



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Miljø- og økonomisk bæredygtig stivelsesproduktion

MUDP-rapport

December 2017

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion: Andelskartoffelmelsfabrikken
Sønderjylland (AKS)

Fotos: AKS
KD Maskinfabrik

ISBN: 978-87-7120-930-3

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse

Indhold

1.	Forord	5
2.	Sammenfatning	6
3.	Summary	7
4.	Introduktion	8
4.1	Baggrund	8
4.2	Formål	8
5.	Arbejdspakke 1: Projekt-gennemførelse	10
5.1	Organisering af projektet	10
5.2	Tidsplan	11
5.3	Udfordringer og ændringer	11
6.	Arbejdspakke 2: Afklaring af tekniske forhold	13
6.1	Om de tekniske afklaringer	13
6.2	Procesbeskrivelse	14
6.3	Grundlæggende data for dimensionering	15
6.4	Supplerende design betingelser	16
6.5	Komponenttest sedimentation/bundfældning	16
6.6	Komponenttest slamafvanding	17
7.	Arbejdspakke 3: Forberedelses til test	19
7.1	Om forberedelser til test	19
7.2	Design og sammensætning af testanlæg.	19
7.3	Anlæggets komponenter	19
7.4	Bygge-anlægsarbejder	23
7.5	El og automationsarbejder.	23
7.6	Implementering	23
8.	Arbejdspakke 4: Gennemførelse af test	25
8.1	Om gennemførelse af test.	25
8.2	Erfaringer fra gennemførelse af test - status primo dec. 2016	25
8.3	Erfaringer fra gennemførelse af test - status primo jan 2017	27
8.4	Overordnede resultater og erfaringer ved gennemførelsen af test.	28
8.5	Fokus på intentioner med gennemførelse af test	29
8.6	Indsamling af projektdata	29
9.	Formidling af resultater	31
10.	Konklusion	32
Bilag		
Bilag 1.1	Overordnet tidsplan	33
Bilag 1.2	PI diagram	34

1. Forord

Denne rapport beskriver projektet "Miljø- og økonomisk bæredygtig stivelsesproduktion" Projektet der er gennemført i et samarbejde mellem KD Maskinfabrik og Andels-Kartoffelmølsfabrikken Sønderjylland

Projektet er gennemført i perioden fra januar 2015 til februar 2017.

Projektets overordnede formål er, ud fra et miljømæssigt og økonomisk perspektiv, at opnå en mere effektiv behandling vaskevand i stivelsesindustrien, blandt andet ved en væsentlig reduktion af udledningen af næringssalte på markarealer og ved recirkulering af vaskevandet i stivelsesproduktionen.

Ved brug af viden og teknologi kendt ved kommunale spildevandsanlæg, er der opbygget et demonstrationsanlæg til rensning og genbrug af vaskevand, og som kan anvendes på produktionsenheder, der oparbejder rodfrugter, i såvel ind- som udland.

Projektets gennemførelse er økonomisk supporteret med tilskud fra Miljøstyrelsens MUDP-program 2014.

Udarbejdelsen af denne rapport om projektet "Miljø- og økonomisk bæredygtig stivelsesproduktion" medvirker til dokumentation og formidling af projektet.

2. Sammenfatning

Denne rapport indeholder dokumentation for det arbejde som er udført under gennemførelse af projektet "Miljø og økonomisk bæredygtig stivelsesproduktion". Projektet tager sit udgangspunkt i en MUDP14 bevilling og er blandt andet derfor rettet mod bevillingsgiveren. Herudover retter rapporten sig også mod andre interessenter, bl.a. i fødevareindustrien, som kan drage fordel af de erfaringer og resultater, projekt og rapport omhandler og beskriver.

Projekter er gennemført i perioden fra januar 2015 til februar 2017 i et samarbejde mellem KD Maskinfabrik og Andels-Kartoffelmelsfabrikken Sønderjylland.

Rapporten beskriver de arbejdsplaner / delprojekter, som blev fastlagt i forbindelse med formulering og ansøgning af projektet. Ligeledes beskrives resultater opnået i forbindelse med projektets gennemførelse.

I relation til de overordnede intentioner med projektets gennemførelse, er det påvist at teknologien der er identificeret og anvendt kan;

- rense vaskevandet således at det forekommer i en kvalitet hvor det kan recirkuleres og genanvendes
- minimere vandforbruget og imødegå et så stort vandforbrug at supplerende investeringer i flere faciliteter til vandforsyning undgås.
- fra separere humus og jordpartikler således dette også bliver en selvstændig fraktion der kan håndteres som jordforbedringsmiddel.
- nedbringe næringssaltbelastningen i et omfang der modvirker behov for supplerende udspretningsareal.
- separere sand således at dette bliver en selvstændig fraktion der bliver nemmere at håndtere
- håndtere/recirkulere vaskevand uden at der skal anvendes polymer
- udbygges til effektiv håndtering af eventuel forekomst af kartoffelbrok
- reducere det samlede energiforbrug til håndtering af vaskevand.

Med undtagelse af en ikkeforudset forekomst af store mængder finkornet sand i processen, og det problem dette giver anledning til, vurderes ovennævnte intentioner at være fuldt ud opnået/efterlevet. Løsninger til håndtering af fint sand i processen identificeres og implementeres inden næste driftsperiode.

Projektet demonstrerer derved at teknologier og metoder der anvendes i forbindelse med håndtering af spildevand, kan medvirke til en mere effektiv behandling af vaskevand i stivelsesindustrien. Dette i særdeleshed med en reduceret miljøbelastning til følge og opnåelse af en mere rentabel driftsøkonomi.

3. Summary

This report includes documentation for work carried out in implementation of the project "Environment and economically sustainable starch production". A MUDP14 grant has supported the project and therefore the grantor is addressed by this report. In addition, the report also addresses other stakeholders in the food industry who can benefit from the experiences and results the project and report describes.

The project has been completed during the period January 2015 to February 2017. In a cooperation between KD Maskinfabrik and Andels-Kartoffelmelsfabrikken Sønderjylland.

The report describes the work packages / sub-projects that were initiated when the project was defined

The project demonstrates that technologies and methods used in dealing with wastewater can contribute to a more efficient treatment of washing water in the starch industry. This in particular with focus on the environment and economy.

4. Introduktion

4.1 Baggrund

I EU er der stor fokus på vandkvaliteten, der også er en af hjørnestenene i den europæiske miljøpolitik. Samtidig med, at kvælstof er et nødvendigt næringsstof for planter og afgrøders vækst, er høje koncentrationer skadelige for naturens kredsløb. Landbruget er fortsat en væsentlig kilde til vandrelaterede miljøproblemer, hvor landbrugerne skal fortsætte med at indføre mere bæredygtige arbejdsmetoder for at imødekomme udfordringerne.

Fødevarerhvervet forbruger meget vand i deres produktion, ca. 70 pct. af verdens vandforbrug går til fødevarerproduktion. I fremstillingen af kartoffelstivelse anvendes der store mængder af vand, både ved udvaskning og udskilning af stivelse samt når kartoflerne vaskes for jord. Stivelsens gode kvalitet er betinget af det rene danske grundvand, der anvendes ved udvaskning og udskilning, mens vaskevandet, er spildevand, der ender på markerne med et højt indhold af næringssalte. Det er vaskevandet, der er i fokus i indeværende projekt, hvor det er forventningen at udledningen af næringssalte kan reduceres væsentligt, mens det estimeres, at 90 % af vaskevandet kan genbruges og derved reducere vandspildet betragteligt.

I overensstemmelse med Regeringens Vækstplan for Fødevarer, er både vandforbruget i produktionen og bortskaffelsen af spildevand betydelige omkostningsparametre for de fødevarerproducerende virksomheder, hvilket understøttes i Inno+ Det Innovative Danmark og Vækstplan for vand, bio – og miljøløsninger, hvor der er fokus på, at en vandeffektiv industriel produktion skal skabe konkurrencedygtige løsninger, der kan øge vandeffektiviteten i industriel produktion. Miljømæssigt er der ligeledes store fordele ved at optimere vandforbruget og imødegå et stigende pres på vandressourcerne samt minimere udledningen af næringssalte.

4.2 Formål

Projektets overordnede formål er en væsentlig reduktion af udledningen af næringssalte, specielt kvælstof og recirkulering af vaskevandet i stivelsesproduktionen.

Formålet skal realiseres ved udvikling og implementering af en rensningsteknologi, der i dag finder anvendelse ved kommunale spildevandsanlæg og som ikke tidligere er anvendt ved fødevarerproduktion. Et rundsandfang skal således kombineres med, en sandafvander, et efterklaringsbassin og et afvandingsanlæg, hvorved restmaterialerne sand, partikler samt humus adskilles og vandet kan opnå en kvalitet, så det kan recirkuleres som vaskevand. Næringssalte vil i processen i videst mulig omfang også blive frasepareret og akkumuleret i den faste fraktion

Yderligere er formålet med projektet at opnå en behandling af vaskevandet hvor tilsætning af polymerer f.eks. i forbindelse med afvanding ikke er nødvendigt og at designe anlægskomponenter til forebyggelse af plantesygdommen "kartoffelbrok" der kan implementeres enkelt og effektivt.

De nærmere mål og succeskriterier relateret til gennemførelse af projektet er følgende;

- rense vaskevandet således at det forekommer i en kvalitet hvor det kan recirkuleres og genanvendes
- minimere vandforbruget og imødegå et så stort vandforbrug at supplerende investeringer i flere faciliteter til vandforsyning undgås.
- fraseparere humus og jordpartikler således dette også bliver en selvstændig fraktion der kan håndteres som jordforbedringsmiddel.
- nedbringe næringssaltbelastningen i et omfang der modvirker behov for supplerende udsprængningsareal.

- separere sand således at dette bliver en selvstændig fraktion der bliver nemmere at håndtere
- håndtere/recirkulere vaskevand uden at der skal anvendes polymer
- udbygges til effektiv håndtering af eventuel forekomst af kartoffelbrok
- reducere det samlede energiforbrug til håndtering af vaskevand.

Med undtagelse af en uforudset forekomst af store mængder finkornet sand i processen og det problem dette giver anledning til, vurderes ovennævnte intentioner at være fuldt ud opnået/efterlevet. Løsninger til håndtering af fint sand i processen identificeres og implementeres inden næste driftsperiode.

Projektet demonstrerer derved at teknologier og metoder der anvendes i forbindelse med håndtering af spildevand, kan medvirke til en mere effektiv behandling af vaskevand i stivelsesindustrien. Dette i særdeleshed med en reduceret miljøbelastning til følge og opnåelse af en mere rentabel driftsøkonomi.

5. Arbejdspakke 1: Projektgennemførelse

5.1 Organisering af projektet

Der har i sammensætning af partnerskabet været fokus på en tværfaglighed, hvor parternes kompetencer skal komplementere og supplere hinanden.

De to partnere i projektet, Andels-Kartoffelmelsfabrikken Sønderjylland (AKS) og KD Maskinfabrik (KD) har hver især spillet en stor rolle i levering af kompetencer og leverancer til projektet. Andels-Kartoffelmelsfabrikken Sønderjylland har siden 1933 produceret kartoffelmel, hvor de ca. 30 medarbejdere, i løbet af en kampagne fremstiller 36.000 tons kartoffelmel og 1.500 tons protein. Andels-Kartoffelmelsfabrikken Sønderjylland bidrager med medarbejdere med stor viden om processen, ligesom det bliver muligt at teste teknologien i et realistisk driftsmiljø.

KD Maskinfabrik, der blev etableret i 1964, beskæftiger ca. 40 medarbejdere. KD Maskinfabrik er førende indenfor løsninger til rensningsanlæg og spildevandbehandling, hvor det i indeværende projekt er den tekniske løsning og udvikling deraf, der har været det centrale moment.

De to partnere har været suppleret af eksterne underleverandører, der også har bidraget med kompetencer og viden til projektet. Dialog og inddragelse er sket løbende på initiativ af projektlederen, der endvidere har været ansvarlig for projektets fremdrift samt realisering af projektet i overensstemmelse med ansøgning og skitserede leverancer.

Der har været nedsat en projektgruppe, hvor projektlederen sammen med repræsentanter fra henholdsvis Andels-Kartoffelmelsfabrikken Sønderjylland (AKS) og KD Maskinfabrik (KD) har været repræsenteret. Følgende personer fra de to virksomheder har været involveret i projektgruppen.

KD Maskinfabrik:

Jørgen Søklint
Henrik Egsgård
Lars Grønbæk

AKS:

Jens Chr. Jørgensen
Jens Chr. Thuesen
Kurt Andresen
Kim Matzen

Marianne Schmidt
Peter Heydorn
Jens Rasmussen

Gruppen er mødtes gennemsnitlig hver anden uge gennem hele projektføreløbet. Med henvisning til overstående ser organisationsdiagrammet således ud:

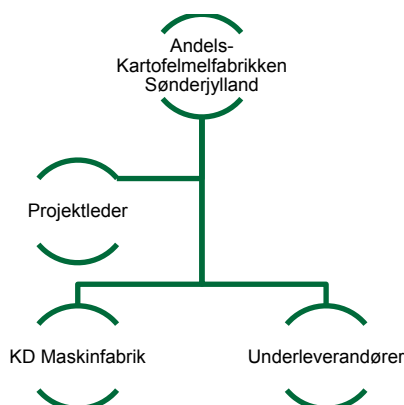


Fig. 1 Projektorganisation

Som supplement til projektgruppen har der ligeledes været nedsat en styregruppe, hvor også eksterne repræsentanter fra de øvrige danske kartoffelmelsfabrikker har været medlem. Dermed er tiltag/synergi relateret til de øvrige produktionslokaliteter koordineret

5.2 Tidsplan

Projekter er gennemført i perioden fra januar 2015 til februar 2017.

Selve produktionen på en kartoffelmelsfabrik er betinget af kampagner der forløber fra august måned til januar/februar måned. Dette har været en principiel forudsætning for projektets gennemførelse, idet alle projektets etaper og deres gennemførelse er blevet afstemt i forhold til fabrikkens kampagner.

De første projektfaser har været præget af at grundlæggende projektforsætninger ændrede sig ved opstart

Herunder;

- Forekomst af plantesygdommen "kartoffelbrok"
- Usikkerhed omkring anvendelse af polymer
- Ændret krav til udbringning af næringssalte stammende fra restfraktioner der fremkommer ved vaskevandsbehandlingen

Efter tilrettelæggelsen af en forlængende projektperiode på 6 mdr. er arbejdsplanerne og projekttaktiviteterne afviklet/forløbet efter planen.

De pågældende ændrede projektforsætninger er omtalt i det følgende / nedstående afsnit

Bilag 1 omfatter projektets tidsplan.

5.3 Udfordringer og ændringer

Under projektførelsen er kravet til håndtering af mulig smitte med kartoffelbrok blevet ændret hvorfor der i procesdesignet er indarbejdet mulighed for en efterfølgende implementering af membranfiltrering. Denne facilitet vil kunne fraseparere de komponenter der medfører den smitte som kan give anledning til ødelæggende udbredelse kartoffelbrok. Dermed er en mulig teknologi/tiltag identificeret hvis krav atter bliver øget.

Mulige myndighedsgrav gav anledning til at polymerer ikke kunne anvendes som flokkuleringsmiddel i forbindelse med afvandingen af tørstoffraktioner. Omfattende forsøg og analyser blev gennemført og disse tilkendegav en mulighed for at anvende kalk som flokkuleringsmiddel. Dette har resulteret i en anden sammensætning af teknologier og udstyr, end først planlagt. Et øget behov hydraulisk opholdstid medførte at et planlagt efterklaringsbassin i stål ikke var anvendelig. Derfor er det eksisterende beton bassin er blevet renoveret, således dette kunne anvendes som efterklaring med en tilstrækkelig stor hydraulisk opholdstid.

Implementeringen af kalk flokkuleringen medførte også implementering af et ekstra bygværk, hvor doseringen og i blanding af kalk kan pågås.

Hvad angår krav om og funktion til at tilbageholde næringssalte hidrørende fra restfraktioner fra vaskevandsbehandlingen, er der med udgangspunkt i de gennemførte forsøg og analyser, implementeret mere effektiv afvandingsteknologi end fastlagt i projektoplæg. En effektiv sibåndspresse med forafvanding indgår i det endelige proces layout. Dette medfører en effektiv tilbageholdelse af alle partikelbundne næringsstoffer. Sammen med organiske bestanddele bliver disse effektivt afvandet og oplagret, for efterfølgende anvendelse som for eksempel jordforbedringsmiddel. Denne funktion har betydet at transport og opbevaringsfaciliteter også indgår i det samlede projekt.

Bestemmelse af vaskevandets interaktion med de øvrige produktionsfaciliteter, viste sig at være særdeles vigtig. De indledende analysearbejder har givet klare indikationer på at den tørrensning, der pågår før kartofler kommer i berøring med vaskevandet, er af afgørende betydning for mængden af partikler i vaskevandet. Jo mere effektiv tørrensningen er, jo mindre mængde partikler (jord, humus sand, silt) vil blive overført til vaskevandet. En effektiv tørrensning frembringer en tør og fast jordfraktion, samt en stenfraktion der umiddelbart kan føres tilbage til landbrugsjorden/dyrkningsstedet. Et effektivt samspil mellem tørrensningen og den efterfølgende vask af kartofler er afgørende for mængden af partikler (og dermed næringsstoffer) i vaskevandsanlægget. En effektiv tørrensning reducerer behovet for separation af partikler og dermed vaskevandsbehandling.

I forbindelse med gennemførelsen af selve testen forekom også udfordringer. Blandt andet i forbindelse med;

Afvanding af slam/humus.

Først i forbindelse med den sidste driftsuge, inden ophør af kampagne, lykkedes det at få skabt en stabil afvandingsfunktion. Det lykkedes at gennemføre en funktionstest, der efterviser de oprindelige funktionskrav.

Separation af sand

På baggrund af den gennemførte test og supplerende udførte analysearbejder, kunne det konstateres, at der forekommer markant større mængde finkornet sand end først antaget. Dette medfører at store mængder fint sand ikke tilbageholdes i rundsandfang, men transporteres i stedet til bundfældningsbassin.

Ophobning af materiale i bundfældningsbassin.

De uforudsete store mængder fint sand, der passerer sandseparationen, foranlediger en ophobning af finkornet sand i bassin. I den sidste del af kampagnen forekommer der, som følge af mange "åbne kartofler", derfor også mere stivelse i vaskevandet. Det vurderes at denne stivelse og det fine sand binder sig til hinanden og til bunden af bassin. Dette pågår i sådan et omfang at slamskraberen, i den nuværende udformning, ikke kan transportere materialet hen til bassinets center, hvor det bortpumpes.

6. Arbejdspakke 2: Afklaring af tekniske forhold

6.1 Om de tekniske afklaringer

Med henblik på at fremskaffe de dimensionsgivende data, blev der i produktionsperiode fra aug. 2015 til mar. 2016 etableret foranstaltninger og tiltag, der har muliggjort målinger og analyser af bl.a. proces og mængder. Ligeledes blev der foretaget besigtigelse af egnet teknologi og udvekslet erfaringer med ejere og brugere af tekniske anlæg, hvor potentiel anvendelig teknologi var implementeret

Ved hjælp af flowmålinger er registrering af vaskevandsmængder i procesforløbet og på udvalgte tidspunkter pågået. Herved er de samlede flowmængder blevet vurderet og bestemt.

Disse målinger og registreringer har også været anledning til vurderinger af massebalancer i de enkelte proces trin. Også analyse af sammensætning har været et vigtigt moment.

Analysen er gennemført og vaskevandets bestanddele er blevet karakteriseret i de enkelte procesafsnit. I denne forbindelse har der været fokus på sammensætningen af partikler i vaskevandet, deres evne til at danne kolloider og deres bundfældningsegenskaber.

Kendskab hertil er særligt vigtigt i forhold separation og tilbageholdelse af partiklerne, men også i forhold til vurderinger af anvendelse af de flokkuleringsmidler som kan forbedre evnen til sedimentation og separation. Polymer anvendes ofte som flokkuleringsmiddel. Anvendelsen af polymer har imidlertid givet anledning til usikkerhed i forhold til blandt andet fødevarer sikkerhed. En ekstra udredning omkring anvendelsen af polymer i forbindelse med vaskevandsbehandlingen har indikeret, at polymeranvendelse i fødevarer bør undgås. Indledende analyser og laboratorieforsøg har tilkendegivet, at kalk i stedet kan anvendes som flokkuleringsmiddel. Testanlægget vil derfor blive designet således at dette kan eftervises i fuldskala.

Selve separationsteknologien der skal anvendes til fraseparering af partikler efter sedimentationen, er også blevet analyseret. Laboratorie test er gennemført og baggrund af oplysninger og vurderinger herfra, baseres løsningen i det endelige testanlæg på sibåndspressteknologien.

Et andet element som kortlægges i forbindelse med indledende test/ analysearbejde, er tilbageholdelsen af næringsstoffer. I den forbindelse har det været vigtigt at få vist hvilke næringsstoffer der er partikelbundne, således at de kan fastholdes i fraktionen der frasepareres.

I samme relation er forhold omkring tilbageholdelse af svampesporer, der giver anledning til kartoffelsygdommen "kartoffelbrø", blevet vurderet. Informationsindhentning og indsamling af erfaringer med separationsmetoder, der vil kunne håndtere svampesporerne, har bidraget til potentielle løsninger.

Det kommende testanlægs interaktion med de øvrige produktionsfaciliteter, har vist sig at være særdeles vigtig. De indledende analysearbejder har givet klare indikationer på at den tørrensning, der pågår før kartofler kommer i berøring med vaskevandet, er af afgørende betydning for mængden af partikler i vaskevandet. Jo mere effektiv tørrensningen er, jo mindre mængde partikler (jord, humus sand, silt) vil blive overført til vaskevandet. En effektiv tørrensning frembringer en tør og fast jordfraktion samt en stenfraktion, der umiddelbart kan føres tilbage til landbrugsjorden/dyrkningsstedet. Et effektivt samspil mellem tørrensningen og den efterfølgende vask af kartofler, er afgørende for mængden af partikler (og dermed næringsstoffer) i vaskevandsanlægget. En effektiv tørrensning reducerer behovet for separation af partikler og dermed vaskevandsbehandling.

På baggrund af denne sammenhæng mellem tørrensningsafsnit og vaskevandsafsnit, er det nødvendigt, at testanlægget også omfatter test og vurdering af tørrensningens indvirkning på vaskevandets og dets egenskaber. Dette kan betragtes som en udvidelse af den oprindelige projektramme

Tilvejebringelse af disse informationer har medvirket til fastlæggelse af metode, funktion og teknologi til implementering af det testanlæg anlæg som er beskrevet i afsnit 7

6.2 Procesbeskrivelse

Følgende diagrammer beskriver procesforholdene

I følgende figur 2 ses de overordnede proces sammenhænge relateret til produktionen af kartoffelstivelse og kartoffelprotein samt selve interaktionen med vaskevand.

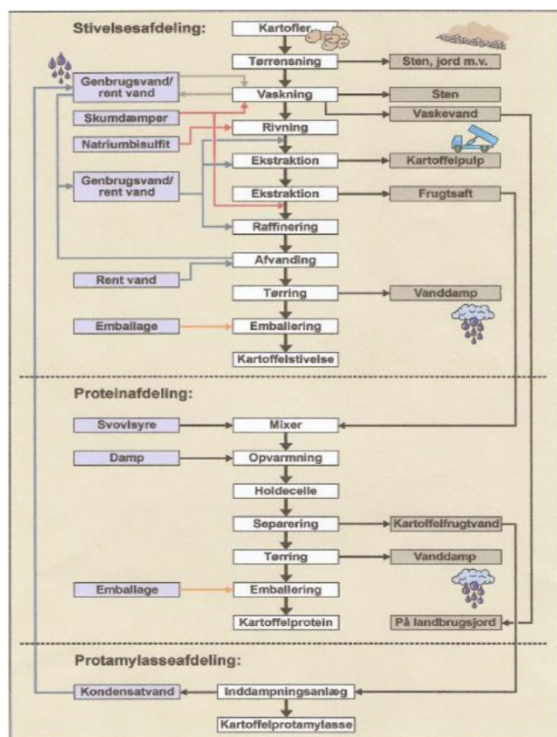


Fig. 2 Flowdiagram produktion

I det følgende diagram vaskevandets flow

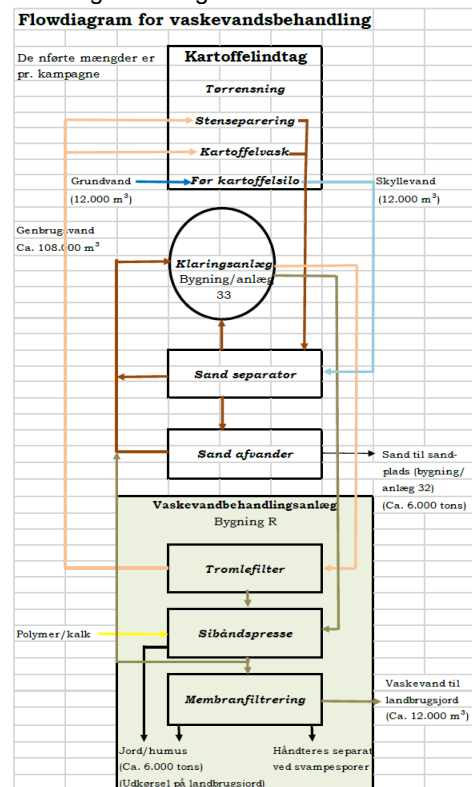


Fig 3 Flowdiagram vaskevandsbehandling

6.3 Grundlæggende data for dimensionering

Data der ligger til grund for dimensionering er ikke fysisk opmålt, men bestemt ved ekstrapolering, idet anlægget skal fungere under en fremtidig situation hvor produktionen er signifikant højere.

Der er taget udgangspunkt i AKS grønne regnskab, hvor design værdier som indvejet mængde, produktion, smudsandel, stivelsesindhold m.fl. fremgår.

For at bestemme driftsforhold i kampagnen 2016 – 2017 fremskrives de nævnte parametre lineært med faktoren "1,65".

Dertil indregnes at AKS ønsker at forkorte kampagnen fra 100 døgn til 83 døgn (2.400 timer til 2.000 timer).

Vaskeprocessen suppleres løbende med ca. 15 m³ vand per time. Vandet er procesvand, kommer fra kondensat og defineret som "rent".

Vaskevandet tilføres mellem 0,5 og 3% tørstof fra sand og jord/humus, svarende til omkring 2/3 dele af en smudsprocent på ca. 4,4 af 147 t kartofler/time. Dette svarer til en samlet mængde 4,8 t/time, der siden skal frasepareres som henholdsvis sand eller jord/humus.

Den flowmængde af vaskevand der skal transportere partikler m.m. til separering er fastlagt til 100 m³/t.

		2016 - 2015	2015 - 2014	2014 - 2013	2013 - 2012	2012 - 2011	2011 - 2010	2010 - 2009	2009 - 2008
		Gæt ift. prod Estimat og "k Opdateret Jun 2015							
"Produktion"	ton	61.413	37.220	37.220	37.468	33.498	24.433	29.711	
		1,65							
Indv. Kartoffler	ton	293.136	177.658	177.658	184.878	183.590	142.070	173.243	187.123
Smuds	ton	13.002	7.880	7.880	8.737	7.601	5.484	6.601	7.560
Rene Kartoffler	ton	280.134	169.778	169.778	176.141	175.989	136.586	166.642	179.563
Stivelsesindhold	%	19,02	19,02	19,02	19,41	18,28	18,82	19	18
Smuds	%	4,4%	4,4%	4,4%	4,7%	4,1%	3,9%	3,8%	4,0%
Grundvand									
Vaskevand	m3	52.949	32.090	32.090	53.890	41.041	37.335	46.264	31.500
Produktions vand	m3	118.105	71.579	71.579	80.907	107.838	64.457	78.600	105.000
Damp prod.	m3	17.391	10.540	10.540	9.466				
Køling	m3	210.446	127.543	127.543	86.260	101.613	81.864	76.545	104.770
Rengøring	m3	6.000	6.000	6.000	5.000	8.756	4.071	8.900	8.592
Sanitære	m3	920	920	920	933	977	960	953	940
Andre	m3	2.200	2.200	2.200	1.834				
Samlet	m3	408.011	250.872	250.872	238.290	260.225	188.687	211.262	250.802
Naturgas									
Stivelse	KWh	16.514.830	10.008.988	10.008.988	10.672.409	10.404.901	8.152.705	9.950.369	10.455.879
Protein	KWh	10.250.049	6.212.151	6.212.151	5.776.155	6.627.587	5.981.657	6.523.605	4.623.289
Løn tørring	KWh	-	-	-	233.002	869.605			
Rumvarme	KWh	568.131	344.322	344.322	380.435	341.044	495.726	428.142	339.185
Samlet	KWh	27.333.011	16.565.461	16.565.461	17.062.001	18.243.137	14.630.088	16.902.116	15.418.353
Electricitet									
Stivelse tung	KWh	9.106.629	5.519.169	5.519.169	5.779.672	5.171.826	4.402.384	5.075.046	5.428.037
Stivelse let	KWh	1.314.205	796.488	796.488	779.080	688.989	880.049	773.416	766.616
Protein let	KWh	1.269.705	769.518	769.518	691.240	711.158	717.745	713.542	778.970
Løn tørring	KWh	-	-	-	23.109	121.731			
Protamyl. tung	KWh	667.108	404.308	404.308	489.876	480.552	376.784	370.200	
Protamyl. Let	KWh	2.737.127	1.658.865	1.658.865	1.626.178	1.567.232	1.328.579	1.175.630	
Rumvarme	KWh	28.321	17.164	17.164	25.638	29.916	36.334	29.023	25.942
Samlet		15.123.095	9.165.512	9.165.512	9.414.793	8.771.404	7.741.875	8.136.857	6.999.565
Spildevand									
Udbragt på Landbrugsjor		2016 - 2015	2015 - 2014	2014 - 2013	2013 - 2012	2012 - 2011	2011 - 2010	2010 - 2009	2009 - 2008
K-protamylasse	m3	20.638	12.508	12.508	9.086	11.785	9.534	8.000	-
K frugt vand	m3	1.650	1.000	1.000	2.004	-	-	22.400	170.196
K Vaskevand	m3	185.526	112.440	112.440	127.178	116.108	98.000	98.347	31.500

Fig 4 Værdier fra AKS's grønne regnskab

6.4 Supplerende design betingelser

Et måleprogram blev fastlagt således at supplerende design parametre kunne bestemmes. Med dette måleprogram blev det muligt at simulere og afprøve procestrin, såsom filtrering og afvanding.

For at verificere massebalance og variationer i processen blev der foretaget en lang række målinger af mængde, kvalitet og tørstof over hele kampagne perioden.

Tilløb til renseanlægget af vaskevand blev målt, analyseret og defineret som:
Mængde ved en spidsbelastning ca. 100m³/t, Normalbelastningen ca. 25 – 35 m³/time.

Tørstofindholdet varierer mellem 0,5 og 4%, mest afhængig af driftssituationen. Som design-parameter fastlægges en værdi på 2-4% tørstof. Tørstofindholdet i returvand til buffertank i sten-separeringen ligger mellem 0,3 – 1%.

pH blev målt til en værdi mellem 5-7 hvilket er uventet lavt. På baggrund af diskussioner ved projektmøderne er det fra AKS udtrykt at pH værdien på returvand gerne måtte ligge mellem 8 og 9, idet det har en gavnlig effekt på vaskeeffekten. Denne egenskab løses formentlig i forbindelse med kalkdossering til klaringstanken.

6.5 Komponenttest sedimentation/bundfældning

Det har fra starten været et sigte at påvise hvorvidt brugen af en klaringstank kunne stå for en effektiv samt energi og miljørigtig separation af jord/humus og vand.

De indledende tiltag, har haft fokus på parametre som slamvolume, tørstofprocent samt fældningshastighed.

Det har vist sig at fældningshastigheden er ret høj som følge af et ret højt rest-indhold af sand/silt i slammet og at slamvolume til tider har været højt på baggrund heraf som eks:
SVI indløb: 5,8-23 SVI udløb: 0,07 – 0,6

Ved hjælp af en spidglasanalyse og uden anvendelse af fældningsmiddel, kunne det efter 24 timer konstateres at vandfasen indeholdte under 0,3 % TS, samt at tørstof indholdet i slamfasen var 3,33 %

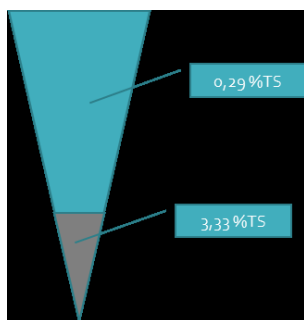


Fig 5 Bundfældningsegenskaber

Forsøg med iblanding af hydratkalk at dette i særdeleshed kan forbedre sedimentationen. Forsøgene påviste at den ideelle koncentration af hydratkalk vil være mellem 0.05 – 0.1 %

Følgende foto viser sedimentationsforsøg med hydratkalk. Meget klare vandfaser fremkommer.



Fig 6. Bundfældningsegenskaber

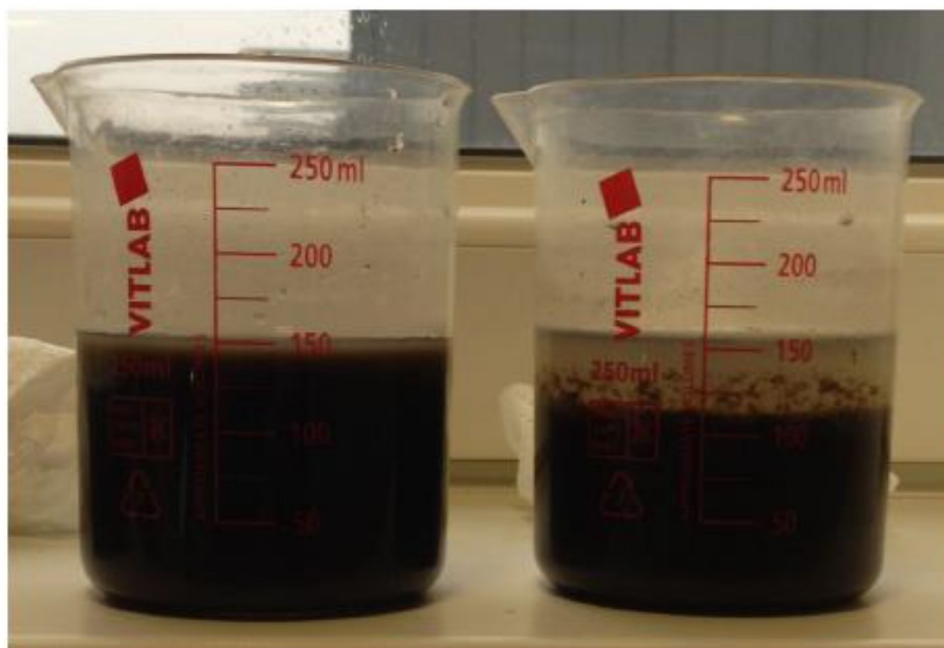
6.6 Komponenttest slamafvanding

Med udgangspunkt forekommende slamtyper i det eksisterende vaskevandsanlæg blev der gennemført laboratorie forsøg for at bestemme afvandingsegenskaberne. Konklusionen herpå var at slammet var let afvandeligt.



Fig 7 Billeder der viser laboratorieforsøg.

Yderligere forsøg med tilsætning af hydratkalk som flokkuleringsmiddel viste at være særdeles positiv. Konklusionen er, at det er muligt at udelade anvendelsen af polymere. På nedenstående billeder ser det hvorledes der efter 15 min fremkommer en klar vandfase når hydratkalken iblandes



Sedimentation efter 15 minutter
Uden Hydratkalk

og

med 10 ml 25% Hydratkalk opl.

Fig 8 Sedimentation med og uden hydratkalk

Endelig blev der også udført forsøg med afvanding i en test sibåndpresse. Resultaterne af forsøgene var at en sibåndspresse er velegnet til afvanding af de forekomne slamtyper.

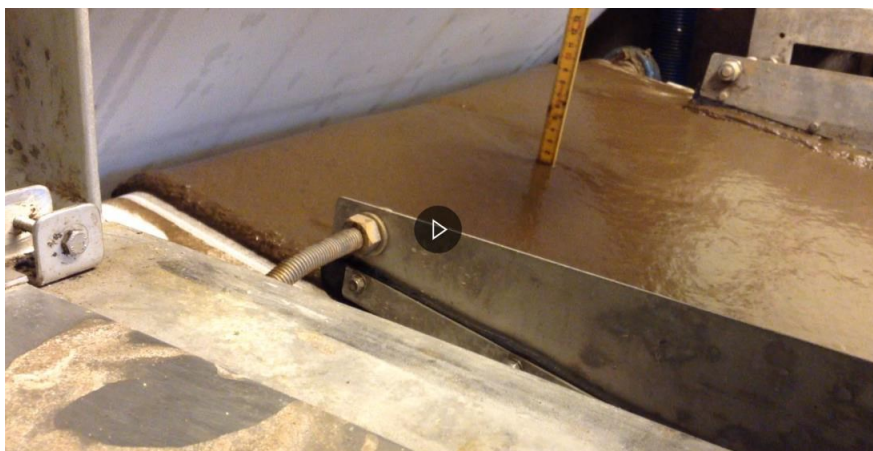


Fig 9 Test af slamafvanding på sibåndspresse indløbsniveau 15-20 mm



Fig 10 Afvandingsresultat på 35% TS hvilket er tilfredsstillende

7. Arbejdspakke 3: Forberedelses til test

7.1 Om forberedelser til test

Baseret på resultaterne og erfaringerne i arbejdsapakke 2, udarbejdes et procesdesign og der projekteres en prototype for anlæg til vaskevandsbehandling.

Følgende elementer indgår:

- Design og dimensionering proces- og maskinteknisk projektering,
- Procesdesign og flowdiagrammer
- Implementering af procesteknologi
- Etablering af anlæg
- Rensningsanlæg klar til test i forbindelse med kampagne start august 2016.

7.2 Design og sammensætning af testanlæg.

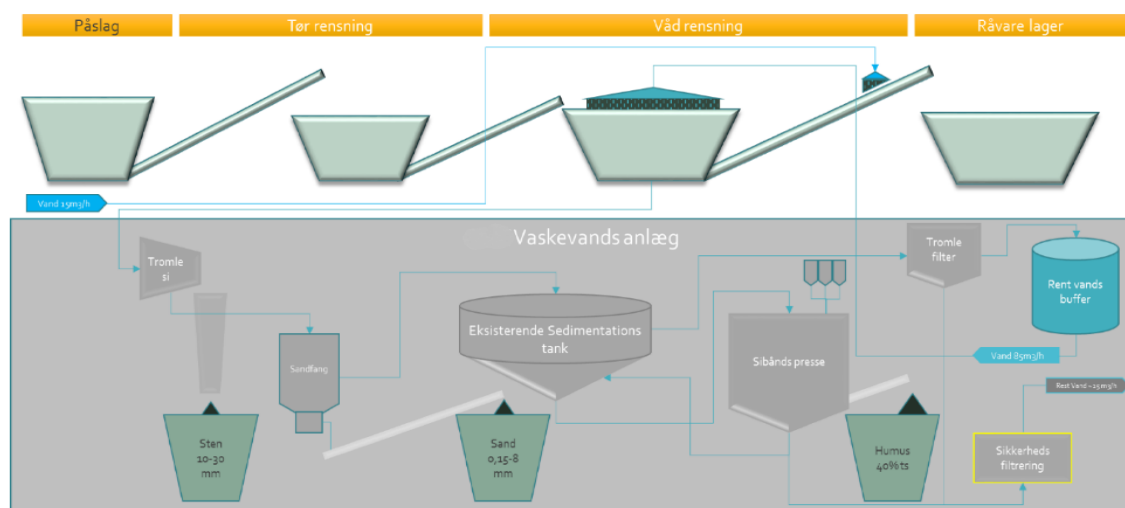
Følgende figur 11 tilkendegiver design og sammensætning af testanlægget.

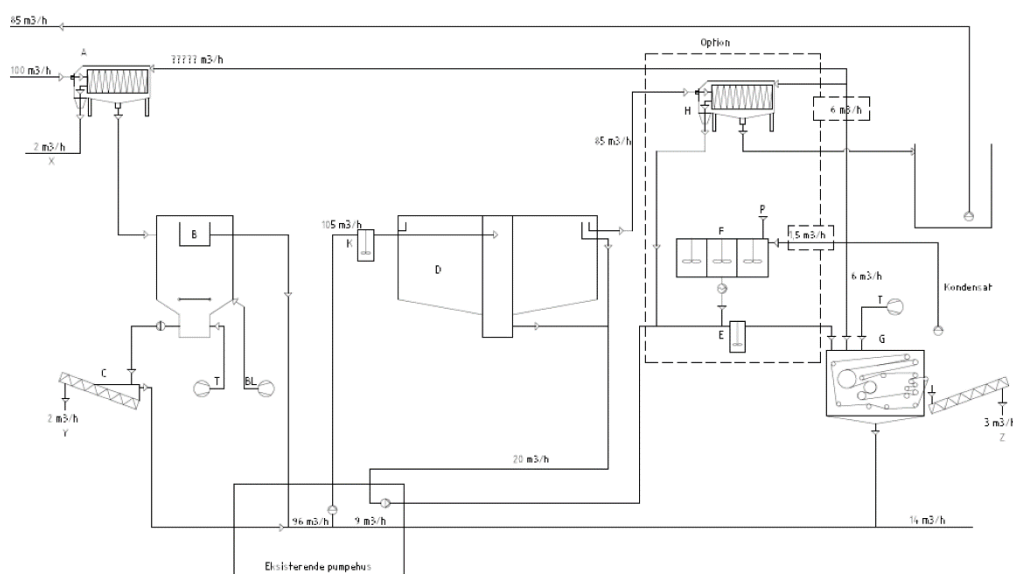
Den overordnede håndtering af råvaren (Stivelseskartofler) ses i den øverste del af tegningen - fra aflevering i påslag til tørrensning efterfulgt af vådrensning, derefter midlertidig opbevaring på råvarelager inden selve stivelsesproduktionen pågår.

Nederste del viser den fremtidige håndtering af vaskevand og de fraktioner der fremkommer når vaskevandet renses.

7.3 Anlæggets komponenter

Følgende beskriver de enkelte komponenter anlægget er sammensat af. Nedenstående illustration viser anlæggets principielle opbygning. Vaskevandet ledes til anlægget med et flow på ca. 100 m³/t.





Figur 11 Anlæggets sammensætning

ROTOSIEVE:

Er en roterende si hvor der frasepareres sten, kartoffelskræller og planterester over 3 mm, hvorefter vandet ledes til næste trin.

RUNDSANDFANG

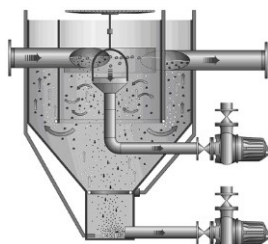


Fig 12 Principskitse rundsandfang

Rundsandfanget anvendes til at separere sand og vand, samt såfremt nødvendigt også flydende materiale. Sandfanget er opbygget af en svejst konstruktion bestående af en ydertank en indvendig tank samt ved separering af flydende materiale, et flydende udtag.

Den indvendige konstruktion, og det høje cirkulerende luft-flow bevirker en effektiv separation af sand og vand. Rundsandfanget er opbygget i rustfast stål.

Garanterede separationsværdier efter ATV (80% af max. flow)

95% af alle frie sandkorn større eller lig 0,2mm

90% af alle frie sandkorn større eller lig 0,16mm

SANDAFVANDER MED TRANSPORT SNEGLE

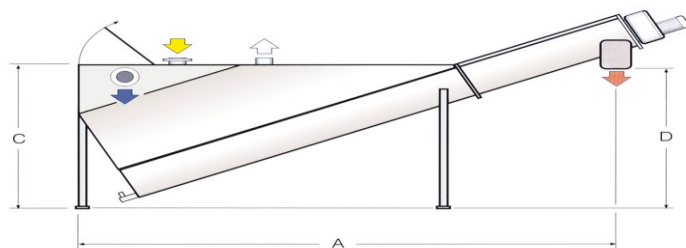


Fig 13 Principskitse sandafvander

Sandafvander KD 01 leveres med udskilningskapacitet fra 80 m³ pr. time. Afvanderen er opbygget i rustfrit stål

Sandafvanderen er af enkel og robust konstruktion og arbejder med lavt omdrejningstal. Her ved opnås begrænset vedligeholdelse og små driftsomkostninger.

Udskilning af sandet foregår omkring de specialformede ind- og udløbsrør. Herfra ledes sandet ned i den underliggende, akselløse snegl og transporteres videre til udløbsåbningen. Under denne transport bliver sandet afvandet i den nederste del, hvor sneglen er lejret i langsgående glideskinner. Ved hjælp af yderligere transportsnegle føre det afvandede sand til lagerbygning til midlertidig opbevaring.

KALKSILO OG KALK DOSERING

For tilsætning af kalk etableres en 20 m³ stor kalksilo. Silo er en glasfibertank udstyret med en doseringssnegl som tilfører kalk i vaske vandet i en betonbrønd, hvor en omrører sikrer kalken bliver iblandet inden vaskevandet løber i bundfældningsbassin

SKRABERBRO M.M. I BUNDFÆLDNINGSBASSIN



Fig 14 Foto af skrabebro i bundfældningsbassin

Vaskevandet ledes til bundfældningstanken, der indrettes i det tidligere udsprøjtning-bufferbassin. Her bundfældes jord og humus og vaskevandet deles i en slamfase og en rentvands fase. Rentvandsfasen opsamles i overløbsender og transporteres til kartoffelindtaget, hvor det genanvendes til vask af kartofler. Slamfasen, skabes ved bundfældning af partikler, der indsamles i midten vha. en skrabebro og udpumpes til slut-afvanding

Tank diameter: ø 31 m

Tank dybde: 2,5 m

Skrabebro type KD 16 er enkel og robust konstruktion bestående af en gitterkonstruktion, midterleje, bogie, gangriste samt adgangslejder.

Midterlejearrangement består af en slæberings enhed, som leveres med 12 ringe og indbygget varme, samt en drejekrans som sikrer en stabil og sikker drift, samt smøring af drejekrans.

Bogien består af en drivenhed incl. 2 stk. regulerbare hjul, der gør tilpasning af enhver tank-størrelse meget simpel, samt omdrejningsvagt.

Flydeslamskraber og bundskraber er fremstillet i rustfast stål og er efter fremstilling total bejdet for optimal overfladebehandling. Flydeslamskrabereren er monteret under skraberbroen og er tilpasset flydeslamlamkant samt flydeslamudtag.

Bundskraberne er via trækstænger fastgjort til skraberbroen. Bundskraber sektioner er samlet med drejbare beslag, således at bundskraberne kan følge tankbundens ujævnheder under drift. Skraber er udført i gummimateriale EPDM

SIBÅNDSPRESSE TIL AFVANDING AF SLAM INCL FORAFVANDER OG SNEGLETRANSPORTØRER SLAMLAGER



Fig 15 Foto af sibåndspresse

Sibåndspressen er en filterpresse, med to bånd, som er designet til at afvande slam. Afvandingen sker i forskellige faser – gravitations afvanding, lavtryks filtrering, mellemtryks filtrering og højtryks filtrering. Lavtryks- mellemtryks- og højtryks -filtreringen foregår ved at presse slammet ind imellem to bånd og over valser med forskellige diametre. En gradvist mindre diameter på valserne giver et højere tryk, som kombineres med forskydningskræfter, når slamsandwichen passerer hen over valserne. Sibåndspressens fordele er bl.a. en lang levetid på roterende dele, da en lav båndhastighed giver en lang afvandingstid.

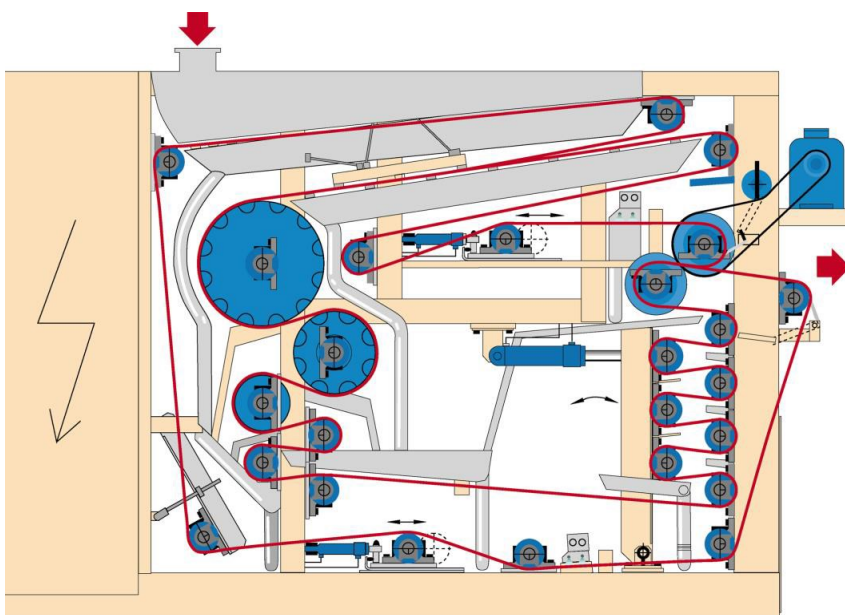


Fig 16 Principskitse af sibåndspressen

Denne skitse af en sibåndspresse viser driftsprincippet. Det flokkulerede slam pumpes ind i sibåndspressens gravitationszone, hvor det frie vand passerer igennem båndet. I det andet

trin vendes slammet, samtidig med at det føres ind imellem de to bånd, hvor det frie vand stadig kan gravitere væk fra slammet samtidigt med at en let presning påbegyndes. I tredje trin føres slammet, som er imellem båndene, hen over valser med forskellige diametre, hvorved slammet får et jævnt stigende tryk, som presser mere vand ud af slammet. Nylon skrabere, en for hvert bånd, fjerner den afvandede kage, hvorefter båndene på deres vej tilbage passerer en spulebom og bliver renset for slam.

Da pressen er forsynet med en båndforafvander, pumpes slammet først ind i denne. Båndforafvanderen fungerer ligeledes efter gravitationsprincippet, hvor det frie vand passerer igennem båndet, inden det føres ned i sibåndspressens gravitationszone.

Det afvandede slam transporteres med snegletransportører til slamlager. Det overskydende rejeckt vand genanvendes eller ledes opbevaringsbassin

Data:

Kapacitet 20 m³/t

TS Indløb 0,5-1%

TS udløb min 32%

7.4 Bygge-anlægsarbejder

I forbindelse med etablering af testanlægget er en række bygge-anlægsarbejder nødvendige.

- Rør/ledningsarbejder i terræn
- Renovering af bundfældningsbassin
- Etablering bygværker til pumpe m.m.
- Etablering af bygning til maskiner
- Etablering af lagerhal til jordforbedringsmiddel og sand.
- Etablering af lagersilo til kalk.

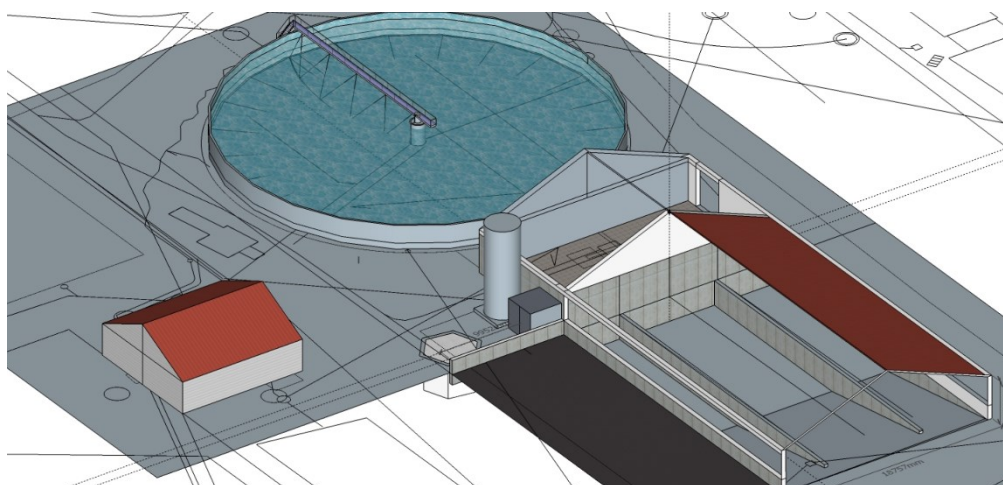


Fig 17 Illustration viser principper i bygge- anlægsarbejder.

7.5 El og automationsarbejder.

I tilknytning til etablering af testanlægget gennemføres et komplet el og automationsprojekt omfattende

- Etablering af føringsveje
- Etablering af styring og forsynings tavler
- Implementering af monitoreringsudstyr og instrumentering
- Programmering og styring.

7.6 Implementering

I forbindelse med implementeringen af anlægget og teknologien aftales følgende samspil mellem de udførende

Område	AKS	KD	Bemærkninger
Bygning	Leverer en komplet bygning med rørføring til væg/gulvkant	Ingen kompetencer/ansvar	
Jord og beton	Forestår alt Jord/Betonarbejde,	KD specificerer krav til klaringstank og rør/ledningsføring mellem bygninger/bygværk	
Ledningsarbejde	Forestår alt ledningsarbejde	Specificerer rør / føringsveje	
El-Arbejde	Leverer PLC, DCS og lokale betjeningstavler Fremfører forsynings og kommunikations kabler	Leverer komponenter koblet op med lokale effekt tavler med node iht. AKS specifikationer	
Programmer / algoritmer	Forestår al programmering	Leverer styringsalgoritmer til AKS	
Mekanisk montage		KD forestår al mekanisk montage i klaringstank	
Særaftaler	Leverer PD pumper til pumpehus Bistår med "værkstedsgang" og begrænset maskin assistance	Gennemgår pumpestørrelser / krav med AKS	
Idriftsættelse	AKS deltager, godkender og kvitterer med afleverings	KD forestår gennemgang iht. specifikationer samt afprøvning algoritmer	
Uddannelse	AKS deltager med relevante personer	KD forestår uddannelse i drift og vedligehold	

Fig 18 Projektdiagram

Selve etableringen pågik i henhold til tidsplan, således at indkøring og opstart af anlæg kunne pågå i samspil med opstart af kampagnen.

8. Arbejdspakke 4: Gennemførelse af test

8.1 Om gennemførelse af test.

I produktionskampagnen der pågår i perioden august 2016 til januar 2017, blev test og demonstration af vandbehandlingsanlægget gennemført.

Anlægskomponenterne blev indkørt og testet indledningsvis før end den egentlig produktion blev påbegyndt.

Der gennemførtes først en decideret mekanisk test med gennemgang af alle anlæggets komponenter og funktion, ligesom der gennemføres elektriske test for at kunne justere de styringsmæssige parametre i processen.

Ligeledes gennemførtes en orientering og oplæring af det personale, som blev involveret i driften af anlægget.

Den 1. august 2016 påbegyndes den egentlige test og demonstration i det realistisk driftsmiljø, hvor processen og anlægget løbende blev vurderet og analyseret.

8.2 Erfaringer fra gennemførelse af test - status primo dec. 2016

Følgende beskriver af status på projektet og indkøring af de respektive anlægskomponenter primo december 2016. Ligeledes beskrives nødvendige tiltag til gennemførelse inden kampagnen ophørte. Herunder eftervisning og dokumentation relateret til efterlevelse af fastsatte funktionskrav.

Separering af sand

Status:

Efter bl.a. tilpasninger af installationer således at der opnås en lige fordeling af tilløb og en bedre styring af beluften, er en acceptabel drift forventelig opnået. Betragtelig større mængder sand havner i lagerbygning. Der forekommer dog stadig sand under sibåndspresse (stammer fra bundfældningsbassin) og det er også uvist hvor store mængder sand der havner i bundfældningsbassin.

Tiltag:

I den kommende tid måles eventuel opbygning af sandlag i bassin. Daglig måles højden på sandlag samme bestemte steder for på den måde at få et indtryk af variationer. Broens underkant anvendes som reference.

Eftervisning af kapacitet og funktion:

Der udtages prøver før og efter funktionen. I disse prøver bestemmes i første omgang volumen af sand.

Efterfølgende analyseres for glødetab således en mere præcis indikation af sandindhold for og efter opnås.

Disse oplysninger anvendes til eftervisning af funktionskrav; udskilning af 95% sand større end 0,2 mm, 90 % større end 0,16 mm. ved 85% af designkapacitet.

Sandafvanding

Status

Sandafvanderer fungerer tilfredsstillende.

Tiltag:

I forbindelse med driftsstop er skørt/sideplade på en af sandafvandrene deformeret. Dette udbedres efter kampagne.

Eftervisning af kapacitet og funktion:

Det konstateres ved iagttagelse af sandafvanderne at disse er i stand til at afvande og fjerne sand fra sandfang ved deres max kapacitet. Design parametre er; hydraulisk kapacitet 80 m³/h, afvandet volumen 3m³/h

Dosering af kalk

Status:

Dosering af kalk fungerer tilfredsstillende. Niveaumåler i kalksilo har driftsfejl.

Tiltag.

Driftsfejl på niveaumåler udbedres. Tiltag/plan omkring reduktion af kalkforbrug udarbejdes.

Eftervisning af kapacitet og funktion:

Det konstateres/måles at doseringsmængde modsvarer flow proportionalt.

Bundfældning i bassin

Status

Efter sidste nedbrud og udbedring af skader kører bassin tilfredsstillende. Vand der recirkuleres er anvendeligt til vaskevand

Det er for nuværende uvist hvor store mængder sand der forefindes på bunden af bassin. På baggrund af den hidtidige drift kan det konstateres at bundskraber har besværligheder med at transportere sand hen til centersektionen således at det kan transporteres til afvanding. Ligeledes kan det forekomme at sand blokerer sugeledning i centersektion

Tiltag

Det skal vurderes hvilke tiltag der skal iværksættes for at imødegå problemer med sand i bassin. Og når det forekommer hvorledes dette håndteres således at det ikke giver anledning til driftsstop. Tiltag/løsninger hertil implementeres

I forbindelse med overordnet stop af produktion før juleferie nedtømmes bassin for vaskevand og sand. Efter juleferie vil der pågå en kort produktionsperiode (14 dage) med normal drift. Når denne korte periode er ovre nedtømmes bassin igen og omfang af eventuelt problem med sand i bassin kan vurderes.

Store mængder sand stammende fra rundbassin er havnet i "40.000 m³ Bassin". Et større oprensningsarbejde venter efter kampagnen.

Eftervisning af kapacitet og funktion:

Det konstateres at returtilløb til kartoffelvask har en beskaffenhed (minimum indhold af partikler humus) der gør det anvendeligt som vaskevand.

Afvanding i sibåndspresse

Status

Driftsresultater har hidtil været ikke tilfredsstillende. Efter udskiftning af filterbånd 4/12 forekommer positive tendenser relateret til sibåndspresen drift. De næste 14 dages drift vil eftervise disse.

Der forekommer sandaflejringer under sibåndspresse

Tiltag

Alternativ til spul med rent vand identificeres og implementeres.

Løsning til bortledning og transport af sand under sibåndspresse identificeres og implementeres.

Diverse plade /afskærmning demonteret i forbindelse med driftsstop monteres.

Eftervisning af kapacitet og funktion:

Efter to ugers stabil drift med normal drift / kapacitet med nyt bånd uden nedbrud, eftervises funktionskrav

Der måles tørstof (TS) i indløb og i afvandet afløb ved design kapacitet.

Ligeledes måles tørstof (TS) og suspenderet stof (SS) i rejektvand til bassin. TS i indløb 1-2 % TS i afvandet udløb 32-40 %, indløbsmængde max 40 m³/h. Vandforbrug spuling 7,5 m³/h. Rejektvand skal have en sådan beskaffenhed (minimum af humus og partikelbundne næringsstoffer) at supplerende udspretningsareal ikke er nødvendig.

Transport af afvandet slam og humus

Status.

Transportsystem fungerer tilfredsstillende

Tiltag

Ingen

Eftervisning af kapacitet og funktion

Det iagttages af system kan transportere de pågældende fraktioner ved max drift. Design mængde 2 m³/h.

8.3 Erfaringer fra gennemførelse af test - status primo jan 2017

Separation af sand

Efter bl.a. tilpasninger af installationer således at der opnås en lige fordeling af tilløb og en bedre styring af beluften, er en forbedret og tilfredsstillende drift opnået.

Styringen af sandsepareringen i forhold til flow i indløb er også blevet optimeret. Det konstateres at efter en fokuseret indkøring med tilpasninger kan iagttages store mængder separeret sand i lagerhal.

KD har den 2/1-16 fremsendt dokumentation for overholdelse af de funktionskrav der er relateret til sandseparationen

Funktionskrav omhandler en udskilning af 95% sandpartikler større end 0,2 mm, 90 % større end 0,16 mm.

Force Technology har udarbejdet sigteanalyser som beskriver kornstørrelsesfordelingen i det sand der skal håndteres ved separationen. Disse analyser fastsætter at der er betydelig større mængde finkornet sand end antaget.

De data som KD har fremsendt er blevet gennemgået og vurderet. Med inddragelse af forholdet omkring den uforudsete variation i fordelingen af sandkornstørrelsen, den forholdsvis store mængde finkornet sand og med iagttagelse af de usikkerheder der relaterer sig til foretagne målinger og analyser konkluderes det at maskinudstyret kan efterleve de beskrevne funktionskrav.

Sandafvanding

Sandafvandere fungerer tilfredsstillende. I relation til eftervisning af kapacitet og funktion konstateres ved iagttagelse af sandafvanderne, at disse er i stand til at afvande og fjerne sand fra sandfang ved deres max kapacitet. Design parametre er; hydraulisk kapacitet 80 m³/h, afvandet volumen 3m³/h.

Dosering af kalk

Dosering af kalk fungerer tilfredsstillende. Hvad angår eftervisning af kapacitet og funktion, konstateres/måles at doseringsmængde modsvarer flow proportionalt. Der skal rettes fokus på en mere effektiv måling af indhold i kalklagertank

Budfældning i bassin

Budfældningsbassin fungerer tilfredsstillende. Vand der recirkuleres er anvendeligt til vaskevand og den planlagte reduktion af vandforbrug pågår.

De uforudsete store mængder fint sand der passerer sandseparationen, foranlediger en op-hobning af finkornet sand i bassin, særligt når sibåndspresse ikke kører. I den sidste del af kampagnen forekommer der som følge af mange "åbne kartofler", derfor også mere stivelse i vaskevandet. Det vurderes at denne stivelse og det fine sand binder sig til hinanden og til bunden af bassin. Dog har de sidste ugers kontinuerlig drift med sibåndspresse tilkendegivet en reduktion af den forekomne mængde fint sand.

I forbindelse med afslutning af kampagne nedtømmes bassin for vaskevand, og det konstateres hvor store mængder fint sand der forefindes, hvor i bassinet det hober sig op og udgør en barriere for skraberfunktionen.

Herefter vurderes hvilke tiltag og løsninger der skal iværksættes for at imødegå problemet. Ligeledes overvejes etablering af et bypass flow uden om sibåndspresse til 40.000 m³ bassin, når den har driftsstop.

Den uforudsete store mængde finkornet sand er årsagen til at bortledning af partikler/sand fra bundfældningsbassin endnu ikke helt optimal.

Det konstateres at returtilløb til kartoffelvask har en tilfredsstillende beskaffenhed (minimum indhold af partikler/humus), der gør det anvendeligt som vaskevand. Dermed pågår den forventede reduktion i vandforbruget.

Afvanding i sibåndspresse

Driftsresultater relateret til sibåndspressens drift har indtil primo december ikke været tilfredsstillende. Efter udskiftning af filterbånd 4/12 forekom positive tendenser. Dette bånd er af den type som blev fundet optimalt ved testkørsel under kampagnen 2015/16. Styring blev ligeledes optimeret således at maskinen kører i optimale sekvenser i forhold driftsperiode / renseperiode.

Sibåndspressen kørte tilfredsstillende indtil 18/12, hvor en operatørfejl var årsag til et nedbrud. Efterfølgende og siden 22/12 og til 4/1 har maskinen kørt kontinuerligt og tilfredsstillende. Dermed har maskinen i henhold til målsætning fastlagt på møde den 12/12, været i tilfredsstillende drift i en sammenhængende periode på 14 dage.

Med baggrund i 14 dages acceptabel drift eftervises funktionskrav. Der måles tørstof (TS) i indløb og i afvandet afløb ved design kapacitet. Krav der skal honoreres er tørstof (TS) i indløb 1-2 % og TS i afvandet udløb 32 %, indløbsmængde max 40 m³/h.

KD har siden 4/12 foretaget en række funktionstest som har eftervist funktions krav på 32%TS i det afvandede materiale.

Den 5/1 gennemførtes endnu en funktionstest der fremviste et resultat på hhv. 46,50 og 49,85 % TS ved design kapacitet.

På baggrund af KD's egne og de sidste resultater konkluderes det at afvandings funktionskrav kan efterleves.

Transport af afvandet slam og humus

Transportsystem fungerer tilfredsstillende og hvad angår eftervisning af kapacitet og funktion er det iagttaget at system kan transportere de pågældende fraktioner ved max drift. Designkapacitet 2 m³/h.

8.4 Overordnede resultater og erfaringer ved gennemførelsen af test.

Som det fremgår af ovenstående, har der været gennemgående og markante problemer i forbindelse med gennemførelse af test af vaskevandsanlæg. De mest markante har været;

Afvanding af slam:

Først i forbindelse med den sidste driftsuge inden ophør af kampagne lykkedes at få skabt en stabil afvandingsfunktion. Det lykkedes at gennemføre en funktionstest der efterviser de oprindelige funktionskrav.

Separation af sand

På baggrund af den gennemførte test og supplerende udførte analysearbejder kan det konstateres, at der forekommer markant større mængde finkornet sand end analyserne i arbejdsplanke 2 tilkendegav. Dette medfører at store mængder fint sand ikke tilbageholdes i rundsandfang, men transporteres i stedet til bundfældningsbassin.

Ophobning af materiale i bundfældningsbassin.

De uforudsete store mængder fint sand der passerer sandseparationen, foranlediger en op-hobning af finkornet sand i bassin. I den sidste del af kampagnen forekommer der som følge af mange "åbne kartofler", derfor også mere stivelse i vaskevandet. Det vurderes at denne stivelse og det fine sand binder sig til hinanden og til bunden af bassin. Dette pågår i sådan et omfang, at slamskraberens i den nuværende udformning, ikke kan transportere materialet hen til bassinets center hvor det bortpumpes.

I forbindelse med afslutning af kampagne nedtømmes bassin for vaskevand og det konstateres hvor store mængder fint sand der forefindes, og hvor i bassinet det hober sig op og udgør en barriere for skraberfunktionen.

Herefter vurderes hvilke tiltag og løsninger, der skal iværksættes for at imødegå problemet. Løsningerne vil blive identificeret og implementeret inden næste kampagne.

8.5 Fokus på intentioner med gennemførelse af test

I relation til de overordnede intentioner med etableringen af anlæg til behandling af vaskevand, var det målet at etablere et anlæg der kan;

- rense vaskevandet således at det forekommer i en kvalitet hvor det kan recikleres og genanvendes
- minimere vandforbruget og imødegå et så stort vandforbrug at supplerende investeringer i flere faciliteter til vandforsyning undgås.
- fra separere humus og jordpartikler således dette også bliver en selvstændig fraktion der kan håndteres som jordforbedringsmiddel.
- nedbringe næringssaltbelastningen i et omfang der modvirker behov for supplerende udspretningsareal.
- separere sand således at dette bliver en selvstændig fraktion der bliver nemmere at håndtere
- håndtere/recirkulere vaskevand uden at der skal anvendes polymer
- udbygges til effektiv håndtering af eventuel forekomst af kartoffelbrok
- reducere det samlede energiforbrug til håndtering af vaskevand.

Med undtagelse af den uforudsete forekomst af store mængder finkornet sand i bundfældningsbassin og det problem dette giver anledning til, vurderes ovennævnte intentioner at være opnået/efterlevet. Løsninger til bortledning af fint sand i bassin identificeres og implementeres inden næste kampagne/driftsperiode.

8.6 Indsamling af projektdata

For at kunne eftervise hvor bæredygtigt nærværende projekt er i forhold til det miljømæssige og økonomiske perspektiv, har det været intentionen at foretage indsamling af de relaterede driftsdata. Hermed kunne der også have været udarbejdet en business case og frembragt en mere empirisk dokumentation for de pågældende positive effekter.

Men de mange problemstillinger og uregelmæssigheder, der fremkom i forbindelse med drift under testperioden, har forhindret dette. Særligt at afvandingsfunktionen og sandafvandingen først blev acceptabel ved afslutningen af kampagnen, har været den betydeligste årsag hertil. Det forventes at dette manglende datagrundlag indsamles i forbindelse med gennemførelse af den forestående kampagne. Herefter vil de fornødne beregninger og dokumentationer kunne udarbejdes.

Et udgangspunkt for projektet var ligeledes at demonstrere hvorledes gennemførelsen af de pågældende tiltag kan medføre en vækst i produktion på op til 40%.

En eftervisning af dette forhold er ligeledes afhængig af en indsamling af de relaterede driftsdata og beregning af disse. Men igen har de mange problemstillinger og uregelmæssigheder, der fremkom i forbindelse med drift under testperioden, forhindret dette.

9. Formidling af resultater

Med den netop gennemførte afslutning af projektet vil erfaringer på overordnet niveau blive formidlet i relevant tidsskrift, hvor der både vil være fokus på proces, miljø- og forretningsmæssige aspekter.

En mere detaljeret formidling forventes udført umiddelbart efter næste kampagne. Gennemførelsen af den forestående kampagne og drift af vaskevandsanlæg uden samme problemer som ved den netop gennemførte, giver mulighed for at indsamle valide data og dermed udarbejdelsen af en mere dokumenterende formidling

Der vil ligeledes ved den lejlighed og når de nødvendige ændringer er gennemført og afprøvet, blive udarbejdet produktblad, både med fokus på den teknologiske løsning og på projektet generelt.

Andels-Kartoffelmelsfabrikken Sønderjylland vil løbende have stor fokus på viden- og erfaringsudveksling.

Efter forestående kampagne vil også kunne udarbejdes en business case, der fremhæver den ressourceeffektivitet og omkostningsreduktion, som skal skabe interesse for brug af teknologien.

10. Konklusion

I samspil med en stadig stigende interesse og fokus på miljømæssige og økonomiske bæredygtige produktionsmetoder, har AKS og KD maskinfabrik i samarbejde gennemført projektet "Miljø- og økonomisk bæredygtigt stivelsesproduktion".

Med denne samarbejdskonstellation har det været formålet at overføre og implementere teknologier, der hidtil har været anvendt i relation til rensningsanlæg, til vaskevandsbehandling i forbindelse med stivelsesproduktion.

Det kan i relation hertil konkluderes, at der er identificeret, implementeret teknologier og metoder, som er særdeles brugbare i stivelsesproduktion.

Det må også konkluderes, at overførelse af teknologi og metode fra en branche til en anden, kan være behæftet med uforudsete problematikker. Dette er i relation til dette projekt en erfaring. Forhold omkring slamafvanding, sandseparation og bundfældningsfunktion, samt det faktum at stivelsesproduktion pågår i kampagner, har medført et behov for yderligere tid til eftervisning og indsamling af projektdata.

I relation til de overordnede intentioner med etableringen af anlæg til behandling af vaskevand, var det målet at etablere et anlæg der kan;

- rense vaskevandet således at det forekommer i en kvalitet hvor det kan recirkuleres og genanvendes
- minimere vandforbruget og imødegå et så stort vandforbrug at supplerende investeringer i flere faciliteter til vandforsyning undgås.
- fra separere humus og jordpartikler således dette også bliver en selvstændig fraktion der kan håndteres som jordforbedringsmiddel.
- nedbringe næringssaltbelastningen i et omfang der modvirker behov for supplerende udsprøgningsareal.
- separere sand således at dette bliver en selvstændig fraktion der bliver nemmere at håndtere
- håndtere/recirkulere vaskevand uden at der skal anvendes polymer
- udbygges til effektiv håndtering af eventuel forekomst af kartoffelbrok
- reducere det samlede energiforbrug til håndtering af vaskevand.

Med undtagelse af den uforudsete forekomst af store mængder finkornet sand i bundfældningsbassin og det problem dette giver anledning til, vurderes ovennævnte intentioner at være opnået/efterlevet. Løsninger til bortledning af fint sand i bassin identificeres og implementeres inden næste kampagne. Hermed vil den supplerende verifikation kunne foregå og den egentlige formidling af resultater gennemføres og den miljømæssig og økonomisk bæredygtighed i stivelse industrien verificeres.

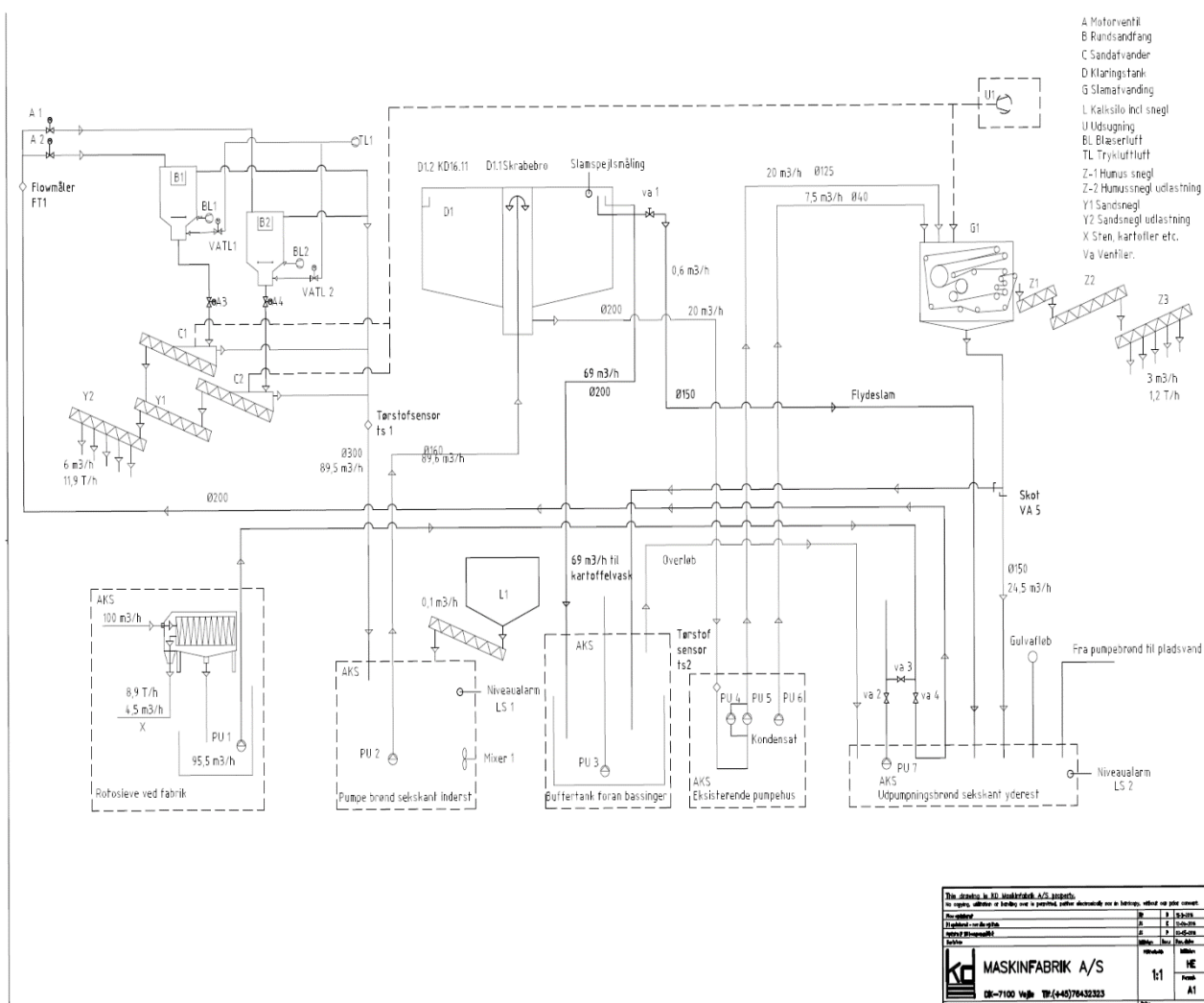
Bilag

Bilag 1.1 Overordnet tidsplan

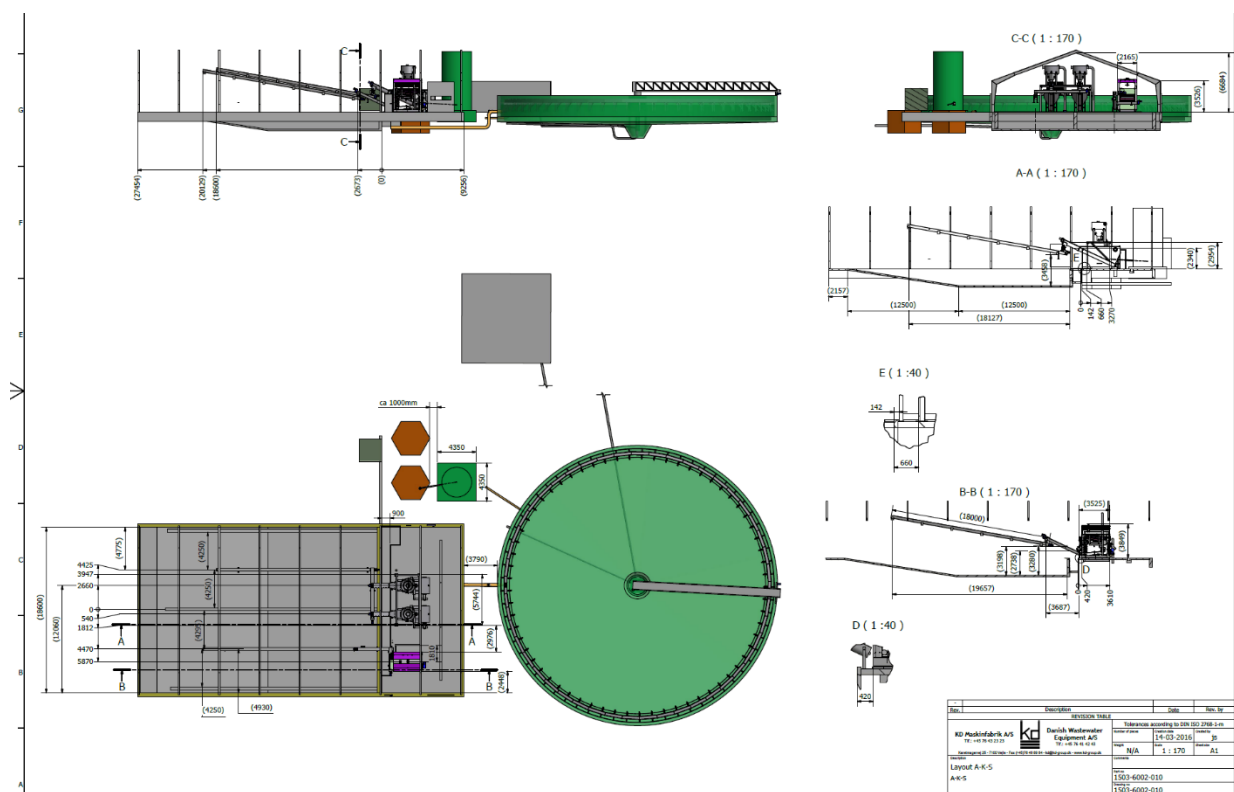
3.10 Tidsplan (inddelt i faser og med tydelig angivelse af hvilke aktiviteter, der foregår i hvilke faser)

	2015												2016												2017	
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F
Arbejdspakke 1																										
• Projektstyring/koordinering	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
• Administration af projekt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
• Styregruppemøder					-												-									
• Revision													-												-	
M1: Halvårlig status/afrapportering							x					x						x								x
Arbejdspakke 2																										
• Sammensætning/analyse af proces	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-											
• Optimal anvendelse af procesteknologi							-	-	-	-	-	-														
• Integrering af nye og eksisterende anlæg							-	-	-	-	-	-	-	-												
• Nulpunkts- og effektmåling				-	-	-																-	-	-	-	
• Verifikation af opfyldelse af tekniske og miljømæssige krav	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
M2: Rapport med analyseresultater									x			x													x	
M3: Tekniske beskrivelser, specifikationer og tegninger																									x	
Arbejdspakke 3																										
• Udvikling af prototype								-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
• Udvikling af design								-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
• Udvikling af logistik/hydraulik								-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
• Etablering af bygning/anlæg										-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
• Opstilling af silo/klairingstank																										
• Indkøring af renseanlæg																										
M4: Prototype klar til test												x														
M5: Procesdesign og flowdiagrammer																										
M6: Klar til test i realistisk driftsmiljø																	x									
Arbejdspakke 4																										
• Mekanisk test																			-	-	-	-	-	-	-	
• Test under kampagne																			-	-	-	-	-	-	-	
• Justering af design/anlæg																			-	-	-	-	-	-	-	
• Oplæring af driftspersonale																									-	
M7: Testrapport																										
M8:																									x	
Brugermanual/kravspecifikation																									x	
Arbejdspakke 5																										
• Formidling til brugere/interessenter							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
• Rapport over projektets resultater																									-	
M9: Business case																										x

Bilag 1.2 PI diagram



Bilag 1.3 Layout af anlæg



Miljø- og økonomisk bæredygtig stivelsesproduktion

Projektet demonstrerer teknologier og metoder, der anvendes i forbindelse med håndtering af spildevand, der kan medvirke til en mere effektiv behandling af vaskevand i stivelsesindustrien med det formål at reducere miljøbelastningen og sikre en mere rentabel driftsøkonomi.



Miljøstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø
www.mst.dk