterke en duurzame beton uitgevoerd i.v.m. de verwerkbaarheid van de beton.
- De kans op krimp scheuren in de wand is groter dan bij optie 1, 2 en 3.
- Door een goede verdichting van de beton is de kans op betonrot te voorkomen op middellange termijn.
- De wand is in zijn geheel zeer sterk en hard en kan een hoge belasting aan.
- De vloer is met minder sterke en duurzame beton uitgevoerd i.v.m. de verwerkbaarheid van de beton.
- De kans op breuk en krimp scheuren in de vloer is groter dan bij optie 1 en 2.
- Door een goede monolitische afwerking is de kans op betonrot te voorkomen op middellange termijn.
- De vloer is zeer stabiel en hard en kan een hoge belasting aan.
- De totaalkosten van dit systeem hoort, vergeleken met de andere opties tot de twee laagste kostprijzen.
- De bovenkant van de wand kan alleen met vellingkant worden uitgevoerd omdat anders de kans dat het afdekplastic beschadigd groot is.
- De vloer is zeer slijtvast maar kan een minder hoge zuurgraad aan

5. Sleufsilo geheel in het werk gestort beton met asfalt toplaag op de vloer

- De wand is met minder sterke en duurzame beton uitgevoerd i.v.m. de verwerkbaarheid van de beton.
- De kans op krimp scheuren in de wand is groter dan bij optie 1, 2 en 3.
- Door een goede verdichting van de beton is de kans op betonrot te voorkomen op middellange termijn.
- De wand is in zijn geheel zeer sterk en hard en kan een hoge belasting aan.
- De vloer is zeer stabiel en hard en kan een hoge belasting aan.
- De totaalkosten van dit systeem hoort, vergeleken met de andere opties tot de twee hoogste kostprijzen.
- De bovenkant van de wand kan alleen met vellingkant worden uitgevoerd zodat de kans dat het afdekplastic beschadigd wordt groter is.
- De vloer is zuurbestendig en heeft een elastische eigenschap waardoor de kans op scheurvorming kleiner is.
- De vloer blijft glad.
- De vloer is minder slijtvast maar kan een hoge zuurgraad aan.