

# Projektforslag om coating af pumper

U D V I K L I N G S P R O J E K T

S E P T E M B E R 2 0 0 3

## Indholdsfortegnelse

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1</b>  | <b>RESUMÉ</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>2</b>  | <b>BAGGRUND OG FORMÅL</b> .....                               | <b>3</b>  |
| <b>3</b>  | <b>PROJEKTAFGRÆNSNING</b> .....                               | <b>4</b>  |
| <b>4</b>  | <b>PROJEKTINDHOLD</b> .....                                   | <b>6</b>  |
| 4.1       | Teoretisk analyse af teknologien bag coating af pumper.....   | 6         |
| 4.2       | Udvælgelse af pumper til testning.....                        | 6         |
| 4.3       | Testning og coating af pumper.....                            | 7         |
| 4.4       | Analyse af test data.....                                     | 8         |
| 4.5       | Undersøgelse af coatingens holdbarhed, samt feltmålinger..... | 9         |
| 4.6       | Rapportering og formidling.....                               | 10        |
| <b>5</b>  | <b>MÅLGRUPPE</b> .....  | <b>11</b> |
| <b>6</b>  | <b>FORVENTEDE RESULTATER</b> .....                            | <b>11</b> |
| <b>7</b>  | <b>PROJEKTORGANISATION OG UDFØRELSE</b> .....                 | <b>12</b> |
| 7.1       | Styregruppe .....   | 12        |
| 7.2       | Projektledelse og projektgruppe .....                         | 12        |
| <b>8</b>  | <b>BUDGET</b> .....   | <b>14</b> |
| <b>9</b>  | <b>TIDS- OG AKTIVITETSPLAN</b> .....                          | <b>15</b> |
| <b>10</b> | <b>KONTAKTPERSONER</b> .....                                  | <b>15</b> |

## 1 Resumé

Dette projektforslag omhandler udvikling og udbredelse af viden omkring coating af pumper. Formålet med at coate pumper er at hæve pumpernes virkningsgrad og dermed mindske deres elforbrug i drift. Dertil kommer, at coating vil øge pumpernes holdbarhed mod slid og korrosion og dermed forlænge deres levetid.

Projektets primære mål er, at øge sandsynligheden for markedsindtrængning gennem påvisning af den gavnlige effekt for elforbruget ved at coate pumper. Dette sker ved at teste flere nye og eksisterende pumper i laboratoriestand, hvorved der kan opnås tilstrækkelig viden om effekten af en coating af pumper i forskellige applikationer. En viden som efterfølgende formidles til branchen og dens rådgivere.

Selve formidlingsdelen vil have en fremtrædende rolle i dette projekt, i form af artikler, foredrag, farvepjecer, materialer til download fra hjemmesider, let anvendeligt Excel-værktøj samt en struktureret og dækkende baggrundsrapport.

## 2 Baggrund og formål

Coating af pumper har været anvendt i Danmark i flere år. Formålet har primært været beskyttelse mod korrosion og slid fra aggressive og faststoffoldige væsker. Først de senere år er man desuden blevet opmærksom på coatingens positive effekt på pumpernes virkningsgrad og dermed deres energiforbrug.

Ved coating af en pumpe påføres indersiden af pumpehuset og hele løbehjulet et tyndt lag komposit epoxy coating materiale, forstærket med keramiske partikler. Herved bliver pumpens inderside glat med mindre grad af turbulens og med højere virkningsgrad til følge. Den forbedrede virkningsgrad fastholdes gennem tiden, da den forstærkede overflade hindrer slid som følge af korrosion og erosion i tiden efter coatingen. Dette står i modsætning til ubehandlede pumper, hvis virkningsgrad falder (ofte markant) med tiden.

Baggrunden for nærværende projektbeskrivelse er erfaringer opnået gennem et tidligere projekt støttet af Energistyrelsen med projekttitlen "Energibesparelser gennem coating af pumper". I dette projekt blev der påvist store elbesparelser (op til 30%) ved coating af en industri trykforøgerpumpe på Dalum Papirfabrik og en slampumpe på Ejby renseanlæg.

På trods af de indlysende fordele, flere artikler og foredrag samt en generel stor interesse for emnet fra industrien og den offentlige sektor, er en egentlig markedsindtrængning udeblevet.

Det skyldes sandsynligvis primært, at der i projektet kun blev målt på to pumper. Der hersker således stor usikkerhed omkring effekten af coating af andre typer af pumper under forskellige driftsforhold. Det skyldes sandsynligvis også en generel videnmangel fra pumpebranchen omkring emnet.

Formålet med denne undersøgelse er:

- Teoretisk undersøgelse af de forskellige epoxy materialers evne til at forbedre virkningsgraden af pumper.
- Undersøgelse af elbesparelsesmulighed som funktion af pumpe alder, trykdifferens samt slid (korrosion/erosion) ved coating af pumper.
- Undersøgelse af coatingens holdbarhed
- Formidling, idet formidlingsdelen i projektet vil have en meget fremtrædende rolle.

### 3 Projektafgrænsning

Ifølge Dansk Elforsyning Statistik bruges der ca. 2.300 GWh/år til pumpning i Danmark. Fordelingen på de enkelte sektorer ses af tabellen herunder.

| Elanvendelse til pumpning |               |           |              |               |
|---------------------------|---------------|-----------|--------------|---------------|
| Sektor                    | Elforbrug     | andel i % | GWh/år       | fordeling     |
| Industri                  | 9.817         | 9         | 884          | 38,1%         |
| Handel og service         | 5.866         | 3         | 176          | 7,6%          |
| Offentlig sektor          | 4.101         | 11        | 451          | 19,4%         |
| Landbrug og gartneri      | 2.578         | 5         | 129          | 5,6%          |
| Bolig                     | 9.615         | 7         | 673          | 29,0%         |
| Øvrige                    | 872           | 1         | 9            | 0,4%          |
| <b>Samlet</b>             | <b>32.849</b> | <b>7</b>  | <b>2.321</b> | <b>100,0%</b> |

Overordnet set kan pumperne opdeles i de mindre pumper (vådløberne), som kendes fra radiatorkredsen og til cirkulation af varmt brugsvand, og de større pumper (blokpumper, in-line pumper og normpumper), som primært bruges i industrien, den offentlige forsyning samt landbrug og gartneri. Opdeles elforbruget på de mindre og de større pumper fås følgende tilnærmede fordeling:

| Pumpestørrelse/sektor                                      | GWh/år       | fordeling     |
|--|--------------|---------------|
| Store pumper (Industri + landbrug og gartneri + forsyning) | 1.212        | 52,2%         |
| Små pumper (Offentlig byggeri + handel og service + bolig) | 1.109        | 47,8%         |
| <b>Samlet</b>  | <b>2.321</b> | <b>100,0%</b> |

De tidligere høstede erfaringer omkring coating af pumper er sket indenfor sektoren med de store pumper (Dalum Papir og Ejby Mølle rensningsanlæg), dvs. i sektorer med et elforbrug på ca. 1.200 GWh/år til pumpning. Der haves ikke erfaringer fra coating af de mindre vådløbende pumper, vedr. mulighederne og evt. potentialer.

Vi har derfor, i nærværende projektansøgning, valgt at afgrænse os fra at undersøge forholdene med de mindre pumper, og koncentrere indsatsen om yderligere vidensgenerering og vidensudbredelse omkring coating af de større pumper. Det skyldes dels de tidligere høstede erfaringer, og dels den kendsgerning, at mulighederne for realisering af potentialet er større i sektoren for de store pumper, da man her coater eksisterende pumper. Det samme forhold er ikke gældende for de mindre pumper. Disse udskiftes med nye, når de bliver slidte, eller ved renovering af varme anlæg. Herved bliver en markedsindtrængning for disse pumper mere langsommelig.

Herudover er produktionsteknologien forskellig for vådløberne og tørløberne. Vådløberne har små løbehjul der er produceret af tyndplade, som er svejset sammen til det færdige løbehjul, hvorimod tørløberne har støbte og noget større løbehjul.

Det vurderes, at der på et senere tidspunkt kan laves et projekt omkring coating af de mindre vådløbende pumper, såfremt resultatet af dette projekt skulle vise resultater der kunne indikere, at coating af vådløberpumper også kan give en væsentlig elbesparelse.

En mængde forhold kan have betydning for gevinsten ved coating af en pumpe. Eksempelvis kan nævnes coatingmaterialet, pumpe type, pumpestørrelse, trykforhold, korrosion, erosion, konstruktionsmæssige forhold, pumpemedie, medietemperatur m. fl.

Allerede ved det første projekt, støttet af Energistyrelsen, blev det klart at væsentlige parametre for en gevinst ved en coating af pumper er følgende:

- Pumpens differenstræk (højere differenstræk giver større gevinst ved coating)
- Slid som følge af korrosion og erosion (større slid giver større gevinst ved coating)
- Pumpens alder (ældre pumper giver større gevinst ved coating)

Disse forhold blev imidlertid ikke tilstrækkeligt belyst i den tidligere undersøgelse, da der kun blev testet på to pumper. Det er derfor valgt at fortsætte i dette spor, og afgrænse projektet til kun at belyse disse 3 forhold inden for pumpetyperne simple centrifugalpumper som norm-pumpen, blokpumpen og in-line pumpen. Det er vist grafisk i følgende figur 1.

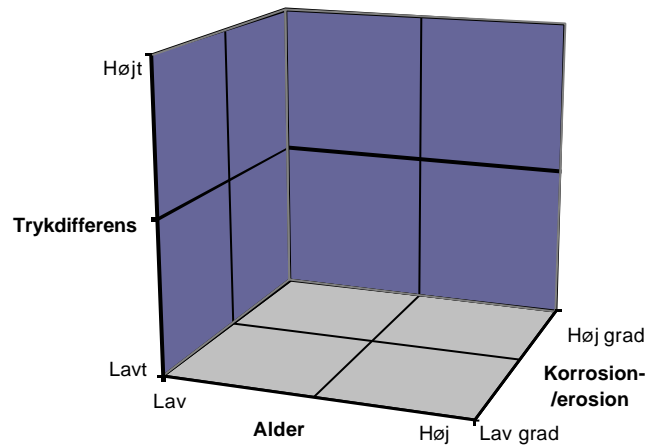


Fig. 1: Matrice for undersøgelser af gevinst ved coating af større pumper

Matricen giver 8 analyseelementer. Det vurderes, at der skal findes 4 pumper i forskellige effektklasser inden for hvert undersøgelsesfelt for at resultatet af undersøgelserne vil være tilstrækkeligt valide. Der skal således i alt testes 32 pumper.

For at minimere omfanget af projektet, er det valgt primært at sætse på laboratoriemålinger, frem for feltmålinger. Der vil dog blive udført enkelte feltmålinger i forbindelse med test af coatings materialets holdbarhed. Tests som efterfølgende foregår i felten.

Den elbesparelse, der opnås ved at coate pumpen, er ikke alene bestemt ved at øge virkningsgraden. Også pumpens reguleringsform bestemmer, hvilken elbesparelse der endeligt opnås. Dette projekt opstiller en række teoretiske beregninger omkring, hvilke besparelser der opnås ved den enkelte regulering.

Disse overvejelser vil tage udgangspunkt i de registrerede forbedringer inden for hver af de 8 undersøgelsesfelter. For hvert undersøgelsesfelt vil der derefter blive udregnet, hvilke besparelser der vil opnås gennem anvendelse af eksempelvis:

- Ingen regulering.
- On/off regulering.
- Drøvling.
- Frekvensregulering.

Der vil i de teoretiske beregninger blive sondret imellem tre typer af pumpeanlæg:

- Cirkulationsanlæg (varmeanlæg).
- Transportsanlæg.
- Trykførøgningsanlæg.

Denne sondring skyldes det forhold, at driften af den enkelte pumpe varierer inden for disse tre anlægskategorier, og at den resulterende besparelse ved coating afhænger af valgte reguleringsform.

Herudover vil der i projektet blive lavet analyser af det bedst egnede coatingmateriale til den enkelte pumpeopgave, således at størst muligt holdbarhed og energibesparelse opnås.

## 4 Projektindhold

I projektforslaget lægges op til 6 faser. Indholdet af disse faser er beskrevet i de følgende 6 underafsnit.

### 4.1 Teoretisk analyse af teknologien bag coating af pumper

I denne fase beskrives og analyseres teknologien omkring coating af pumper. Følgende vil blandt andet blive undersøgt:

- Hvilket coating materiale skal benyttes til den enkelte applikation i det enkelte miljø.
- Er der forskel for de enkelte produkter
- Hvilke forberedende aktiviteter der skal foretages med pumpen med hensyn til overfladens beskaffenhed, før pumpens indvendige side og løbehjulet påføres coating materialet
- Hvilke størrelse af pumper det fysisk kan lade sig gøre at coate
- I de tilfælde hvor det kun er muligt at coate løbehjulet, er der da erfaringer med den resulterende effekt på pumpeperformance og virkningsgrad
- Hvilke øvrige forbedringer kan der foretages, når pumpen alligevel er åbnet (renovering af indre tætninger og akseltætning)
- Tidsforbruget til coating og den omtrentlige omkostning til materiale og mandtimer.

En del af arbejdet i denne fase består således i indhentning og analyse af eksisterende materiale fra flere leverandører af coating materiale. I Danmark findes kun få leverandører. Det vil derfor være nødvendigt, at kontakte leverandører i udlandet, primært Østrig, England og USA samt at foretage litteraturstudier, i det omfang litteratur om emnet findes.

Formålet med at kontakte flere leverandører er, at der herved kan skabes et mere nuanceret billede af den enkelte leverandørs arbejde med teknologien bag coating, og således ved den efterfølgende analyse af de indsamlede data blive skabt et fælles billede af det praktiske arbejde med coating af pumper.

Der er flere typer af coating materiale, afhængigt af kravet til modstandsdygtighed overfor eksempelvis slid, korrosion, temperatur mm. Det enkelte coating materiale resulterer i forskellig grad af turbolens nedsættende egenskaber for pumpen, og dermed pumpens resulterende virkningsgrad. Det færdige resultat af denne fase forventes, at blive en oversigt med de parametre der spiller ind for pumpens virkningsgrad.

De enkelte virksomheder og deres rådgivere vil herefter være bedre i stand til at vælge den coating teknologi, der er bedst egnet for den enkelte applikation mht. holdbarhed og højest mulig resulterende virkningsgrad, og dermed energibesparelse efter coating af en pumpe.

### 4.2 Udvalgelse af pumper til testning.

Med hjælp fra de i dette projekt deltagende virksomheder, pumpefabrikanter samt leverandører af coating materiale, udvælges 32 pumper af forskelligt fabrikat i forskellige effektklasser til test. Det er sandsynligt, at pumperne kan udvælges i følgende virksomheder:

- Novo/Novozymes.
- Lundbeck.
- Energi E2.
- Københavns Energi.
- Kemira.
- Hede Nielsen.

Pumperne udvælges således, at der kan indplaceres 4 pumper i hver af de 8 kategorier (32 pumper i alt). Eksempelvis lav trykdifferens, lav alder og lav grad af korrosion/erosion.

Fase 4.2 vil være overlappende på fase 4.3, idet pumperne testes efterhånden som de bliver udvalgt.

### 4.3 Testning og coating af pumper

Efterhånden som de 32 pumper udvælges, testes de på Teknologisk Instituts akkrediterede testbænke for pumper og motorer i Høje Tåstrup. Testbænkene er udarbejdet til brug for den forestående pumpekampagne, iværksat af elselskaberne.

Såfremt pumperne er så store, at de ikke kan testes hos Teknologisk Institut, sendes de til den akkrediterede testbænk hos Jensen & Olesen i Esbjerg, som blandt andet udfører testarbejde på pumper for off-shore industrien i Nordsøen.

Pumperne monteres i prøvestanden med motor og der laves samtidige målinger af følgende parametre:

- Effektoptag motor,  $P_1$
- Tryk, sugeside,  $p_1$
- Tryk, trykside,  $p_2$
- Flow,  $Q$

Flowet vil være testens primære variabel og de øvrige parametre vil være afhængige variable. Flowet ændres ved, at der drøvles med en ventil foran pumpen.

Herefter monteres motoren alene i en motor teststand, hvor motorens virkningsgrad bestemmes. Formålet hermed er, at man efterfølgende er i stand til at udlede den rene effekt- og virkningsgradskurve for pumpen, som herefter kan sammenlignes direkte med katalogdata.

Efter testen sendes pumperne til et coating service værksted på Energi E2 Asnæsværkets kompositafdeling, hvor løbehjul og pumpens inderside overfladebehandles og påføres det ønskede coatingmateriale.

Efter endt coating sendes pumperne tilbage til testbænken, hvor den ovenfor beskrevne test med motoren monteret foretages igen. Herved fremkommer en række måleresultater, eksempelvis i form af den nedenstående kurve, som er et resultat fra den tidligere undersøgelse støttet af Energistyrelsen.

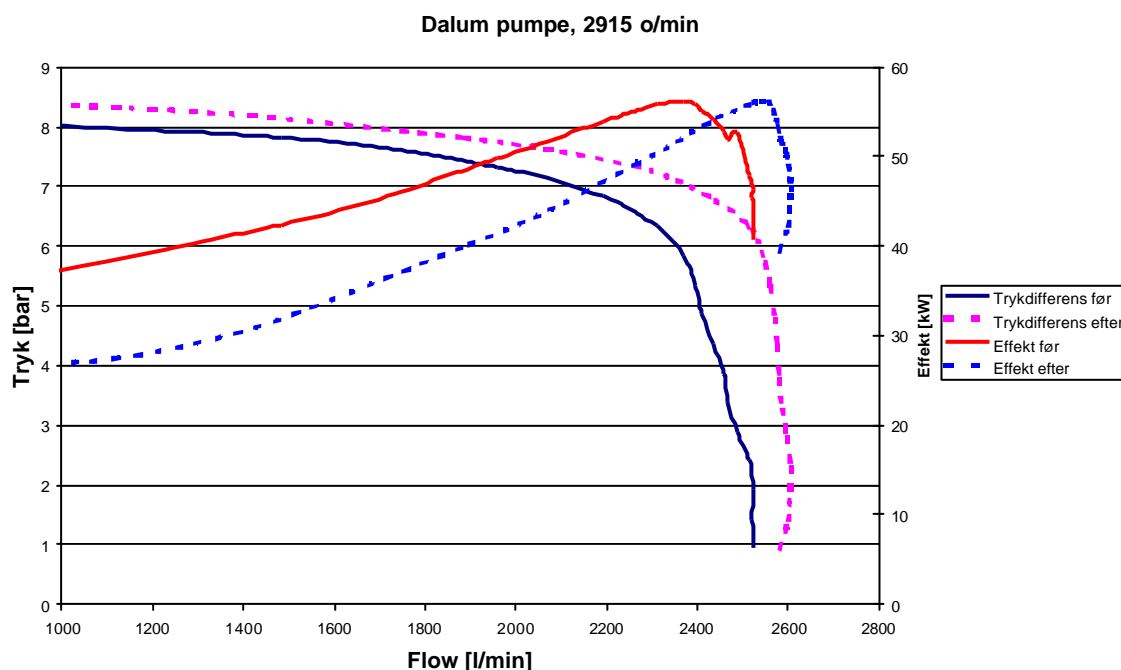


Fig. 2: Grafisk illustration af resultat af test af pumper før og efter en coating

Med 32 testede pumper vil det betyde, at der skal foretages 64 tests. Hver test (pumpe og motor)tager typisk en hel dag, og vil foregå i løbet af et helt år. Der vil således løbende være mulighed for at klare logistikken med at finde et tidspunkt, der passer ejeren af pumpen og Teknologisk Institut (eller Jensen og Olesen), det praktiske arbejde med montage og transport af pumpen samt indhentning af testdata. Omkostninger i forbindelse med testen, samt transport af pumpen til og fra testcentret indgår indgår i projektets omkostninger.

Omkostninger til nedtagning, coating og transport af de udvalgte pumper til og fra serviceværksted, forventes egenfinansieret af leverandøren af coatingmaterialet og kunden selv.

I det omfang at det ikke kan lade sig gøre at egenfinansiere disse omkostninger, afsættes et beløb på i alt kr. 80.000, svarende til 2.500 kr. pr. testet Pumpe, samt et beløb til køb af nye pumper i det omfang at kunden ikke har en reservepumpe stående til at erstatte den testede Pumpe. Her afsættes der ca. kr. 20.000 til 6 stk. nye pumper, i alt kr. 120.000.

Disse 6 nye pumper vil desuden kunne bruges til at lave målinger over effekten af at coate helt nye pumper på pumpeperformance og virkningsgrad, ligesom en del af disse pumper kan følges i en årrække efter, for at eftervise coatingens holdbarhed, samt vise resultater i felten. (se fase 4.5).

#### 4.4 Analyse af test data

Efterhånden som pumperne bliver testet og der fremkommer data, vil der blive beregnet en pumpevirkningsgrad efter følgende formel:

$$h = \frac{(p_2 - p_1) * Q}{W}$$

Data for pumpeeffekt (W), flow (Q), trykdifferens ( $p_2 - p_1$ ) og pumpevirkningsgraden ( $\eta$ ) kategoriseres i de 8 analyseelementer vedr. trykdifferens, graden af korrosion/erosion og pumpeens alder. Der analyseres, så vidt muligt, efter tendenser indenfor de 8 analyseelementer.

Resultatet af denne fase er således en tendens i effekten ved at coate pumper indenfor de 8 analyseelementer, således at disse resultater kan formidles til rådgivere og branchen selv, med en øget markedsindtrængning af coating til følge.

Som eksempel er systemvirkningsgraden vist før og efter coating fra den tidligere undersøgelse med pumpen fra Dalum Papirfabrik i nedenstående figur 3.

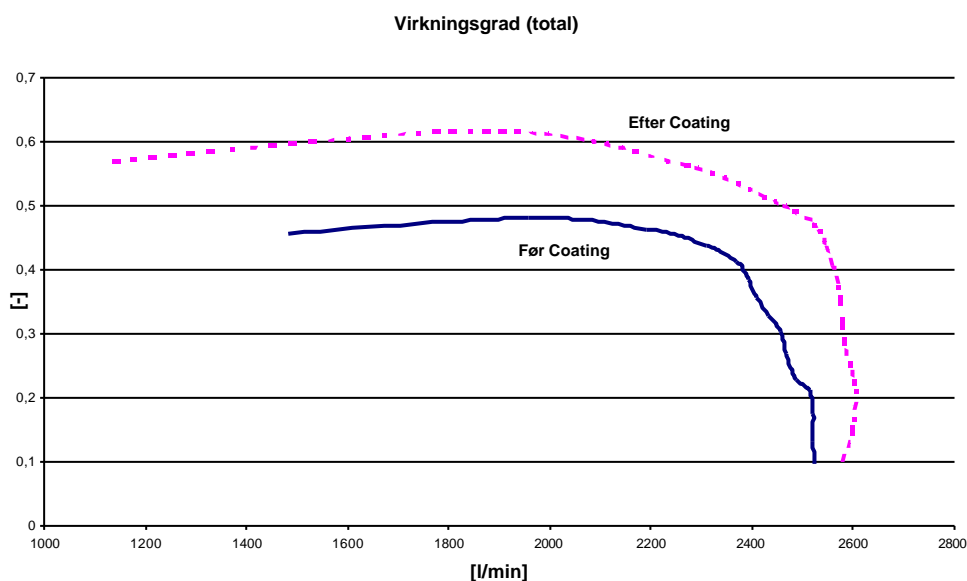


Fig. 3: Resultat på systemvirkningsgrad som følge af coating af Pumpe.



Indenfor de 8 analyseelementer, blive lavet kurver for forandringen i pumpens performance (pumpekurven), og der vil blive registreret andre særlige forhold eller barrierer i forbindelse med coating.

Herudover vil der, i denne fase, blive redegjort for den resulterende energibesparelse i felten ved at coate pumper. Den resulterende energibesparelse afhænger af det reguleringsudstyr, der er tilknyttet pumpen. Det er således vigtigt, at der er det rette reguleringsudstyr til den coatede pumpe, da man ellers kan komme ud for, at den coatede pumpe, på grund af den bedre pumpeperformance, eksempelvis leverer mere vand og dermed forbruger mere elektricitet.

Endelig vil der i denne fase indgå overvejelser, som knytter sig til systemoptimering og den kommende kampagne herfor. Har den nu coatede pumpe den rette størrelse i forhold til behovet og er motor og drevsystem i den rette størrelse til pumpen.

Den resulterede forventede besparelse ved at coate pumper indenfor de 8 analyseelementer vil blive beregnet som årsgennemsnit for følgende pumpeanlæg:

- Cirkulationsanlæg (varmeanlæg).
- Transportsanlæg.
- Trykforøgningsanlæg.

For hver af disse anlægstyper, beregnes besparelsen ved en række forskellige timeantal, der gør det muligt for en virksomhed at se besparelsen for akkurat den pumpetype de er i besiddelse af.

#### **4.5 Undersøgelse af coatingens holdbarhed, samt feltmålinger**

For at sikre, at de opnåede elbesparelser bibeholdes, er det nødvendigt, at det påførte coating materiale opretholder sine turbolens nedsættende egenskaber i årene fremover. Denne fase har til formål, at analysere netop holdbarheden af forskellige coating materialer på forskellige typer af pumper i forskellige miljøer, korrosion, erosion og ved forskellige trykforhold. Indgangsvinklen til analysen i denne fase vil være følgende:

- Indhentning af data fra leverandører i ind- og udland.
- Feltnmålinger på tre udvalgte pumper.

Leverandørplysninger fra de enkelte leverandører vil blive hentet samtidig med fase 1, hvor teknologien omkring coatingen kortlægges. Her vil leverandørerne desuden blive spurgt omkring data for holdbarhed af coating materialet på de pumper, som igennem årene er blevet coatet.

De indhentede data vil herefter blive analyseret for at finde et mønster for levetid for coatingmateriale indenfor de tidligere definerede områder, trykdifferensen, korrosion og erosion, samt typen af coating materiale.

Det fremkomne data vil blive rapporteret sammen med det øvrige indhold i projektet ved den ordinære projektafslutning.

Herudover vil der igangsættes feltnmålinger, som vil række ud over den ordinære projektperiode. Af de 32 udvalgte pumper vil der blive udvalgt 3 pumper, én med høj trykdifferens, én med høj grad af korrosion og én med høj grad af erosion. Disse pumper vil blive fulgt i en 3 års periode, hvor de 1 gang om året vil blive åbnet med henblik på at tilse tilstanden af coatingmaterialet og foretage målinger af lagtykkelse, ligesom der vil blive foretaget feltnmåling af systemvirkningsgrad i løbet af den 3 års periode.

De herved fremkomne resultater vil, sammen med resultaterne fra leverandørerne, give det endelige billede af den forventede levetid for coating materiale indenfor de nævnte kategorier, samt systemvirkningsgraden i felten. Da feltnmålingerne afsluttes uden for den ordinære projektperiode, vil der laves en særskilt rapportering omkring disse resultater, ligesom der vil blive skrevet artikler mm.

#### 4.6 Rapportering og formidling

Resultaterne af alle faserne afrapporteres i en overskuelig rapport, der gør brug af tabeller og figurer, snarere end tekst. Rapporten vil redegøre for teknologien bag coating, de 8 analyselementer, de 32 udvalgte pumper, de udførte test samt resultaterne af testene.

Endelig vil der i et separat kapitel redegøres for vigtigheden af det rette reguleringsudstyr, for at kompensere for den bedre pumpeperformance efter coating. Dette kapitel vil endvidere indeholde en række teoretiske overvejelser omkring den elbesparelse der vil kunne opnås gennem anvendelse af forskellige reguleringsforhold for de forskellige applikationstyper, ligesom der vil blive gjort rede for systemoptimering.

Rapporten skal primært tjene som et opslagsværk for målgruppen. Det er planen at rapporten skal foreligge i pdf-format, således at den kan downloades fra forskellige hjemmesider.

Udover rapporten, vil der blive udfærdiget artikler til tekniske tidsskrifter, der primært læses af målgrupperne, eksempelvis vedligeholdelsesbladet, VVS bladet, danske fjernvarmeforeningers blad, danske vandværkers blad, danske spildevandsforeningers blad, Ingeniøren m. fl. Herudover vil der blive udarbejdet farvepjecer som kan bruges som appetitvækkere.

Formidlingen vil overordnet rette sig imod to typer installationer:

- Nye pumper som skal installeres i en ny eller en eksisterende applikation, og som bør coates med det formål, at virkningsgraden ikke forringes mærkbart i årene fremover, pga. slid og korrosion.
- Eksisterende pumper, som bør tages ud af applikationen og coates med det formål, at pumpens virkningsgrad efter coatingen forbedres og herefter fastholdes i årene fremover.

Der er i den tidligere undersøgelse lavet et simpelt regneark til beregning og visualisering af de energimæssige, og dermed økonomiske, resultater af coating. Der viste sig stor interesse for regnearket. Det er således planen, at der laves et lignende værktøj som resultat af denne undersøgelse. Værktøjet vil endvidere kunne fremstilles, således at det kan anvendes interaktivt på Internettet, eksempelvis på diverse hjemmesider. Dette vil gøre det muligt at foretage en simpel beregning over det økonomiske potentiale ved at coate en specifik pumpe.

Der vil desuden afholdes foredrag om emnet coating af pumper, eksempelvis ved energirådgivernes årlige seminar, ved indbudte seminarer for industrien og pumpebranchen, samt gennem vedligeholdelsesforeningen, Foreningen for Energi og Miljø, samt ved diverse årsmøder for brancheforeningerne.

Formidlingen vil generelt blive differentieret på de store og de små virksomheder. De store virksomheder vil i højere grad deltage i foredrag og læse tidsskrifter, mens mindre virksomheder mere skal tilgodeses gennem udsendelse af direct mail og gennem den påvirkning pumpeleverandøren kan have. Det er derfor vigtigt, at pumpeleverandørerne, gennem dette projekt, klædes tilstrækkeligt på, således at de er i stand til at påvirke mindre virksomheder.

Projektets resultater vil endvidere blive formidlet til relevante uddannelsesinstitutioner, såsom ingeniør- og maskinmester uddannelsesstederne.

Udover den ordinære projektperiode vil der efter fase 5 blive formidlet omkring resultaterne af de foretagne feltmålinger. Denne formidling vil ske i form af en mindre rapport, samt diverse artikler i de før omtalte tidsskrifter.

## 5 Målgruppe

Målgruppen for resultaterne er primært industrien, landbrug og gartneri, vandforsyninger, fjernvarmeforsyninger, spildevandssektoren samt andre, der benytter store pumper. Hertil kommer rådgivere, der har indflydelse på valg og vedligeholdelse af pumper i disse segmenter.

Endvidere er pumpebranchen en primær målgruppe, som med de nye resultater undersøgelsen tilvejebringer, vil være rustet til at foreslå sine kunder coating af nye pumper samt coating af pumper der skal renoveres.

Sekundært er målgruppen energirådgivere – herunder ikke mindst elselskabernes energirådgivere - der har mulighed for at blive opdateret med viden og kompetence indenfor emnet coating af pumper. De fleste af de få gennembrud i markedsindtrængningen, der er sket på baggrund af sidste undersøgelse, er initieret af energirådgiverne.

En vigtig del af resultaterne er også at bruge data fra testene til en kommende pumpekampagne. Det kunne være aktuelt på sigt at kæde coating af pumper sammen med en mærkning af energisparepumper. For at det skal være muligt, er det nødvendigt at kunne præsentere branchen for valide data over effekten af coating, ligesom pumpebranchens deltagelse i dette projekt vil lette et sådant arbejde.

## 6 Forventede resultater

Der bruges ca. 2.300 GWh/år til pumpning i Danmark. Heraf bruges ca. 1.200 GWh/år til større pumper og ca. 1.100 GWh/år til de mindre vådløbende pumper. Dette projekt er afgrænset til de større pumper, da der tidligere er indhentet positive erfaringer ved coating af enkelte større pumper, men hvor markedsindtrængningen efterfølgende er udeblevet.

Den sidste undersøgelse, støttet af Energistyrelsen, viste i et potentiale på op til 30% på testbænken efter coating. I praksis viste de efterfølgende feltmålinger en lidt lavere besparelse på henholdsvis 13% og 25%, da pumperne her kørte i et større spekter af deres flowområde.

I praksis kan der pessimistisk estimeret forventes et besparelspotentiale på anslået 10% for alle pumper i gennemsnit. Ved eksempelvis 50% markedsindtrængning vil det betyde et realiserbart potentiale på 60 GWh/år på landsplan i Danmark, fordelt på opnåelige besparelser ved at coate nye pumper fra start, samt potentialet ved at coate eksisterende pumper.

Et vigtigt element til at øge markedsindtrængningen vil være, at der i dette projekt måles på flere pumper, og dermed opnås en mere detaljeret viden omkring effekten af at coate forskellige pumper under forskellige driftsforhold. Denne viden formidles efterfølgende til branchen og rådgivere i branchen.

Den viden der tilvejebringes i projektet, vil forventeligt være:

- Viden omkring det bedste coating materiale til den enkelte pumpe i det enkelte miljø
- Gevinsten for pumpevirkningsgraden ved at coate pumper.
- Systemoptimering i forbindelse med coating af pumper
- Den resulterende energibesparelse ved typiske pumpeanlæg.
- Levetid for coatingmaterialet og resulterende feltmålinger
- Forventede sidegevinster ved coating af pumper

Et vigtigt element, der vil øge sandsynligheden for markedsindtrængning, vil være, at der i projektet dels deltager kendte og respekterede virksomheder og leverandører af pumper, der kan gå foran og vise vejen for resten af branchen i disse sager.

Resultaterne af de udførte tests vil kunne bruges i en evt. efterfølgende pumpekampagne, hvor coating af pumper eventuelt kædes sammen med energisparepumper.

Endelig kan der peges på den mulighed, at den bedre pumpe performance og den højere modstandskraft mod slid vil kunne betyde, at man i en nyanlægs situation med en coated pumpe i fremtiden kan dimensionere tættere på kravspecifikationerne, med lavere omkostninger til følge for såvel investering som drift.

Et resultat af projektet kunne også være, at branchen for de mindre og typisk vådløbende pumper (Grundfos, Smedegaard, Wilo m.fl.) bliver interesseret i emnet, og initierer projekter med henblik på coating af de vådløbende pumper, således at en markedsindtrængning i dette segment på sigt kan forventes.

## 7 Projektorganisation og udførelse

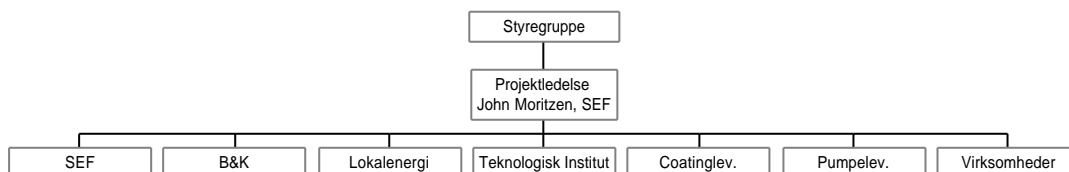
### 7.1 Styregruppe

Der foreslås oprettet en styregruppe bestående af en repræsentant fra ELFOR, samt en repræsentant fra hver af følgende virksomheder: SEF Handel & Service, Birch & Krogboe, Lokalenergi, Mastertech og Teknologisk Institut. Styregruppens opgaver er at vejlede og rådgive om udførelsen, at vurdere forløb og resultater, at koordinere med andre aktiviteter samt at sikre en hensigtsmæssig formidling.

### 7.2 Projektledelse og projektgruppe

Projektledelsen varetages af John Moritzen, SEF Handel & Service A/S, der gennem mange år har været projektleder på energiprojekter i både den offentlige og private sektor, herunder også adskillige indenfor energioptimering i industrien. John Moritzen deltog i det sidste projekt omkring coating af pumper støttet af Energistyrelsen. Udover at være projektleder, vil John Moritzen med sit tilknytning til elbranchen kunne udbrede resultaterne af undersøgelsen til den sektor.

Projektgruppen består af SEF Handel & Service, Birch & Krogboe, Lokalenergi, Mastertech, Teknologisk Institut, pumpeleverandørerne Desmi og ABS Pumper samt virksomhederne Novo/Novozymes, Lundbeck, Energi E2, Københavns Energi, Kemira samt Hede Nielsen. Projektgruppen afholder koordineringsmøder, hvor fremdrift, status og erfaringsopsamling vil indgå som dagsordenpunkter. Nedenstående diagram viser hele projektstrukturen som den er påtænkt.



Alle projektdeltagere vil ikke deltage lige intensivt i hele projektet. I nogle faser vil nogle parters deltagelse have karakter af at indgå i en følgegruppe, mens andre vil være aktive aktører i alle projektets faser.

#### Birch & Krogboe /Energi

Birch & Krogboe/Energi har arbejdet med oprettelse og gennemførelse af udviklingsprojekter til energieffektivisering såvel indenfor industri samt handel- og service. Birch & Krogboe/Energi har derudover generelt stor erfaring i projektgennemførelse med specielt energioptimering indenfor industri. Birch & Krogboe har desuden erfaring fra det sidste projekt støttet af Energistyrelsen, idet Birch & Krogboe startede med at have projektledelse i dette projekt. Birch & Krogboe's primære rolle i projektet bliver udvælgelse af pumper til testning, arbejdet med analyse af testdata samt visualisering af resultater af en coating ved forskellige reguleringsformer. Udover kompetencer på dette område, vil Birch og Krogboe også kunne være medvirkende til at stå som garant for projektets resultater overfor den rådgivende branche. Dette vil kunne ske ved at der indrykkes artikler i FRI's blad og i Ingeniøren.

### **Lokalenergi**

Lokalenergi udfører energirådgivning i det østjyske syd for Århus. Lokalenergi har store kompetencer indenfor pumper og er således repræsenteret i styregruppen under Elfors pumpekampagne. Lokalenergi kører fra sommerferien et projekt under Elfors F&U pulje omkring standby forbrug i boliger. Lokalenergi har endelig kontakten til nogle af de udvalgte virksomheder, hvor de testede pumper skal findes. Lokalenergi vil i projektet specielt have en stor rolle i projektets fase 1, hvor teknologien skal analyseres, samt i fase 5 hvor der skal laves feltstudier, samt i formidlingsdelen, hvor der skal laves pjecer og holdes foredrag.

### **Teknologisk Institut**

Teknologisk Institut har den prøvestand som pumperne skal testes på. Prøvestanden skal bruges i forbindelse med Elfors forestående kampagne for energisparepumper. Teknologisk Institut besidder desuden kompetencer indenfor området coating af pumper, idet instituttet var projektleder på den sidste del det tidligere projekt støttet af Energistyrelsen. Udover at deltage i testen af pumper, vil Teknologisk Institut have en stor rolle i analysen af test-data. I det omfang at Teknologisk Institut ikke vil kunne teste de berørte pumper, vil den enkelte test overgå til Jensen og Olesen i Esbjerg.

### **Mastertech A/S**

Mastertech A/S er den markedsledende leverandør i Danmark af det coating materiale der skal påføres pumperne. Mastertech har stor erfaring med coating materialet og firmaet har en stor kontakthflade til de virksomheder, hvor de pumper der skal testes skal findes. Herudover vil Mastertech have en stor rolle i vidensgenereringen omkring coating teknologien og den største rolle i projektet omkring det praktiske arbejde ved håndteringen og coatingen af pumperne.

### **Energi E2 Asnæsværkets kompositafdelingen**

De 32 udvalgte pumper skal forberedes for coating og coates på Asnæsværkets kompositafdeling i Kalundborg. Timeforbrug og materialeomkostninger til dette arbejde er indregnet under materialeomkostninger i fase 3. Disse udgifter egenfinansieres af pumpeejerne i projektet. Der er dog lagt op til at der kan ydes et tilskud til disse omkostninger i det omfang, kunderne ikke har mulighed for eller lyst til fuldt ud af egenfinansiere disse omkostninger.

### **Andre relevante coatingleverandører og serviceværksteder**

I projektets fase 1 og fase 5 vil der blive kontaktet andre relevante coatingleverandører og serviceværksteder i Danmark og i udlandet med det formål at få et mere nuanceret billede af coating teknologien, samt for at redegøre for evt. forskelle i teknologi og virkemåde.

### **Desmi A/S m.fl.**

Desmi A/S er pumpeleverandør af større industrielle pumper. Mastertech A/S har i en del år samarbejdet med flere pumpeleverandører, og man er i visse tilfælde begyndt at coate nye pumper, som leveres til kunderne. De udvalgte pumpeleverandører er interesseret i emnet, og har en stor kontakthflade til virksomhederne, hvor pumperne er placeret. Leverandørernes rolle i projektet vil primært være, at udvælge de 32 pumper, samt at medvirke til udbredelse af undersøgelsens resultater til resten af branchen, specielt de mindre virksomheder.

### **Virksomhederne**

Blandt andet Novo/Novozymes, Lundbeck, Energi E2, Københavns Energi, Kemira og Hede Nielsen er udvalgt som virksomheder idet det er kendte virksomheder, der vil kunne gå foran for resten af branchen. Herudover har virksomhederne større pumper, der ønskes testet. Endelig har de udvalgte virksomheder alle kendskab til coating teknologien, idet de enten tidligere har coatet pumper eller er i gang med det nu.

## 8 Budget

Med udgangspunkt i ovennævnte projektbeskrivelse kan projektgruppen tilbyde at gennemføre projektet i henhold til nedennævnte budgetoverslag.

| Fase   | Timer | Omkostninger |            |
|--|-------|--------------|------------|
|  | [h]   | Rejser       | Materialer |
| Fase 1: Teoretisk beskrivelse af coating af pumper | 321   | 10.000       | 0          |
| Fase 2: Udvalgelse af 32 pumper til testning       | 340   | 10.000       | 0          |
| Fase 3: Testning og coating af pumper              | 518   | 10.000       | 751.600    |
| Fase 4: Analyse af test data                       | 565   | 10.000       | 0          |
| Fase 5: Undersøgelse af holdbarhed og feltmålinger | 320   | 10.000       | 0          |
| Fase 6: Rapportering og formidling                 | 490   | 10.000       | 100.000    |

|                              |           |        |           |
|------------------------------|-----------|--------|-----------|
| Udgift [dkr.] samlet projekt | 1.882.300 | 60.000 | 851.600   |
| Udgift i alt                 | [dkr.]    |        | 2.793.900 |
| Egenfinansiering             | [dkr.]    |        | 1.116.178 |
| Ansøgt støttebeløb           | [dkr.]    |        | 1.677.723 |

De kr. 751.600 til materialer i fase 3 dækker over transport- og coating- og testomkostninger til de i projektet udvalgte 32 pumper. Af dette beløb egenfinansieres kr. 400.000, dels som reduceret dækningsbidrag for coatingmaterialet, samt tidsforbruget til selve coatingen, dels som den reducerede pris kunden giver for coatingen samt kundens transportomkostninger. Tilbage er der transport- og testomkostninger på kr. 351.600 i forbindelse med test af pumperne. Der er desuden afsat kr. 100.000 kr. til trykkeri- og hjemmesideomkostninger i projektets fase 6.

Med et ansøgt støttebeløb fra ELFOR's PSO pulje på kr. 1.677.000 er egenfinansieringen 40%.

Det kan muligvis være nødvendigt, at yde støtte til visse virksomheder til transport, coating og evt. indkøb af reservepumper. Der søges derfor endvidere om kr. 200.000 i støtte, fordelt som kr. 2.500 pr. testet pumpe og indkøb af 6 pumper á kr. 20.000.

Det er tanken kun at anvende de disse midler, eller nogle af disse, såfremt virksomhederne ikke selv har mulighed for at finansiere dette. Såfremt alle 200.000 kr. alligevel skulle blive anvendt vil det reducere egenfinansieringen fra ca. 40% til 33%.

Der søges derfor støtte fra ELFOR's PSO pulje på 1.877.000, men hensigten er kun at anvende 1.677.000,-. Alle beløb er ekskl. moms. Projektgruppens ansvar er begrænset til det modtagne honorar.

Fordelingen af parternes timer er angivet nedenfor:

| Timeforbrug til deltagere i projektet |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | Fase1 | Fase2 | Fase3 | Fase4 | Fase5 | Fase6 | I alt |
| Aktør \ fase                          |       |       |       |       |       |       |       |
| SEF Handel & Service                  | 75    | 65    | 90    | 90    | 50    | 150   | 520   |
| B&K                                   | 20    | 50    | 25    | 150   | 0     | 50    | 295   |
| Lokalenergi                           | 100   | 50    | 25    | 25    | 100   | 100   | 400   |
| Teknologisk Institut                  | 40    | 25    | 128   | 150   | 0     | 100   | 443   |
| Mastertech                            | 60    | 50    | 150   | 50    | 100   | 30    | 440   |
| Desmi og ABS                          | 16    | 50    | 0     | 50    | 20    | 30    | 166   |
| Virksomhederne                        | 10    | 50    | 100   | 50    | 50    | 30    | 290   |
| I alt                                 | 321   | 340   | 518   | 565   | 320   | 490   | 2554  |

## 9 Tids- og aktivitetsplan

Projektet foreslås gennemført iht. nedenstående overordnede tids- og aktivitetsplan.

| Projektfase  | 2004 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 2005 |   |   |   |   | 2006 | 2007 |
|--|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|---|---|---|---|------|------|
|  | J    | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | J    | F | M | A | M | J    |      |
| Fase 1: Teoretisk beskrivelse af coating af pumper |      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |   |   |   |   |      |      |
| Fase 2: Udvælgelse af 32 pumper til testning       |      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |   |   |   |   |      |      |
| Fase 3: Testning og coating af pumper              |      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |   |   |   |   |      |      |
| Fase 4: Analyse af test data                       |      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |   |   |   |   |      |      |
| Fase 5: Undersøgelse af holdbarhed og feltmålinger |      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |   |   |   |   |      |      |
| Fase 6: Rapportering og formidling                 |      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |   |   |   |   |      |      |

## 10 Kontaktpersoner

I ansøgningsfasen er der følgende kontaktperson:

John Moritzen  
SEF Handel & Service  
Tlf.: 6217 0230  
[jm@sydfynsel.dk](mailto:jm@sydfynsel.dk)

Kontaktpersoner for alle medvirkende parter i projektet er følgende:

| Virksomhed            | Navn                | Telefon nr. | Fax       | E-mail   |
|-----------------------|---------------------|-------------|-----------|--|
| SEF Handel og Service | John Moritzen       | 6217 0230   | 6220 1516 | <a href="mailto:jm@sydfynsel.dk">Jm@sydfynsel.dk</a>                           |
| Birch & Krogboe       | Martin Lykke Jensen | 4595 5356   | 4595 5565 | <a href="mailto:Mlj@birch-krogboe.dk">Mlj@birch-krogboe.dk</a>                 |
| Lokalenergi           | Erik Gudbjerg       | 7022 4277   |           | <a href="mailto:Eg@lokalenergi.dk">Eg@lokalenergi.dk</a>                       |
| Teknologisk Institut  | Hans Andersen       | 7220 2531   | 7220 2500 | <a href="mailto:Hans.andersen@teknologisk.dk">Hans.andersen@teknologisk.dk</a> |
| MasterTech            | Leif Riis           | 4053 7100   |           | <a href="mailto:Leif@mastertech.dk">Leif@mastertech.dk</a>                     |
| Desmi                 | Ingo Hansen         | 9632 1181   |           | <a href="mailto:lnh@desmi.com">lnh@desmi.com</a>                               |
| Energi E2             | Henrik Wej          | 2429 0485   |           | <a href="mailto:Hwp@e2.dk">Hwp@e2.dk</a>                                       |
| Københavns Energi     | Jesper Hansson      |             |           | <a href="mailto:Jh@ke.dk">Jh@ke.dk</a>   |
| Hede Nielsen          | Gert Jensen         | 7625 25 25  |           | <a href="mailto:Gj@hn.dk">Gj@hn.dk</a>   |