

PSO 2004

Elforsk - Forskning & Udvikling i effektiv energianvendelse

Produktionsgevinst giver også energibesparelser

- CASE FRA EN ANODISERINGSVIRKSOMHED

Fase 1: Afklaring	Fase 2: Planlægning	Fase 3: Design	Fase 4: Implementering	Fase 5: Drift
----------------------	------------------------	-------------------	---------------------------	------------------

SLUTPRODUKT

Økonomisk potentiale	Grundlag vedrørende samlet projektkonometri	Design af nyt/ ombygget anlæg	Etablering / ombygning af anlæg i produktionslinien	Løbende optimering på pulsparametre i afhængighed af godsgeometri
Virksomhedsøkonomi	Anlægsændringer for nødvendige gennemførelser	Udbudsmateriale		Øget optimering af produktionsliniens processer
Ressourcer		Tids- og projektplaner		Kapacitetsøgning

AKTIVITETER

Vurdere lagtykkelsen som oxideres	Vurdere kapacitet af ensretter	Valg af ensretter (switchmode eller thyristor)	Gennemføre nødvendige ombygninger af anlæg	Teste forskellige pulsparametre mhp. at finde de optimale anlægsspecifikke driftspunkter
Vurdere godsets overfladeareal	Vurdere og kortlægge kølekredsens ydeevne	Valg af kølekreds (eksisterende eller ny)	Indkøring og test med forskellige pulsparametre	Øge antallet af pulsanodiseringer i forhold til konventionel anodisering
Vurdere kapacitet i bestående anlæg	Vurdere kapacitet af sealingkar	Kontaktpunkter (optimering)	Anbefaling: 4 A/dm ² / 1 A/dm ²	
Vurdere mængden af gods	Vurdere kontaktpunkter og "energiføringsveje"	Sealing- og øvrige proceskars størrelse (behovsafklaring)		
Estimere nuværende energiøkonomi				

I forbindelse med en mulig produktionsomlægning i en anodiseringsvirksomhed skal en række faser gennemløbes før den endelige driftsfase etableres. Faserne er overfor vist i oversigtsform.

Denne case gennemgår Fase 1: Afklaring og Fase 2: Planlægning, som danner det egentlige grundlag for Faserne: 3, 4 og 5: Design, Implementering og Drift.



Fase 1: Afklaring

BESKRIVELSE AF PRODUKTION

Produktionen i en 20 år gammel anodiseringsvirksomhed er en blandet stykanodisering, hvor alle typer af gods kommer ind, fra profiler til små bearbejdede dele i en vanskelig legering.

På fabrikken arbejder to hold pr. arbejdsdag fra mandag til fredag. Ved ligeholdelse af anlægget finder sted i weekenden. Anlægget har 3000 liters proceskar og er manuelt betjent.

Produktionshallen består af et område til opsætning, selve produktionslinien og et område til pakning. Områderne til opsætning er store nok til at kunne håndtere en større produktion.

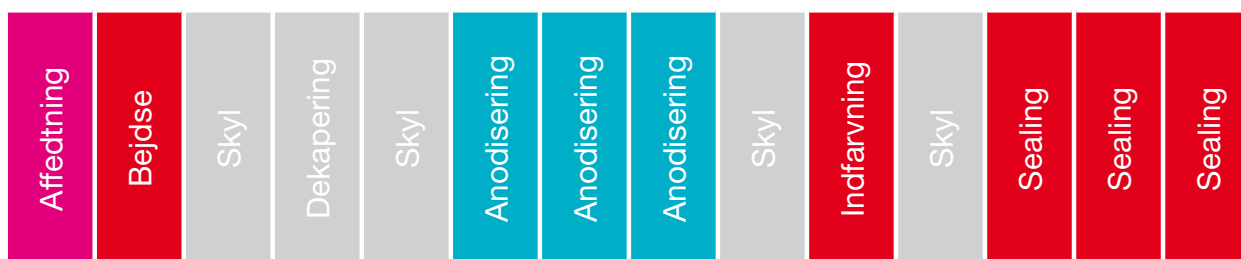
Produktionslinien ser ud som figuren (tabel 1) nedanfor viser:

De røde kar er proceskar, hvor temperaturen er forhøjet og derfor bruger energi til opvarmning. Energiforbruget af disse kar er afhængig af opvarmnings- og procesmetode samt temperaturniveau.

Fokusområdet er selve anodiseringsprocessen, som foregår i de tre blå kar. Her omdannes aluminiumoverfladen til aluminiumoxid. Det sker ved hjælp af tre ensrettere, en til hvert proceskar. De er alle tre aktive fra procesens start og kan køre DC (jævnstrøm) med 4000 A / 25 V.

Der sker en luftomrøring i karrene og proceskarrene har alle sammen låg. Sealingen, hvor forseglingen af aluminiumoxidens overflade foregår, er en konventionel varm sealing i kogende væske. Procestiden i disse kar er afhængig af tykkelse af oxidlaget og er her 3 min/ μm .

Antallet af sealingkar og antallet af ophængningsværktøj er tilpasset processen, da der ellers kan opstå flaskehalse.



Tabel 1.

GODSMÆNGDER VED KONVENTIONEL ANODISERING

Anodiseringen foregår på nuværende tidspunkt helt konventionelt med forbehandling og efterbehandling.

Når den ønskede lagtykkelse er 20 μm tager anodiseringen ofte omkring 50 min. Anodiseringen foregår her spændingsstyret, hvilket medfører et energitab i ensretterne.

Ved at udnytte strømstyring i stedet for kan procestiden nedbringes. Det kræver dog, at arealet af overfladen på kundeemnet først udregnes. Derfor vælges ofte den spændingsstyrede proces.

Strømtætheden (A/dm^2) ligger på ca. 1.5 A/dm^2 . Når denne strømtæthed vælges, kan man af nedenstående udtryk regne sig frem til, at procestiden vil være 44 minutter for at danne et aluminiumoxidlag på 20 μm . For at danne et lag på 10 μm kræves en procestid på 22 min.

$$h [\mu\text{m}] = 0,3 \times J [\text{A}/\text{dm}^2] \times T [\text{min}]$$

1/3 af det indkomne gods bliver kørt til den ønskede lagtykkelse er 10 μm . Resten køres til 20 μm . Dette giver en produktion på ca. 13 læs pr. skift, altså 26 læs pr. dag.

Der kan være omkring 20 m^2 pr. læs, hvilket medfører, at ensretterne kører med 3000 A. Dette giver en produktion på 260 m^2 pr. skift og ca. det dobbelte pr. arbejdsdag med to hold medarbejdere.

Produktionens størrelse er således på ca. 6000 læs pr. år., hvilket betyder at 120.000 m^2 aluminium anodiseres hvert år, hvilket svarer til 2 m^3 aluminiumoxid om året.

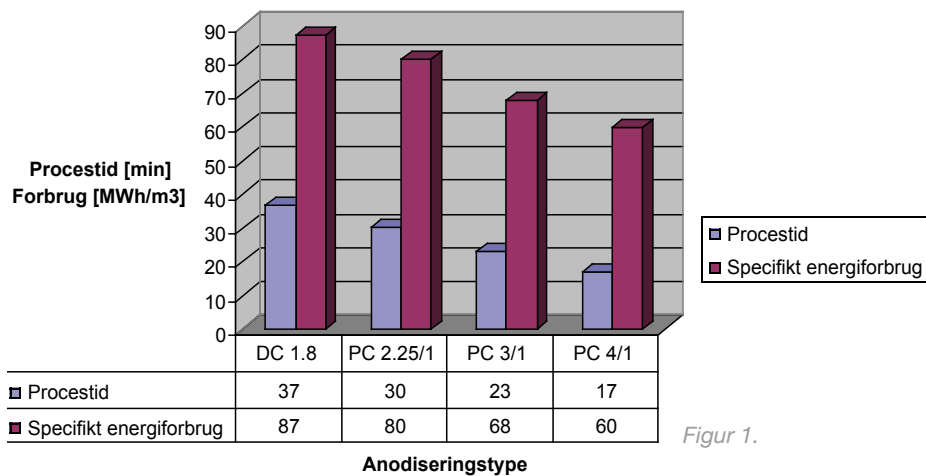
Energiøkonomi – nuværende:

Der er ligefrem proportionalitet mellem det anodiserede aluminium og energiforbruget alene til anodisering. Af figur 1 fremgår, at det specifikke energiforbrug er målt til 87 MWh/m³ ved konventionel anodisering svarende til et forbrug på 174.000 kWh om året.

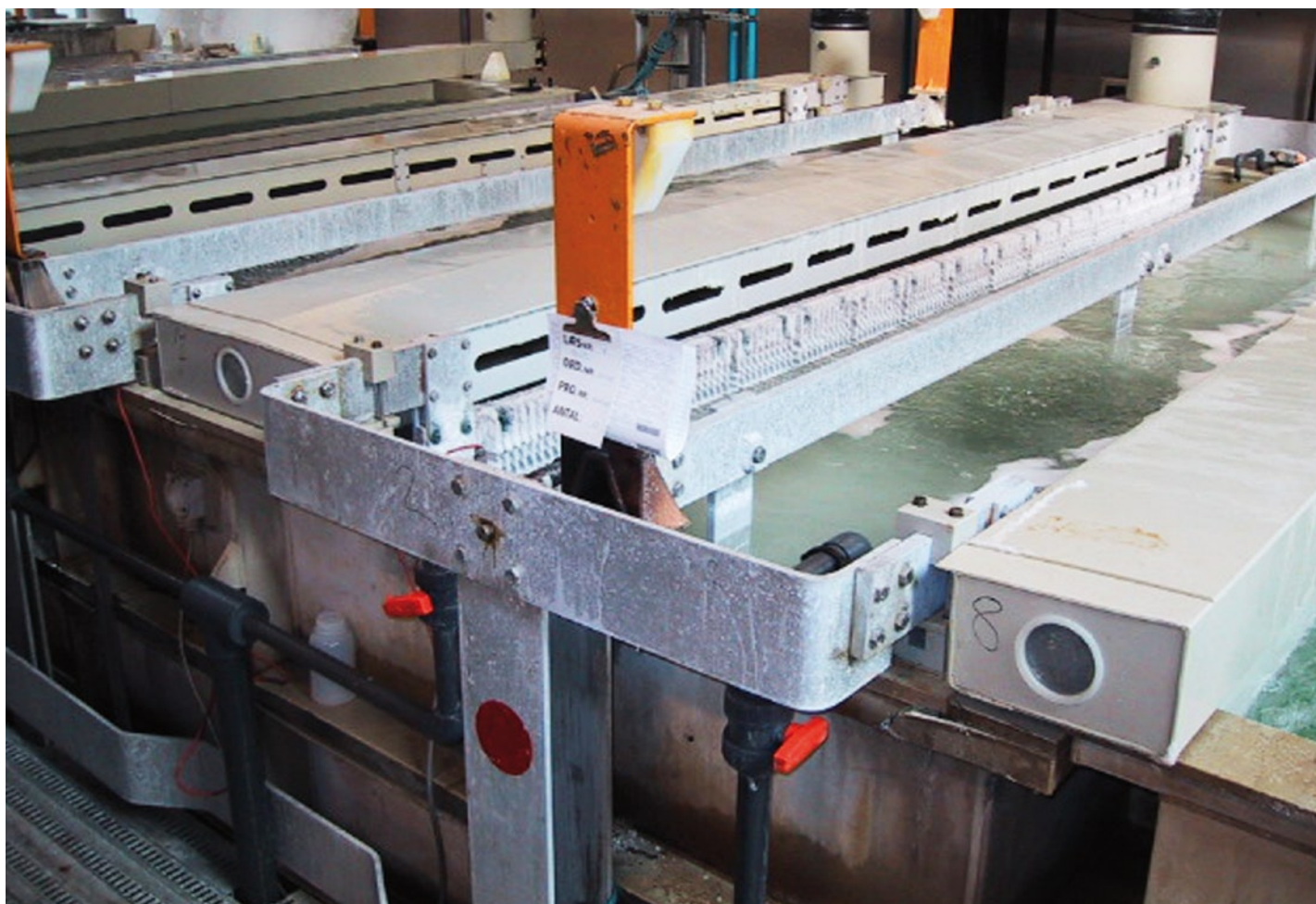
Ved en energipris på 0,75 kr./kWh giver det en årlig udgift på 130.500 kr. eller 65.250 kr./m³.

Prisen på et læs aluminium sættes til ca. 1.250 kr., men kan variere afhængig af markedet, emnernes udformning og kvalitet. Ved konventionel anodisering vil den årlige omsætning således være 7.500.000 kr.

1 konventionel anodisering og 3 pulsanodiseringer



Figur 1.



Fase 2: Planlægning

Det planlægges at omlægge den konventionelle anodisering til pulsanodisering primært for at opnå en produktionsgevinst.

GODSMÆNGDER VED OMLÆGNING TIL PULSANODISERING

For opnåelse af størst mulig produktionsgevinst vælges så høj strømtæthed som muligt under pulseringen. Den øvre grænse bestemmes af materialets geometri og emnernes kontaktflade. Ved valg af 4 A/dm², som den høje strømtæthed i 120 sekunder og 1 A/dm² som den lave i 30 sekunder, vil den gennemsnitlige strømtæthed være 3.4 A/dm². Dette vurderes at være det maksimalt opnåelige. For at gøre dette muligt skal der investeres i 3 nye ensrettere på 30V/8000A.

Forudsætningen er stadig at 1/3 af produktionen er 10 µm's læs, som nu kan anodiseres på 10 min. og 2/3 er 20 µm's læs, som nu tager 20 min. at anodisere.

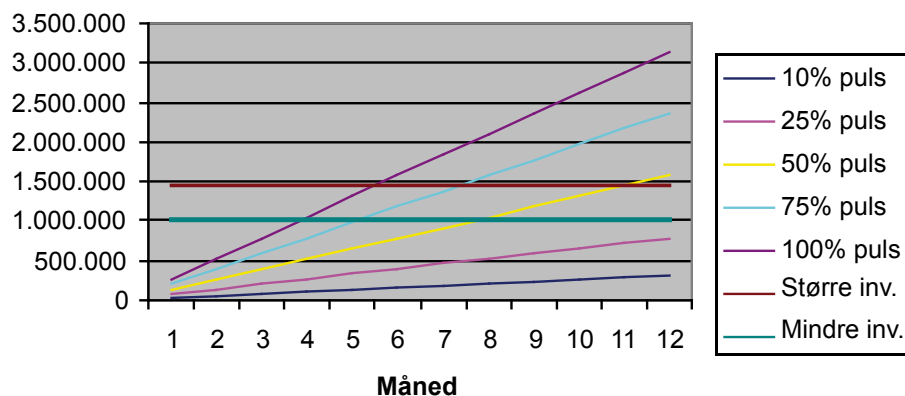
Dette parametervalg giver en gennemsnitlig anodiseringstid på 17 min., som svarer til godt en halvering i anodiseringstid og en specifik energibesparelse på 31% i forhold til en konventionel anodisering.

Denne forøgelse i hastigheden af dannelsen af aluminiumoxidlaget medfører, at der ved hjælp af pulsanodisering kan produceres 29 læs pr. skift i stedet for 13 læs pr. skift, altså 58 læs pr. arbejdsdag.

Resultatet er, som det også fremgår af figur 1, at det specifikke energiforbrug kan nedsættes med 27 MWh/m³ ved at overgå til pulsanodisering.

Ved indførelse af pulsanodisering i den eksisterende produktion vil produktionen blive på ca. 13.200 læs pr. år, hvilket betyder, at 264.000 m² aluminium kan anodiseres hvert år, svarende til 4,4 m³ aluminiumoxid om året.

Økonomi ved kapacitetsøgning



Figur 2. Som det fremgår (skæring mellem gul og brun kurve) opnås en tilbagebetalingstid på under et år blot ved 50% pulsanodisering og en større investering.

Energiøkonomi - fremtidig:

Det fremgår af figur 1, at det specifikke energiforbrug er målt til 60 MWh/m³ ved pulsanodisering svarende til et forbrug på 264.000 kWh om året.

Dette giver en årlig udgift på 198.000 kr. eller 45.000 kr./m³.

Med en årlig besparelse på 27 MWh/m³ vil den nye produktionsmetode uden kapacitetsforøgelse medføre en energibesparelse på: 27 MWh/m³ x 2 m³ = 54.000 kWh svarende til 40.500 kr. om året.

Uden kapacitetsforøgelse vil energien til opvarmning af de varme proceskar (røde kar) kunne reduceres betragteligt, da samme antal læs kan produceres på den halve tid.

Prisen på et læs aluminium vurderes fortsat til 1.250 kr.. Prisen er afhængig af markedet, virksomhedens produktion og hvordan emnerne er udformet. 13.200 læs om året vil således give en omsætning på 16.500.000 kr.. Denne pris giver en forøgelse i omsætningen på 9.000.000 kr. pr. år.

For at denne økonomi skal holde, må virksomheden fra dag 1 have et større kundegrundlag, altså have muligheden for at fylde alle læssene. Dette vil være urealistisk, men hastigheden hvormed, at flere kunder kommer til, er afhængig af virksomhedens markedsføring og kontakt til kunderne.

Derfor er det vigtigt at vurdere hvor hurtigt, at virksomheden mener at kunne fordoble sin ordretilgang for at opnå en fuld rationaliseringsgevinst.

Figur 2 viser tilbagebetalingstiden for investeringen ved pulsanodisering. ▶▶▶

►►► Der er regnet på henholdsvis 10% pulsanodisering / 90% konventionel anodisering, 25% pulsanodisering / 75% konventionel, 50% pulsanodisering / 50% konventionel, 75% pulsanodisering / 25% konventionel og 100 % pulsanodisering fra dag 1.

Endvidere er der set på 2 scenarier omkring investeringen:

En mindre investering, hvor hver ensretter koster omkring 150.000 kr. afhængig af leverandør, ønsket spænding/strøm og hvilken type ensretter der bliver valgt. Dertil 550.000 kr. til forøgelse af kølekapacitet.

En større investering, hvor hver ensretter koster 150.000 kr. Dertil 1.000.000 kr. til forøgelse af kølekapacitet, kontakter, ophæng, omrøring og sealingkar. Endvidere er luftomrøringen i de tre anodiseringskar ikke optimal, så her bliver det valgt at prøve med en nyere metode, hvor væske bliver ført ud igennem dysser og sendt ind i karret igen. Dette giver en optimal omrøring.

Fase 3: Design

For at kunne overgå til pulsanodisering skal ensretterne udskiftes eller udbygges til at kunne køre 8000 A med 30 V som max. spænding.

Afhængig af legeringen vil spændingen ligge omkring 15 – 18 V for de mest almindelige og 20 – 22 V for mere højtlegerede legeringer.

Kontaktpunkter skal optimeres, flere er gamle og slidte og skulle fornyes alligevel. Der skal indkøbes nye ophæng, så der ikke opstår en flaskehals, hvor der er for få ophæng til at kunne producere optimalt ved pulsanodiseringen.

På sigt skal der installeres et nyt sealingkar, men i første omgang prøves en anden sealingmetode. Denne sealing foretages ved lavere temperatur og kræver kortere tid.

“Projektet viser, at udover energibesparelsen er det muligt at øge kapaciteten i produktionsanlægget med mere end 50%.”





Dansk Energi
Rosenørns Allé 9
1970 Frb. C
Tlf: 35 300 400

Fase 4: Implementering

De nye ensrettere bliver installeret og de nødvendige ombygninger af anlægget bliver foretaget.

Anbefalingen på 4 A/dm², som den høje strømtæthed i 120 sekunder og 1 A/dm² som den lave i 30 sekunder bliver afprøvet på forskellige kundegods.

Denne indkøring kræver test, både med forskellige emnetyper og med forskellige aluminium legeringer.

www.elforsk.dk

Fase 5: Drift

Her vil ske en løbende optimering af alle mulige driftsparametre i forhold til pulsanodisering. Der vil være en forsat indkøring af forskellige parametre, som kommer til at passe lige præcis på denne produktion og i forhold til det specifikke kundeønske.



Casen er udviklet af:
Kirsten Burfelt, Sapa Profiler A/S
Peter Weldingh, Lokalenergi Handel A/S
Anne Deacon Juhl, AluConsult
Jørn Borup Jensen, Dansk Energi