

Testzoner for Udvikling og Afprøvning af Fremtidens Energisystem og Rammebetingelser (regulatoriske frizoner)

Dette notat er udarbejdet af CITIES Task Force Udvalg omkring energiafgifter og rammebetingelser. Udvalget består af nøglepersoner fra: Danfoss, Teknologisk Institut, Grundfos, Ørsted, Grøn Energi, Tomorrow, Aalborg Universitet, og Danmarks Tekniske Universitet.

Baggrund og overordnede principper

Flere kilder anbefaler testzoner til test af rammebetingelser, samt til identifikation af regulatoriske forhold som modvirker den grønne omstilling. Energiaftalen fra juni 2018 lægger ligeledes op til 'test af regulatoriske frizoner'. Danmark er langt fremme i forhold til integration af fremtidens vedvarende energikilder såsom vind og solenergi. Ligeledes findes der veludbyggede el-, gas-, vand og termiske net, som betyder, at Danmark med fordel kan agere demonstrations- og testområde for fremtidens grønne løsninger. Interessen for en udnyttelse af disse muligheder forstærkes af, at Danmark rummer en række af de energiteknologiske virksomheder, som vil kunne levere mange af de basale teknologiske løsninger både nationalt og internationalt.

Som nævnt i Grøn Vækst rapporten (Januar 2019) bør det være målsætningen for Danmark at komme frem i førerfeltet i forhold til digitaliserede energisystemer i 2025. I den sammenhæng vil en fornuftig udnyttelse af nye digitaliseringsprojekter, såsom Flexible Energy Danmark og HEAT 4.0, sammen med den nye Nationale Digitaliserings-Hub for Smarte Energisystemer, Center Danmark, kunne spille en nøglerolle. Danmark kan således med fordel definere en klima- og væksthøjkøret mission for 2030 ved at satse på 'En acceleration af den grønne omstilling baseret på grøn vækst'.

Imidlertid er det velkendt, at de eksisterende rammebetingelser og komplekse sæt af regler udgør barrierer for denne mission. Det uafhængige CITIES Task Force Udvalg har i august 2019 fremlagt et notat 'Energiafgifter for Fremtiden', og udvalget planlægger ligeledes at komme med et notat 'Tariffer for Fremtiden'. Nærværende notat fokuserer på design og valg af Testzoner. Det er vigtigt, at testzoner udformes således, at hele spektret af rammebetingelser og regler kan testes ud fra et privat økonomisk og samfundsøkonomisk perspektiv samtidig med at gode resultater fra testzoner kan bringes i spil i samfundet.

I forhold til valg af testzoner er det afgørende, at de er både **repræsentative** og **skalerbare**:

- Repræsentativiteten skal sikre, at testede (og godkendte) rammebetingelser kan bringes forsvarligt i spil i hele samfundet.
- Skalerbarhed skal sikre, at den målte effekt er troværdig, og at effekten angives med en på forhånd ønsket præcision.

Disse punkter skal sikre, at resultaterne af tests er så pålidelige og præcise, at de gunstige resultater efterfølgende kan udrulles i hele samfundet.

Vi har også brug for testforløb som såvel **tidsmæssig** som **omfangsmæssigt** gør det muligt at etablere en fornuftig business-case for de deltagende firmaer. For at imødekomme alle disse krav har vi brug for såvel **geografiske** som **tematiske** testzoner. Denne opdeling er også hensigtsmæssig fordi teknologierne i et smartere og mere fleksibelt energisystem skal spille sammen både lokalt, regionalt og nationalt.

Testene udformes således, at **det samlede afgiftsprovener forbliver uændret**. Som nævnt i dokumentet 'Afgifter for Fremtiden' vil der dog for nogle testzoner være brug for en opstartspulje. Denne pulje skal gøre det muligt at definere nye afgifter på en forsvarlig måde i forhold til fx virksomheder, således at de oplever et incitament til at øge fleksibiliteten uden at det går ud over konkurrenceevnen - også på kort sigt.

Testzonerne udformes og evalueres løbende. Det er planen, at de første udtalelser om effekt af nye rammebetingelser og regler vil kunne foreligge efter relativt korte forløb (1-2 år). Omvendt vil hensyn til business-case og eventuelle justeringer forskrive at testzoner får ro til at agere over en længere årrække. Perioden vil blive forhandlet i de enkelte tilfælde.

Der vil blive defineret en følgegruppe bestående af KEBMIN, ENS, Erhvervsstyrelsen, Skatteministeriet, Dansk Industri, Dansk Energi, Dansk Fjernvarme, Biogasbrancheforeningen,

Som en opsummering kan det fremføres, at de foreslåede regulatoriske testzoner skal

- .. være **repræsentative** for det danske samfund således at konklusionerne afspejler hele nationen, demografiske forhold, mv.
- .. være **skalerbare** således at vi har det antal brugere mv. som gør at vi kan komme med sikre konklusioner på en omkostningseffektiv måde (det er fx ikke optimalt at have alle boliger på en ø som Lolland i spil)
- .. indeholde **alle muligheder for forsyning** (fjernvarme, el, gas, vand, ...)
- .. indeholde **alle muligheder for forbrugere** (og prosumers) - industri, boliger, offentlige bygninger, transport, spildevandsanlæg, service
- .. ikke (nødvendigvis) ligge inden for et afgrænset geografisk område; ofte vil **tematiske testzoner** være mere effektive.
- .. bruges til validering af **afgiftsstruktur**
- .. bruges til validering af **strukturer for nettariffer**
- .. bruges til **identifikation af kritiske barrierer**
- .. bruges til **validering af statens provener** ved forskellige strukturer
- .. bruges til at teste **forskellige markedsløsninger** - også de nye digitale og dynamiske markedsprincipper udviklet i fx CITIES projektet
- .. vise at der kan etableres effektive incitamentsstrukturer for industrien i forhold til at investere i **løsninger der fremmer grøn vækst** og **energieffektive løsninger**. Industrien har i dag lave omkostninger til CO₂-emissioner (eksempelvis er der megen fleksibilitet i cementproduktionen, som ikke udnyttes i dag)

På grundlag af ovennævnte og grundige overvejelser, vil vi i det følgende fremlægge 3 forslag til regulatoriske testzoner, som vi mener på en effektiv måde afsøger spektret for problemer og muligheder – og med udgangspunkt i det brede energiforlig fra sommeren 2018 (dynamiske

afgifter, mv.). Disse forslag er søgt optimeret til de tidsaktuelle problemstillinger og med det formål at accelerere den grønne omstilling til gavn for klimaet og den grønne vækst. De 3 forslag bliver benævnt Aarhus havn, Supermarkeder og Varmepumper. Efter et næste energiforlig kan det blive aktuelt med 1-2 yderligere testzoner, som afsøger forhold såsom LCA-problemstillinger og afgifter i et fossil-frit energisystem.

Testzonerne passer ind under forskellige centrale emner/problemstillinger, som gør sig gældende i overgangen til et smart energisystem med en høj andel af vedvarende energi:

- 1) Udnyttelse af fleksibilitet lokalt (Aarhus havn) - med henblik på både at udnytte lokal energi (overskudsvarme/-køling/VE produktion) optimere den lokale energiinfrastruktur (net osv.)
- 2) Udnyttelse af lokale energistrømme / overskydende energi – bedre cirkularitet og lukning af ressourcekredsløb (Aarhus havn)
- 3) Udnyttelse af nye former for (tematisk) fleksibilitet i erhvervslivet (Supermarkeder og Varmepumper)
- 4) Udnyttelse af (tematisk) fleksibilitet i det nationalt set meget store fjernvarmenet (Varmepumper)
- 5) En mere optimal indpasning af vedvarende energi i energisystemet (Aarhus havn, Supermarkeder, og Varmepumper)

Samtlige testzoner kan IT og data-mæssigt administreres af Center Danmark – mere herom til sidst i dokumentet.

1. Aarhus havn som regulatorisk frizone, EnergiFlexIndustry (EnFI)

Type:

Aarhus havn som regulatorisk frizone vil skabe industriel symbiose mellem 20-30 industrivirksomheder på Aarhus havn gennem samspil mellem alle forsyningsarter (el, varme, gas og vand), fleksibelt forbrug, energilagring, energieffektivisering, dynamiske tariffer og afgifter. EnergiFlexIndustry (EnFI) vil sikre en øget fleksibilitet på Aarhus havn gennem investeringer, instrumentering, digitalisering og udvikling af AI / ML-værktøjer. Private og offentlige virksomheder på Aarhus havn har allerede besluttet at foretage store investeringer i nye produktionsfaciliteter og udvidelser af havnens arealer de kommende 5-10 år. Den regulatoriske frizone, EnFI, vil sikre at disse fremtidige investeringer resulterer i øget fleksibilitet og en forøget udnyttelse af vedvarende energi i energiforsyningen, -distributionen og -forbruget på havnen.

Identificerede barrierer:

- For den enkelte virksomhed er der ikke nok incitament til at levere spildvarme til den lokale forsyning
- Det skal være muligt at aggregere de enkelte virksomheders spildvarme og levere denne til den lokale forsyning
- Det skal være muligt at aggregere de enkelte virksomheders fleksibilitet
- Det skal være muligt at etablere lokale elektriske og termiske energiudvekslingsnet

- Udnyttelse af nabovirksomhedens VE-produktion (f.eks. solceller) – undgå at der suboptimeres

Fokus: (målgruppe, teknologi, type af fleksibilitet...)

Målgruppen er store og små private og offentlige virksomheder, forsyningssektoren samt offentlige rensningsanlæg og havne.

Der vil blive arbejdet med:

- Integration af over-/underskudsvarme, biogas og andre bioressourcer
- Energikonvertering og fleksibilitet mellem el og varme, el og vand, el og gas samt gas og varme
- Energilagring (elektrisk og termisk)
- Fleksibelt energiforbrug/-produktion og energieffektivisering i industrivirksomheder, offentlige rensningsanlæg og havne
- Elektrificering af industrielle processer
- Industrielle varmepumper
- Intelligent styring af fleksibelt forbrug
- Nye typer af energifællesskaber og energiaktører (f.eks. inden for energilagring, biogas og varmepumpedrift)
- Nye typer af investeringsmodeller og aggregeringsmetoder
- Design af lokale symbiose net
- Dynamiske tarif- og afgiftsmodeller

Der vil blive fokuseret på at anvende eksisterende teknologi, der udnyttes i en ny kontekst.

Hvad skal testzonen vise:

Testzonen skal vise at der er privat og samfundsøkonomiske gevinster ved en stor grad af energi og miljømæssig integration mellem industrivirksomheder, offentlige rensningsanlæg og havne samt trediepartsoperatører (f.eks. elhandelsselskaber, forsyningselskaber, aggregatorer, balanceansvarlige og driftsselskaber). Testzonen skal vise at de demonstrerede teknologier, samarbejdsmodeller og investeringsmodeller kan skaleres/kopieres til andre industriområder og havne både i Danmark og udlandet.

Testzonen vil vise at:

1. En minimum CO₂-beskatning der bliver tilbageført til industrien, understøtter elektrificering og energieffektivisering. Se notatet 'Energiafgifter for Fremtiden' for yderligere oplysninger.
2. En variabel elafgift ansporer til at der indarbejdes fleksibilitet i de elektrificerede industrielle processer.
3. Et lokalt symbiose net leder til muligheder og udfordringer.

Hvorfor findes løsningen ikke allerede? Hvorfor en testzone?:

De enkelte tekniske løsninger eksisterer, men er ikke udnyttet og demonstreret i tilstrækkelig grad i forbindelse med energiudveksling og fleksibilitet mellem industrivirksomheder, rensningsanlæg og havne pga. regulatoriske og administrative barrierer.

Hvordan skal løsningen implementeres / hvori består den regulatoriske frihed:

Der er ofte regulatoriske og administrative barrierer for at industrivirksomheder vil samarbejde med andre virksomheder i nærområdet. Udveksling af energi og fleksibilitet er ikke virksomhedernes primære interesse. Der skal være en klar og sikker business for den enkelte virksomhed før den vil gå ind i samarbejde. Hvis disse barrierer og administrative forpligtigelser kan fjernes i en regulatorisk frizone og frizonen er gældende i en tilstrækkelig lang periode til at den enkelte virksomheds business case er sikret, vil de fleste virksomheder være villige til at deltage og investere tid og penge i de nye tiltag. Udover deltagelse fra de eksisterende virksomheder på Aarhus havn vil der blive inddraget tredjepartsoperatører, såsom eksterne investorer, forsyningsselskaber, energihandelselskaber, balanceansvarlige, aggregatorer og selskaber til drift af energianlæg (varmepumper, batterier, infrastruktur mv.).

Økonomi:

De enkelte virksomheder (offentlige og private) skal investere i de nye tiltag mod en sikkerhed for en god business case. Tredjepartsoperatørerne skal investere i nye anlæg mod en sikkerhed for en sund driftsindkomst i frizonens løbetid. Staten skal stille en garantipulje til rådighed for eventuelle uforudsete udgifter og tab.

Statens årlige afgiftsprovener og virksomhedernes nuværende afgiftsniveau vil blive holdt neutralt ved test af dynamiske afgifter ved at variere afgifterne omkring en middelværdi, der svarer til den nuværende afgift. Staten skal stille en sikkerhedspulje til rådighed for virksomhederne til dækning af de årlige udsving i afgifterne.

Gevinsten for Danmark er systemeksport, lavere forbrug af fossilt brændsel, lavere emissioner og bedre udnyttelse af den vedvarende energi.

Man vil desuden opnå en reduktion i køb af udenlandsk regulerkraft. Denne pengestrøm vil blive indenfor DK's grænser og give en indtægt via virksomhedsbeskatning.

2. Supermarkeder som regulatorisk frizone

Type:

Supermarkeder i Danmark; fleksibilitet (elektrisk og termisk) og frekvensregulering

Fokus:

Målgruppen er den tertiære sektor og forsyningssektoren (strøm/varme). Vi skal anvende eksisterende teknologi (køle/varme) og erfaring som er udviklet i Super Supermarked projektet. Der er tale om udvikling af metoder til at optimere driften af butikker i et set-up hvor energifleksibilitet og større udnyttelse af eksisterende aktiver (køleanlæg) er hovedparametre.

Hvad skal testzonen vise:

Testzonen skal vise at der er miljømæssig (reduceret CO2 emission) og økonomisk gevinst ved at lave sektorkobling mellem forbrugere (supermarkederne) og forsyningssektoren. Mulighederne for såkaldte symbiosenet. At der herigennem opstår en transformation fra ren forbruger til at være 'prosumer'. At der kan laves praktiske løsninger, som er robuste, relativt investeringslette og

kan tjene som eksempel for udlandet. Med varme-/kølelager er der muligheder på regulerkraftmarkeder, og ellers er det systemydelse med kortere aktiveringstid såsom frekvensregulering.

Hvorfor findes løsningen ikke allerede? Hvorfor en testzone?:

De tekniske løsninger er lavet – men der mangler det regulatoriske frirum og et fremtidigt regelsæt, som kan give attention og acceleration.

Udnyttelse af eksisterende aktiver:

Supermarkeder udnytter i dag kun omkring 30% af deres fulde kompressorkapacitet hen over året. De resterende 70 % udgør et potentiale som tænkes udnyttet via varmepumpe drift til fjernvarmeproduktion når det giver økonomisk og miljømæssig mening. Aktivering af varmepumpe funktionen og dermed produktionen af fjernvarme vil være afhængig af elpris, fjernvarmepris og kompressorens virkningsgrad som igen afhænger af bl.a. udetemperaturen. Denne optimering er principielt overskuelig, men i praksis er langt mere kompleks. Potentialet er imidlertid stort og en teoretisk øvre grænse for varmeproduktion for DK ligger i omegnen af 5 PJ. Der skal derfor indhentes erfaring omkring business case'n for at køre varmepumpe drift med supermarkedssystemernes ekstrakapacitet.

Hvordan skal løsningen implementeres / hvori består den regulatoriske frihed:

Med lovforslaget af 13 september 2019 fjernes der en stor usikkerhed omkring afgifter på overskudsvarme og varmepumpe drift. Der er imidlertid stadigvæk krav om prisregulering for de enkelte butikker, hvilket er en effektiv showstopper. Desuden siger forsyningsloven at butikker som er beliggende i en bygning med samlet varmeeffekt optag > 250 kW er underlagt aftagerpligt, og derfor ikke må udnytte egen varmeproduktion. Der er brug for at man får dispensation for disse barrierer. Der er store muligheder for at tidsforskyde produktionen af kulde og varme – men for at det kan betale sig er det nødvendigt med langt større differentiering i elpriserne over døgnet. Med andre ord skal man kunne bruge rigeligt med billig strøm når det blæser om natten for så at kunne køre på lav effekt når nettet er belastet i løbet af andre tider eller når strømmen er baseret på CO₂ kilder. Testzonen tænkes at være vigtig ift. test af løsninger i notatet 'Energiafgifter for Fremtiden' (September 2019).

Løsningerne tænkes implementeret igennem en roll-out plan hvor de enkelte supermarkedskæder melder ind med et antal butikker, som opnår aftale med lokale fjernvarmeselskaber. Styringen af hvornår man aktiverer varmeproduktion vil gå igennem Center Danmark, der, som en teknisk aggregator, kan beregne hvornår kombinationen af strømpriser, varmepriser, samt udetemperaturer vil være gunstige og som derfor kan meldes ind i markederne gennem en økonomisk aggregator.

Økonomi:

Omkostningerne vurderes til at være lave idet man kun har marginale omkostninger til systemet. Gevinsten for Danmark er systemeksport, lavere forbrug af fossilt brændsel og deraf lavere emissioner, lavere omkostninger for fjernvarmeforbrugere og ikke mindst mindre curtailment af

vindenergi. Således vil man bidrage til nedsættelse af primærenergiforbruget (= energieffektiviteten stiger iht EU mål) og en stigning i andelen af vedvarende energi (strøm + varme fra varmepumpedrift) – også bidragende til opfyldelse af EU mål.

Man vil også opnå en reduktion i køb af udenlandsk fleksibilitet. Denne pengestrøm vil blive indenfor DK's grænser og give en indtægt via virksomhedsbeskatning.

3. 10-20 store varmepumper i fjernvarmesystemer

Type:

10-20 store varmepumper i forskellige fjernvarmesystemer: Testzonen kan udvides med el til varme (power2H) løsninger generelt. Fjernvarmesystemer som energilager.

Fokus:

Målgruppen er fjernvarmesystemer af forskellige størrelse, og med forskellig anbringelse af varmepumper. Fokus er på sektorkobling mellem el- og fjernvarmesystemer, fleksibilitet, CO₂ reduktion, DSO-ydelser, balancemarkedet og kapacitetsproblemer i såvel el- som termiske net. Flaskehalsproblemer i såvel el- som fjernvarmenet.

Der vil blive arbejdet med:

- Fleksibilitet opnået gennem en kobling mellem el- og varmesystemer
- Operationel beskrivelse af fleksibiliteten
- Forståelse af fleksibilitetens afhængighed af fjernvarmesystemet (størrelse, layout, ...)
- Integration af mere grøn el i fjernvarmesystemer (mindre grøn vindmøllestrøm vil gå til spilde)
- Studie af forskellige varmekilder (eksempelvis grundvand ved grundvandssænkning, fjorde, rensningsanlæg, sæsonlagre ...)
- Energilagring (termisk i fjernvarmesystemerne og i sæsonlagre)
- Data-intelligent styring af fleksibelt forbrug
- Dynamiske afgifts- og tarif-modeller
- Acceleration af den grønne omstilling gennem en CO₂ minimerende styring
- Bidrag til løsning af el-system (DSO) relaterede ydelser til løsning af spændings- og flaskehalsproblemer
- Bidrag til løsning af energibalancen for balanceansvarlige (BRP'er)
- Bidrag til løsning af flaskehalsproblemer i såvel el- som fjernvarmenet

Vi vil anvende eksisterende varmepumpeløsninger forskellige steder i fjernvarmesystemerne.

Hvad skal testzonen vise:

Dette er en **tematisk testzone** som vil påpege og evaluere alle de potentielle fordele som findes ved stor-skala og data-intelligent integration af varmepumper i fjernvarmesystemerne. Den data-intelligente integration vil blive tilvejebragt gennem Danmarks nye digitaliseringshub, Center

Danmark, som vil fungere som såkaldt teknisk aggregator. Denne testzone er central ift en test af forslaget om dynamiske energiafgifter – se udvalgets notat: 'Energiafgifter for Fremtiden'.

Testzonen skal sammensættes af fjernvarmesystemer og varmepumpe af forskellige størrelser, og på en måde som sikrer, at resultaterne af forsøgene er både **repræsenterbare** og **skalerbare**; herved sikres, at positive resultater er brugbare på en måde som sikrer at løsningerne efterfølgende kan implementeres generelt i det danske samfund, samt i lignende systemer i udlandet.

I et såkaldt demo-projekt i CITIES er det påvist, at en CO₂ optimeret styring vil kunne lede til ca. 15 pct besparelse i opvarmningen af sommerhuse med svømmebassiner. Det forventes, at denne tematiske testzone omkring fjernvarmesystemer vil kunne påvise mindst 15 pct CO₂ besparelser ved den data-intelligente og CO₂ minimerende styring af varmepumper og power2H enheder.

Testzonen vil yderligere afklare i hvor høj grad koblingen mellem el- og varmesystemer gennem data-intelligent styring af varmepumper kan bidrage til at løse udfordringer i fremtidens el-systemer.

Hvorfor findes løsningen ikke allerede? Hvorfor en testzone?:

De enkelte elementer af den tekniske løsninger eksisterer, men de er ikke koblet sammen gennem en prognose- og styringsbaseret optimering. Eksistensen af data-intelligente styringsløsninger under Center Danmark muliggør eksempelvis nye muligheder for model prædiktive kontrollere, som eksempelvis kan minimere det forventede CO₂ aftryk. Opkoblingen gennem Center Danmark vil muliggøre tests, som er skalerbare og repræsentative. Positive testresultater vil derfor efterfølgende kunne udrulles til hele nationen.

Hvordan skal løsningen implementeres / hvori består den regulatoriske frihed:

Løsningerne skal implementeres på 10-20 forskellige fjernvarmesystemer af forskellige størrelse og karakteristika, og den samlede data-intelligente opsætning vil blive administreret af Center Danmark, og i et tæt samarbejde med Dansk Fjernvarme, Dansk Energi, Energistyrelsen, samt udvalgte DSO'er.

De nuværende energiafgifter og tariffer er en barriere for at udnytte fleksibiliteten i koblede systemer, og specielt mellem el- og fjernvarmesystemer. For at opnå de nødvendige incitamenter for eksempelvis at opvarme vandet når strømmen er grøn, vil der blive afprøvet i nye principper for CO₂-relaterede afgifter i (næsten) real tid, samt nye tarifstrukturer som kobles til udfordringer i el-distributionsnettet. Generelt er det tanken, at såvel afgifter som tariffer skal kobles til de fysiske udfordringer i nettet, samt CO₂ emissionen i real tid. Endelig vil der blive eksperimenteret med nye tidsopløsninger og budstørrelser, som forventes at være mere velegnet til at afkoble fleksibiliteten i fjernvarmesystemer.

Økonomi:

Fjernvarmeværkerne skal investere i varmepumper og der skal etableres en data-intelligent styring gennem Center Danmark. Samlet vurderes omkostningerne til at være relativt lave; men testzonen bør være operativ i en periode, som er lang nok til at sikre, at investeringerne kan afskrives.

Løsninger forventes at give en acceleration af den grønne omstilling gennem en væsentlig reduktion i CO₂ forbruget ved brug af varmepumper i fjernvarmenet. Testzonen vil dokumentere hvordan den store fleksibilitet i fjernvarmesystemerne kan veksles til CO₂ reduktionen, samt hvor store besparelser der vil kunne hentes på CO₂ regnskabet.

Gevinsten for industrien er systemeksport gennem digitale og data-intelligente nye løsninger til sektorkobling mellem el- og varmesystemer. Gevinsten for samfundet er lavere forbrug af fossilt brændsel og deraf lavere emissioner, lavere omkostninger for fjernvarmeforbrugerne, mindre curtailment (tab) af grøn vindmøllestrøm.

Statens afgiftsrelaterede provenu vil kunne holdes konstant; men de smarte løsninger vil lede til lavere CO₂ emission, og som beror på fjernvarmesystemernes fleksibilitet. De smarte løsninger vil derfor med en CO₂ relateret energiafgift lede til lavere omkostninger for fjernvarmeforbrugerne, og med en provenuneutral løsning vil dette betyde en større udgift for ikke-fleksible forbrugerne. Det bør besluttet politisk om - og hvordan - provenuet fra energiafgifterne skal bevares; også ved et 100 pct fossilfrit energisystem.

For tariffene vil der altid være nogle transportomkostninger, og de smarte løsninger vil med stor sandsynlighed reducere behovet for en voldsom udbygning af el-distributionsnettet. Konklusionen er derfor, at de smarte løsninger igen leder til besparelser for forbrugerne.

Implementering og eksekvering af de regulatoriske testzoner

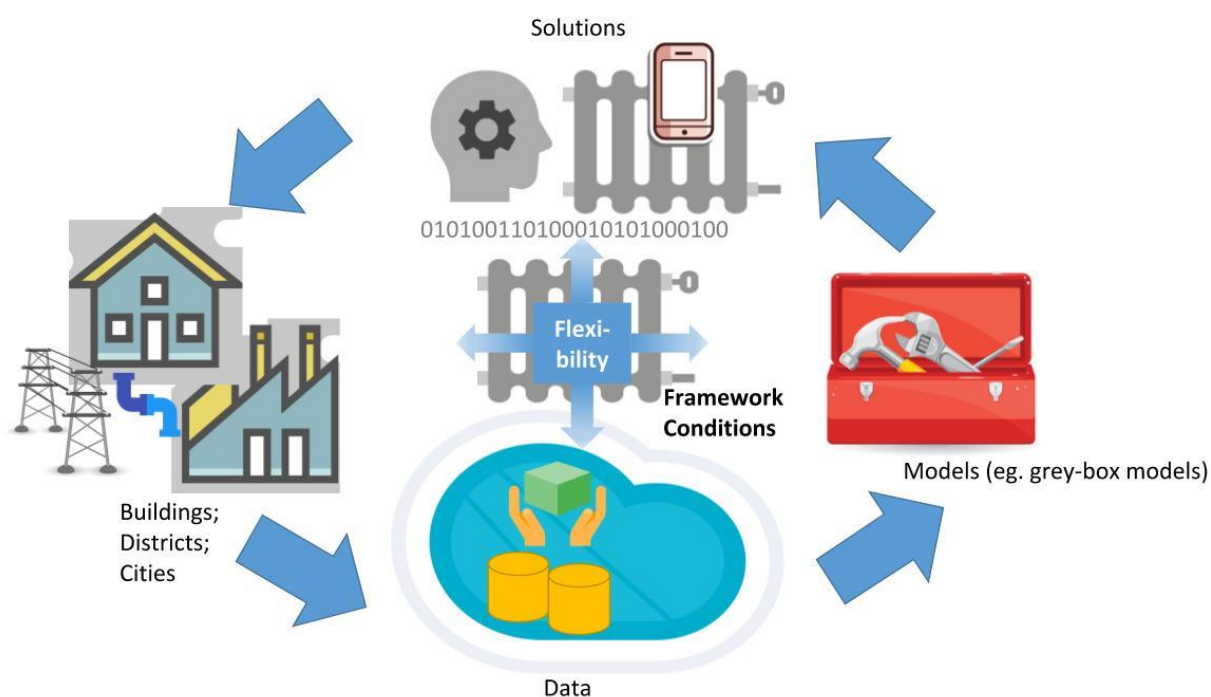
De regulatoriske testzoner tænkes gennemført ved at anvende **Center Danmark** som platform. Center Danmark kan anvendes såvel virtuelt, hardware-in-the-loop, og til real-life demonstrationer; herunder test af nye rammebetingelser i samtlige testzoner. Dette sikrer yderligere, at der kan konkluderes på tværs af de forskellige regulatoriske testzoner.

Center Danmark vil være en såkaldt **Teknisk Aggregator**, som kobler de fysiske systemer sammen med diverse markeder gennem en **Økonomisk Aggregator**. I praksis vil der formodentlig være tale om flere økonomiske aggregatorer.

Center Danmark tænkes således at være en **Teknisk Aggregator** mod de enkelte enheder i testzonerne. Den tekniske aggregator vil tage højde for diverse fysiske forhold og optimerer udnyttelsen af fleksibiliteten for den enkelte fysiske enhed (rensningsanlæg, supermarked, ...). Gennem en anvendelse af kunstig intelligens og statistiske modeller vil Center Danmark fungere som **national platform** for en udvikling af operationelle beskrivelser af de forskellige enheders dynamik under givne begrænsninger (komfort, mv.). Princippet er illustreret på Figur 1. De operationelle beskrivelser af fleksibiliteten vil Center Danmark igen kunne anvende til at optimere

setpunkter og styring for de enkelte enheder – eksempelvis styringen af temperaturen i et fjernvarmesystem. Disse setpunkter vil blive aktiveret gennem et **spektrum af IoT løsninger**.

Som illustreret på Figur 1 vil fleksibiliteten kunne optimeres gennem et cirkulært forløb. Den aktuelle fleksibilitet vil afhænge af de givne rammebetingelser, og **gennem sandkassen hos Center Danmark kan der afprøves forskellige rammebetingelser**. Dermed kan betydningen for fleksibiliteten af diverse rammebetingelser- og dermed hvordan den grønne omstilling fremskyndes - klarlægges.



Figur 1: Metode til beskrivelse og udnyttelse af fleksibilitet. Som illustreret vil den faktiske fleksibilitet afhænge af rammebetingelserne.

Ud mod markederne vil Center Danmark kommunikere med **Økonomiske Aggregatorer**, som vil byde fleksibiliteten ind i passende markeder. Flexibilitetskarakteristikken for de enkelte enheder vil afgøre hvilke markeder, der fokuseres på. Eksempelvis vil pumper i afløbssystemer kunne levere ydelser ift frekvensreguleringen. Den økonomiske aggregator vil løbende modtage information om fleksibiliteten og dermed være i stand til at byde fleksibiliteten ind i passende markeder.

Center Danmark vil således være en **sandkasse** der IT-, data- og styringsmæssigt kan tilvejebringe fleksibilitet i forskellige segmenter, f eks sommerhuse, rensningsanlæg, supermarkeder, bygninger og fjernvarmesystemer.

Kontrolrummet i Center Danmark, som er vist på Figur 2, illustrerer, at Center Danmark er opbygget over en geografiske og temporale tilgang til koblede og data-intelligente energisystemer.



Figur 2: Center Danmark. Kontrolrum med geografiske og tidsmæssige zoom funktioner

Center Danmark er en national og ikke-kommerciel platform med en beliggenhed i umiddelbar nærhed af såvel Energinet som Dansk Fjernvarme. Bestyrelsen i Center Danmark består blandt andet af ledelse fra alle Danmarks tekniske universiteter, nemlig AAU, AU, DTU og SDU.

Center Danmark fokuserer hele spektret fra grundforskning i digitale energisystemer over udvikling test og demonstration, og til at levere ydelser 24-7 som teknisk aggregator i forhold til smarte energi energisystemer. Samtidig er Center Danmark central placeret tæt på Energinet (ved Fredericia) og vil agere som et udstillingsvindue for fremtidens smarte og grønne energiløsninger.