

A full-page photograph of an industrial worker in a dark, high-temperature environment. The worker is wearing a dark blue protective suit, a silver helmet, and a face shield. They are positioned on the right side of the frame, reaching towards a large, dark metal structure. On the left, a bright, glowing orange and yellow light emanates from a furnace or molten metal, creating a strong contrast with the dark surroundings. The overall scene is dimly lit, with the primary light source being the intense heat of the industrial process.

CIP foundation

Usecase industri (Birn)
12.01.2026

Industrien som fleksibilitetsaktør i den grønne omstilling

Industrien står over for en markant transformation i takt med elektrificeringen af energitunge processer. I 2035 vil en betydelig andel af den danske proces- og fremstillingsindustri være elektrificeret, og virksomheder som BIRN, et jernstøberi, vil spille en vigtig rolle i stabiliseringen af elsystemet, da elektrificeringen af industrielle processer skaber et stort fleksibilitetspotentiale, som kan aktiveres via systemydelsesmarkederne.

BIRN er en af Nordeuropas største støberier og har allerede integreret fleksibilitet i sin drift. Virksomheden deltager aktivt i markedet for systemydelser med sine induktionsbaserede smelteovne og har opnået økonomiske og klimamæssige gevinster, som styrker investeringssgrundlaget for yderligere elektrificering.

Som leverandør af støbejern til bl.a. lastbilindustrien mødes BIRN af stigende kundekrav, der sigter mod en fossilfri forsyningskæde inden 2040. Deltagelsen i systemydelsesmarkedet har åbnet nye muligheder for at gentænke og fremskynde grønne investeringer.

I dag er fleksibilitetshåndteringen digitaliseret og automatiseret. Når der er behov for at stabilisere elsystemet, modtager BIRN et signal fra Energinet om at slukke for en eller flere af smelteovnene i kortere tid. Det kan lade sig gøre ved hjælp af kunstig intelligens, som beregner hvor meget effekt, der kan reduceres i den givne ovn, og over hvor lang tid, så det ikke går ud over de høje temperatur- og kvalitetskrav.

BIRNs smelteovne opvarmes til 1.500 grader, så er det muligt kortvarigt at slukke for ovnen pga. eftervarmen. I dag byder BIRN ind i systemydelsesmarkedet i 15 minutters blokke. Omkostningerne som er forbundet med at kunne byde ind på det såkaldte mFRR-markedet tjente sig hjem på mindre end tre måneder. Herefter bidrager deltagelsen i systemydelsesmarkedet alene positivt i virksomhedens økonomi.

Procesindustri har et betydeligt potentiale til at bidrage til stabilisering af elsystemet, da der er tale om store kapacitetsforbrug, som typisk er tilkoblet nettet på de høje spændingsniveauer. Viegand Maagøe vurderer, at 92% af industrien i Danmark kan elektrificeres.

Baggrund for casen

Den grønne omstilling kræver, at fossile brændsler som naturgas og olie erstattes med vedvarende energi. Elektrificering af industrielle processer muliggør brug af grøn strøm, men kræver investeringer i ny teknologi og styringssystemer. Ved samtidig at udnytte fleksibilitetspotentialet – f.eks. ved at deltage i systemydelsesmarkeder – kan virksomheder forkorte tilbagebetalingstiden på investeringerne væsentligt.

I dag deltager BIRN i det energirige systemydelsesmarked for manuelle reserver (mFRR). De energirige systemydelser såsom de automatiske (aFRR) og manuelle (mFRR) reserver, afhjælper større ubalancer, og ved aktivering sikrer disse systemydelser opretholdelse af balancen i elsystemet.

Systemydelserne kan leveres af både produktions- og forbrugsenheder, som modtager signaler fra Energinets kontrolcenter. Reaktionskravene til produktions- og forbrugsanlæg sikrer, at anlæggene reagerer hurtigt fra de signaler som Energinet sender.

Faktaboks

Systemydelser er en fælles betegnelse for de elproduktions- og forbrugsressourcer, der anvendes til at opretholde stabiliteten i elsystemet. Disse ressourcer kan aktiveres automatisk eller manuelt efter behov og indkøbes af Energinet som systemoperatør.

Energirige systemydelser involverer enheder, der leverer eller optager energi fra nettet. De muliggør op- eller nedregulering af effekt (MW) og anvendes bl.a. i mFRR (manuelt aktiveret reserve) og aFRR (automatisk frekvensgenopretning).

Energifattige systemydelser leverer kun begrænset energi og består typisk af enheder, der automatisk reagerer på frekvensændringer via frekvensmålere. De skal kunne aktiveres inden for få sekunder og opretholde levering i mindst 15 minutter.

Lokal fleksibilitet (flaskehalsydelser) anvendes til at håndtere kapacitetsbegrænsninger i distributionsnettet i specifikke geografiske områder. Traditionelt løses disse udfordringer ved netudbygning, men fleksibilitetsydelser kan være en mere omkostningseffektiv løsning, især i takt med stigende elforbrug og -produktion. Disse markeder findes ikke på nuværende tidspunkt i Danmark.

Spændingskvalitet dækker afvigelser i spænding og frekvens i elnettet. Ideelt set bør spændingen være konstant og sinusformet, men i praksis forekommer afvigelser som harmonisk forvrængning, flimrer og over- og underspænding. Spændingskvalitet omfatter ikke afbrydelser eller fasefejl.

For aFRR-aktiveringerne er der et reaktions-tidskrav på mindre end 5 minutter og for mFRR-aktiveringerne er det mindre end 12,5 minutter. Dette er reaktionstider som stort set alle produktions- og forbrugsanlæg kan leve op til.

Typisk leverer BIRN ikke systemydelse på mere end 30 minutter ad gangen, da det potentielt kan have en negativ påvirkning på kvaliteten på produktionsprocessen.

BIRN i Holstebro har reduceret tilbagebetalingstiden på investeringer i elektrificering ved at gøre elforbruget fleksibelt. Virksomheden har i dag induktionsbaseret smelteovne og tilmeldt tre ovne på en samlet kapacitet på 18 MW til systemydelsesmarkedet for manuelle reserver (mFRR). Når der er behov for at stabilisere elsystemet, modtager BIRN et signal fra Energinet om at slukke for en eller flere af smelteovnene i kortere tid.

Erfaringerne fra Holstebro udfordrer den udbredte opfattelse af, at det kun er lavtemperaturprocesser, der kan elektrificeres. BIRNs smelteovne arbejder ved ekstremt høje temperaturer og indgår i balanceringen af elnettet uden at gå på kompromis med kvalitet eller driftssikkerhed.

Ifølge jernstøberiet har indtægterne fra fleksibilitetsmarkedet været betydelige og en kommende udskiftning af en varmecentral illustrerer potentialet. Den nuværende varmecentral, der forbruger mere end 750.000 Nm³ naturgas årligt, kan udskiftes med en elkedel. Hvis elkedlen antages at fungere uden fleksibilitet, forventes tilbagebetalingstiden at være op mod 12 år, men hvis elkedlen byder ind på balancemarkedet, så kan tilbagebetalingstiden sænkes til cirka 4 år.

Elektrificeringen af danske industrivirksomheder giver en særegen mulighed for at opbygge lokal og decentral energilagringkapacitet. Virksomheders fleksibilitet kan bidrage til at løse fremtidens udfordringer med kapacitet, stabilitet og kvalitet i elnettet. Med de rette incitamenter kan virksomheder selv investere i løsninger, der styrker både deres forsyningssikkerhed og produktionskapacitet.

Køling og opvarmning udgør i dag overhalvdelen af EU's energiforbrug. Når disse processer elektrificeres, opstår et betydeligt potentiale for fleksibilitet og energilagring – som BIRN-casen illustrerer. Det styrker elsystemets robusthed og sikrer, at fleksibilitet og energilagring etableres der, hvor

behovet er størst.

Etablering af energilagere (termiske eller elektrokemiske) til kritiske processer kan fungere som buffer i 2–4 timer og samtidig bidrage til kapacitet, stabilitet og kvalitet i elnettet. Ved at stille kapaciteten til rådighed på tværs af markederne opnås både øget markedsliv og hurtigere tilbagebetaling af investeringerne.

Ifølge Energistyrelsen er produktionserhvervenes termiske energiforbrug er fordelt på følgende temperaturintervaller:

- ca. 45% af forbruget ligger ved temperaturer under 100 °C
- ca. 40% ligger ved temperaturer over 200 °C
- ca. 15%, ligger i intervallet 100 – 200 °C eller derover

Det er specielt i fremstillingsindustrien, at der er krav om høje temperaturer, først og fremmest ved brænding/sintring og ved smeltning/støbning inden for fremstilling af cement, sten- og glasuld, tegl og mursten m.m.

Det er typisk kvoteomfattede virksomheder, der anvender høje temperaturer. Energistyrelsen vurderer, at, der (på nær "brænding/sintring") teknisk kan opnås 100 % elektrificering af alle de termiske slutanvendelsesområder, og at disse kan opnå en betydelig samlet reduktion af det endelige energiforbrug.

En stor andel af dette termiske energi forbrug har gode forudsætninger for at yde anvende fleksibilitetsydelse, da der er meget store mængder oplagret inerti i termiske processer.

Tabel 1. BIRN har gjort grøn omstilling til en god forretning

Scenarie 1: Elkedel uden systemydelse		Scenarie 2: Elkedel med systemydelse	
Løsning	22 mio. DKK.	Løsning	22 mio. DKK.
Årlige driftsudgifter	4,125 mio. DKK	Årlige driftsudgifter	4,125 mio. DKK
Årlig besparelse	1,875 mio. DKK	Årlig besparelse	1,875 mio. DKK
CO ₂ -reduktion	1.500 ton pr. år	CO ₂ -reduktion	1.500 ton pr. år + evt. fleksibilitetsgevinster
Tilbagebetalingstid	11,7 år	Tilbagebetalingstid	3,2 år



Fleksibilitet kræver inddragelse af flere dataaktører

Når der skal leveres fuldt digitaliserede og automatiske forbrugsfleksibilitetsydelser er det typisk fire aktører, som er involveret; a) en forbruger, b) en aggregator, c) en balanceansvarlig og d) Energinet.

Den primære data, som udveksles mellem aktørerne ved levering af systemydelser, er:

- kW pr tidsenhed
- Pris pr kWh
- Reservationssignal
- Aktiveringssignal
- Geo-lokation

For at kunne deltage i systemydelsesmarkederne med sin forbrugsfleksibilitet stilles der forskellige data-, automatiserings- og aktiveringskrav ift. at kunne styre sine elektriske anlæg op i mod et fleksibilitetsmarked.

Disse data anvendes til at forberede bud, reservation og aktivering. For at kunne deltage i markederne for systemydelser skal man prækvalificere sine anlæg, og have digital adgang til de forskellige markedspladser for systemydelser. Denne prækvalificering og adgang er typisk faciliteret af aggregator eller den balanceansvarlige, som også har ansvaret for at lave forecasts af den tilgængelige mængde fleksibilitet, samt at

som også har ansvaret for at lave forecasts af den tilgængelige mængde fleksibilitet, samt at

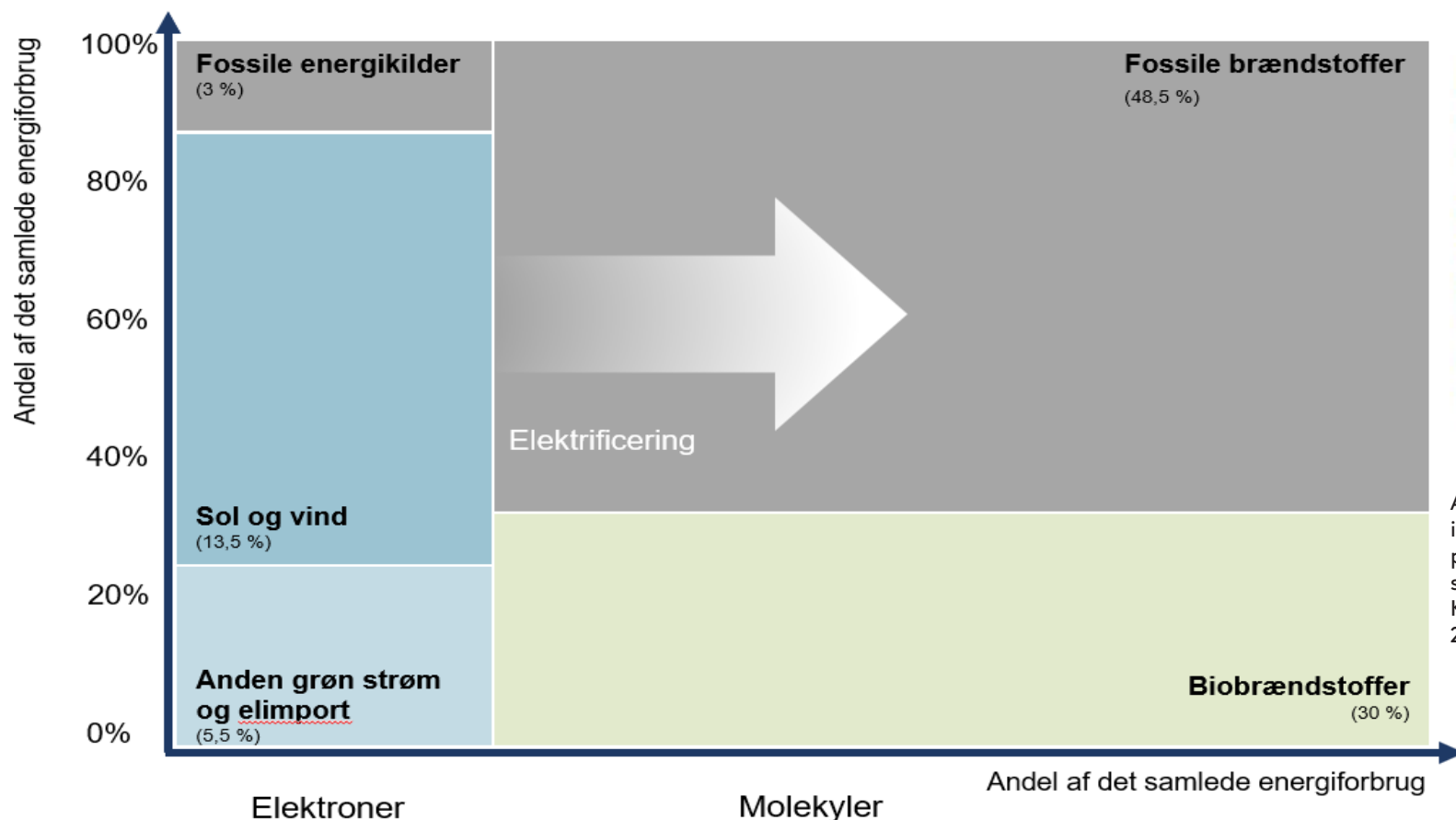
Energinet har en brugervenlig portal til leverandører af systemydelser: <https://energinet.dk/el/balancing-og-systemydelser/>.

Hos BIRN har man valgt en pragmatisk og omkostningseffektiv løsning. Ved at retrofite virksomhedens eksisterende PLC'er med en SECOME-boks har man skabt en bro mellem den traditionelle styringsteknologi og moderne cloud-baserede dat

aplatforme. SECOME-enheden muliggør sikker og stabil dataoverførsel fra produktionsudstyret til en cloud-løsning,

hvilket gør det muligt at overvåge, analysere og dele data i realtid – et krav for deltagelse i systemydelsesmarkedet.

Denne løsning sikrer, at selv ældre udstyr bringes op på et niveau, hvor det opfylder de tekniske krav for fleksibilitetsleverancer. BIRNs tilgang viser, at digitalisering af produktionsudstyr ikke nødvendigvis kræver udskiftning af hele anlæg, men kan løses effektivt gennem målrettet opgradering og integration.



Elektroner

Fossile energikilder	2.85%
Sol og vind	13.52%
Anden grøn strøm	5.46%
Samlet	21.83%

Molekyler

Fossile brændstoffer	48.40%
Biobrændsler	29.75%
Samlet	78.15%

Anm.: Estimaterne er afrundet, og summerer derfor ikke helt op til 100%. "Anden grøn strøm og elimport" inkluderer elimport, svarende til 2% af det saml. energiforbrug.

Kilde: Energistyrelsens foreløbige energistatistik 2024