

Høringsnotat AF26 fra Energistyrelsen om Analyseforudsætninger til Energinet 2026

Afsender Zmart NetZero ApS

Indledning

Zmart NetZero (ZNZ) takker for muligheden for at bidrage til DI Energis høringssvar om Analyseforudsætninger til Energinet 2026 (AF26).

ZNZ arbejder med data- og styringsløsninger, der identificerer og aktiverer fleksibilitet i virksomheders energiforbrug. ZNZ's perspektiv er derfor særligt rettet mod industriens elektrificering, fleksible produktionsprocesser, energilagring samt virksomhedernes adgang til og udnyttelse af elnettet.

ZNZ finder det positivt, at AF26 tillægger fleksibelt elforbrug en stigende betydning for elsystemet og prisdannelsen. Det er ligeledes positivt, at eldrevne industriprocesser nævnes som fleksible forbrugere.

Efter ZNZ's vurdering behandles industriens fleksibilitet imidlertid fortsat for overordnet. AF26 beskriver primært udviklingen gennem årlige energimængder, overordnede teknologikategorier og klassisk fysisk batterilagring. Dermed risikerer analysegrundlaget at undervurdere den fleksibilitet, som allerede findes eller kan frigøres i virksomhedernes processer, energianlæg og eksisterende nettilslutninger.

Industriens fleksibilitet bør behandles som en selvstændig systemressource. Det omfatter blandt andet Process Shifting, Load Shifting, Thermal Energy Storage, batterier, fasebalancering og andre former for fleksibelt forbrug.

Baggrund

Elektrificeringen af industri og erhverv øger både det samlede elforbrug og virksomhedernes maksimale effektbehov. Samtidig kan en stigende andel af forbruget styres eller flyttes, hvis det sker under hensyntagen til produktionskrav, kvalitet, sikkerhed og øvrige driftsmæssige begrænsninger.

Det er vigtigt at skelne mellem de forskellige fleksibilitetsmekanismer:

- **Process Shifting:** Flytning af selve produktionen eller bestemte produktionsprocesser fra perioder med høj belastning til perioder med lavere belastning.
- **Load Shifting:** Flytning af energiforbrug fra perioder med høj belastning til perioder med lavere belastning, uden at selve produktionstidspunktet nødvendigvis ændres. Det kan eksempelvis ske gennem Thermal Energy Storage (TES), batterier eller andre energibuffere.
- **Load Reduction:** Midlertidig reduktion af effektforbruget, eksempelvis gennem regulering eller kortvarig nedlukning af ikke-kritiske belastninger.
- **Fasebalancering:** Omfordeling eller styring af belastninger med henblik på at reducere forskellen mellem L1, L2 og L3.

Disse løsninger kan reducere virksomhedens egen maksimale belastning. De afhjælper imidlertid kun belastningen af det lokale elnet, hvis fleksibiliteten aktiveres på de tidspunkter og steder, hvor nettet faktisk er belastet.

ZNZ har i dag ikke adgang til realtidsdata eller tilstrækkeligt tidsnære data om belastningen af det lokale distributionsnet. Virksomhedernes energiforbrug kan derfor optimeres efter eksempelvis elpris, eget forbrug, produktion, CO₂-intensitet og egen tilslutningsgrænse, men ikke direkte efter den aktuelle eller forventede belastning i det lokale net.

Fleksibilitet kan ikke vurderes ud fra årsforbrug alene

Industriel fleksibilitet afhænger blandt andet af:

- tilgængelig effekt i kW eller MW,
- flytbar energimængde i kWh eller MWh,

- varighed og reaktionstid,
- mulige aktiveringstidspunkter,
- produktionsplaner og procesbegrænsninger,
- rebound-effekt,
- konsekvenser for produktion og kvalitet,
- geografisk placering,
- sammenfald med lokale netbelastninger.

Årlige energimængder eller generelle antagelser om priselasticitet giver derfor ikke et tilstrækkeligt grundlag for at vurdere industriens bidrag til elsystemet.

Netkapacitet skal vurderes ud fra faktisk belastning

Netplanlægningen bør skelne mellem:

- kontraheret netkapacitet,
- historisk observeret maksimal belastning,
- driftsmæssigt nødvendig kapacitet,
- fremtidigt kapacitetsbehov,
- fleksibelt eller afbrydeligt effektbehov,
- belastning og ledig kapacitet på hver enkelt fase.

En del virksomheder råder over netkapacitet, som ikke udnyttes kontinuerligt. Det betyder ikke nødvendigvis, at kapaciteten kan frigives administrativt. Den kan være nødvendig af hensyn til sæsonvariation, driftsberedskab, produktionsspidser, elektrificering eller planlagt udvidelse.

Omvendt kan højopløselige målinger og procesbaserede analyser dokumentere, hvor virksomheder gennem styring, lagring og produktionsplanlægning kan reducere deres maksimale belastning eller stille fleksibilitet til rådighed.

Faseubalancer kan skjule lokale kapacitetsproblemer

En samlet trefaset måling kan skjule væsentlige kapacitetsproblemer. ZNZ oplever ofte, at belastningen er ulige fordelt mellem faserne, og at eksempelvis L1 er overbelastet længe før L2 og L3.

I sådanne tilfælde er den samlede tilslutningskapacitet ikke et tilstrækkeligt mål for, om installationen eller det lokale net er belastet.

En skæv fordeling af enfasede belastninger hos virksomheder og øvrige netkunder kan aggregeres og forplante sig gennem distributionstransformerne til 10 kV-nettet. Hvis mange kunder samtidig belaster den samme fase hårdere end de øvrige, kan én fase blive kapacitetsbegrænsende, selv om den samlede trefasede kapacitet ikke er fuldt udnyttet.

Faseubalance kan blandt andet medføre:

- højere strøm i den mest belastede fase,
- spændingsubalance,
- øgede nettab,
- ekstra belastning af transformere,
- dårligere udnyttelse af kabler og andre netkomponenter,
- lokale flaskehalse på både lav- og mellemspændingsniveau.

Energy Twin og målinger pr fase

Traditionelle målerdata på time- eller kvartersniveau er ikke altid tilstrækkelige til at identificere kortvarige belastninger, startstrømme, faseubalancer eller den konkrete proces, som skaber en effekttop.

Et digitalt Energy Twin bør derfor bygge på højopløselige målinger på maskin-, proces- og faseniveau. Målingerne bør kunne vise strøm, effekt og belastningsudvikling separat for L1, L2 og L3.

Energy Twin bør beskrive sammenhængen mellem:

- energiforbrug og effekt pr. fase,
- de enkelte maskiner og produktionsprocesser,
- produktionskrav og tekniske begrænsninger,
- fasebalancer og lokale flaskehalse,
- fleksibilitetens varighed og rebound-effekt,
- mulige styringshandlinger.

Det gør det muligt at identificere, om en belastning bør flyttes i tid, reduceres, fordeles bedre mellem faserne eller håndteres gennem lagring.

Forslag til ændringer

1 Industriel fleksibilitet bør opdeles og kvantificeres

AF26 bør indføre særskilte kategorier for:

- Process Shifting,
- Load Shifting,
- Thermal Energy Storage,
- Load Reduction,
- fasebalancering,
- batterilagring bag måleren.

Potentialet bør opgøres i både MW og MWh og beskrives med hensyn til varighed, reaktionstid, rebound-effekt, produktionsmæssige begrænsninger og geografisk placering.

Der bør opstilles følsomheder for lav, middel og høj aktivering af industriel fleksibilitet.

2 Virtuel energilagring bør indgå i analysegrundlaget

AF26's lagringsbegreb bør udvides, så det ikke alene omfatter fysiske batterier.

Når energiforbrug eller en produktionsproces kan flyttes, reduceres eller midlertidigt afkobles og senere normaliseres inden for de driftsmæssige rammer, kan fleksibiliteten have en systemfunktion, der kan sammenlignes med et energilager.

Analysegrundlaget bør derfor omfatte:

- fysisk batterilagring,
- termisk lagring,
- fleksible industriprocesser,
- hybride løsninger bag måleren,
- kombinationer af forbrug, produktion, batterier og lokal vedvarende energi.

Process Shifting og Load Shifting bør fortsat behandles som forskellige mekanismer, selv om de begge kan levere fleksibilitet til energisystemet.

3 Batterier bag måleren bør være en selvstændig kategori

AF26 modellerer primært batterier som stand-alone-anlæg eller som anlæg samplaceret med terræninstallerede solceller. Det overser erhvervs- og industribatterier bag måleren.

Disse batterier kan blandt andet:

- reducere virksomhedens maksimale nettræk,
- understøtte egetforbrug og lokal produktion,
- levere systemydelser,
- øge lokal forsyningssikkerhed,
- begrænse behovet for en større nettilslutning,
- indgå i en samlet optimering med fleksible produktionsprocesser.

Batterier bag måleren ved erhvervs- og industrikunder bør derfor oprettes som en selvstændig kategori.

4 Antagelsen om fire timers batterivarighed bør nuanceres

Batterier til systemydelse, effektreduktion, lokal netaflastning, VE-integration og reserveforsyning dimensioneres ikke nødvendigvis ens.

AF26 bør derfor arbejde med flere varighedsklasser og gennemføre følsomhedsberegninger for forskellige forhold mellem batteriets effekt i MW og lagringskapacitet i MWh.

For industribatterier bør dimensioneringen desuden ses i sammenhæng med virksomhedens belastningsprofil, procesfleksibilitet og mulighed for Process Shifting og Load Shifting.

5 Netplanlægningen bør omfatte fasebelastning

AF26 og den efterfølgende netplanlægning bør:

- inkludere analyser af samtidige effekttoppe,
- medtage faseubalance som parameter i vurderingen af netkapacitet,
- anvende geografisk og tidsmæssigt opløste belastningsprofiler,
- skelne mellem samlet trefaset effekt og belastningen på L1, L2 og L3,
- analysere fasebelastning ved relevante distributionstransformere og i relevante dele af 10 kV-nettet,
- medtage dokumenteret forbrugsfleksibilitet og fasebalancering som alternativer til eller supplement til netudbygning,
- understøtte fleksible og betingede nettilslutningsprodukter,
- undgå at sidestille uudnyttet kontraheret kapacitet med teknisk frigivelig kapacitet.

6 Måling og dokumentation bør ske på proces og faseniveau

AF26 bør anerkende værdien af højopløselige målinger og digitale energimodeller på maskin-, proces- og faseniveau.

Dokumentationen af industriel fleksibilitet bør vise:

- hvilken proces eller belastning der kan styres,
- hvilken effekt og energimængde der kan flyttes,
- hvor længe fleksibiliteten kan leveres,
- hvornår forbruget vender tilbage,
- hvordan L1, L2 og L3 påvirkes,
- hvilke produktionsmæssige begrænsninger der gælder.

Fleksibiliteten skal kunne anvendes uden uacceptable konsekvenser for produktion, kvalitet, omkostninger, emissioner eller driftsrisiko.

7 Lokale netdata bør stilles digitalt til rådighed

ZNZ anbefaler, at der etableres standardiseret digital adgang til relevante lokale netdata og belastningssignaler.

Det bør undersøges, hvordan energistyringssystemer kan få adgang til:

- aktuelle lokale belastningsniveauer,
- historiske belastningsdata,
- forventede belastningsniveauer,
- perioder med kapacitetsknaphed eller ledig kapacitet,
- relevante geografiske netbegrænsninger,
- standardiserede signaler til aktivering af lokal fleksibilitet,
- data eller signaler om faseubalance, hvor det er teknisk relevant.

Der er ikke nødvendigvis behov for at offentliggøre detaljerede eller sikkerhedsfølsomme driftsdata.

Netselskaberne kan eksempelvis stille standardiserede kapacitets-, belastnings- eller fleksibilitetssignaler til rådighed gennem sikre digitale grænseflader.

Med adgang til lokale netdata vil ZNZ kunne indarbejde nettets aktuelle belastning i Energy Twins optimeringsalgoritmer. Virksomhedernes processer, batterier, varmepumper, ladestandere og øvrige fleksible anlæg vil dermed kunne styres under hensyntagen til både virksomhedens behov og det lokale nets situation.

8 AI bør anvendes til at forudsige lokale spidsbelastninger

Adgang til aktuelle og historiske netdata vil ikke alene gøre det muligt at reagere på en eksisterende netbelastning.

Efter en periode med dataopsamling vil ZNZ kunne anvende AI-baserede modeller til at:

- identificere tilbagevendende belastningsmønstre,
- sammenholde netbelastning med produktion, vejr, kalenderforhold og virksomhedens drift,
- forudsige kommende lokale spidsbelastninger,
- optimere virksomhedens elforbrug, før spidsbelastningen opstår.

Prognoserne kan indgå direkte i Energy Twins optimeringsalgoritmer. Process Shifting, Load Shifting, TES, batterier og øvrige fleksible anlæg kan dermed aktiveres præventivt frem for alene som reaktion på en allerede opstået belastning.

De AI-baserede prognoser bør løbende opdateres og kombineres med netselskabets aktuelle kapacitets- eller belastningssignaler. Det vil øge sandsynligheden for, at virksomhedernes styring faktisk reducerer belastningen på det relevante tidspunkt og sted.

9 AF26 bør indeholde relevante følsomheder

AF26 beskriver ét muligt udviklingsforløb. Når forudsætningerne anvendes til langsigtet netplanlægning, er det vigtigt, at de væsentligste usikkerheder synliggøres.

ZNZ anbefaler følsomheder for:

- graden af industriel elektrificering,
- anvendelsen af Process Shifting,
- anvendelsen af Load Shifting og TES,
- udbredelsen af batterier bag måleren,
- aktiveringen af industriel procesfleksibilitet,
- fleksible nettilslutningsvilkår,
- virksomhedernes maksimale samtidige effektbehov,
- betydningen af fasebalancer,
- forskellige grader af adgang til lokale netdata,
- anvendelsen af prognosebaseret og AI-understøttet styring.

Datasættet bør så vidt muligt indeholde tidsmæssigt og geografisk fordelte forudsætninger, så markedets aktører kan forstå og efterprøve sammenhængen mellem energiforbrug, fleksibilitet og netbehov.

Afslutning

Industriens fleksibilitet er ikke alene en fremtidig mulighed. Den er en eksisterende og delvist uudnyttet systemressource.

AF26 bør derfor udvides, så Process Shifting, Load Shifting, Thermal Energy Storage, batterier bag måleren, fasebalancering og hybride energiløsninger indgår eksplicit og kvantitativt i analysegrundlaget.

Netplanlægningen bør samtidig i højere grad baseres på faktisk effekt, samtidighed, belastning pr. fase og dokumenterede procesbegrænsninger frem for alene på årlige energimængder og generelle teknologikategorier.

Endelig bør der etableres sikker og standardiseret adgang til lokale kapacitets- og belastningssignaler. Det vil gøre det muligt for ZNZ og andre leverandører af intelligente energistyringsløsninger at indarbejde nettets aktuelle og forventede behov i optimeringen af virksomhedernes elforbrug.

Ved at kombinere højopløselige målinger, Energy Twin, lokale netdata og AI-baserede prognoser kan fleksibiliteten aktiveres, før en spidsbelastning opstår. Det vil give et bedre grundlag for Energinets og distributionsselskabernes

investeringer og bidrage til, at elektrificeringen kan gennemføres hurtigere og med bedre udnyttelse af den eksisterende netinfrastruktur.

Om Zmart NetZero

Zmart NetZero er en dansk teknologivirksomhed, der udvikler data- og styringsløsninger til optimering af virksomheders energiforbrug. ZNZ's Energy Twin kombinerer højopløselige målinger med viden om maskiner, processer og driftsbegrænsninger og dokumenterer potentialer for energieffektivisering, Process Shifting, Load Shifting, Thermal Energy Storage, fasebalancering og effektreduktion.

ZNZ integrerer energidata og fleksible aktiver som målere, solceller, batterier, ladestandere, varmepumper, HVAC og bygningsstyring. Målet er at reducere energiomkostninger og spidsbelastninger uden uacceptable konsekvenser for produktion eller drift. Med adgang til lokale netdata (grid), kan ZNZ også inddrage nettets aktuelle og forventede belastning i virksomhedernes optimeringen.

Med venlig hilsen

Zmart NetZero ApS

Bredgade 6,

1260 København K

Birger Baylund

CEO

+45 40842363