|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **#** | **Overskrift** | **Beskrivelse** |
| **1** | 4G fjernvarme og det potentielle samspil med elnet, energisystem, bygninger og lokale varmekilder. Herunder også udnytte og forbedre fjernvarmens fleksibilitetspotentiale ift. bedre drift og øget energibesparelse i fjernvarmen. | Udnyttelse og forbedring af samspil med elnet og energisystemet igennem fremtidens fjernvarmekilder, intelligente assets såsom bygningerne og korrekt dimensionering.En bedre udnyttelse af fremtidens fjernvarmekilder (varmepumper, geotermi, termonet, solvarme, overskudsvarme m.m.) fordrer fokus på udvikling af fremtidens 4G lavtemperatur fjernvarmeteknologier og system. Der er bl.a. behov for:* teknologisk udvikling inden for fjernvarmenet-komponenter (rør, pumper, vekslere mv.)
* teknologisk udvikling indenfor lavtemperatur fjernvarme-units i lavenergiboliger
* udrulning af flere termonet, særligt i gasområder og til absorbering af overskudsvarme
* udnyttelse af digital måling til driftsoptimering mv.
* anvendelse af prissignal ift. varmeproduktion og slutkunden

Korrekt dimensionering af varmepumpe og akkumuleringstanke vil være en økonomisk fordel for varmekunderne og give lavere varmeregning. Der er dog kun balanceringsfordel og mulighed for sektorkobling, når de dimensioneres stort nok til at agere fleksibelt og kun herigennem hentes den lavest hængende frugt ift. at få VE over i et styrbart forbrug, der kan lagres (i varmt vand) sikres. I den igangværende udbygning af fjernvarmen fokuseres på varmekonvertering uden indregning af fleksibilitetspotentiale, fordi indregning er vanskelig og uvant for rådgivere.En demonstration og kvantificering af fleksibilitetsværdien kan anvendes ift. den kommende varmeregulering, og tilskynde til at Energinet sender transparente prissignaler, når der efterspørges systemydelser. Analyser af den økonomiske fleksibilitetsværdi kan også anvendes til en sammenligning af, værdien heri ift. værdien af afbrydelighedsaftaler i elnettet. Med andre ord, hvornår er fordelen ved aktivering i systemydelsesmarkedet mere fordelagtigt en den økonomiske værdi ved billigere tilslutning til elnet mod at være afbrydelig.Den nye varmeaftale giver bedre rammer for udnyttelse af overskudsvarme i fjernvarmen, jf. at substitutionspris ikke skal anvendes med bagudvirkende kraft. Men som omtalt ovenfor udgør overskudsvarme i energiproduktionstællingen kun knap 4 pct. af den samlede varmeproduktion fordelt på brændsel. Den manglende ressourceudnyttelse skyldes bl.a., at vandsektoren i sin økonomiske regulering straffes ved at investerer i levering af varme til fjernvarmen, som de ikke må indregne indtægt fra – det modregnes i deres indtægtsramme. Der er behov for at demonstrere, hvor megen værdi der går tabt ved den manglende ressourceudnyttelse for derigennem at understøtte en regulering, der fremmer sektorkobling mellem el-vand og varme.Udnyttelse af overskudsvarme frem for luft som varmepumpens energikilde aflaster elnettet. Det er også vigtigt at få belyst denne værdi i elnettet af udnyttelse af overskudsvarme, for at få sikret en bedre udnyttelse af elnettet. Udnyttelse af overskudsvarme fra elektrolyse, carbon capture og anden overskudsvarme i fjernvarmesystemet skal også fremmes. |
| **2** | Udvikling af el- og varmefleksibilitet for smarte bygninger og komponenter fx ladestandere, herunder også ift. termisk- og batterilagring.  | Bygninger skal integreres digitalt i forsyningsnettet for at levere fleksibilitet: Dette kræver bl.a. udvikling af fælles standarder, der samt, at det er vigtigt, at disse ikke er leverandørspecifikke. Bygningers ukendte egenskaber gør det Det er ikke umuligt at vide, hvordan en given bygning kan indgå som fleksibilitet i energisystemet, da egenskaberne er ukendte. Dette skal anskueliggøres og testes. Det bør afsøges – bl.a. i lyset af kommende krav om bygningsstyring i bygninger ned til 70kW varmekapacitet – hvor meget det vil kræve at få løftet de eksisterende bygningers evne til at spille sammen med energi og forsyningssystem.Databaseret identifikation af bedre bygningsdrift: Der er behov for at automatisere og videreudvikle identifikationen af uhensigtsmæssig bygningsdrift. F.eks. hvis en forbruger skiller sig ud ved at have dårlig afkøling af returvand til fjernvarme. Det helt afgørende her er, at bygningerne kan forsynes ved lave temperaturer og samtidig sikre en god afkøling. Vigtigt for både fjernvarme og individuelle varmepumper. Ydermere er der behov for at anvende ny teknologi f.eks. maskinlæring til at identificere og dokumentere forbedringspotentialer ud fra forbrugsdata, som er bredt tilgængeligt for mange bygninger fra fx. F.eks. BBR og datahubben.Udnyttelse af fleksibilitet i forbrug i bygningsmassen, herunder øget digitalisering og styring af bygninger: Et effektivt samspil mellem bygningers og fjernvarmens varmelagringskapacitet skal realiseres, hvor varmeforsyningen elektrificeres. Dette indebærer udvikling af opvarmningsløsninger, som øger forbrugsfleksibiliteten.] Det vides fra IBM’s og Andels fleksplatform, at bygninger med forholdsvis enkle styringssystemer vil kunne aktiveres til levering af fleksibilitetsydelser i elsystemet. Dette kan skabe grundlag for energieffektivisering og fremme forbrugsfleksibilitet i bygninger.Der er behov for videre udvikling af smarte ladestandere: Det kan være understøttelse af dynamisk ladestyring, bidirektionel styring (V2G), rampefunktion, randomiseret forsinkelsesfunktion, effektfaktorregulering, Q-regulering og automatisk spændingsregulering. Standardisering er efterspurgt til integration er drevet af standard regionalt eller globalt. Vehicle to grid kræver et styresystem til at regulere strøm tur/retur fra elnet til batteri. Innovation i smart charging batterier i storskala. |
| **3** | Digitalisering og øget brug af data i energi- og forsyningssektorer mhp. forbedrede muligheder for udvikling af kundeløsninger herunder udvikling af governance strukturer for open data spaces, samt software til et kommende økosystem nationalt forforsyningssektoren med anvendelse af AI, machine learning, forecasting, handel osv. | Udvikling af og afprøvning af åbne standarder for dataudveksling indenfor og på tværs af sektorer, herunder tværgående rammearkitektur og datamodeller. Disse baseres på videreudvikling af eksisterende standarder, hvis muligt. Der skal opstilles format for, hvordan personfølsomme data kan stilles til rådighed, så databeskyttelse sikres, men værdien af data ikke tabes i anonymiseringen. Og hvor forsyningsdata kan kombineres med andre private kilder til data fra fx bygninger, transport, vejrprognoser mm.) Udvikling af nye modeller, hvor kunden har mere adgang til fleksibilitetsløsninger kombineret med energieffektivisering. Data er en vigtig nøgle til fleksibilitet.Sikring af samspil med EU's arbejde for governance struktur for open data spaces |
| **4** | CCUS og PtX - Udvikling af teknologi til fangst, transport og omdannelse til nye grønne brændsler, herunder samspillet med infrastrukturen og teknologiernes muligheder for at agere fleksibelt i energisystemet. | Etablering af fangstanlæg på danske punktkilder og udvikling af metoder til transport og anvendelse fra biogene og fossile kilder. Kræver nye standarder, infrastruktur, og at transport billiggøres samt billige og effektive løsninger til lagring af CO2 (rør, tanke, landtransport og skibe). Undersøgelser af geologiske formationer og reservoirs med henblik på lagring on-, near- og offshore. Innovation i anvendelse af fanget kulstof til brændsler og sekundære formål i industri og slutprodukter som fx plastik.Dette forslag skal ses i sammenhæng med andre CCUS-aktiviteter i ECD. Ift. sektorkobling handler CCUS om Usage ift. brint og infrastrukturudvikling.Der er behov for undersøge, hvordan PtX-anlæg og elektrolyseteknologi skaleres, billiggøres og gøres fleksible i forhold til fluktuationer i energipriser. Undersøgelse af, hvordan PtX-anlæg kan optimeres ved at spille sammen med f.eks. energimarked, elnet og fjernvarmen. Der er også behov for at arbejde for, at fx mindre PtX-anlæg gøres mere rentable, så vi sikrer en større udbredelse af teknologien. Eksempelvis er der et potentiale i bakteriel behandling ift. lavere Capex-omkostninger sammenlignet med katalysatorer. Dette er blot én blandt mange mulige retninger at gå.Placering af PtX-anlæg, og biogasanlæg har betydning for planlægning af infrastrukturen. Udvikling af teknologi til fangst og anvendelse af kulstof fra store biogasanlæg således, at kulstof kan anvendes til e-fuels og andre industrielle formål. Dette forslag skal ses i sammenhæng med P2X-aktiviteter i ECD. Men særligt ift. sektorkobling og digitalisering er P2X- anlæggene interessante ift. hvordan de påvirker el- og fjernvarmeinfrastrukturer, og hvordan de påvirker energifleksibilitetsbehovet i balanceringen af energisystemet. |
| **5** | Industriens brændselsvalg, særligt elektrificering af processer i industrien kræver udvikling og demonstration af ny teknologi til højtemperatur processer f.eks. varmepumper og elektriske forbrændingsovne. Fremme integration af store varmepumper, individuelle varmepumper og andre varmepumpe-drevne løsninger.Afprøvning af fordele ved at udnytte fjernvarmens varme vand som varmekilde til industri-varmepumper | Grøn omstilling af industrien og sektorkobling mellem VE-el og industriens processer kan i høj grad ske gennem direkte elektrificering af industrielle processer. Udfordringen ligger i national demonstration af anvendelse af varmepumper, og et potentielt samspil med fjernvarmen som varmekilde.I højtemperatur-processer ligger udfordringen i videreudvikling af varmepumpeteknologien eller anden energieffektiv alternativ energikonvertering fx flydende saltlagre. Dette kræver videreudvikling og demonstration i stor skala, og disse anvender naturlige og andre ikke-miljøskadelige kølemidler. Dette skal ses ift. udviklingen af hybridløsninger mellem varmepumper og andre el-baserede varmeteknologier, fx til højere temperatur eller spidskapacitet.I lokale områder, hvor industriens elektrificering kan kombineres med fjernvarmens ”varme vand”, kan den industrielle varmepumpe nøjes med at booste fjernvarmens varmekilde. Potentialet herfor bør afdækkes i takt med at ny fjernvarme etableres og eksisterende renoveres. |
| **6** | Samspil mellem energi og forsyningsinfrastruktur og integration mellem sektorer, herunder el, varme (fjernvarme og gas), vand (og spildevand) til at fremme fleksibilitet i energisystemet gennem udvikling og afprøvning af markedsdesign, der giver de rette investeringsincitamenter og sikrer aktivers evne til at reagere på prissignaler mm.  | Markedet skal videreudvikles, så prissignaler sikrer aktivering eller udskydelse af forbrug på tværs af sektorerne og sikrer, at vores grønne investeringer er så effektive som muligt. Vi skal bruge markedet til at skabe en adfærd, der sikrer den mest effektive brug af energi og infrastruktur på ethvert tidspunkt og markedsregler, som understøtter handel med fleksibilitet på tværs af sektorer, og som sikrer effektiv konkurrence om levering af fleksibilitetsydelser. Udvikling af et design, der skaber grundlaget for, at den billigste fleksibilitet sættes først i spil.Det effektive samspil mellem forsyninger og sektorer skal ske ved at udvikle og afprøve et markedsdesign, der aktiverer større og mindre kunders fleksibilitet og lagringsmuligheder (i el, varme og vandforsyning/spildvandshåndtering, bygninger og batterier).Det bør være markedsdesign, der sikrer:* En markedsudvikling som giver incitament til at investere i fleksible, styrbare energiforbrugende aktiver (fjernvarmeanlæg, pumpeaktiviteter i vandsektor, bygningers varme, køle- og ventilationsanlæg, industrielle anlæg og processer, flåder af individuelle styrbare varmepumper og elbiler mm.)
* Aktiver der kan reagere på komplekse prissignaler fra infrastrukturen og demonstrere betalingsvillighed i infrastrukturen / villighed til at udskyde forbrug hos kunden)
* Samoptimering af værdistrømme (spotpris, nettariffer, systemydelser, energibesparelse)
* Afprøvning af at de aktiverede komponenter er robuste over for udsving i VE-forsyning/andre komponenters svigt mm. og anvender digitaliseringens muligheder/data til at forudsige markedets behov
 |
| **7** | Udvikling af bedre software til modellering af produktionsanlæg, forsyning og energisystemer på DSO og TSO-niveau. | Udvikling af datadrevne ’digitale tvillinger’ under hensyntagen til beskyttelse af information om samfundskritisk infrastruktur og produktionsprocesser. Anvendelse af ‘digitale tvillinger’ kan bidrage til at gøre energisystemet mere fleksibelt på forskellige spændingsniveauer. Digitale tvillinger kan bruges til bedre systemforståelse, modellering af energisystemet, modellering af konkrete anlæg i energisystemet og dermed bidrage til at gøre energisystemet mere fleksibelt på forskellige spændingsniveauer. Udvikling af mere præcise digitale tvillinger kræver bedre data og mere præcise modeller.I industrien kan skal digitale tvillinger kunne bruges til modellering af for produktionsprocesser, og derved være med til at hjælpe med test, fine-tuning og optimering indenfor produktivitet og kvalitet, samtidigt være med at mindske resource- og energiforbrug.Destination Earth programmet fra EU, er udvikling af en digital tvilling af Jorden, der bl.a. skal være med til at gøre det nemmere for virksomheder at planlægge fremtidige investeringer, ud fra klima- miljø- og dyrelivsdata, som vil kunne vise hvilken betydning nye potentielle investeringer har for et bestemt områdes dyreliv og miljø, samt hvordan klimaet og eventuelle forandringer til dette, kan påvirke denne investering.‘Digitale tvillinger’ udgør imidlertid en potentiel risiko, idet fri adgang til bedre systemforståelse, adgang til modellering af energisystemer og modellering af konkrete anlæg og processer kan misbruges til ondsindede handlinger mod samfundskritisk infrastruktur og produktionsprocesser. ‘Digitale tvillinger’ skal derfor designes og frisættes ud fra en risikovurdering.  |