

Energioptimering på dambrug

**Erfaringer fra projektet
”Energioptimalt design af dambrug”**

Christina Monrad Andersen, Lokalenergi

Deltagere i projektet

Dansk Akvakultur
Teknologisk Institut
Lokalenergi

Dambrug:

Kærhede Dambrug
Abildvad Dambrug
Kongeåens Dambrug
Kølkjær Fiskeri
Hygild Dambrug

Åleproducenter

Steensgård Åleopdræt
Lyksvad Fiskefarm

Energioptimalt design af dambrug

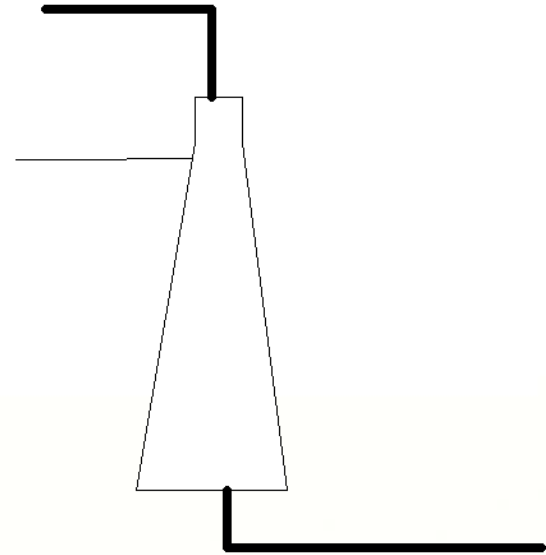


Fokus i projektet

- **Itning**
 - Itkegler
 - ReOx
 - Deep shaft / U-rør
- **Beluftning**
 - Luftmængder
 - Diffusorer
 - Beluftningsdybde
- **Flytning af vand**
 - Valg af pumper
 - Mammutpumper
 - Coating af pumper

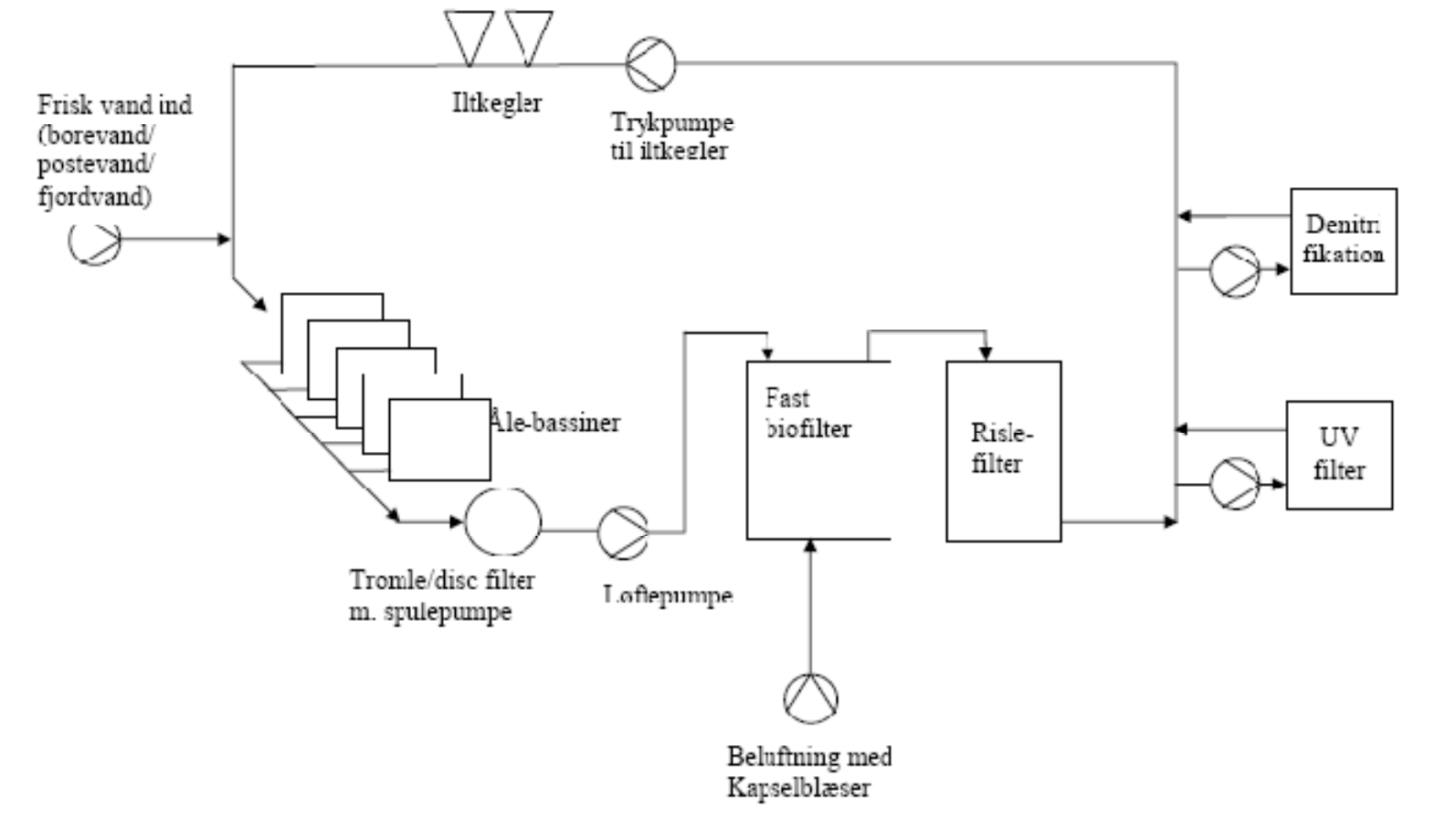
Iltkegler

- Anvendes mest hos åleproducenterne men også hos nogle dambrug
- Højt driftryk: ca. 0,8 bar ~ 8 m vandsøjle!
- Derfor vigtigt at holde så lavt flow som muligt



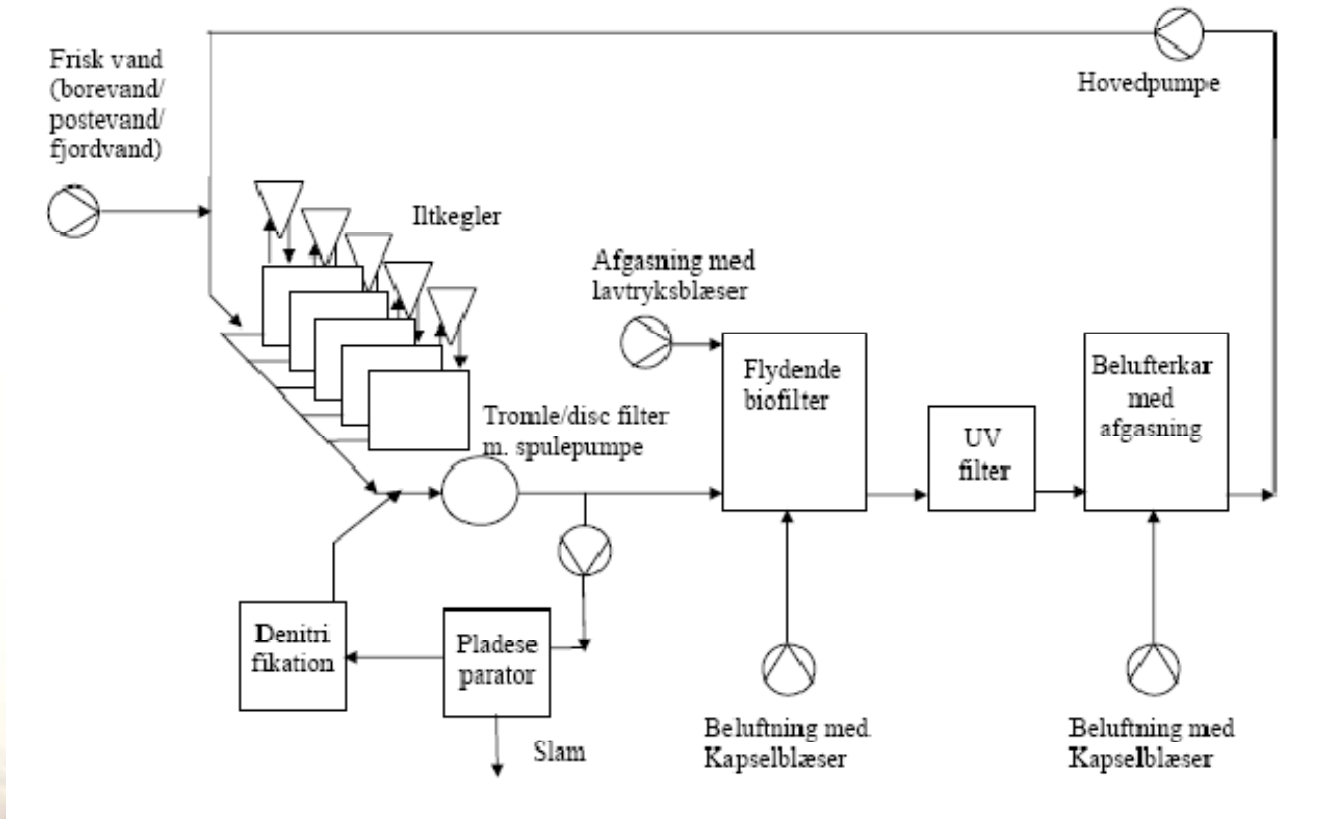
Billund Aqua anlæg: alt vand i anlægget kommer igennem iltkeglerne

Principdiagram for ålefarm
Billund Aqua anlæg



Principdiagram for ålefarm
- DIAT-anlæg

DIAT anlæg: vand cirkuleres med hovedpumpe. Iltning af delstrøm i iltkegler



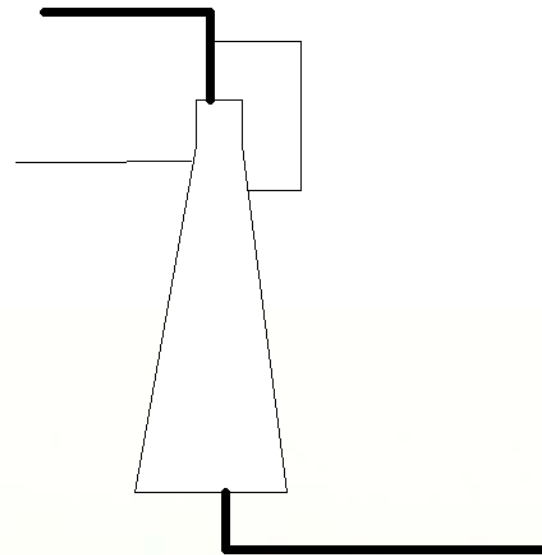
Betydning hos eks. Stensgaard

Vandføring i anlæg	15	m ³ /h pr. stående ton ål
Ved at sænke flow til	14	m ³ /h pr. stående ton ål
Besparelse	44.769	kWh pr. år
Besparelse af årligt elforbrug	2	%

Med andre ord: for hver gang flowet gennem iltkeglerne kan reduceres med 1 m³/h pr. ton og i stedet cirkuleres med alm. cirkulationspumpe spares 2% af det samlede elforbrug for Stensgaard Åleopdræt

ReOx

- Uopløst ilt føres tilbage til indgangsvandet
- Kræver højere drifttryk end alm. iltkegle
- Til gengæld kan flowet gennem keglen reduceres
- Reducerer spild af ilt



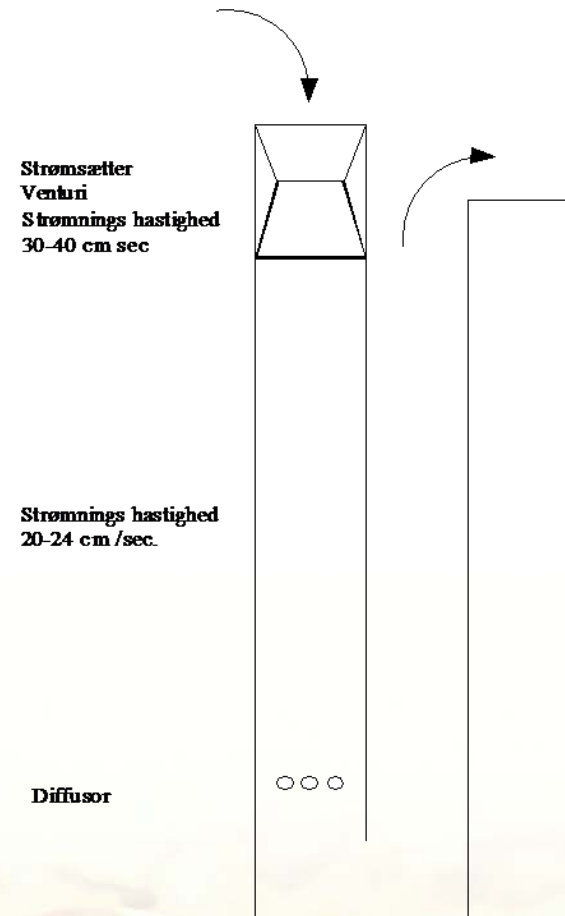
ReOx, eksempel

	u. ReOx	ReOx, 5	ReOx, 8	
Flow pr. kegle	180	36	23	m ³ /h
Drifttryk	0,8	3,8	3,8	bar
Teoretisk motoreffekt	5,8	6,1	4,1	kW
Energibesparelse	0	-1.770	10.508	kr/år
Iltbesparelse	0	1.769	1.769	kr/år
Samlet besparelse	0	0	12.277	kr/år

Samlet årlig besparelse for en typisk åleproducent vil være ca. 160.000 kr. pr. år. Men kan være dyrt at omlægge rørføring i eksisterende anlæg

Deep shaft / U-rør

- En dyb brønd hvor driftrykket opstår som følge af vanddybden
- Kræver derfor stort set ingen energi at drive
- Kostbar at etablere og svært at få tilladelse til



Deep shaft / U-rør, eksempel

Eksempel: anlæg 700 hos Lyksvad Fiskefarm. Hvis der installeres deep shaft i stedet for iltkegler. Det er antaget, at der stadig er behov for at cirkulere samme mængde vand. Dertil kan en løsning være Smedegaard pumper af typen Omega 15 225-6, 6 stk. som giver det energiforbrug som er taget med i tabellen

Flow	Løftehøjde	Effekt	Forbrug	Besparelse	
m³/h	mVs	kW	kWh/år	kWh/år	kr/år
180	0,75	1,65	86.514	333.090	199.854

Deep shaft / U-rør

Konklusion:

- **Stort energisparepotentiale**
- **Dyrt og upraktisk at etablere i eksisterende anlæg**
- **Myndighedsgodkendelser**

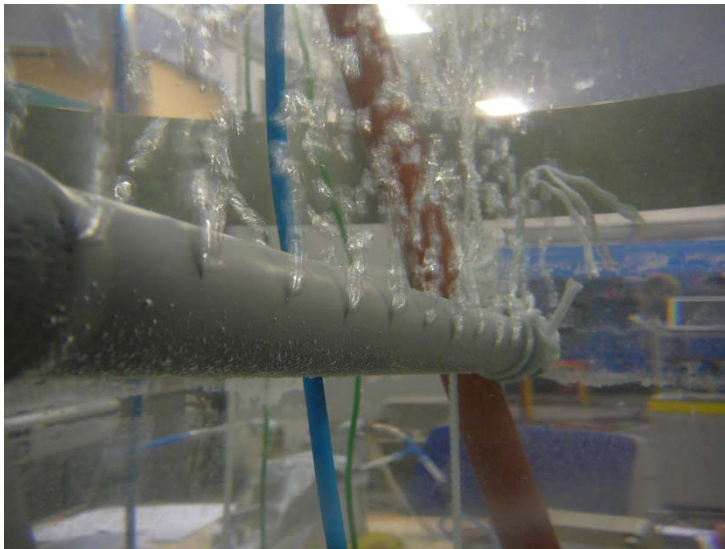
Beluftning

Forsøg med forskellige diffusorer



Beluftning

Forsøg med forskellige luftmængder og boblestørrelser



Beluftning



**Forsøg med forskellige
indblæsningsdybder**

Beluftning, resultater

Udnyttelsesgrad af luftens ilt

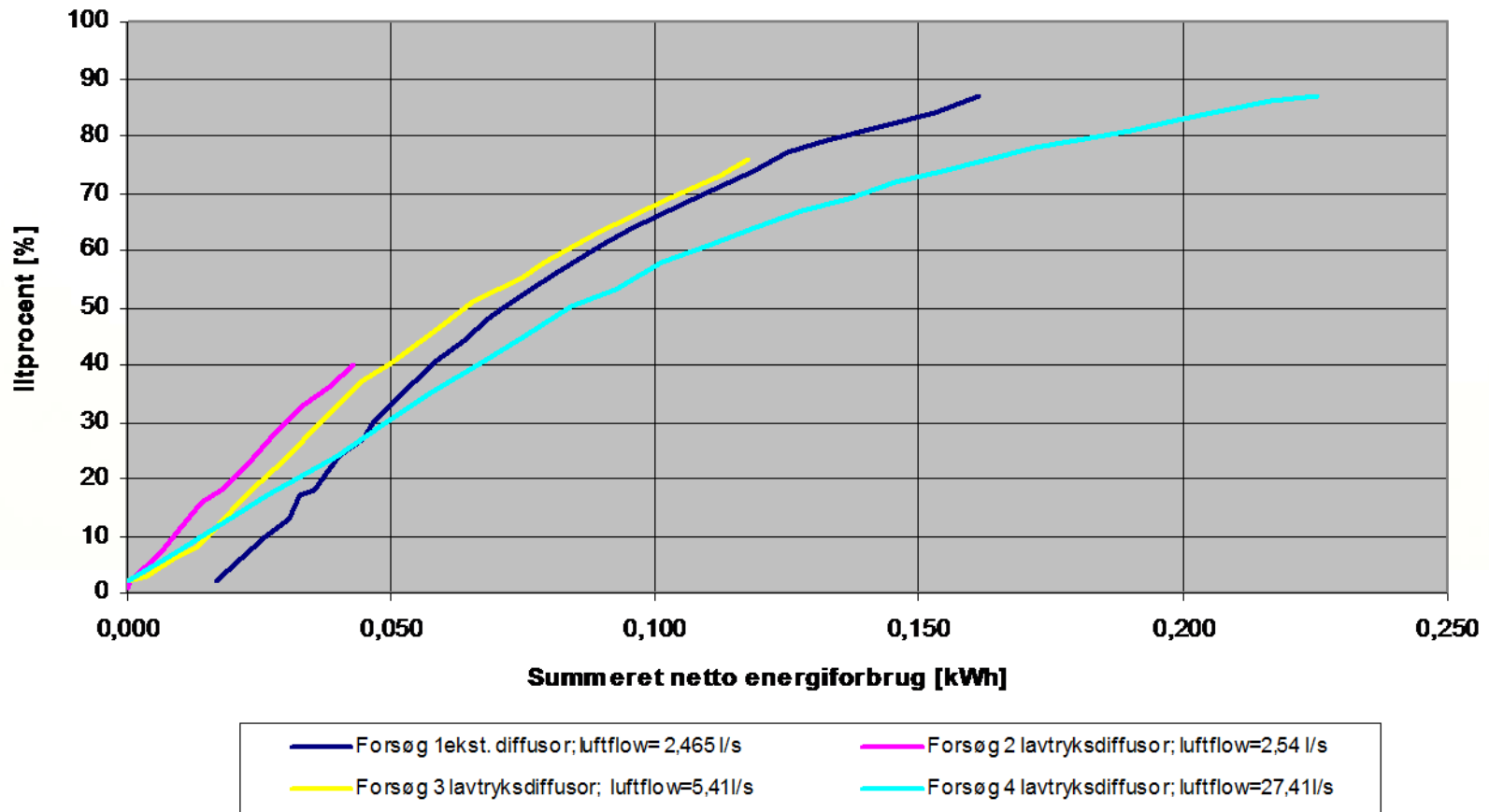
- I Kølkjær 2,4%
- I Abildvad 5,2%

Der er således et stort potentiale i at få bedre udnyttelse af den luft, som bliver blæst i vandet.

På ørred-dambrugene bliver størstedelen af energien brugt til beluftning

Beluftning, resultater fra Abildvad

Iltilførsel i forhold til energiforbruget ved forskellige beluftningsprincipper, 10. og 11. juli 2008



Beluftningsforsøg hos Abildvad



Eksisterende diffusor hos
Abildvad



Lavtryksdiffusor fra
Christian Jørgensen Aps

Beluftning, resultater fra Abildvad

- Ved lave luftstrømme ses, at effektiviteten af ilttilførselen er tilnærmet proportional med vanddybden. Men da lavtryksdiffusoren er højt placeret er der et mindre modtryk, hvilket betyder et mindre energiforbrug
- Ved anvendelse af samme lavtryksdiffusor med forskellig luftstrøm ses tydeligt at en stor luftstrøm giver en dårligere iltningseffektivitet end en mindre luftstrøm
- Lavtryksdiffusoren skal - med den udformning der var anvendt ved forsøgene – placeres ret præcist i vandet for at give jævn fordeling af bobler
- Afgasning er ikke undersøgt, men det er kendt at afgasning hæmmes ved stigende indblæsningsdybde
- Under forsøgene er vandet opiltet i intervallet 0-85 % iltmætning. Forsøget siger således ikke noget om, hvor effektiv lavtryksdiffusoren er ved højere iltmætninger.

Beluftning, valg af blæsere

Undersøgelse hos Lyksvad Fiskefarm

	Blæser 1 ("Pedro Gil")	Blæser 2 ("Hibon pompes")
Flow målt med pitot rør	770 m ³ /h	534 m ³ /h
Effekttag på motor, målt	4,8 kW	5,2 kW
Modtryk i system, aflæst	200 mbar	250 mbar
Omdrejninger på blæseraksel	2.397 o/min	3.486 o/min
Flow ifølge kurvediagram	510 m ³ /h	440 m ³ /h
Tryktab i rørstrækning	36 mbar	23 mbar
Energiforbrug pr. m ³ , v. målt flow	0,0062	0,0097
Energiforbrug pr. m ³ , v. aflæst flow	0,0094	0,0118

Beluftning, valg af blæsere

Undersøgelse hos Lyksvad Fiskefarm

Konklusioner:

- **Luftbehov er ikke veldefineret!**
- **Slid på de gamle kapselblæsere har ikke betydet ringere luftydelse pr. kWh**
- **Ifølge leverandøren er der ikke teknologisk sket fremskridt af kapselblæseres energieffektivitet som kan forrente en udskiftning**
- **Kun 10% af modtryk ligger i rørstrækningen – de restende 90% modtryk ligger i vandsøjle og diffusorer**

Energibesparelser ved ændret luftbehov og modtryk

Med udgangspunkt i eksemplet hos Lyksvad, nuværende blæsere:

- Hvis luftbehov sænkes med 20%: energi - 13%
- Hvis modtryk sænkes med 20%: energi - 9%

Ved meget lave modtryk kan ringkammerblæsere anvendes, men det er ikke umiddelbart muligt her

Flytning af vand, valg af pumper

Rentabilitet af pumpeskift på det nyeste af anlæggene hos Lyksvad Fiskefarm

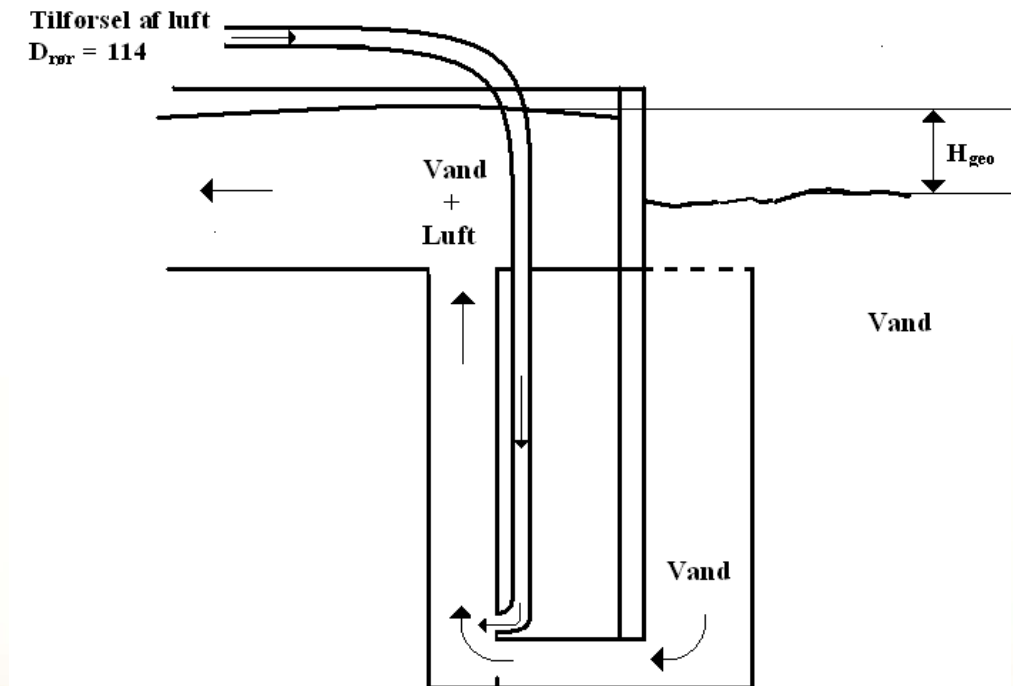
Udskiftning af trykpumper og returpumper

Besparelse			Investering	TBT
kWh/år	kr/år	%	kr	år
153.035	107.125	27	498.880	4,7

NB: Rentabilitet af pumpeskift skal altid vurderes individuelt for det enkelte anlæg

Mammutpumper, Kølkær Fiskeri

- **Mammutpumpen tjener 2 formål:**
 - flytte vand
 - belufte

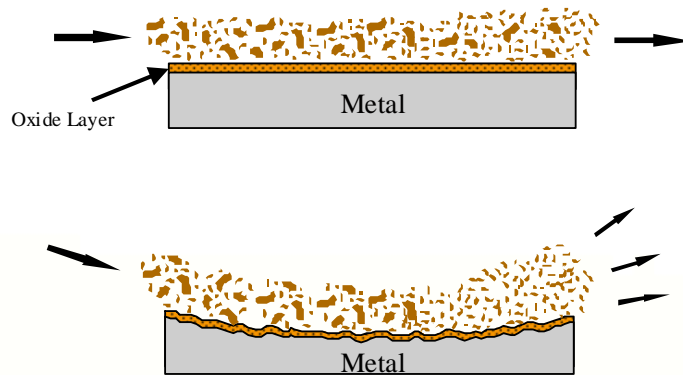


Mammutpumper, resultater baseret på forsøg hos Kølkær Fiskeri

Hydraulisk virkningsgrad:	0,14
Effektivitet af beluftning, ilt:	2,4 %

- **Det svarer til 50% af den effektivitet der er hos Abildvad med beluftning i 2 m dybde**
- **Vandet kan flyttes med en alm. aksialpumpe for kun $\frac{1}{4}$ af nuværende energiforbrug**

Coating af pumper



Overfladenedbrydning som følge af korrosion



Eksempel på erosions korrosion i et løbehjul af støbejern

Coating af pumper

1. **Beskyttelse af en ny Pumpe → forebygge korrosion og fastholde energieffektivitet**
2. **Renovering og beskyttelse af en eksisterende Pumpe → bringe pumpen tilbage til oprindelig energieffektivitet**

Coating af pumper

Jakob Albertsen AS



Indtastning af data for beregning af rentabilitet ved renovering af pumpe

Virksomhed og pumpe

Virksomhed: Alefarm
Afdeling: Cirkulationspumper
Pumpeapplikation: Trykpumpe 1
Pumpemodel:

Driftsprofil

Gennemsnitlig effektoptag: 13,0 kW
Årlig driftstid: 8.760 timer
Gennemsnitlig elpris: 0,7 kr./år

Pumpens tilstand og mediets beskaffenhed

Pumpens alder:	2	0-5 år = 1	5-10 år = 2	10 + år = 3
Mediets korrosivitet:	3	ringe = 1	middel = 2	stærk = 3
Mediets slid-egne:	1	ringe = 1	middel = 2	stærk = 3
Pumpens materiale:	1	uædelt = 1	ædelt = 0,5	

Pumpe data

Pumpens omkøbstal:	1500 o/min	DN<100mm	100-200mm	DN>200mm
Trykdifferens	0,7 bar	lille = 1	mellem = 2	stor = 3
Motorstørrelse	11 kW			
Pumpestørrelse:	2			



Find værdien i energien

Coating af pumper

Beregning af energibesparelse:

Coating af pumpehus og hjul	10,0 %
Renovering af indre tætning	5,0 %
Samlet forbedring ved renovering	15,0 %
Energibesparelse i kWh	17.082 kWh/år
Energibesparelse i kr.	11.957 kr./år

Max 30% for sh under 2000, ellers max 15%
Max 15% for sh under 2000, ellers max 7,5%

Rentabilitetsberegning;

Pris coating:	10.000 kr.
Pris renovering indre tætning	2.000 kr.
Pris håndtering af pumpe	2.000 kr.
Samlet investering	14.000 kr.
Tilbagebetalingstid	14,05 mdr.
Overskud efter 5 år	45.787 kr.
Overskud efter 10 år	105.574 kr.

6 - 18.000 kr. afhængig af størrelse
Ca. 20% af coatingprisen
Ca. 20% af coatingprisen

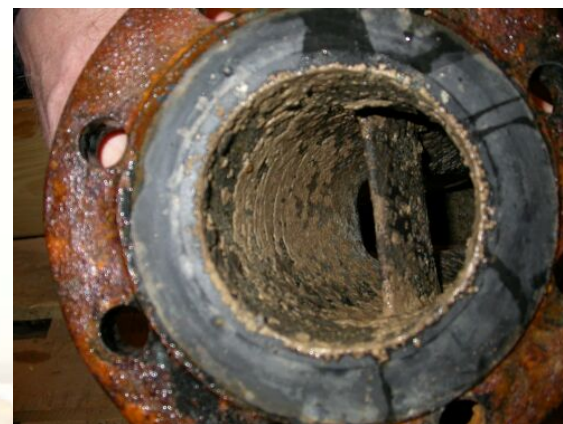
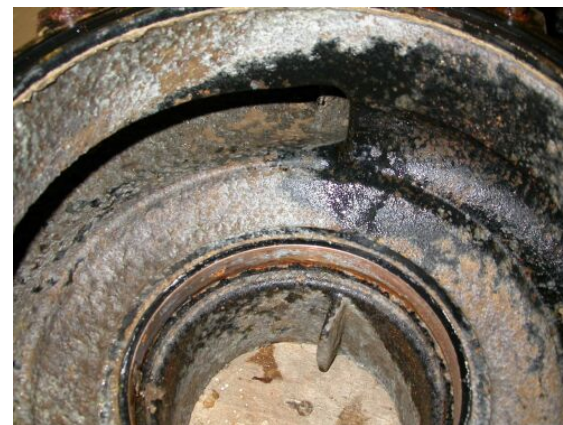
Coating af pumper

- målinger af pumpeydelse i åleanlæg

1. Målinger viser at eksisterende pumpeers reelle ydelse ligger lavere end forventet. Op til 44%!!
2. Kontrolmåling på en NY pumpe af samme slags monteret i samme åleanlæg viste samme resultat!
3. Forskellige resultater ved visuelt eftersyn af gamle pumper – der er forskel på graden af tærring!

Coating af pumper

- betydning af saltindhold



Belægninger og tæring reducerer pumpeydelsen med mindst 10%

Coating af pumper

- Konklusion

1. Pumpeydeler er lavere end forventet i mange anlæg
2. Vandets korrosivitet har stor betydning for graden af tæring i pumpen
3. Saltindhold har stor betydning
4. Rentabiliteten af coating afhænger dermed af saltindhold / korrosivitet
5. Hvis coating vælges, bør det vælges når ny pumpe købes. Billigere og mere praktisk

Perspektivering

- **Bedre udnyttelse af luft – hvordan?**
- **Bedre behovsregulering af luftmængder – hvilke muligheder er der?**