

Oliefyret Skal Pensioneres

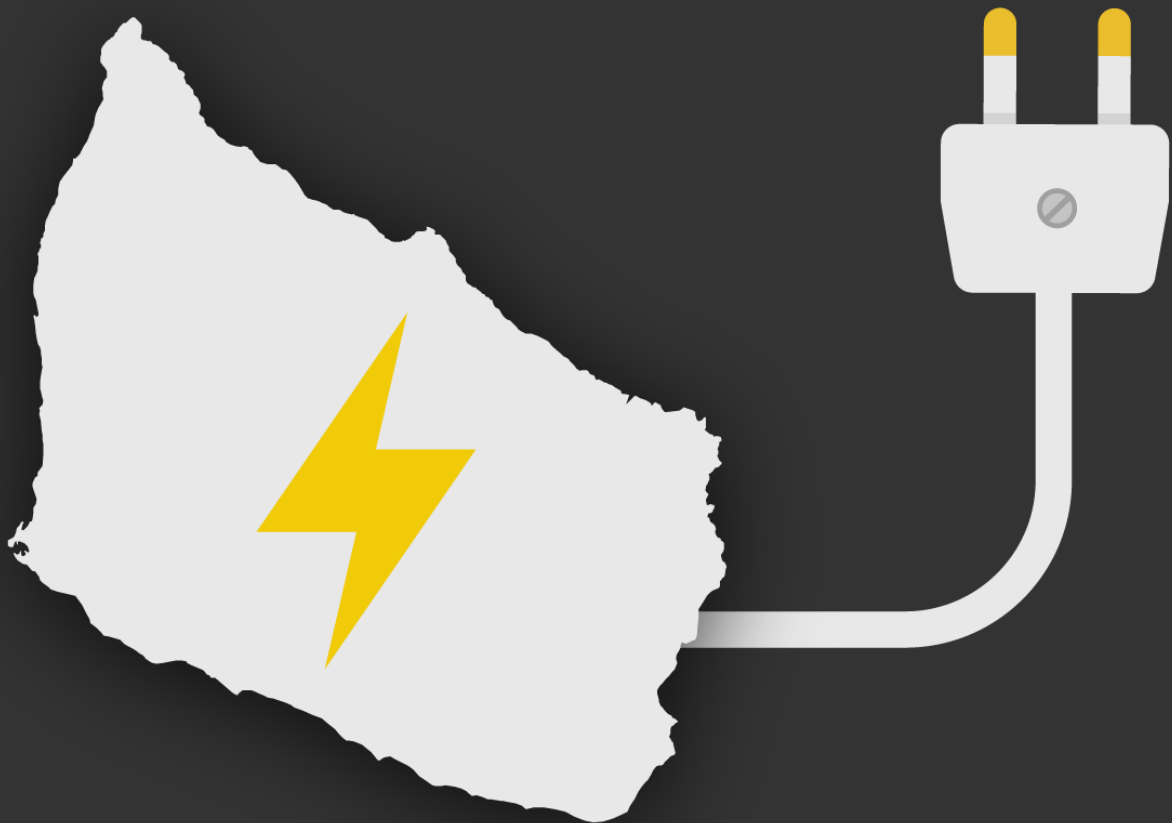
Et projekt om udfasning af oliefyr og et bæredygtigt energisystem på Bornholm

Projekt i planlægning for bæredygtig omstilling F2023

Afleveringsdato: 7. juni 2023

Antal tegn: 162.683

Antal sider: 104



Udarbejdet af:

Mikkel Jerl Witzke (66053), Jesper Paulsen (75249), Andreas Lynderup Rasmussen (66484) & Nicolaj Westergaard (65917)

Indholdsfortegnelse

KAPITEL 1: Problemfelt	4
1.1 Problemformulering.....	7
1.2 Arbejdsspørgsmål	7
1.3 Besvarelsesstrategi.....	8
1.4 Forskningsfelt	9
1.4.1 Planlægning.....	9
1.4.2 Projektets bæredygtighedsforståelse	10
KAPITEL 2: Introduktion til strategisk energiplanlægning på Bornholm.....	11
2.1 Nuværende situation	11
2.2 Aktører	12
2.3 Nækst	14
2.4 Eksterne forhold, marked & EU	14
2.5 Multi level governance	15
KAPITEL 3: Metode og videnskabsteori.....	19
3.1 Induktion og subjektivitet	19
3.2 Semistrukturerede interviews.....	20
3.2.1 Valg af Informanter.....	20
3.2.2 Projektets Informanter.....	20
KAPITEL 4: Backcasting	22
4.1 The Natural Step	23
4.2 Anvendelse af ABCD-metoden	24
4.2.1 Awareness & Defining Succes.....	24
4.2.2 Baseline Current State.....	25
4.2.3 Creative Solutions	26
4.2.4 Decide on Priorities.....	26
4.3 Backcasting-baseret Roadmap	26
KAPITEL 5: Teori	28
5.1 Udviklingsstier og magt	28
5.2 Operationalisering af metode og teori.....	30
KAPITEL 6: Teknologikatalog.....	31
6.1 Individuel varmforsyning.....	32
6.1.2 Oliefyf.....	32
6.1.3 Varmepumpe.....	37
6.1.4 Luft-Til-Vand:.....	39

6.1.5 Jordvarme.....	42
6.2 Kollektiv varmforsyning - Nærvarme	44
6.2.1 Biomassebaseret nærvarme.....	45
6.2.2 Termonet	46
6.2.3 <i>Solpaneler</i>	49
6.2.4 <i>Onshore vindmøller</i>	51
6.3 Kollektiv varmforsyning – Fjernvarme.....	56
6.3.1 Fjernvarme	56
KAPITEL 7: Awareness and Defining Succes	59
7.1 Bornholms Regionskommunes organisationsstruktur, kommunalfuldmagten og varmforsyningslov.....	59
7.2 Bornholms regionskommunes strategier & visioner.....	62
7.2.1 Bright Green Island.....	62
7.2.2 Bornholms Energistrategi 2040	64
7.2.3 Handleplan for energistrategien	66
7.2.4 Varmeplan Bornholm 2013.....	67
7.3 Projektets Vision.....	68
7.4 Delkonklusion	68
KAPITEL 8: Baseline Current state.....	70
8.1 Nuværende varmekilder på Bornholm.....	70
8.1.1 Oliefyr	70
8.1.2 Varmepumpen, elektrificering og pres på elnettet	71
8.1.3 Fjernvarme og kraftvarme.....	74
8.1.4 Samfundsstruktur og socio-økonomi	77
8.2 Delkonklusion	79
KAPITEL 9: Creative solutions.....	80
9.1 Identificerede udfordringer	80
9.2 Idégenerering af løsningsforslag	81
9.3 Tre fokusområder.....	81
9.4 Projektets udarbejdede mindmaps	83
9.4.1 Fjernvarme	83
9.4.2 Kollektiv Nærvarme.....	84
9.4.3 Individuelle Varmeløsninger.....	85
9.5 Forudsætninger for projektets planlægningsstrategi	85
9.5.1 Forbedre og standardiser data i BBR	86
9.5.2 Udvid andelen af vedvarende sol- og vindenergi.....	86

9.5.3 Udarbejd handlingsplan for energiforbedringer.....	87
9.6 Innovation, frembringelse og forretning	88
9.7 Delkonklusion	88
KAPITEL10: Decide on priorities	89
10.1 Roadmap	89
10.1.1 Kollektiv fjernvarme	90
10.1.2 Kollektiv nærvarme.....	91
10.1.3 Individuelle varmeløsninger	92
10.2 Præferencescenarier	93
10.3 Top-down betonet governance i energiplanlægning	94
10.4 Delkonklusion	95
KAPITEL 11: Konklusion	97
Litteraturliste.....	99
Bilag:.....	104

Figurliste:

FIGUR 1 BACKCASTING-TILGANGE (DAMSØ ET AL. 2014: 14).....	23
FIGUR 2 (THE NATURAL STEP U.Å.).FIGUR 3 ABCD-MODELLEN (THE NATURAL STEP U.Å.: X).	24
FIGUR 4 FIRE FORMER AF TRANSITION JF. KULTUR TEORI (TUKKER & BUTTER 2007: 99)	29
FIGUR 5: OLIEFYR (BIOOLIE INKLUDERET) (ENERGISTYRELSEN 2022: 24-28).....	33
FIGUR 6 KORT OVER BORNHOLM MED ILLUSTRATION AF INDIVIDUELLE OLIEFYR OG ETABLEREDE FJERNVARMENET. (EGET UDTRÆK FRA BRK, U.Å).....	34
FIGUR 7 ENERGIFLOWET I EN VARMEPUMPE (ENERGISTYRELSEN, 2022: 62).....	38
FIGUR 8 LUFT-TIL-VAND VARMEPUMPE AF TYPEN MONOBLOK (ENERGISTYRELSEN, 2022: 63).	40
FIGUR 9 HORIZONTAL JORDVARME (ENERGISTYRELSEN, 2022 :64)	43
FIGUR 10 ILLUSTRATION AF VARMEPUMPEFORDELING.	46
FIGUR 11 KORT OVER GENNEMSNITLIG SOLSTRÅLING I DANMARK MELLEM 2001 -2010 (ENERGISTYRELSEN 2023B: 343)	50
FIGUR 12 GENEREL ILLUSTRATION AF ET VINDTURBINE- OG ELEKTRISK SYSTEM (ENERGISTYRELSEN, 2023B: 206)	52
FIGUR 13 VINDRESSOURCEKORT OVER DANMARK (ENERGISTYRELSEN, 2023B: 210)	54
FIGUR 14 FJERNVARME UNIT (ENERGISTYRELSEN, 2022: 43).....	56
FIGUR 15 BORNHOLMERMÅLENE OG FN'S VERDENSMÅL (BORNHOLMS REGIONSKOMMUNE, 2018: 29).	63
FIGUR 16 EGNE CO2- & PRISESTIMATER AF FYRINGSOLIE.	71
FIGUR 17 EGNE CO2- OG PRISESTIMATER AF LUFT-TIL-VAND VARMEPUMPE	72
FIGUR 18. KORT OVER FJERNVARME PÅ BORNHOLM. DE HVIDE OMRÅDER ER BYER HVOR BEOF STÅR FOR FJERNVARMEN. DEN STORE MØRKEGRÅ BY TIL VENSTRE ER RØNNE, HVOR RVV STÅR FOR FJERNVARMEN (BEOF 2023:.).....	75
FIGUR 19 EGNE CO2- OG PRISESTIMATER AF FJERNVARMEN PÅ BORNHOLM.....	77
FIGUR 20: VENN-DIAGRAM AF NÆRVÆRENDE VARMELØSNINGER FOR UDFASNING AF OLIEFYR (EGEN PRODUKTION).	82
FIGUR 21. MINDMAP AF LØSNINGSFORSLAG FOR KOLLEKTIV FJERNVARME (EGEN PRODUKTION).	83
FIGUR 22 MINDMAP AF LØSNINGSFORSLAG FOR KOLLEKTIV NÆRVARME (EGEN PRODUKTION).	84
FIGUR 23 MINDMAP AF LØSNINGSFORSLAG FOR INDIVIDUELLE VARMELØSNINGER (EGEN PRODUKTION).....	85
FIGUR 24 ROADMAP FOR UDFASNING AF OLIEFYR (EGEN PRODUKTION).....	90

KAPITEL 1: Problemfelt

Churchills berømte udtalelse, "Never Let a Good Crisis Go to Waste", har igen fået fornyet aktualitet for dagens samfund, hvor vi på mange måder står midt i en krisetid. Covid-19 pandemien og den efterfølgende økonomiske usikkerhed og sårbarhed har medført et stort politisk pres og udfordringer på det offentlige finansmarked. Krisetiden blev yderligere understreget med Ruslands invasion af Ukraine, som har påført utallige menneskelige lidelser samt politisk spænding, økonomiske sanktioner og destabilisering i Europa. Putins invasionskrig har endvidere sendt hele Europas energisystem til tælling i det, der ligner en perfekt storm. Danmark såvel som andre EU-lande har været ekstremt sårbare, grundet dyb afhængighed af russiske fossile brændsler, og nu da gasforsyningerne er lukket, er det et kapløb med tiden om at finde alternativer.

Europa er i en alvorlig energisikkerhedskrise og det er i krisetider som disse Churchill finder det afgørende, at vi ser muligheder i krisen og tager beslutninger der kan gøre samfundet mere modstandsdygtigt over for fremtidige kriser og udfordringer. Selvom kriser unægtelig medfører en lang række negative konsekvenser, vil den også skabe muligheder for forandring og dristige skridt, der ellers ville have været vanskelige at tage. Ved at lære af de fejl der blev begået i håndteringen af den nuværende krise, og ved at tage ambitiøse og langsigtede skridt, kan vi skabe et mere robust og bæredygtigt samfund i fremtiden.

De europæiske regeringer og Europa-Kommissionen kæmper for at sikre løsninger, og indgik således en frivillig aftale om at reducere gasforbruget med 15 procent, der skal undgå de farligste skær i energisikkerhedskrisen (Energiwatch, 2023). For at opfylde målet har flere EU-lande, herunder Danmark, Tyskland og Spanien, lanceret store energisparekampagner, hvor offentlige bygninger indstilles på en temperatur på 19 grader, og befolkningen opfordres til at spare på energien. Desuden har Europa-Kommissionen fremlagt en plan, *REPowerEU*, som har til formål at øge andelen af vedvarende energi til 45 procent. Dog er mange regeringer ikke på linje med dette mål og i mellemtiden tager man nødløsninger i brug og investerer milliarder i nye LNG-gasterminaler og fossil infrastruktur for at sikre import af flydende gas fra Mellemøsten og frackinggas fra USA (Politiken, 2022). Selvom disse nødløsninger kan være nødvendige på kort sigt, vil de yderligere forværre den globale klimakrise på længere sigt.

I dag står vi over for en udfordring af en hidtil uset størrelse, nemlig at sikre en bæredygtig energifremtid fri for fossile brændsler. Vi er nødt til at træffe beslutninger nu, der vil påvirke

vores planet og dens beboere positivt i generationer fremover, og tiden er knap. Men der er også gode nyheder at tage med i betragtning. Sol- og vindenergi er allerede i dag de mest omkostningseffektive energikilder på markedet, når man tager højde for deres livscyklusomkostninger (IRENA, 2021:27). Hvis der samtidig skabes et marked for grøn brint, kan dette også være med til at sikre uafhængighed af fossile brændsler og give et vigtigt bidrag til at skabe en mere bæredygtig energifremtid.

Kapitalmangel anses heller ikke som værende en udfordring, i forhold til at investere i en bæredygtig energifremtid, da store pensionskasser og investeringsfonde står parate til at øge deres investeringer i stor skala. For at fremskynde udviklingen, bør politikerne fjerne hindringer og fastsætte mere ambitiøse mål for både energieffektiviseringer og vedvarende energi. Det er af afgørende betydning at udvise mod og politisk lederskab i tider som disse, hvor der kræves handling med samme hast og beslutsomhed som under krigstider. I disse kritiske tider er det nødvendigt at fremvise lederskab og hvem er klar på at handle med samme mod, som Winston Churchill udviste under Anden Verdenskrig?

Netop dette mod og lederskab er at finde på Bornholm, hvor et ø-samfund har valgt at gå forrest i kampen mod klimakrisen og vise, at kreativitet og innovative løsninger kan opstå hvor som helst og af hvem som helst. Som den ø i Danmark hvor solen først står op, er Bornholm på forkant med sine bæredygtige visioner. Ovenpå flere kriser, generel fraflytning og økonomiske nedture, gik en gruppe på 48 personer i 2007 ombord på bornholmerfærgen og efter en 48 timers rundtur om øen udviklede de visionen, som i dag kaldes Bright Green Island. Denne vision går ud på at udfase brugen af fossile brændstoffer helt inden 2032 (Bornholms Regionskommune, 2018).

I december 2020 udarbejdede Bornholms Regionskommune (BRK) Bornholms Energistrategi 2040, som fungerer som det officielle dokument, der fastlægger planlægningsinitiativerne på Bornholm. Af energistrategien fremgår beregningen af øens afgiftsbelagte CO₂-udledning, der er en central præmis og fungerer som grundlag. Heraf er *Transportsektoren* den største bidragsyder til CO₂-udledningen, herunder både landtransport og fly- og færgetransport. Herefter er *opvarmning med oliefyr* den næststørste bidragsyder, mens *import af strøm* via søkablet til Bornholm og *virksomheders brug af procesenergi* er henholdsvis tredje og fjerde største udleder.

Bornholms Energistrategi 2040 har til formål at introducere forskellige tiltag, der kan reducere CO₂-udledningen fra de fire sektorer, som er identificeret som de største bidragsydere til øens

udledning af afgiftsbelagt CO2. Nærværende projektrapport vil være centreret omkring udfasningen af oliefyr, og mere specifikt på mål 1.2.2 i strategien.

NR.	MÅL	DELMÅL	PRIMÆRE AKTØRER
1.2.2	Alle oliefyr erstattes med grønne løsninger	2022: i dialog med borgerne skal der være udarbejdet en plan for, hvordan oliefyr udfases. 2025: Der er udfaset minimum 1.500 oliefyr i perioden 2020-2025.	- Bornholmere - Kommunalbestyrelsen

(Bornholms Regionskommune, 2020: 7).

Den klare målsætning om udfasning af oliefyr søges udfoldet gennem planlægningsværktøjet *Backcasting*, der vil fungere som rammeværktøj til at udfolde og åbne for en forståelse af de årsagsmæssige sammenhænge, og identificere kreative løsninger der er nødvendige for at Bornholm og BRK kan opnå det fremsatte mål. Selvom projektets klare vision vil være centreret om mål 1.2.2 i energistrategien, er det vigtigt at forstå andre energirelaterede spørgsmål i strategien i sammenhæng. Energisystemet er komplekst og består af forskellige teknologier, infrastrukturer og politiske beslutninger, og det er derfor nødvendigt at forstå disse elementer i en helhedsvurdering af de bæredygtige alternativer. Hvis oliefyr ønskes erstattet med grønne løsninger, kræver det, at den alternative varmekilde er hensigtsmæssig i forhold til Bornholms energisystem og i overensstemmelse med deres bæredygtige principper, således at den bidrager til at reducere CO2-udledningen og minimere miljøbelastningen. Ellers risikerer man blot at erstatte ét fossilt system med et andet. For at opnå et bæredygtigt og CO2-neutralt samfund, er det nødvendigt at eksperimentere med nye teknologier, politikker og adfærdsændringer, samtidig med at der er en refleksivitet i planlægningsprocesserne. Dette er særligt relevant for Bornholm, som står over for komplekse sociale, økonomiske og politiske faktorer.

For at sikre, at vi tager de rette beslutninger, er det helt grundlæggende at der tages hensyn til bæredygtighedsmål og -principper som RED II og energieffektivitetsprincippet. Disse regulatoriske drivkræfter kan skabe rammerne for en mere bæredygtig fremtid ved at reducere vores afhængighed af fossile brændstoffer og fremme investeringer i grøn energi og energieffektivitet.

tet. Ved at udnytte disse muligheder og ved at tage ansvarlige beslutninger kan vi gøre fremskridt i retning af en mere bæredygtig fremtid. Nærværende projekt vil skrive sig ind i Bornholm kommunes forståelse og undersøge de planlægningsmæssige muligheder og barrierer, der ligger for opfyldelsen af delmål 1.2.2, hvilket fører til følgende problemformulering:

1.1 Problemformulering

- Hvordan har Bornholms regionskommune som varmeplanlægger, mulighed for at imødekomme målet om at erstatte de resterende oliefyr på øen, og hvilke muligheder er der for at styrke bæredygtigheden yderligere heri?

1.2 Arbejdsspørgsmål

- Hvad er Bornholms regionskommune vision for bæredygtighed, og hvorledes kan der fremsættes en vision for udfasningen af oliefyr frem mod 2030, der kan understøtte denne
- Hvilke udfordringer foreligger i relation til nuværende planlægning for udfasningen af oliefyr?
- Hvilke løsningsmuligheder har Bornholms regionskommune til udfasning af oliefyr frem mod 2030, der samtidig understøtter energistrategien 2040?
- Hvilke præferencescenarier for udfasning af oliefyr kan imødekomme delmål 1.2.2 om udfasning af oliefyr?

1.3 Besvarelsesstrategi

Dette afsnit har til formål at introducere projektets tilgang og strategi til besvarelse af problemformuleringen samt de fire formulerede arbejdsspørgsmål. Projektets besvarelsesstrategi er primært baseret på anvendelsen af Backcasting-metoden, hvor de fire faser i denne metode har dannet grundlaget for formuleringen af projektets arbejdsspørgsmål:

1. Arbejdsspørgsmål

For at besvare det første arbejdsspørgsmål har projektet til formål at etablere en fælles forståelse af kommunens strategier og visioner. Dette indebærer en indledende analyse af Bornholms Regionskommunes (BRK) organisationsstruktur og den juridiske ramme for kommunens myndighed. Herefter vil der blive arbejdet på at opnå en fælles forståelse af den ønskede fremtid ved at skrive sig ind i Bornholms Energistrategi 2040, den hertil hørende handlingsplan samt den nuværende varmeplan for Bornholm. Denne fælles forståelse vil danne grundlaget for projektets vision

2. Arbejdsspørgsmål

Til besvarelsen af andet arbejdsspørgsmål ift. hvilke udfordringer der foreligger i relation til nuværende planlægning for udfasningen af oliefyr, er det nødvendigt først at belyse de nuværende varmeløsninger. Dette indebærer en præsentation over potentielle substituerbare varmeteknologier, deres udbredelse og de tilknyttede CO₂-udledninger. På den baggrund ønsker projektet at kunne identificere de nuværende udfordringer og gaps, ved at holde den nuværende tilstand op mod projektets tidligere fremsatte vision. Ved at analysere og forstå disse udfordringer, kan projektet identificere behovet for justeringer eller suppleringer af den eksisterende planlægning for at imødegå udfasningen af oliefyr på en hensigtsmæssig måde.

3. Arbejdsspørgsmål

Til besvarelsen af tredje arbejdsspørgsmål, vil projektet i dette analyseafsnit præsentere en række potentielle løsningsforslag, der kan bidrage til at realisere projektets vision og samtidig støtte op om BRK's energistrategi for 2040. Løsningsforslagene vil blive udviklet med udgangspunkt i de identificerede udfordringer gaps mellem projektets vision og BRK's målsætninger på den ene side og den aktuelle tilstand på den anden side. I udviklingen af løsningsforslagene vil der blive taget hensyn til de specifikke lokale forhold på Bornholm, herunder ressourcemæssige potentiale, infrastruktur og økonomiske rammer. Forslagene vil omfatte en bred vifte af tiltag, herunder teknologiske, politiske og økonomiske initiativer, der kan bidrage til

en effektiv udfasning af oliefyr og samtidig fremme en bæredygtig energiomstilling på Bornholm.

4. Arbejdsspørgsmål

Til besvarelsen af fjerde arbejdsspørgsmål, vil projektet udarbejde et Roadmap, med henblik på at visualisere projektets foretrukne præferencescenarie. Roadmappet vil tydeliggøre de nødvendige trin og tidspunkt, der skal til for at implementere de udvalgte løsningsforslag. Dette vil hjælpe Bornholms regionskommune med at navigere gennem planlægningsprocessen og sikre en struktureret tilgang til udfasningen af oliefyr.

1.4 Forskningsfelt

Nedenstående afsnit har til formål at skabe en forståelse og et overblik over de forskningsområder, der er relevante for projektets problemformulering. Projektgruppen har arbejdet med en række begreber, teorier og metoder, der vedrører planlægning, bæredygtighed, innovation, multilevel governance. Disse forskningsområder har været med til at forme projektets retning og valg af litteratur.

1.4.1

Planlægning

Projektet er udarbejdet efter en planlægningsorienteret tilgang hvorfor vores planlægningsdefinition er relevant at introducere. I følgende projektrapport bliver planlægningsbegrebet anvendt som værende en dynamisk proces, hvor mål og delmål fastlægges, for at skabe udvikling fra nuværende tilstand til en ønsket fremtid vision gennem involvering af relevante aktører. Da nærværende projektrapport undersøger Bornholm Regionskommunes (BRK) udskiftning af oliefyr samt varmeplanlægning på Bornholm, er de inddragede aktører udvalgt på baggrund af en nøje vurdering af deres relevans for undersøgelsen og dens resultater.

I denne sammenhæng er det relevant at understrege, at undersøgelsesfeltet befinder sig indenfor den offentlige dimension, med udgangspunkt i BRK's strategier og planer for bæredygtig omstilling. Derfor følger nærværende projektrapport, målet om minimering af drivhusgasudledning og begrænsning af den globale opvarmning til 1.5 C° og højst 2 C° som fremlagt af FN og Parisaftalen, grundet Danmarks deltagelse i den juridisk bindende aftale.

For at kunne til gå en analyse af planlægningen af en omstilling på Bornholm, må projektet nødvendigvis have en forståelse af planlægningsbegrebet.

Projektet er inspireret af transitionslitteraturen *Governance of system innovations* af Tukker & Butter (2007). Litteraturen forsøger at beskrive omstillingsprocesser og tilbyder begreber der er anvendelige i denne type undersøgelse når der skal ses på energikonstellationer og fremtidig planlægning der influerer sammensætningen af et mere bæredygtigt og CO2 neutralt energisystem. Når Tukker & Butter beskriver omstilling som *governance*, er det fordi transitionsteorien erkender, at den energimæssige samfundsudvikling har risiko for, indirekte at komme til at undertrykke alternativer og eventuelle innovationer til eksisterende praksis. Derfor bliver styring (*governance*) af energikonstellationer mellem aktører, producenter af energi og forbrugere afgørende, for at kunne styrke indsatser der har til formål at begrænse CO2-udledninger. Litteraturen er præsenteret yderligere i projektets teori-afsnit og her uddybes det yderligere, hvordan Tukker & Butter adskiller sig fra traditionel transitionsteori ved at introducere et kulturteoretisk perspektiv på aktørers handlen.

1.4.2 Projektets bæredygtighedsforståelse

Projektet har sit grundlag i Bornholms regionskommunes egne strategier om bæredygtighed. Særligt energistrategi 2040, som har til formål at "*reducere CO2 udledningen med 118.000 tons CO2 frem mod 2040*" (Energistrategi 2040). Det vil reelt betyde at alle udledninger fra fossile brændsler skal gå i netto nul i 2040. Det har afgørende betydning for hvad der i projektet forstås med bæredygtighed. Bæredygtige løsninger skal have et realistisk potentiale for CO2 neutralitet senest i 2040. Derudover skal løsningerne medføre betydelige CO2 reduktioner her og nu. Disse CO2 reduktioner skal bidrage til delmålene i energistrategien på 37.000 tons CO2 reduktion i 2025, 43.000 tons i 2032 og 38.000 tons i 2040 (Ibid). Energistrategiens reduktionsmål forholder sig også til klimaloven, hvilket vil blive uddybet i et senere afsnit. Derudover forholder projektets bæredygtighedsforståelse sig også til Bright Green Island, som benytter sig af FN's definition. Derfor forholder løsningerne sig også til sociale forhold og samfundsøkonomi, som en del af bæredygtighedsforståelsen.

KAPITEL 2: Introduktion til strategisk energiplanlægning på Bornholm

2.1 Nuværende situation

Som præsenteret i problemfeltet der introducerer de målsætninger, der arbejdes under, er det tydeligt, at der er et flertal af ambitiøse mål der fungerer, som en klar konsensus mellem aktørerne i planlægningsprocessen. Dog er der planlægningsmæssige usikkerheder, der kan øge kompleksiteten af den strategiske planlægning, i den Bornholmske energisektor. Nogle af de ubekendte forhold er der gjort opmærksom på i Energistrategi 2040, andre er indhentet gennem projektets interviews og relevante dokumenter mm. Af Energistrategi 2040 fremgår det, at varme- og elproduktion ved normaldrift skal være fossilfri inden 2025 og helt uden fossilenergi i 2032. Yderligere skal BOFA ikke levere varme til fjernvarmenettet efter 2032, og dertil er der et mål om at reducere andelen af flis i samme periode (Bornholms regionskommune 2020: 2-7).

Under vores besøg på Bornholms biogasanlæg blev vi tilmed opmærksomme på, at der er planer om at udbygge biogasanlægget kapacitet yderligere. Efter vores besøg skriver Tv2 Bornholm at en gruppe aktører er gået sammen om Biogas Bornholm-planen (Tv2Bornholm.dk). Samlingen af aktører indbefatter Bornholms Landbrug og Fødevarer, BEOF, Bornholms Regionskommune, Business Center Bornholm, Rønne Havn, Nationalt Center for Grøn Energi, Biomasse-Leverandørforeningen, Halm-Leverandørforeningen og Bigadan¹. Anlægget håndterer på nuværende tidspunkt 135.000 tons biogas, og planen om udvidelsen lægger op til at anlægget skal kunne håndtere op til 600.000 tons. Dette har været sendt til høring hos kommunalbestyrelsen indtil d. 13. april. Af Tv2 Bornholms dækning fremgår det, at der hos politikerne i kommunalbestyrelsen, hersker tvivl om investeringens omfang, da der er begrænsede data til estimering af energiregnskabet og anlæggets reviderede CO2 udledninger. Afslutningsvis berettes der i dækningen, at denne plan vil kunne reducere det bornholmske landbrugs udledninger betragteligt (Ibid).

En anden, men relateret usikkerhed er den planlagte transformerstation og PtX-anlæg, der skal bygges i området omkring Aakirkeby. Planerne for dette projekt er i sin spæde start, og spørgs-

¹ International Biogas Koncern

mål omkring placering, design og kapacitet er stadig uvisse. Trods dette, fremgår det af Energinstrategien, at forberedelse af PtX er et afgørende led i strategien om udbygning af havvindmølle kapacitet (Bornholms regionskommune 2020: 9). Slutteligt påpeges det af Jörgen Edström, at fjernvarmenettets kapacitet på nuværende tidspunkt har nået sin maksimumkapacitet, og at det ikke kan svare sig at udbygge yderligere.

Når uvisheden omkring varmeplanlægningen er så høj som det er tilfældet med denne planlægningsproces, er disse refleksioner svært anvendelige når det angår problemstillingen om olie-fyr. Alligevel må det påpeges, at for borgere med boliger der ikke kan tilsluttes fjernvarmenettet og som skal have skiftet varmekilde, at disse usikkerheder frem mod 2032 har en betydelig indflydelse på hvilken løsning der er mest økonomisk- og klimamæssig ansvarlig at anskaffe. Dette skyldes, at forskellige priser på af- og anskaffelse på den givende varmeløsning foruden, at prisen på strøm og fjernvarme samt respektive afgifter og tilskud, skal ses som potentielle offeromkostninger i forhold til den valgte varmeløsning. F.eks. kan man forestille sig, at fjernvarmenettet muligvis kan blive rentabelt at udvide igen, hvis der foretages en succesfuld 1) Udvidelse af biogasanlæggets kapacitet 2) Situeret og planlagt transformerstationen 3) Planlagt havvindskapacitet realiseres; forhold der alle har potentiale til at give betragtelige mængder overskudsvarme til varmenettet.

En række andre forhold har indvirken på hvornår der kan tilbydes (relativt) fordelagtige alternativer til oliefyret; I de nedenstående afsnit præsenteres de involverede aktører på Bornholm, interessant teknologi, en nyligt oprettet national og rådgivende aktør, samt eksterne og overnationale forhold, eksempelvis energimarkedet og EU-lovgivning.

2.2 Aktører

I dette projekt forstås aktører som centrale for planlægningen af udfasningen af oliefyr samt for Bornholms energistrategi 2040 andre delmål. Det gør de på baggrund af en tung mængde af teoretikere og praktikere som anbefaler at inddrage aktører i planlægningsprocessen. Fordele er mangeartede lige fra de praktisk orienterede såsom ”*at energiproduktion, som i høj grad af drevet af lokale aktører og forudsætter lokal forankring og opbakning*” (Energistyrelsen 2016: 14). Til de mere teoretiske som Tukker & Butters *multi-aktør koncept*, som beskriver hvordan det *socio-tekniske system* må forstås som et indbyrdes forhold mellem aktører fra forskellige områder i samfundet (Tukker & Butter 2007). Systemet fungerer altså ved at aktørerne har forskellige roller og dermed er vigtige på hver sin måde. Disse aktører kan f.eks. operere inden for politik, teknologi, viden osv. Borgerne som aktører i en planlægningsproces er også

beskrevet teoretisk af blandt andet A. Agger, som i den kommunikative planlægnings teori beskriver hvorledes borgerinddragelse kan skabe en demokratisering af planlægningen hvorved der sker et skift i opfattelse fra brugere til borgere (Agger 2007). Borgerne har samtidig ressourcer som f.eks. lokal viden. Elling argumenterer derudover for at borgerne repræsenterer en anden type rationalitet end planlæggerne etisk og æstetisk. Og at inddragelse af borgere sikrer langsigtede løsninger og et alment gode. (Elling 2016). På den anden side mener nogle kritikere at der mangler empirisk evidens for at borgerinddragelse understøtter bæredygtig omstilling (Wamsler 2020).

Følgende præsentation af aktører er inddelt i kategorier ud fra ovenstående præsenteret litteratur, hvor især *Tukker & Butters: governance of sustainable transitions* har inspireret os til inddelingen aktørkategorierne.

De politiske aktører er hierarkisk strukturerede og kan opdeles i tre niveauer i overensstemmelse med principperne for multi-level governance. Disse niveauer omfatter det lokale niveau, repræsenteret af kommunalbestyrelsen, det nationale niveau, repræsenteret af folketinget, og det overnationale niveau, repræsenteret af Europa-Parlamentet. Disse aktører udøver politisk indflydelse og beslutningskompetence i forhold til energisystemet.

De tekniske aktører er ansvarlige for installation og drift af de tekniske komponenter i energisystemet. Blandt disse aktører findes Bornholms Energi og Forsyning (BEOF), som har ansvaret for en betydelig del af øens energi- og varmeproduktion samt drift og udvidelse af fjernvarmenettet. Desuden leverer Bornholms Forsyning (BOFA) hovedparten af fjernvarmeproduktionen i Rønne. Trefor fungerer som øens distributionsoperatør (DSO) og er ansvarlig for udbygning og vedligeholdelse af elnettet. Der er også adskillige mindre installationsvirksomheder, som spiller en vigtig rolle i opsætningen af varmepumper. Derudover har kommunen også en rolle af teknisk karakter, i form af faglighed, f.eks. gennem deres rolle som energiplanlægger. Mikkel Høst som arbejder som planlægger i kommunen forklarer det således:

“Altså vi består af flere aktører og som også har flere forskellige dagsordner ... man kan måske have forskellige ønsker eller dagsordner, så man trækker forskellige veje hos både kommunalbestyrelsen i forhold til hvad vi måske ser fagligt som planlæggere og som medarbejdere der skal forvalte forskellige lovgivning” (Bilag 5: [02:49 - 03:35])

Brugerne af energisystemet henviser til de endelige modtagere af den energi, som systemet leverer. Dette omfatter borgere, der bruger energi til private formål, samt virksomheder, kommuner og foreninger, der bruger energi til deres forskellige aktiviteter. Disse aktører udgør den primære målgruppe for energisystemet og er afhængige af dets ydelser.

De finansielle aktører omfatter institutioner, der yder finansielle produkter, typisk i form af lån til investeringer i energisystemet. Banker spiller en vigtig rolle ved at tilbyde lån til borgere, der f.eks. ønsker at erstatte deres oliefyr med en alternativ varmeløsning. Disse aktører faciliterer økonomiske ressourcer og bidrager til finansieringen af energisystemet.

2.3 Nækst

Den nationale energikrisestab (NEKST) er en nyoprettet arbejdsmetode, som har til formål at koordinere og løse aktuelle grønne udfordringer gennem en aktørfokuseret proces, som har til opgave at identificere barrierer og finde løsninger på tværs af sektorer. I første omgang er der fokus på udbygning af grøn varme og vedvarende energi på land. (Klima- energi og forsyningsministeriet, 2023a) Ift. projektet er det især NEKSTs arbejde med den grønne varme, som er interessant. Den del af NEKST's arbejde hedder "*farvel til gas i danske hjem*" (Klima- energi, og forsyningsministeriet, 2023b). Udfasningen af gas som varmekilde har to årsager: geopolitisk strategi om udfasning af russisk gas og den grønne omstilling. Fordi Bornholm ikke er tilsluttet gasnettet, er det ikke opvarmning med gas, men derimod opvarmning med olie som er udfordringen. Det spiller dog ind i de to samme årsager som udfasningen af gas. Indtil 2022 importerede Danmark ca. 20% af olieforbruget fra Rusland. Dette er dog faldet pga. EU sanktioner og udgjorde i første kvartal af 2022 ca. 7% af det danske forbrug. Formodningen i projektet er derfor at opvarmning med olie på Bornholm i høj grad kan sammenlignes med opvarmning med gas i resten af Danmark. Derfor kan målsætningerne fra NEKST også bruges i en energiplanlægning med fokus på udfasning af oliefyr på Bornholm. NEKST opererer med tre overordnede målsætninger: 1. projekter på plads i 2023 2. effektiv udrulning af fjernvarme 3. grønne individuelle og fælles varmeløsninger (Klima- energi og forsyningsministeriet, 2023b).

2.4 Eksterne forhold, marked & EU

Det globale råvaremarked påvirker Bornholms energiplanlægning indirekte ved, at priser på fyringsolie er fluktuerende og driveret af den internationale pris på råolie. Dette gælder også, for priserne på biomasse, metaller, cement, isolering, varmepumper og CFC-gasser til varmepumperne. Hertil kommer EU-regulering der på nuværende tidspunkt er genstand for reformer

grundet det pågældende delmål om 55% CO2 reduktion inden 2030, som operationaliseres gennem Fit for 55 og transponeres gennem en række **direktiver**. I den forbindelse kan EU's revidering af dets Energy Taxation Directive (ETD) nævnes, da dette direktiv har til formål at udligne beskatningsgrundlaget mellem biobrændsler og fossile brændsler. Tidligere, har fossile brændsler haft et mere fordelagtigt beskatningsgrundlag relativt til biobrændslerne, da brændværdien er højere ved de fossile, hvilket betyder, at der skal mindre mængder til at fremskaffe samme mængde energi angivet eksempelvis gigajoule (Gj). Den nye beskatningsrate på de traditionelle fossile brændsler lyder på 10.75 EUR/Gj og for biobrændsler der er *sustainable but not advanced biofuels* på 5.38 EUR/Gj. Det besynderlige heri er, at der er en distinktion mellem de fossile brændslers anvendelse og deres beskatningsgrundlag; anvendelsen tager to former, enten som et motorbrændsel eller til opvarmning. Hvis brændslet skal bruges til opvarmning, er beskatningsraten blot på 0,9 EUR/Gj (Europa Kommissionen 2021).

Den ovenstående kilde, er Europa Kommissionens egne 'spørgsmål og svar' på de eventuelle konsekvenser ved et revideret ETD. I denne sammenhæng besvares risikoen for, at direktivet indirekte vil kunne medføre energifattigdom i nogle medlemsstater:

“For instance, low-income households could be compensated for increased taxation of fossil fuels used for heating by being given access to financing for low-carbon and energy efficient goods and appliances. Revenues from environmental taxes could also be recycled through lump sum transfers, which have been shown to boost disposable income in poorer households. The Commission encourages Member States to make use of such tools” (Ibid).

Uanset hvordan den pågældende regulering udvikler sig fremover, er udviklingen på de globale råvaremarkeder kraftigere og udsat for markedskræfter der gør, at priser kan udvikle sig hurtigere end regulering og rammevilkår. Hvis man afslutningsvis skulle spekulere på udviklingen i olieprisen, er tre drivere identificeret 1) Hvorvidt der internt i OPEC-kartellets hersker konsensus, om at begrænse produktionen. 2) USA skal have genopfyldt deres strategiske oliereserver efter konflikten i Ukraine og sidste års priser på 115-130 USD. 3) En potentiel recession kan dæmpe den generelle efterspørgsel. To ud af tre af disse drivere, peger på en stigning i olieprisen.

2.5 Multi level governance

Gennem tiden har EU udviklet sig til et flerniveausystem, hvor der er tre hovedniveauer: lokalt, nationalt og overnationalt. Dette projekt beskæftiger sig med Bornholms energiplanlægning og fokuserer primært på det lokale niveau, men berører også det nationale og overnationale niveau.

Inden for dette flerniveausystem findes der forskellige aktører, der har indflydelse på governance og regulering, herunder lobbyorganisationer, NGO'er, virksomheder osv. Myndighed er således ikke kun blevet flyttet opad til europæiske institutioner, men har også spredt sig mellem forskellige territoriale niveauer af både private og offentlige aktører. Dette inkluderer også overførslen af myndighed fra det nationale til det lokale niveau, da mange europæiske lande har decentraliseret dele af myndighederne fra nationalt til lokalt niveau. Dette har resulteret i et governance-landskab, hvor grænserne mellem de forskellige politiske arenaer er blevet slørede, da politiske aktører fra forskellige niveauer kan påvirke beslutninger på alle niveauer. (Kern & Bulkeley, 2009).

Det er vigtigt at påpege, at MLG ikke bare er et top-down-system eller et bottom-up-system. Det er derimod et system, der inkluderer begge dele. EU-institutioner påvirker ikke kun medlemsstaterne, medlemsstaterne påvirker også EU-institutionerne. Derudover gælder både top-down- og bottom-up-dynamikkerne også mellem EU-institutioner og lokale myndigheder.

Vi inddrager MLG i projektet, da denne teori hjælper med at skabe forståelse for kompleksiteten i det politiske landskab og det regulerende arbejde inden for vores undersøgte område. MLG hjælper os med at forstå, hvordan det regulerende samspil fungerer mellem kommuner, nationer og på overnationalt niveau, i vores tilfælde inden for det europæiske samarbejde. Gennem MLG opnår vi forståelse for, hvordan beslutninger på europæisk niveau implementeres i dansk kontekst og kan påvirke energiplanlægning på et lokalt niveau i Bornholms regionskommune.

Der er flere beslutninger fra EU som direkte påvirker mulighederne for planlægning af udfasning af oliefyre. Den planlagte Energiø Bornholm behandles i projektet som en mulighed for energi gennem udnyttelse af overskudsvarme. Det er et statsligt projekt, som ifølge den daværende S-regering må ses i relation til EU's RePowerEU, som har som mål at sikre grøn strøm til 230 millioner husstande (regeringen 2022a). Det er også i den henseende at Energiø Bornholm har internationale forbindelser. Samtidig er målsætningen fra EU blandt andet kommet efter pres fra Danmark, Tyskland, Belgien og Nederlandene, som gennem Esbjerg-erklæringen udvidede ambitionerne for havvindskapacitet væsentligt (regeringen 2022b). Dette bottom-up pres fra medlemsstater fører til EU målsætningen, som gennem top-down effekten påvirker Bornholms mulighed for udnyttelse af overskudsvarme i fjernvarmesystemet, hvilket har potentiale ændre den lokale varmeplanlægning fundamentalt. Derudover er der også mulighed for evt. grøn strøm som vil have enorm betydning for hele energiplanlægningen på Bornholm.

Et andet eksempel er EU's princip om "energy efficiency first", som er en del af European Green Deal. Den foreskriver hvordan energiplanlægningens primære fokus skal ligge på energieffektivitet og reduktioner i energitab. Det er en anden form for blødere magt udøvet af EU gennem et MLG-system, hvor EU laver guidelines som man som stat eller kommune kan læne sig op ad i dette tilfælde i energiplanlægningen vedrørende energistrategi 2040 (EU, 2020). Et tredje eksempel på hvordan MLG påvirker energiplanlægningen på Bornholm er vedrørende biomassespørgsmålet. Det overnationale niveau (EU) er samtidig med at være en lovgivende instans som sætter målsætninger og laver guidelines vedrørende energipolitik og grøn omstilling, også en politisk kampplads om definitioner. Man kan se denne politiske kamp mellem forskellige aktører når det angår opfattelsen af begreber som vedvarende energi og CO2 neutralitet. I 2022 grønstemplede europaparlamentet atomkraft og delvist naturgas (energiwatch 2022), som mange mener var et politisk kompromis mellem Frankrig og Tyskland frem for en fagligt funderet definition (altinget, 2022). Bornholm har hverken energiproduktion fra atomkraft eller naturgas, men til gengæld kommer en større andel del af energien fra biomasse, som ligeledes er omdiskuteret. I starten af 2023 foregik en stor diskussion i EU vedrørende biomasse, hvor flere lande, med Sverige i spidsen, havde et lovforslag om ændring af klassificering af primær træbiomasse til ikke længere at være kategoriseret som vedvarende energi (euractive, 2023). Forslaget blev ikke stemt igennem, blandt andet pga. stor modstand fra Danmark, hvis klimamålsætninger er fuldstændig afhængige af den nuværende klassificering af biomasse (energiwatch, 2023b). Det samme er Bornholm på nuværende tidspunkt, og vil derfor være stærkt udfordret i imødekommelsen af energistrategiens målsætninger uden biomasse. Dog har energistrategien også en målsætning om at reducere mængden af biomasse i energisystemet. Det kan forstås som et udtryk for at Bornholm ser en fremtid, hvor biomasse muligvis ikke har samme status, som det har på nuværende tidspunkt. Selvom tidligere investeringer har resulteret i en sporafhængighed af biomasse i en årrække, kan målet om reduktioner heraf ses som en løsning på en fremtidig udfordring hvor definitionen på vedvarende energi kan ændre sig højere oppe i systemet.

Disse tre eksempler viser hvordan EU og nationalstater påvirker Bornholms muligheder for strategisk energiplanlægning. Det er dog også muligt for BRK at presse på for systematiske ændringer. Det kan ske gennem Kommunernes Landsforening (KL) eller gennem folketings- og europaparlamentarikere. Det kræver dog organisering, fordi BRK er en relativt svag aktør i MLG-systemet. Derfor er det svært at finde eksempler på hvordan BRK konkret har haft en påvirkning. KL har en prioriteret liste over deres interessevaretagelse for kommunerne i EU,

som går på tværs af kommunerne, men også involvere BRK. Denne liste involverer dog ikke energiplanlægning (KL, 2023).

KAPITEL 3: Metode og videnskabsteori

Følgende kapitel ønsker at belyse projektrapportens metodiske tilgang, der er karakteriseret ved blandt andet brugen af kvalitativ metode, backcasting og sekundært kvantitativt data.

3.1 Induktion og subjektivitet

Vores erkendelsesinteresser er subjektivistiske og slutningsformen er overvejende induktiv. Årsagerne er flere, men helt centralt står det at vores felttur til Bornholm indebar en hermeneutisk dimension; f.eks. i mødet med aktører og i forståelsen af deres livsverden og praksis; Her menes konkret besøg og interviews med kommunen, forsyningsselskabet og affaldsbrændingen. Projektet forsøger med udgangspunkt i vores egen forforståelse og erkendelsesinteresser, også delvist tilvejebragt af felturen til Bornholm, at danne os en forståelse af planlægningsprocessen og de interviewede aktørers interesser og forbehold, samt hvordan disse relaterer sig til de øvrige aktører, for at kunne identificere de nødvendige tiltag for at realisere de varmere-relaterede målsætninger i Bornholms Energistrategi 2040.

Afslutningsvis har dette konsekvenser for vores slutningsform under vores fortolkning af problemstillingen og i frembringelsen af løsninger. Vores fortolkning og analyse er induktiv og hermeneutisk betonet, hvilket begrænser vores muligheder for at komme med generelle slutninger. Henriette Højbjerg skriver i kapitlet om hermeneutik, at Hans Georg Gadamer påpeger at mennesket grundlæggende medtager fordomme i deres fortolkning:

”Fordomme angår ”den bagage”, som man tager med i sin forståelsesproces af verden” (Højbjerg 2013: 301).

Projektet ønsker ikke at frembringe fordomme i vores fortolkning af problemstillingen, men argumenterer derimod, at dette er et grundvilkår ved fortolkning, og at vores analyse af bærer præg af dette.

”Med betoningen af forforståelsens og fordommenes produktive betydning for vores erkendelse af verden forsøger Gadamer at gøre op med oplysningstidens tro på en rensset, objektiv og sikker viden” (Ibid: 301).

Analysens arbejde med empirien, sekundært kvantitativt data og relevante dokumenter vil naturligvis frembringe mange perspektiver, der har faktuel og objektiv karakter, dog vil slutningerne forbundet hermed være fordret af vores erkendelsesinteresser og problemformulering. Catharina Juul Kristensen og M. Azhar Hussain fastslår, at når der arbejdes med kvalitativ metode er principperne gyldighed, pålidelighed og gennemsigtighed afgørende (Kristensen &

Hussain 2017: 15-18). Empiriens gyldighed og pålidelighed berøres i en refleksion om sammensætningen af informanter. Hvad angår gennemsigtheden, er denne forsøgt efterstræbt ved dokumentation af den indsamlede empiri, og denne kan tilgås i projektets bilag.

3.2 Semistrukturerede interviews

Under vores felttur til Bornholm i faget Grundlag for Planlægning indsamlede vi empiri, som vi har tænkt os at benytte i vores projekt. Det semistrukturerede interview som kvalitativ metode, har vi valgt med udgangspunkt i Kvale & Brinkmann tekst (Kvale og Brinkmann 2009). Fordelen ved det semistrukturerede interview er i vores tilfælde, at vi gennem en interviewguide både kan have forberedt spørgsmål, samtidig med muligheden for at stille opfølgende spørgsmål og problematisere både svar og spørgsmål.

3.2.1 Valg af Informanter

Der er foretaget fem interviews med aktører involveret i arbejdet med Bornholms varmeplanlægning; Heraf er fire interviews foretaget under feltturen foruden et interview med en varmeplanlægger fra BRK foretaget online.

Vores informanter inkluderer BRK, Bofa, BEOF, Nykredit, og Trefor. Bofa står for håndtering af Bornholms affald (ressourcer) og har et forbrændingsanlæg som producerer varme til fjernvarmenettet i Rønne by. BEOF er Bornholms forsyningsselskab, som står for en del af energiproduktionen (både el og varme) på Bornholm og derfor er en ekstremt vigtig aktør i at skabe et bæredygtigt energisystem. Nykredit er en bank. Banken som institution spiller en vigtig rolle for finansiering af både privat forsyning af el og varme (solceller, vindmøller, varmepumper osv.) og nedbringelse af energiforbrug gennem energiforbedringer af boliger. Trefor er DSO på Bornholm og har ansvaret for distributionen af el og dermed selve elnettet. De er en vigtig aktør fordi et bæredygtigt energisystem højst sandsynligt vil kræve en langt større elektrificering, som elnettet skal kunne kapere, samtidig med at det er sandsynligt at en mere fluktuerende energiproduktion vil kræve nye løsninger i elnettet.

3.2.2 Projektets Informanter

- Jörgen Edström, Bornholms Energi & Forsyning
- Peter Christiansen, driftschef i Bornholms Affaldsforbrænding
- Hans Henrik Ipsen, TREFOR (elnetselskab)

- Benjamin Schou, driftschef i Nykredit Rønne
- Mikkel Høst, Varmeplanlægger BRK

Overvejelser om informanter og borgerperspektivet

Projektet kunne have været styrket ved at have medtaget nogle borgere som informanter, således, at deres livsverden også var blevet frembragt i den del af analysen, der anvender et kulturteoretisk perspektiv på aktørernes handlen. Dog ville interview med borgere have givet meget subjektive perspektiver; Så at have spurgt én eller fem borgere, havde ikke kunne give et retvisende billede af det socioøkonomiske spektrum af forskellige boligsituationer, som er og eller har været genstand for udskiftning af varmeløsning.

Dette ville kunne imødekommes ved at have produceret primær kvantitativ empiri i form af et spørgeskema, der ville kunne have nået et større antal borgere. Her ville der dog have været andre validitets- og reliabilitets overvejelser forbundet med et spørgeskema, men i stedet var vores erkendelsesinteresser rettet mod at ville identificere løsninger der kan anvendes som udskiftningsløsning bredt og ikke specifikt på én lokation.

KAPITEL 4: Backcasting

Der har længe været fokus på udviklingen af strategier og metoder til fremtidsplanlægning inden for mange fremtidsstudier. De fleste fremtidsscenarioer ser typisk fremad og forsøger at ekstrapolere fra nutiden til fremtiden. Inden for planlægning af fremtidsscenarioer skelner man overordnet mellem tre hovedgrene, som hver især søger at besvare forskellige spørgsmål: Hvad vil ske? (trendekstrapoleringer; "business as usual"), Hvad kunne ske? (prognoser; strategiske scenarier), og Hvad burde ske? (normative scenarier; ønskede fremtidige visioner) (Vergragt & Quist 2011: 748).

Backcasting er en planlægningsstrategi og fremtidsscenario, der tilhører den tredje gren af fremtidsstudier. Det er en strategisk planlægningsmetode, der sigter mod bæredygtig udvikling og innovation. Backcasting bygger på en stærk normativ tilgang til komplekse problemstillinger, hvor de nuværende tendenser ses som en central del af problemet. Scenarierne i backcasting anerkender de systemiske udfordringer og kræver systemiske samfundsmæssige overgange for at opnå den ønskede fremtid. Ifølge Philip Vergragt og Jaco Quist defineres backcasting som "Generating a desirable future, and then looking backwards from that future to the present in order to strategize and to plan how it could be achieved." (Vergragt & Quist 2011: 747).

Backcasting tager udgangspunkt i en ønskværdig fremtid og stiller spørgsmålet: Hvad skal der til for at opnå denne ønskværdige tilstand? Målet med backcasting er at skabe fremtiden og give organisationer mulighed for at fastsætte deres egne dagsordener. Dette giver mulighed for at være idealistisk, når visionen skal formuleres, og pragmatisk i planlægningen til at nå den. (The Natural Step u.å.). Backcasting er grundlæggende en reflektiv og iterativ metode, som ikke antager, at en fast og endelig vision for fremtiden kan udvikles. Snarere antages det, at udviklingen af fremtidsvisioner indebærer processer, der bidrager til højere ordens læring. Denne metodiske tilgang til fremtidsplanlægning bidrager også til dybdegående viden og indsigt i nutiden, herunder barrierer og incitamenter for omstilling, forskellige forandringsagenter og hvordan fremtidens vision kan gøres mere tiltalende og resilient (Vergragt & Quist 2011: 748-749).

Backcasting kan være en uendelig iterativ proces, men i praksis vil den ofte være bundet af naturlige tidsmæssige eller økonomiske grænser, hvilket betyder, at gentagelser ikke realiseres i backcasting-studier (Ibid: 749). For at anvende backcasting som en metodisk tilgang er det nødvendigt at operere med en trinvis metodologi baseret på Vergragt og Quists backcasting-

definition. Der findes forskellige metodiske tilgange til backcasting, der overordnet følger samme hovedtræk, men med visse afvigelser. En typologi-værktøjskasse af forskellige backcasting-tilgange fremgår af nedenstående figur:

Robinson	Anderson	The Natural Step	Tyndall	Herrmann
1. Determine objectives	1. Specify the strategic objectives	1. Awareness	1. Specify the strategic objective	1. Definition of future landing place
2. Specify goals constraints and targets	2. Describe present generation and consumption	2. Baseline	2. Describe the present energy system	2. Description of future vision
3. Describe present system	3. Choose end-point year	3. Visioning	3. Characterise energy demand	3. Analysis of the status quo
4. Specify exogenous variables	4. End-use analysis	4. Setting and managing priorities	4. Define an energy supply system	4. Derivation of external crossroads and internal milestones
5. Undertake scenario analysis	5. Supply analysis		5. Step back in time from defined end-point (describe the transition).	5. Identification of strategic pathway
6. Undertake impact analysis	6. Policy development		6. Explore implications	
	7. Review procedure			

Robinson (1990: 824), Anderson (2001: 615ff), Cook (2004: 40ff), Mander et al. (2008: 3758) & Herrman (2011: 109, 127-129).

Figur 1 backcasting-tilgange (Damsø et al. 2014: 14)

Nærværende projekt vil anvende The Natural Step's backcasting-metode som udgangspunkt, idet denne primært er udviklet til organisationer og har en betydelig fokusering på udviklingen af strategiske planer

4.1 The Natural Step

The Natural Step er et netværk af nonprofitorganisationer, hvis formål er at fremskynde overgangen til et bæredygtigt og globalt samfund. Dette gøres ved at arbejde for bæredygtige omstillinger gennem en planlægningsorienteret tilgang. Organisationens rammeværk består af fem metodiske tilgange: 1) Den bæredygtige udfordring, 2) Backcasting, 3) De bæredygtige principper, 4) Backcasting baseret på bæredygtige principper og 5) ABCD-planlægningsproces (Park et al., 2009: 8).

Dette projekt tager udgangspunkt i backcasting og ABCD-planlægningsprocessen for at udvikle en planlægning for udfasningen af oliefyr på Bornholm frem mod 2030, der samtidig understøtter BRK's energistrategi 2040. Målet er således at bidrage til en mere bæredygtig energi- og varmeplanlægning, der skal være med til at reducere Bornholms CO₂-udledninger.

4.2 Anvendelse af ABCD-metoden

ABCD-metoden anvendes til at håndtere de komplekse udfordringer, som Bornholms regionkommune står overfor med udfasningen af oliefyr frem mod 2030 og hvordan det kan planlægges på en bæredygtig og hensigtsmæssig måde. Metoden er med til at fastholde fokus på det centrale delmål og hjælper med at finde løsninger, der kan lede mod BRK's fremsatte delmål i energistrategien 2040.

ABCD-modellen er illustreret af nedenstående figur og udgør fire trin: Awareness & Defining success, Baseline Current state, Creative Solutions og Decide on Priorities.



Figur 2 (The Natural Step u.å.). Figur 3 ABCD-modellen (The Natural Step u.å.: X).

Gennem disse fire trin ønskes det belyst hvorvidt BRK's energiplan 2040 er realistisk at gennemføre og hvordan målene bedst kan imødekommes. Dertil vil Backcasting yderligere fungere som rammemodell for projektrapportens struktur og dermed bidrage med bibeholdelsen af en rød tråd og mindske afvigelser fra projektets hovedfokus.

4.2.1 Awareness & Defining Success

Det første trin i The Natural Steps backcasting-model har til formål at skabe en fælles forståelse og vision for en bæredygtig fremtid. Dette er afgørende for at sikre en effektiv og kontinuerlig omstillingsproces (The Natural Step u.å.). Backcasting-metoden betoner, at organisationens

medarbejdere er drivkraften bag en bæredygtig omstilling, hvorfor det er afgørende at skabe en klar og fælles forståelse af den ønskværdige fremtid. Hvis ikke en sådan forståelse eksisterer, risikerer organisationen at foretage tiltag og investeringer, der ikke bidrager til dens bæredygtighedsmål eller måske direkte går ind og modarbejder dem.

Backcasting-metoden giver mulighed for at arbejde ud fra en langsigtet planlægningshorisont, hvor organisationen kan foretage langsigtede investeringer, som måske ikke er rentable på kort sigt. Dette giver organisationen mulighed for at have en mere eksperimenterende tilgang, hvor nye initiativer kan afprøves og tilpasses gennem planlægningsforløbet. Hvis organisationen har en fælles forståelse, bliver det samtidig lettere at skabe en inspirerende og meningsfuld vision for, hvordan den vil se ud i en bæredygtig fremtid.

Under visionsprocessen skal organisationen se udover de nuværende tendenser og fremskrivninger, da disse blot er med til at fastholde organisationen i den nuværende situation. The Natural Step opfordrer organisationen til at sætte langsigtede og ambitiøse mål, der kan medføre radikale ændringer i organisationen og dens arbejdsmetoder. Visionen skal dermed forsøge at balancere realistiske forandringer med forandringer, der kan virke tilnærmelsesvis utopiske. Projektets metodeudvikling har til formål at skabe positive og accepterede billeder af den ønskværdige fremtid for Bornholms regionskommunes energistrategi 2040. Metoderne skal fungere som et inspirerende og motiverende billede, der kan samle de ansatte og fokusere deres indsatser. Metoderne skal desuden tage højde for Bornholms socioøkonomiske forhold samt have et fremtidsperspektiv. På denne måde kan visionsprocessen forene krystalkuglen og historiebogen. (Svendsen et al. 2017: 84-85).

4.2.2 Baseline Current State

I andet trin af ABCD-modellen ønskes den nuværende tilstand belyst. Her lægges der vægt på især kvantitative data i form af målinger af relevant data i henhold til det givne projekt. Dette vil sige at det nuværende ståsted kvantificeres, så der eksisterer et sammenligningsgrundlag, der kan vise sig nyttigt når de første udviklingstiltag er implementeret i organisationen eller sektoren. I nærværende projektrapport ønsker Baseline afsnittet at fokusere på de kvantitative data indenfor den bornholmske energiforsyning. Her vil data fra aktører som BRK, Bornholms Energi og Forsyning (BEOF), Bornholms Forbrænding af Affald (BOFA) og driftssystemoperatøren

4.2.3 Creative Solutions

Det tredje trin i backcasting-modellen involverer generering af kreative løsninger og er defineret af The Natural Step som: "*In this step, people are asked to brainstorm potential solutions to the issues highlighted in the baseline analysis without any constraints*" (The Natural Step, u.å.). Formålet med dette trin er at udvikle en række mulige indsatser, der kan bidrage til at opnå den ønskede fremtid. Backcasting-modellen tager ikke sit startpunkt i nutiden, men i stedet i den ønskede fremtid, og som sådan kan nogle af de foreslåede løsningsforslag i projektet synes utopiske og overskride rammerne for, hvad der umiddelbart virker opnåeligt og realistisk. Ikke desto mindre sikrer backcasting-metoden en strategisk og langsigtet tilgang mod den endelige vision, og fokuserer ikke kun på nutidens udfordringer.

Projektets foreslåede løsningsforslag vil blive præsenteret i en idékatalog, hvor der vil blive fokuseret på målrettede tiltag i forhold til delmål 1.2.2 om at udfase olieforbrænding inden 2030, og som samtidig vil understøtte Bornholms' energistrategi 2040. De foreslåede løsningsforslag vil blive udarbejdet på baggrund af identificerede fokusområder i baselinen, og vil involvere løbende idégenerering internt i projektgruppen. Løsningsforslagene i idékataloget vil variere fra nytænkende forslag til forslag, der bygger videre på allerede eksisterende initiativer. Det er således vigtigt at anerkende, at projektets endelige planlægning vil fungere og skal ses som supplement til energistrategien.

4.2.4 Decide on Priorities.

Det sidste trin i modellen vil prioritere mellem fremlagte løsningsforslag i forhenværende trin creative solutions og dermed vil "[...] move the organization toward sustainability fastest, while optimising flexibility as well as maximising social, ecological and economic returns." (The Natural Step u.å.). Formålet er skabe en understøttelse af den mest effektive planlægningsproces gennem en prioritering af fremlagte løsningsforslag for Bornholms energisektor. I denne del af analysen vil udvalgte løsningsforslag udarbejdes og diskuteres i forhold til deres individuelle og fælles bidrag til realiseringen af den mest bæredygtige energisektor for Bornholm i 2040.

4.3 Backcasting-baseret Roadmap

Projektets endelige planlægningsstrategi vil blive udformet som et Roadmap, der har til formål at visualisere projektets præference-scenarie og forsøge at opnå en fælles konsensus blandt Bornholms regionskommune om den fremtidige planlægning for delmål 1.2.2 om udfasningen

af oliefyr. En tilgang baseret på backcasting-metoden til udvikling af Roadmaps kan lette planlægningsprocessen ved at tilbyde en høj grad af gennemsigtighed og forståelse. Projektets planlægningsstrategi og design består således af to faser ved at kombinere backcasting og Roadmap-metoderne.

I den første fase, ved hjælp af The Natural Step's ABCD-metode, defineres en bæredygtig vision og beskrives de mulige veje, der er nødvendige for at opnå denne vision. Denne fase kan også betegnes som roadmapping, hvor der foregår en proces med at bestemme de valgte veje for at nå det specifikke mål (Okada et al., 2020). I den anden fase udvikles en sammenhængende sti, der fører fra nutiden til visionen. Dette gøres ved hjælp af et visuelt roadmap, der demonstrerer projektets planlægningsstrategi og fungerer samtidig som et værktøj til planlægning for Bornholms regionskommune. Roadmapet er dermed en naturlig forlængelse af The Natural Step's ABCD-metode. Opbygningen af roadmapet tager udgangspunkt i projektets og energistrategiens målsætninger for 2030 og udarbejdes baglæns ved hjælp af backcasting-metoden. Dog præsenteres roadmapet kronologisk fra nutiden mod fremtiden for at sikre overskuelighed og læsevenlighed. Roadmapet vil beskrive, hvilke initiativer Bornholms regionskommune skal fokusere på inden for kort, mellemlang og lang sigt. Disse initiativer udvælges og placeres efter, i hvor høj grad de understøtter projektets mål om en effektiv udfasning af oliefyr. Dette præference-scenarie for initiativerne vil fungere som et sammenhængende roadmap for den strategiske varme- og energiplanlægning på Bornholm.

KAPITEL 5: Teori

Da projektets slutningsform er induktiv, afskrives et traditionelt teoretisk fundament eller sæt af aksiomer. I stedet præsenteres litteratur, dokumenter, begreber, organisationsstrukturer og empiriske nedslag, der kan bidrage til en struktureret forståelse af sammensætningen af aktører, og det sociotekniske system hvori problemstillingen udfolder sig.

5.1 Udviklingsstier og magt

Transitionsteori præsenterer en række begreber der kan beskrive samfundsudvikling når det angår konstellationer af teknologi, mennesker, udviklingsstier og magt (Tukker & Butter 2005: 94). Som præsenteret i introduktionen, er den strategiske energiplanlægning på Bornholm behæftet med udfordringer relateret til komplekse valg, som kan resultere i udviklingsstier og ligeledes er den nuværende situation delvist fordret af tidligere udviklingsstier. Udskiftningen af fossilevarmeløsninger som oliefyr kan være kompleks, da alternativerne til dem er mange, situationsafhængige og påvirket af den øvrige udvikling i samfundet foruden den stigende politisering heraf.

I dette projekt er der, som nævnt i forskningsfeltet, der præciserer vores forståelse af planlægnings- og bæredygtighedsbegrebet jf. Tukker & Butter, brugt begreber og tilhørende forståelse af den nuværende samfundsudvikling. Dette er behæftet med en forståelse af samfundsudviklingen, som forskellige organisationer, der forfordeler udvikling af teknologier og praksisser, som de planlæggende aktører i forvejen har erfaringer med, eller som grundet fordelingen af magt, og at denne diffunderer ned på forskellige styringsniveauer. Herved er der en risiko for, at alternative og energibesparende planer og praksisser ikke får lejlighed til at opstå. Tukker & Butter benævner forsøget på at om dirigere denne udvikling, som governance of system innovations. I litteraturen indgår også en kulturteoretisk forståelse af omstillingsprocesser, denne forsøger at beskrive en række eksempler på transitionsarenaer, hvor de involverede aktørers verdenssyn, er beskrevet ved karakteriseret som enten individualist, fatalist, hierarkisk eller egalitær (Ibid: 98).



Fig. 3. Four modes of transition management based on Cultural Theory.

Figur 4 Fire former af transition jf. kultur teori (Tukker & Butter 2007: 99)

Ovenstående devise, er et bud på at beskrive hvordan individer eller organisationer ræsonnerer forud for deres handlen. Ens position i transitionsarenaer kan i høj grad også påvirke verdenssynet, og dette kan tilmed blive indgroet eller forudindtaget, hvis kommunikation, mobilitet, kunnen eller økonomisk formåen på den ene eller anden vis, påvirker aktørens øvrige situation.

Som nævnt i det metodiske kapitel er vi grundet vores subjektivistiske perspektiv, ikke interesseret i, at forudsige eller benævne hvordan aktører på Bornholm agerer ud fra ovenstående. Komplexiteten af den nuværende situation gør, at flere af disse transitionsarenaer kan udøve indflydelse på samme tid og på vidt forskellige governance-niveauer. Dermed kan dele af analysen og arbejdet med kreative løsninger, betragtes som et problem der også fordres af den politiske udvikling og ændringer i det socio-tekniske system, og som vil få konsekvenser for hvilken regulering, teknologi og innovation der vil være konkurrencedygtig.

Mere konkret ønsker vi at anvende Tukker & Butters begreber i vores analyse af hvordan aktørerne på Bornholm ræsonnerer i prioriteringer af økonomi, bæredygtighed og selvforsyningsgrad. Når der i de senere par år, er afskaffet en anseelig mængde oliefyr på Bornholm allerede, giver litteraturen os mulighed for at overveje årsagerne bag den valgte erstatningsteknologi. Governance of system innovations-perspektivet vil argumentere, at den fremtidige varmeplanlægning på Bornholm er en transitionsarena, hvor energistrategien fra 2020 har nedsat en række mål:

“In this transition arena a ‘set of end goals’ has to be developed, between which a choice has not been made. The best way to embark on the transition has to be investigated in ‘learning by doing, doing by learning’ experiments. It is assumed that no actor is dominant enough to enforce change. There is no fixed roadmap for either the hardware or the organization development, but at best a roadmap for the process that has to be followed” (Tukker & Butter 2007: 99).

Bornholm er som beskrevet en anden transitionsarena end resten af Danmark, også selvom Bornholm naturligvis er underlagt danske, europæiske og internationale markeder, love og reguleringer. BRK er i overvejende grad den dominante aktør, og som energistrategien og projektets egen beskrivelse af den nuværende situation afslører, er der stadig mange ubekendte planforhold. Alligevel fungerer energistrategien som et *“roadmap for the process that has to be followed”* (Ibid: 99). Foruden ovenstående, forventes det af staten, at kommunen overholder kommunalfuldmagten, opererer efter omkostningseffektive økonomiske principper, regulering og anden pågældende lovgivning. Yderligere, skal den forholde sig til alle øvrige kommunale forpligtelser, kommunalpolitik, samtidigt med at der optimeres og innoveres.

Projektets analyse vil med backcasting metoden forsøge at give bud på hvor der er problemstillinger, der kan tilgås, præsentere løsningsforslag samt refleksioner om anvendelige varmeteknologier der kan erstatte oliefyr. Dette forsøgt præsenteret i analysen ved konkrete empiriske nedslag og kvantitative data, som danner fundament for at lave et idekatalog med løsningsforslag. Hertil præsenteres en diskussion af hvordan 1) National regulering og intervention 2) Økonomi og konjunkturer kan påvirke strategien fremover.

5.2 Operationalisering af metode og teori

Fremgangsmåden i analysen efterstræber at følge Backcasting metodens ABCD-model.

Teorien vil være underliggende i vores fortolkning, valg og præsentation af empiri, samt diskussionen af den. Dertil udgør det kulturteoretiske perspektiv en mindre del af analysens baseline afsnit, hvor perspektivet tilbyder en forklaring på, hvorfor risikoen for misforståelser mellem aktørerne på øen også påvirkes af deres verdenssyn.

KAPITEL 6: Teknologikatalog

Følgende afsnit ønsker at belyse forskellige varmforsyningsmuligheder samt hvilke teknologier der eksisterer inden for hver mulighed. I forbindelse med varmeplanlægning på Bornholm, herunder de geografiske-, geologiske- og samfundsøkonomiske forhold, vil følgende teknologikatalog vil være naturligt afgrænset til vandbaserede varmeteknologier. Dette er begrundet i varmeteknologiernes erstatningsmulighed til nuværende fossiltbaserede oliefyr, der gennem et vandbaseret varmesystem forsyner boliger med varme og varmt brugsvand. Nærværende teknologikatalog vil dermed belyse varmeteknologier indenfor følgende varmforsyningsmuligheder:

1) Individuelle varmeløsninger

- Oftest anvendt af enkeltstående bygninger/boliger og kan f.eks. være flydende brændselsfyr (oliefyr), varmepumper (luft-til-vand, jordvarme) eller fast brændselsfyr (biomasse). Disse teknologier kan eventuelt kombineres med individuel solvarme (Energistyrelsen 2022)

2) Kollektiv nærvarme

Nærvarme er en varmforsyningsløsning, der kan implementeres i mindre lokalområder uden for mulige fjernvarme områder. I stedet for individuel varmforsyning, etableres et kollektivt varmeanlæg i samarbejde med bygningerne i lokalområdet. Nærvarmesystemet består af et rørsystem og fælles varmekilde(r), der distribuerer varme gennem rør til de tilknyttede bygninger. Nærvarmeanlæg kan være en relevant varmforsyningsmulighed for alt mellem to til større boligområder med flere hundrede boliger (Swedish Energy Agency, 2015).

3) Kollektiv Fjernvarme

Fjernvarmesystemer er ligesom nærvarme, en varmekilde der distribuerer varme ud til flere bygninger/boliger. Fjernvarmesystemer kan bestå af flere forskellige varmekilder såsom solvarme og overskudsvarme fra industri, men er typisk funderet af et større og centraliseret kraftvarmeværk (biomasse) og affaldsforbrænding. Dette resulterer i større kapacitet i fjernvarmesystemet, hvorfor distribueringsarealet er omfangsrigere, med op til mange tusinde tilkoblede boliger, bygninger, virksomheder og institutioner (energistyrelsen 2022: 41-44).

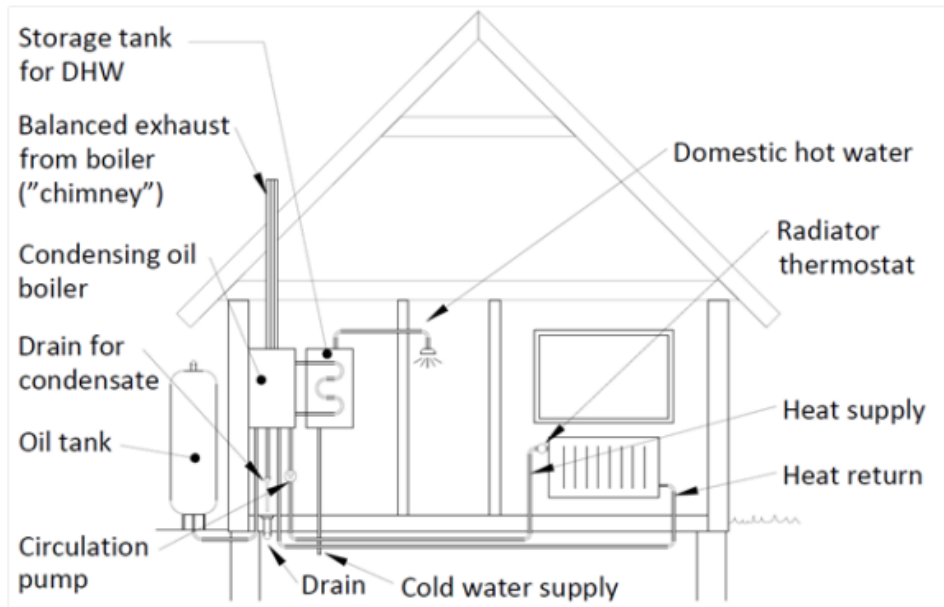
6.1 Individuel varmforsyning

6.1.2 Oliefyr

Oliefyr er en termisk energiteknologi der, gennem afbrænding af olie, producerer varmt vand eller damp. I denne rapport fokuseres der på individuelle oliefyr til opvarmning af boliger og er derfor også naturligt afgrænset fra dampbaserede oliefyr. Oliefyr findes i energistørrelser mellem 15 kW til flere MW og forskellige olietyper er anerkendt som fyrringsmiddel:

1. Indenlandsk-produceret mineralolie.
2. Indenlandsk-produceret olie med tilsat bioolie op til 10 % (fedtsyremethylester, FAME).
3. Rå bioolie, f.eks. rapsolie.
4. Hydrobehandlet vegetabilsk olie (HVO)
5. Rapsolie methylester (RME).

Et komplet oliefyret system inkluderer en kedel, en brænder, en olietank og en skorsten eller anden form for udstødningssystem, og hvis det er en kondenserende kedel, bør et afløb være installeret.



Figur 5: Oliefyr (bioolie inkluderet) (Energistyrelsen 2022: 24-28).

Næsten alle oliekedler er baseret på samme princip med et vandkølet forbrændingskammer og en del til konvektion. Sædvanligt bestående af stål eller støbejern, men kan også fås i en korrosionsbestandig røggaskøler, der tillader kondensering af vanddampen i røggassen, med forøgelse af energieffektiviteten.

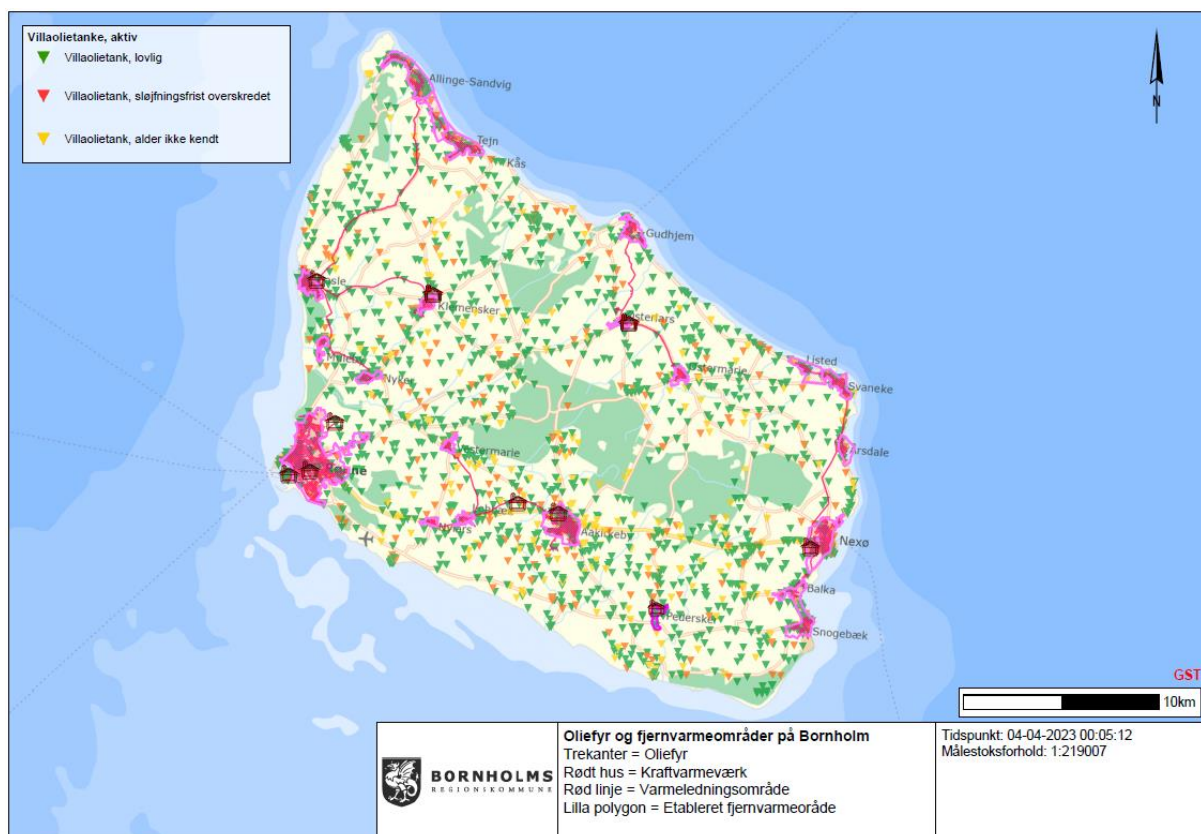
I forhold til private husstandsansvendte olieforvarmere, er der oftest tale om størrelser mellem 15-70 kW. En 15 kW kedel kan opvarme 200-300 m² under danske klimaforhold. Ofte er kedlen tilsluttet et integreret varmtvandssystem med 80-150 liters varmtvandsbeholder til brugsvand.

Det er ifølge bygningsreglementet (BR18) ikke lovligt at installere olieforvarmere i nybyggeri eller hvis fjernvarme eller naturgasvarme er muligt. Hvis nye olieforvarmere skal installeres på steder uden førnævnte muligheder, er den kondenserende kedelteknologi obligatorisk.

Der er installeret ca. 80.000 olieforvarmere til husstandsopvarmning i Danmark og er på nuværende tidspunkt mest repræsenteret i enfamiliehuse i områder der ikke passer ind med ovenstående muligheder. Antallet af olieforvarmere er faldet støt de seneste årtier. Hvor mange der er aktive og hvorvidt de anvendes som hoved- eller supplerende opvarmingskilde (energistyrelsen 2022: 24-28).

Alle oplysninger angående bygninger og boliger i Danmark findes i Bygnings- og Boligregistret (BBR). Her kan oplysninger såsom bygningers placering, størrelse, alder samt anvendelsesformål indhentes. Rigtigheden af oplysningerne i BBR-registeret kræver opmærksomhed fra boligejerne, der f.eks. skal registrere den nye varmekilde, hvis den hovedsagelige varmekilde er udskiftet (BBR U.å).

Oliefyrene på Bornholm følger den nationale udvikling og faldt med 4067 stk. mellem 2012 og 2018 ifølge BBR-registeret. I 2021 lå antallet af oliefyre på ca. 1475 oliefyre på Bornholm (Larsen 2021). Nedenstående kort er et udtræk fra BRK's egen hjemmeside og illustrerer de fordelte oliefyre, der på nuværende tidspunkt kan være lovligt - eller ulovligt aktive og oliefyre med ukendt alder, baseret på data fra BBR-registeret. Dertil viser kortet også det etablerede fjernvarmenet på Bornholm, hvor de røde huse er kraftvarmeværk, røde linjer er varmeledning og de lilla områder er etableret fjernvarmenet.



Figur 6 Kort over Bornholm med illustration af individuelle oliefyre og etablerede fjernvarmenet. (Eget udtræk fra BRK, U.å)

Oliefyre har fordele og ulemper, der ikke udelukkende involverer miljømæssige aspekter, men også de økonomiske og sociale.

<i>Oliefyr</i>	<i>Individuelle oliefor</i>
Input	<ul style="list-style-type: none"> • Mineralolie med eller uden tilført bioolie. • Ren bioolie (kræver specifik brænder)
Output	<ul style="list-style-type: none"> • Varmt vand til varmesystem og brugsvand.
Typiske kapaciteter	<ul style="list-style-type: none"> • For individuelle: Ca. 15 kW
Reguleringsmulighed	<ul style="list-style-type: none"> • God reduktionskapacitet for moderne kedler • Kedler med nominal varmeudgang på 15 kW kan operere ved delvis belastning • Mange kedeltyper kan køre med næsten nul varmeudgang og opretholde høj effektivitet • Lavt varmetab på grund af isolering og drift ved lave temperaturer
Fordele	<ul style="list-style-type: none"> • Simpel, pålidelig og veletableret teknologi • Høj termisk effektivitet • Regulerbarhed af olieinput og varmeoutput • Enkel udskiftning af oliebrænder til ren bioolie • Fritagelse for CO₂-afgifter ved brug af bioolie
Ulemper	<ul style="list-style-type: none"> • Ustabile og uforudsigelige oliepriser • Potentiel knaphed på olieresourcer • Omkostningstung varmekilde med uforudsigelig pris • Pålideligheds- og vedligeholdelsesproblemer med biobrændere • Mangel på tilstrækkelig forskning og udvikling af bioolie • Manglende tilgængelighed af Hydro behandlet vegetabilsk olie (HVO) på det danske marked • Udstødning af forurenende stoffer ved forbrænding af fossilbrændstofolie i oliefor • Miljømæssige og sociale problemstillinger relateret til forurenende partikler • Behov for nedbringelse af olieforrede varmeteknologier og fremme af bæredygtige opvarmningsalternativer

<i>(Energistyrelsen 2022: 24-28).</i>	
---------------------------------------	--

Der findes et væld af alternative opvarmningskilder, der kan agere erstatning for oliefyr. På Bornholm er bl.a. brænde/pille fyr, fjernvarme og varmepumper blandt de eksisterende alternativer. I denne forbindelse er det relevant at pointere, at fjernvarme og de resterende teknologier kan kategoriseres i henholdsvis centraliseret – og decentraliseret varme også kendt som fælles og individuel varmekilde (Ibid.).

6.1.3 Varmepumpe

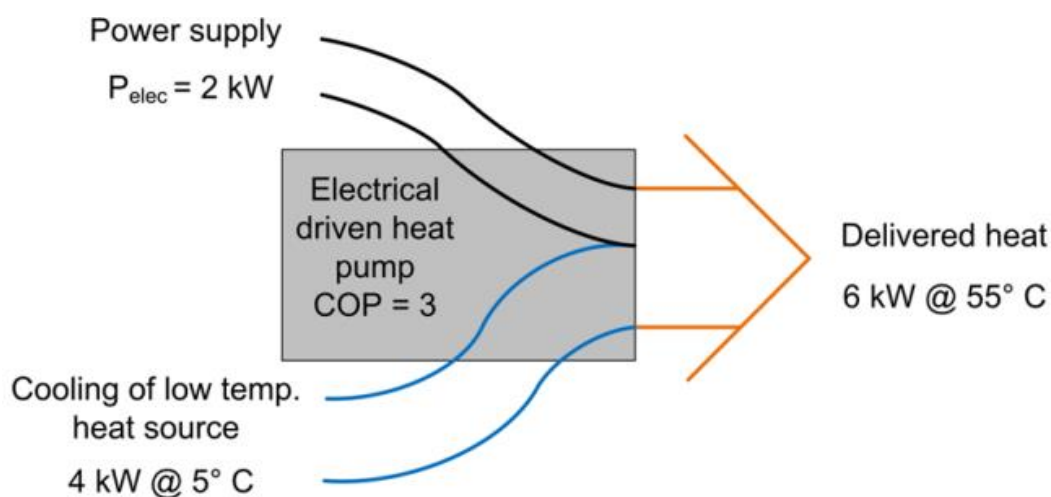
En individuel varmekilde, der kan agere erstatning til et oliefyr, er varmepumper (VP). VP'er forekommer, i relation til enfamiliehuse, i fire forskellige former: luft til luft, ventilation, jordvarmepumpe og luft til vand. I relation til erstatningen af oliefyr, er kun de to sidstnævnte relevante, da de kan tilkobles det allerede bestående vandbaserede varmesystem i boligen og dermed kan agere hovedkilde til varme og vand (Energistyrelsen 2022: 61-89).

<i>Varmepumpe</i>	<i>Individuel varmepumpe</i>
Input	<ul style="list-style-type: none">• Alle varmepumper bruger elektricitet som input.• Luft-til-vand og luft-til-luft kompressionsvarmepumper bruger varme fra den omgivende luft som input.• Jordvarmepumper bruger varme, der absorberes fra jorden, som input.
Output	<ul style="list-style-type: none">• Varmt vand til varmesystem og brugsvand.
Typiske kapaciteter	<ul style="list-style-type: none">• Luft-til-vand og jordvarmepumper har typisk en opvarmingskapacitet på mellem 3-4 kW op til flere hundrede kW og kan opfylde behovet for både rumopvarmning og varmt brugsvand i både lavenergibygninger og andre typer bygninger.• Vandbaserede varmepumper er normalt dimensioneret til at dække mellem 95 % og 98 % af varmebehovet.• Det resterende behov dækkes af et elektrisk varmelegeme, der er integreret i varmepumpens indendørsenhed.
Reguleringsmulighed	<ul style="list-style-type: none">• Alle varmepumper har on/off-regulering, og moderne varmepumper har ofte også kapacitetsregulering, hvilket kan reducere antallet af start og stop og dermed slid.• Varmepumper med kapacitetsregulering kan tilpasse varmeproduktionen kontinuerligt til behovet, helt ned til ca. 20-30% af maksimal kapacitet.

	<ul style="list-style-type: none"> • Driftsstrategien for varmepumpen over tid har betydning for det samlede energiforbrug og økonomi. • Korrekt dimensionering og brug af lagertanke er vigtigt for at opnå høj effektivitet.
Fordele	<ul style="list-style-type: none"> • Varmepumper er langt mere energieffektive end traditionel elektrisk opvarmning, såsom el-radiatorer. • CO2 neutral hvis strømmen er fra vedvarende energikilder • Integration af flere varmepumper reducerer afhængighed af fossile brændsler til opvarmning og støtter skiftet mod elektrificering.
Ulemper <i>(Energistyrelsen 2022: 61-89).</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Øget belastning på det lokale elnet

Varmepumper fungerer ved at enten en udendørs ventilator eller jordvarmeledninger, absorberer varme fra hhv. luft eller jord (input), hvorefter det yderligere opvarmes til 55-65 °C vha. elektricitet (output). Efterfølgende distribueres output-varmen ud som brugsvand eller gennem boligens varmesystem (Ibid.).

En af de største fordele ved brugen af VP, er varmeteknologiens egenskab til producere højere varmeoutput end input af elektricitet. Energiflowet gennem en varmepumpe er illustreret på nedenstående sankey diagram.



Figur 7 Energiflowet i en varmepumpe (Energistyrelsen, 2022: 62)

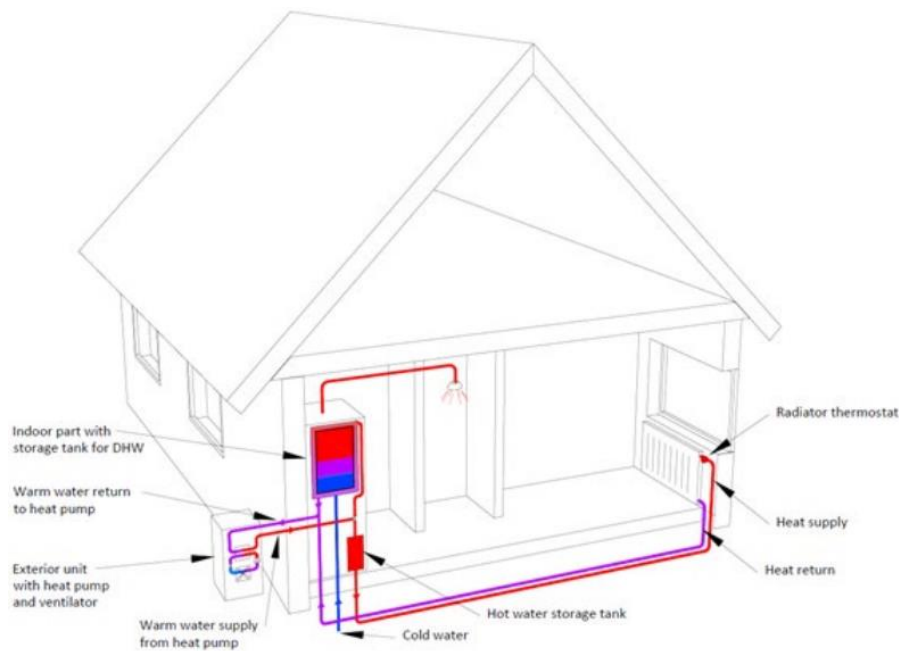
Mængden af varmeoutputtet er lig med summen af varmeinputtet + strøminputtet og varmepumpens effektivitet kendetegnes ved ydeevnekoeficienten (COP^2) der kan udregnes vha. følgende formel ovenstående eksempel: $COP = 3$.

COP-værdien af en VP afhænger af temperaturforskellen på varmeinput og – output. Hvis temperaturforskellen falder, stiger COP-værdien og omvendt. COP-værdien kan derfor variere i forhold til sæson, hvor COP-værdien vil være høj om sommeren og lav om vinteren. For at greje effektiviteten af en VP over et reelt kalenderår, med skiftende sæsoner, bør der i stedet gøres brug af den sæsonbaserede ydeevnekoeficient (SCOP). SCOP-værdien udregnes som defineret i den europæiske standard EN14825 og fremstiller den gennemsnitlige årlige effektivitet af VP, ved at medregne årlige temperatursvingninger og temporal kohærens (Energistyrelsen 2022: 61-89).

6.1.4 Luft-Til-Vand:

Som tidligere nævnt udvinder luft-til-vand-varmepumper varme fra omgivende luft ved hjælp af en udendørs ventilatorenhed. Denne varme forstærkes af varmepumpen og leveres som varme gennem et vandbaseret system. Nyere varmepumper kan opvarme vand til 55-65°C uden brug af elektrisk opvarmning. Der findes to typer luft-til-vand varmepumper: monoblok-enheder, hvor alle komponenter er samlet uden for hjemmet, og split-enheder, hvor komponenterne er opdelt mellem indendørs og udendørs enheder. Monoblok-enheder er kendt for at være støjsvage og af høj kvalitet. Varmepumper er også ofte udstyret med en vandtank til at forsyne varmt brugsvand, og i nogle tilfælde kan en buffertank installeres for at forbedre effektiviteten og reducere slid. Tidligere erfaringer fra installationsvirksomheder fremlægger, at der kun eksisterer et mindre antal bygninger, hvor denne VP-type ikke kan imødekomme varmebehovet. Dertil vil der i nogle tilfælde være et behov for yderligere udskiftning i det internere varmesystem som f.eks. udskiftning til nyere radiatorer (Energistyrelsen 2022: 61-89).

² "Coefficient Of Performance"



Figur 8 Luft-til-vand varmepumpe af typen monoblok (Energistyrelsen, 2022: 63).

<p><i>Specifikt for Luft-til-Vand varmepumpe</i></p>	<p><i>Individuel Luft-til-Vand varmepumpe</i></p>
<p>Fordele / ulemper</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ingen forurening på lokalt plan • Luft-til-vand varmepumper kan erstatte eksisterende varmesystemer med vandbaserede distributionssystemer. • Installation af luft-til-vand varmepumper er nemmere end jordvarmepumper og kræver ikke meget plads. • Den samlede tidsmæssige investering for dimensionering og installation af en varmepumpe er ca. 32-40 timer. • Den indendørs enhed er normalt lidt større end et standardskab og kan passe ind i de fleste teknikrum. • Abonnementsordninger kan være en mulighed for forbrugere, der ikke ønsker at betale den fulde investeringsomkostning på én gang.
<p>Ulemper</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Udendørsenheden kan generere støj, men teknologisk udvikling har reduceret støjniveauet i de seneste år.

(Energistyrelsen 2022: 61-89).

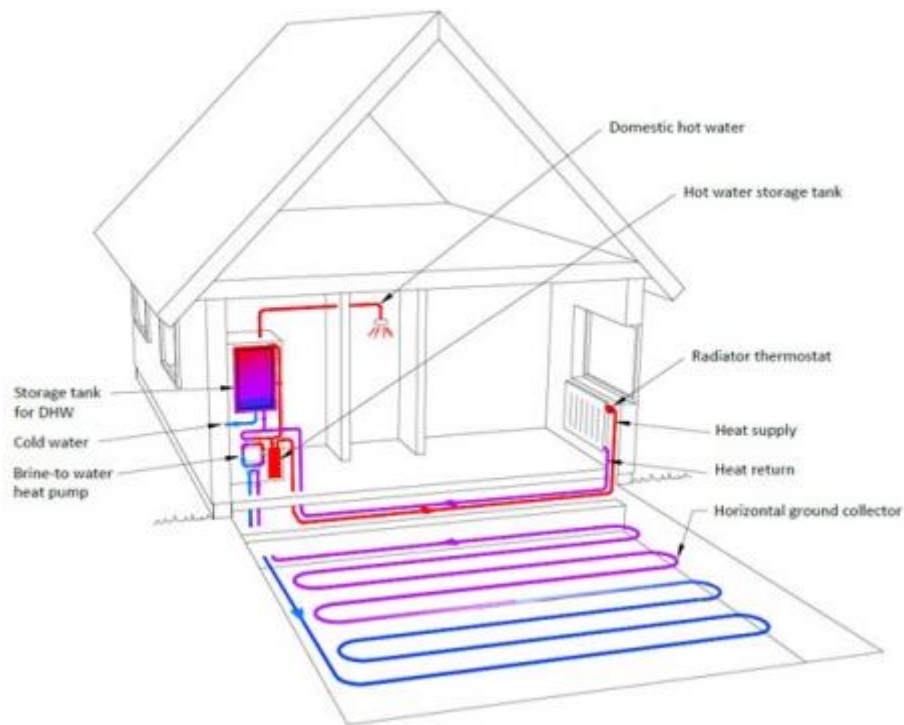
- Varmepumper har mest støj under afrimning, men det sker sjældent og primært i vintermånederne.
- Luft-til-vand varmepumper er generelt dyrere end eks. fyr, men har lavere årlige omkostninger.
- Der er billigere modeller tilgængelige, men de kan have højere støjniveauer og kortere levetid.
- Udendørsenhedens æstetik kan være et problem for nogle forbrugere, men producenterne arbejder på at forbedre designet.
- Der er få konkurrenter på markedet for varmepumper til større bygninger, hvilket kan resultere i højere priser.
- Nogle store eksisterende bygninger kan have utilstrækkelig strømkapacitet til installation af varmepumper, hvilket kan øge investeringsomkostningerne.

Fra et økonomisk perspektiv er luft-til-vand varmepumper en omkostningstung investering, relativt til konkurrenterne, hvilket kan virke afskrækkende for nogle, på trods af betydeligt lavere forbrugsomkostninger. I tilfælde af at brugeren ikke kan eller vil foretage sådan en investering, er abonnement løsninger en mulighed (Energistyrelsen 2022: 61-89).

6.1.5 Jordvarme

Jordvarme eller brine/vand varmepumpe udvinder varme fra jorden vha. af enten et vertikalt eller horisontalt kollektorsystem bestående af underjordiske slanger fyldt med frostsikker væske (saltlage). Væsken optager varme fra jorden, der efterfølgende forstærkes i selve varmepumpen og en indendørsenhed, der videredistribuerer varmen ud i boligens vandbaserede varmesystem. Det horisontale kollektorsystem som illustreret på figur 6 nedgraves på en frostfri dybde, hvor temperaturen er relativt stabil hele året og på et areal tilsvarende dobbelt størrelse af boligens areal. På trods af dette faktum, er denne type jordvarme stadig den mest anvendte og oftest også den billigste (Ibid.).

Da vertikal jordvarme er en dyrere og mere besværlig proces med lange godkendelsesprocedurer, behandler nærværende undersøgelse ikke denne varmeteknologi, som en løsning for Bornholms borgere.



Figur 9 Horizontal jordvarme (Energistyrelsen, 2022 :64)

<i>Specifikt for Jordvarme</i>	<i>Individuel jordvarme</i>
Fordele	<ul style="list-style-type: none"> • Jordvarmepumper kan erstatte eksisterende varmesystemer og dække den fulde varmebehov i en bygning med et vandbaseret distributionsystem. • Ingen forurening på lokalt plan • Den indendørs enhed af en jordvarmepumpe er lidt større end et standardskab (60 x 60 cm). • Nogle jordvarmepumpeinstallationer kræver en buffertank, hvilket øger pladsbehovet. • Jordvarmepumper genererer ikke støj, da den udendørs enhed er erstattet af underjordiske rør og slanger.
Ulemper	<ul style="list-style-type: none"> • En horisontal kollektor kræver en stor grund og vil kræve en delvis nedgravning af et areal 2x størrelsen af boligens areal. • En lodret kollektor kræver mindre plads, men er dyrere og sværere at reparere. • Jordvarmepumper har en mere stabil varmekilde og en mere stabil COP-værdi sammenlignet med luft-til-vand varmepumper.

(Energistyrelsen, 2022: 61-89).

- Jordvarmepumper erfarer at have færre problemer gennem levetiden og kan have en længere levetid end andre varmepumper.
- Jordvarmepumper er en betydelig investering og kan være dyrere end luft-til-vand varmepumper.

Som almindelig forbruger, kan energikilden bag strømproduktionen være en faktor der er svært at påvirke direkte. Til gengæld kan man som forbruger selv have indflydelse på at sikre en lav forurening ved at investere private solceller eller vindmøller. Derved sikres en vis mængde grøn strøm til varmepumpen. Ved at installere private energiteknologier som solceller og vindmøller, kan forbrugeren samtidigt sælge overskydende strøm til elnettet og dermed gå fra konsumer til prosumer.

6.2 Kollektiv varmforsyning - Nærvarme

Hvis et givent område ikke allerede har, eller ikke har udsigt til at få anlagt fjernvarme, kan det antages at boligen opvarmes med en individuel varmeløsning (Swedish Energy Agency 2015). Til gengæld er det ikke altid, at individuelle varmeteknologier er det bedste eller billigste alternativ til fjernvarme, og der bør derfor overvejes en mellemting. Et nærvarmesystem kan agere middelvej og fungerer i grove træk ligesom et fjernvarmesystem, men i mindre skala. Dette betyder at varmen distribueres gennem et mindre rørsystem fra en varmekilde/-central til de tilkoblede borgere (Ibid.). Ejerformen af et nærvarmesystem kan variere afhængigt af om borgerne selv vil eje eller om de vil udlicitere driften til eks. det lokale forsyningsselskab. Alternativt kan et antal lokale danne et driftende andelsselskab med begrænset ansvar (A.M.B.A) (Olsen et al, 2021: 10-11).

I nærværende projektrapport har vi på baggrund af vores bæredygtighedsforståelse og indsigt

i Bornholms klimastrategi udvalgt følgende nærvarme systemer som mulige alternativer til oliefyr:

- Biomassebaseret nærvarme
- Individuelle luft-til-vand varmepumpe(r) med direkte tilkobling af VE
- Fælles jordvarme – Termonet

6.2.1 Biomassebaseret nærvarme

Et biomassebaseret nærvarmeanlæg er en form for lokal varmforsyning, hvor et (de)centralt biobrændselsfyret og et netværk af rørledninger leverer varme til nærliggende forbrugere, herunder nabohuse og institutioner. Anlægget kan eks. være placeret på en gård, hvor det foruden at forsyne gården også leverer varme til de omkringliggende bygninger.

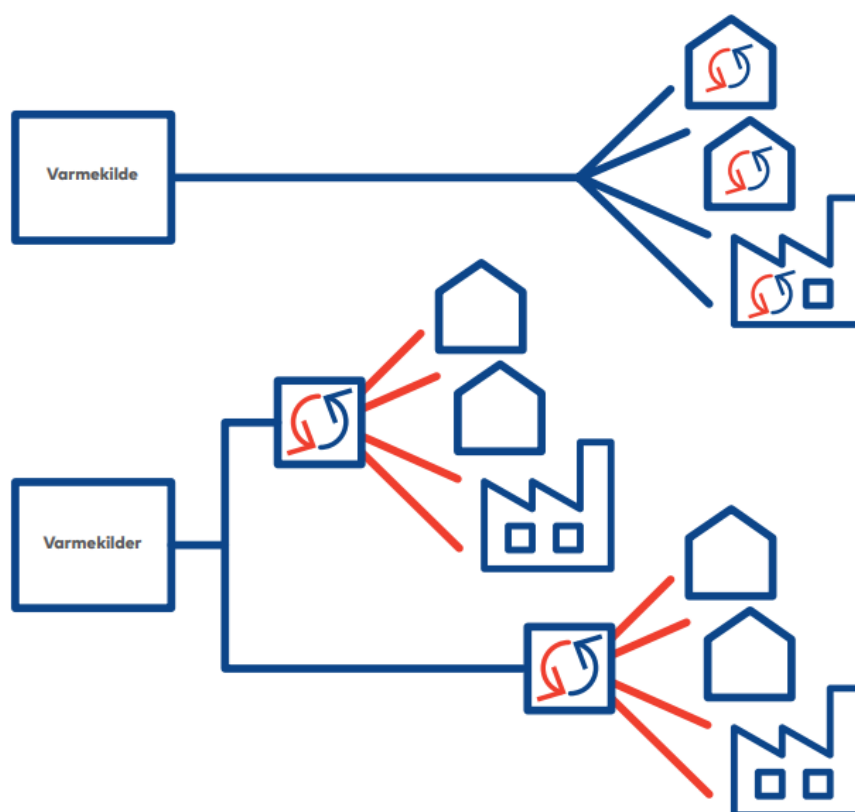
I varmeproduktionen anvendes biomasse såsom halm, flis eller træpiller som brændsel. Hos forbrugerne tilsluttes en dobbelt rørledning, der består af et frem- og returløbsrør, til en fjernvarmeunit. Denne unit omdanner det varme vand med en temperatur på omkring 70-80 grader celsius fra biobrændselsfyret til rumvarme og varmt brugsvand via hhv. radiatorer, gulvvarme og haner, og dermed erstatte det eksisterende oliefyr hos forbrugeren

I et biomassefyret nærvarmeanlæg er fjernvarmepriserne baseret på omkostningerne ved driften i overensstemmelse med varmforsyningsloven. Forsyningstilsynet fastsætter indtægtsrammer, der tillader inkludering af specifikke omkostninger som energi, lønninger, driftsomkostninger, administration, salgsomkostninger og finansiering. Der kan også indregnes driftsmæssige afskrivninger og henlæggelser til nyinvesteringer under særlige regler.

Et biomassebaseret nabovarmeanlæg har flere fordele sammenlignet med andre varmforsyningsformer. Det giver økonomiske fordele for forbrugerne ved at reducere deres varmeregninger. Samtidig kan der spares tid og kræfter, da driften af anlægget foretages af få individer. Anlægget bidrager også til at mindske luftforureningen i lokalområdet ved at erstatte flere små individuelle opvarmningsenheder med et enkelt, effektivt fyringsanlæg (Pedersen, 2009)

6.2.2 Termonet

En anden elektrificeret kollektiv nærvarmetype er Termonet. Et termonet er et varmforsyningsnetværk, der distribuerer termisk energi fra forskellige energikilder, som f.eks. jordvarme, overskudsvarme, solvarme m.fl. fra to til mange hundrede af boliger. Omtrent 70-75% af varmen indhentes gennem lodrette boringer (typisk 100-200 m) eller fra et større areal af klassiske vandrette jordvarmeslanger, men kan, så længe temperaturen er højere end i rørene, suppleres gennem tilslutning af førnævnte energikilder. De resterende procent produceres af eldrevne individuelle eller kollektive varmepumper (Andersen, 2023), (Olsen et.al., 2021).



Figur 10 Illustration af varmepumpefordeling.

Øverst: varmekilde distribuerer varme til individuelle varmepumper i tilsluttede bygninger. Nederst: Varmekilde distribuerer varme til større kollektive varmepumper, der distribuerer varmen direkte til tilsluttede bygninger (Olsen et. al, 2021: 4).

De uisolerede rør er relativt billige at producere og installere og anvender termisk energi fra jorden, mellem tilsluttede bygninger. Dette resulterer i en stor fleksibilitet i forhold til afstand mellem tilsluttede bygninger (Olsen et. al, 2021: 3-8).

Foruden at levere varme kan et optimalt termonet også levere køling. Ved at anvende individuelle varmepumper føres termonettet helt ind i bygningerne. Dette muliggør brugen af det kolde net til passiv køling af husene, en mere effektiv nedkølingsmetode sammenlignet blæsere som traditionel aircondition. Ved dybe jordboringer kan termonettet dermed også fungere som et varmelager hvor overskudsvarmen fra boligerne, kan lagres til perioder med større varmebehov (Ibid.).

<p><i>Termonet</i> <i>Jordvarme</i></p>	<p><i>Termonet med individuelle – eller kollektive varmepumper</i></p>
<p>Input</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 70-75% Jordvarme fra vertikale og eller horisontale rør (lukket kredsløb af vand og sprit) + ~ 30 % elinput i varmepumpen. (mulighed for supplerung med andre energikilder)
<p>Output</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Varmt vand til tilkoblede bygningers varmesystem og eventuelt varmt brugsvand. • Mulighed for køling
<p>Typiske kapaciteter</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kapaciteten i et termonet afhænger af omfanget af tilkoblede boliger, men vil altid kunne imødekomme varme- og varmvandsbehovet.
<p>Reguleringsmulighed</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reguleringsmuligheden ved kollektiv varmepumpe, vil de individuelle fjernvarmeunits have en reguleringseffektivitet på 0-100 % næsten øjeblikkeligt. • Ved individuelle varmepumper eksisterer samme reguleringsmulighed som ved individuel jordvarme: on/off-regulering, og ofte også kapacitetsregulering

<p>Fordele</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kan implementeres i områder uden for fjernvarmeområder. • Kræver ikke en højtemperatursvarmekilde for at yde stabil drift • Flexibilitet ift. udnyttelsen af forskellige varmekilder som f.eks. el, solvarme, overskudsvarme fra industri, luft, regnvand, spildvarme, vand, jordvarme samt varme fra grundvands-, afværg- og geotermiske borer. • Mulighed for enten individuel eller kollektiv varmepumpe • Mulighed for køling af bolig og eller drikkevand og dermed varmelagring ved lodrette borer. • Lavere omkostninger ved investering og forbrug ift. individuelle løsninger • Mindre støjgener og pladsforbrug ved tilkoblede bygninger ift. individuelle løsninger. • Flexibelt rørsystem med relativ enkel tilkobling af flere bygninger. • Ved kollektiv varmepumpe: Beskeden pladsoptagelse i bygningen (fjernvarmeunit). Ved individuel varmepumpe: lidt større, men mindre end almindelige jordvarmepumper • Backup ved driftsforstyrrelser i form af elpatron i varmepumperne. • Ingen lokal forurening • Typisk lave årlige omkostninger pr. bolig.
<p>Ulemper</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lang og besværlig præ-anlægningsfase med ansøgning af tilladelse, vurdering af muligheden for termonet & placering af rør, forundersøgelser af jord, bestemmelse af ejerform, udarbejdelse af projektforslag, præsentation af projektet for borgere og mulige kunder, aftale etablering med relevante aktører. • Relativt omstændig anlægningsfase, med nedgravning og installation af rør samt installation af varmepumper. • Risiko for læk eller andre skader på rør resulterende i dyre reparationer, især ved vertikale borer

(Olsen et. al, 2021)

Individuelle (luft-til-vand) varmepumper med direkte tilkobling til kollektive vedvarende energiteknologier

Som tidligere nævnt i (afsnit 6.1.3 om varmepumper), består inputtet ikke kun af varme, men også elektricitet. Prisen på elektricitet er styret af el-markedets strukturer, der i grove træk følger udbud og efterspørgsel (Norlys U.a). Prisen på strøm varierer dermed fra dag til dag og time for time, resulterende i risiko for dyr varmeproduktion på tidspunkter med stor efterspørgsel på el. Hidtidige løsninger hertil har været i form af egen elproduktion via f.eks. individuelle solceller for ligeledes at sælge strøm og dermed forsøge at udligne omkostningerne. Men d. 1. Maj 2023 trådte en ny regel i kraft jf. revideringen af elforsyningsloven (L37). Vedtagelsen heraf muliggør etableringen af direkte forbindelser mellem elproduktionsanlæg og forbrugsanlæg, og dermed hel eller delvis anvendelse af lokalproduceret elektricitet i nærværende område. Vedtagelsen er tænkt som et incitament for eskalering af VE-energiteknologier, mens samtidigt at aflaste elnettet (Energistyrelsen, 2023).

Dette kan skabe incitament i områder hvor f.eks. termonet ikke er muligt, men realiserer også muligheden for at imødekomme boliger, som enten allerede har investeret i en varmepumpe eller har andre eldrevne opvarmningsformer.

I relation til kollektiv vedvarende elproduktion på Bornholm er følgende to energiteknologier udvalgt:

- Solpaneler
- Onshore vindmøller

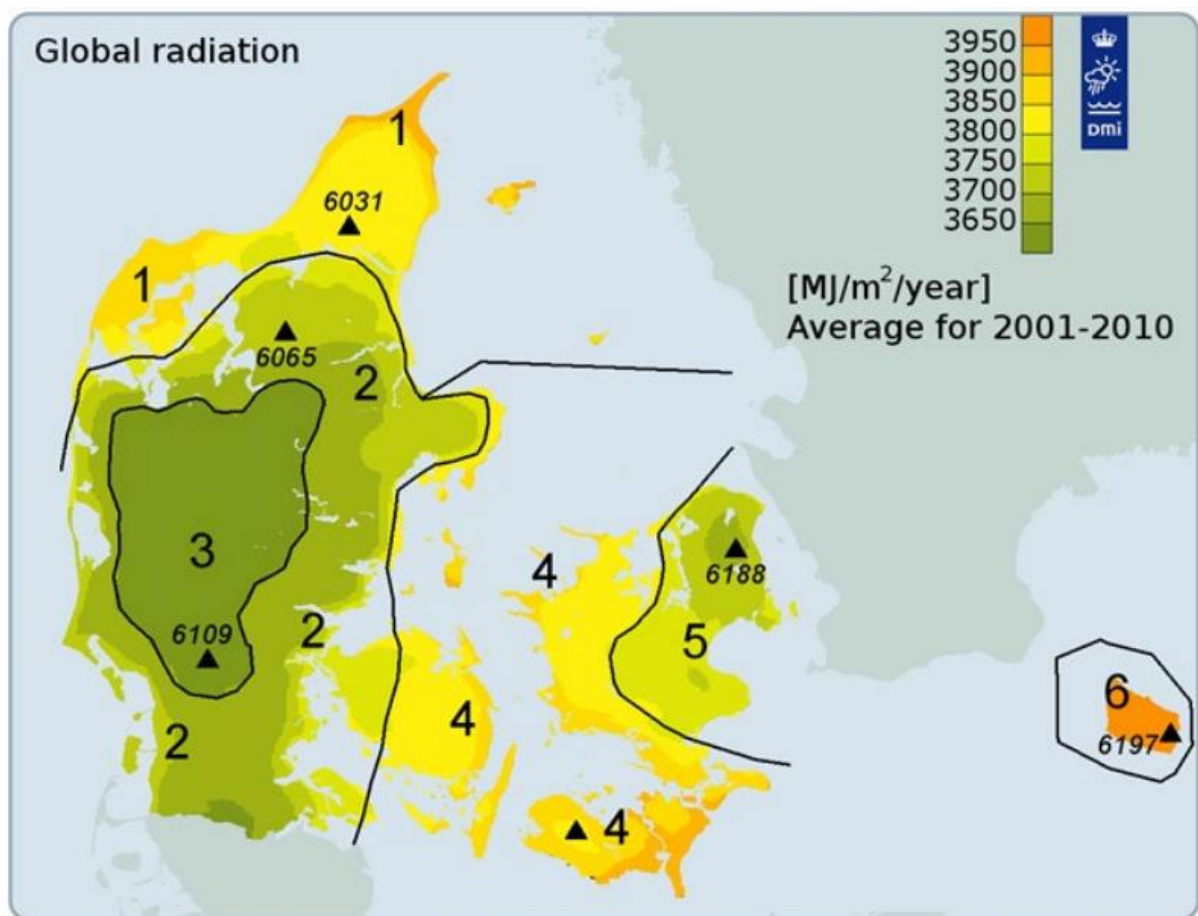
Netop disse teknologier er udvalgt på baggrund af nærværende projektrapports bæredygtighedsforståelse, samt disse teknologiers modenhed; effektivitet og pris.

6.2.3 Solpaneler

Solpaneler er en energiteknologi, der via solceller genererer elektricitet ved eksponering for solstråler. Avanceret teknologi gør det muligt at forbinde flere solceller sammen på en glasoverflade, hvilket resulterer i et stærkt og beskyttet solpanel. Solpaneler kan opdeles i to hovedkategorier baseret på deres anvendelse. Boligpaneler er typisk omkring 1,5-2,1 m² i størrelse, mens panelerne beregnet til større energiprojekter er omkring 2-3 m². Uanset anvendelsen vil begge typer paneler have en lignende effekttæthed i intervallet 190-220 watt pr. m² og

kan fremstilles af forskellige materialer, der er i stand til at absorbere solenergien. Disse solpaneler sælges med en typisk produktgaranti på 10-12 år, en effektgaranti på mindst 25 år og en forventet levetid på over 30-35 år, afhængigt af typen af solceller og den anvendte metode til beskyttelse af panelerne (Energistyrelsen 2023b).

Nedenstående kort illustrerer fordelingen af solstråling i Danmark i perioden 2001-2010 målt i Mega joule pr. m². På kortet kan det også ses at Bornholm havde højest gennemsnitlig solstråling i perioden.



Figur 11 Kort over gennemsnitlig solstråling i Danmark mellem 2001 -2010 (Energistyrelsen 2023b: 343)

<i>Solpaneler</i> <i>(Elproduktion)</i>	<i>Kollektive solpaneler</i>
Input	<ul style="list-style-type: none"> Solstråling (DK gennemsnit: 1068±33kWh/m²år på vandret overflade)
Output	<ul style="list-style-type: none"> Elektricitet (jævnstrøm) konverteret til vekselstrøm via inverter.

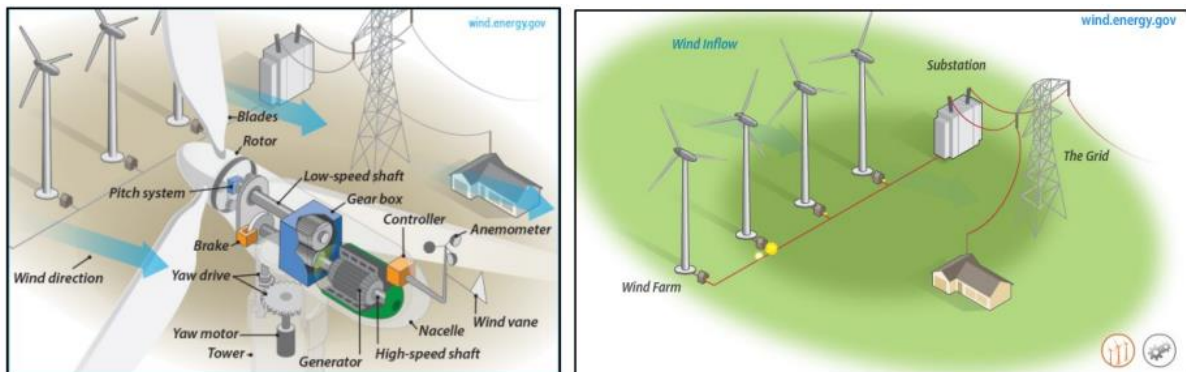
Typiske kapaciteter	<ul style="list-style-type: none"> • Solpanelsystemer kan have kapaciteter mellem få watt til gigawatt.
Reguleringsmulighed	<ul style="list-style-type: none"> • Elproduktionen afhænger af tid med solstråling, årligt varierende. • Genereringskapacitet kan op- og nedreguleres ved storskalsystemer
Fordele	<ul style="list-style-type: none"> • Ingen anvendelse af brændsel eller andre forbrugsmaterialer • Støjsvag • Elproduktionen forgår i dagtimerne, hvor forbruget er højest. • God synergi med vindkraftens anderledes produktionsprofil. • Kan anvendes som elnetstabilisator • Lang levetid samt høj genanvendelsesmulighed • Er modulære med relativt enkel installering. • Drift og vedligeholdelse er begrænset med minimalt slid og ælde • Mulig placering på bygninger og jordarealer uden kommerciel værdi.
Ulemper (Energistyrelsen, 2023b: 255-277)	<ul style="list-style-type: none"> • Vejrdependent med fluktuerende energiproduktion • Kræver relativt store arealer samt ekstra areal $25 \pm 10\%$ til veje, transformerstation m.fl.

6.2.4 Onshore vindmøller

Den gængse landbaserede vindmølle, der aktuelt installeres, er en horisontalakset, tredobbelt rotorbladet, vindmølle, der er tilsluttet elnettet. Den benytter aktiv bladvinkeljustering, variabel hastighed og yaw-styring for at optimere energiproduktionen under varierende vindhastigheder. (Energistyrelsen 2023b:205-207).

Vindmøller fungerer ved at indfange den kinetiske energi i vinden med rotorbladene og overføre den til drivakslen. Drivakslen er forbundet enten til en hastighedsforøgende gearkasse, der er koblet til en mellem- eller højhastighedsgenerator, eller til en langsomtgående direkte-drevet generator. Generatoren omdanner herefter akslens rotationsenergi til elektrisk energi. I moderne vindmøller kontrolleres vinklen på rotorbladene for at maksimere effektproduktionen ved lave vindhastigheder og opretholde en konstant effektudgang samtidig med at mekanisk stress og belastning på møllen begrænses. Nedstående figur x illustrerer en generel beskrivelse af mølleteknologien og det elektriske system, med en mølle med gearkasse. Bemærk at figuren

jf. den nye regel for direkte linjer, ville illustrere et elkabel direkte til forbrugeren fra substationen (transformerstation), hvorfra resterende el sendes ud i elnettet (Energistyrelsen 2023b:205-207).



Figur 12 Generel illustration af et vindturbin- og elektrisk system (Energistyrelsen, 2023b: 206)

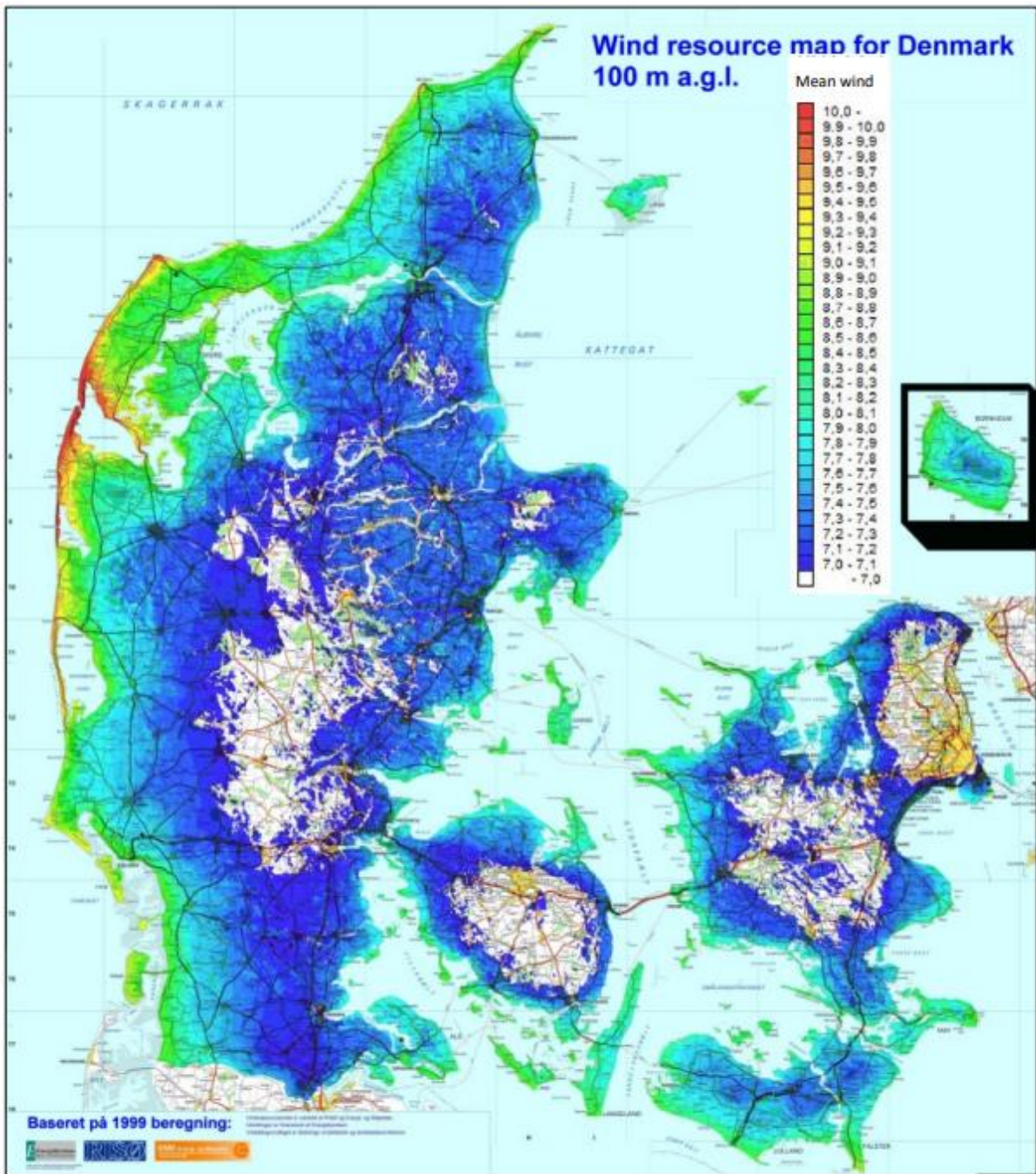
Vindmøller er designet til at fungere inden for et vindhastighedsområde, der er begrænset af en lav "startvindhastighed" og en høj "stopvindhastighed". Når vindhastigheden er under startvindhastigheden, er energien i vinden for lav til at udnyttes. Når vindhastigheden når startvindhastigheden, begynder møllen at producere elektricitet. Ved stigende vindhastigheder øges effektudgangen, og ved en bestemt vindhastighed når møllen sin nominelle effekt. Ved højere vindhastigheder justeres bladvinklen for at opretholde den nominelle effektudgang. Når vindhastigheden når stopvindhastigheden, bliver møllen enten lukket ned eller betjent i en reduceret effekttilstand for at undgå mekanisk skade (Energistyrelsen 2023b: 205-207).

Husstandsvindmøller (mikrovindmøller/små vindmøller)

Husstandsvindmøller refererer til mikrovindmøller eller små vindmøller med en kapacitet på op til 25 kW. Ifølge de danske regler skal husstandsvindmøller (op til 25 kW) placeres i umiddelbar nærhed af en bygning (inden for en afstand på 20 m) og være underlagt de samme støjkrav som store vindmøller.

Kapacitetsfaktoren for små vindmøller varierer betydeligt afhængigt af de lokale forhold. Møllerne er typisk placeret i nærheden af bygninger og træer, hvilket medfører en reduceret årlig produktion fra møllerne. Den specifikke effekt har ligesom for større vindmøller indflydelse på kapacitetsfaktoren, og den relativt lave navhøjde spiller også en rolle. I denne undersøgelse antages en gennemsnitlig kapacitetsfaktor på 18% (svarende til cirka fuldlasttimer). Der findes dog ingen offentligt tilgængelige statistikker til bekræftelse af dette, da husstandsvindmøller kun rapporterer om solgt elektricitet, og direkte forbrug af elektricitet fra møllerne ikke registreres (Energistyrelsen 2023b: 223-224).

Nedenstående vindressourcekort illustrerer områder med lav (mørkeblå 7.1 m/s) vindressource til områder med høj vindressource (rød 10 m/s) 100 meter over terrænet. Baseret på kortet ligger Bornholms vindressource mellem 7,5- 9 m/s.



Figur 13 Vindressourcekort over Danmark (Energistyrelsen, 2023b: 210)

Vindkraft (Elproduktion)	<i>Kollektive onshore vindmøller</i>
Input	<ul style="list-style-type: none"> Vind. Startvindhastighed \approx 3-4 m/s, Stopvindhastighed \approx 25 m/s

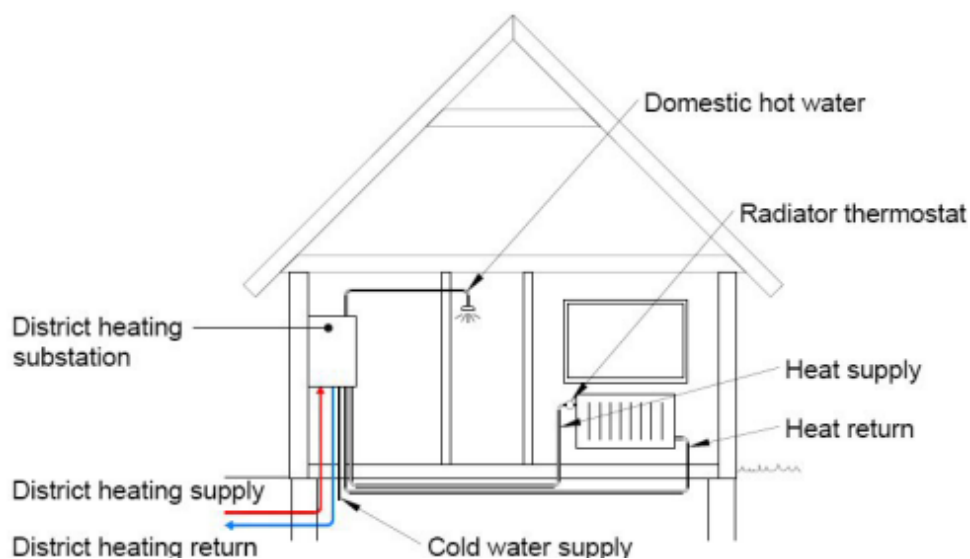
	<ul style="list-style-type: none"> • Nominel effekt ved $\approx 10-12$ m/s (afhængigt af vindmøllens effekt) • Vindeffekten beregnes med ligningen: $P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot u^3$, hvor ρ er luftdensiteten, A er rotoroverfladens areal og u er vindhastigheden.
Output	<ul style="list-style-type: none"> • Elektricitet (jævnstrøm) konverteret til vekselstrøm via inverter. • Typisk kapacitetsfaktor på ca. 35% svarende til 3100 fuldlasttimer/år, afhængigt af geografiske forhold.
Typiske kapaciteter	<ul style="list-style-type: none"> • Nye onshore vindmøller har i dag typisk en kapacitet mellem 2 til 6 MW. • Husstandsvindøller, som omfatter mikro- og små vindmøller, har typisk kapaciteter i intervallet 1-25 kW.
Reguleringsmulighed	<ul style="list-style-type: none"> • Meget varierende elproduktion, effekten er derfor afhængig af relativt stærk vindressource for at kunne ned- eller opreguleres (sidstnævnte kun ved effektbegrænset tilstand).
Fordele	<ul style="list-style-type: none"> • Kort implementeringstid sammenlignet med de fleste alternative teknologier. • Drift uden udledning af drivhusgasser og luftforurenende stoffer. • Fleksibel teknologi, der kan udvides i kapacitet efter behov, hvilket undgår overinvesteringer og tabte omkostninger. • Stabile og forudsigelige omkostninger på grund af lave driftsomkostninger og fravær af brændselsomkostninger.
Ulemper	<ul style="list-style-type: none"> • Vejrdependent med fluktuerende energiproduktion • Risiko for geografiske forstyrrelser med lavere effekt som følge. • Betydelige kapitalinvesteringer kræves. • Moderat bidrag til den samlede kapacitet sammenlignet med termiske kraftværker. • Behov for regulering af strømmen. • Æstetisk påvirkning og støjgener.
(Energistyrelsen 2023b: 205-224).	

6.3 Kollektiv varmforsyning – Fjernvarme

6.3.1 Fjernvarme

Fjernvarme er et netværk af hydrauliske vandrør, der har til formål at distribuere termisk energi til forbrugernes varmtvandsforbrug samt vandbaserede varmesystem som eksempelvis radiatorer eller gulvvarme. Den termiske energi kan komme fra flere forskellige kilder herunder kraftvarmeværk (forbrænding af: biomasse, kul, olie), industriel overskudsvarme, affaldsforbrænding m.fl. Mere end 60% af danske husholdninger er tilkoblet et af de omkring 400 fjernvarmenet og ca. 95% af forbrugerne i de større danske byer med fjernvarme er tilkoblet (Energistyrelsen 2022: 41).

Hver tilkoblet bygning anvender en transformatorstation til at modtage og omdanne varmen fra det overordnede fjernvarmenet, så det kan anvendes til varme- og brugsformål i boligen (Ibid.).



Figur 14 Fjernvarme unit (Energistyrelsen, 2022: 43)

Ovenstående figur X illustrerer en bolig med tilkobling til fjernvarmenettet gennem en transformatorstation.

<i>Fjernvarme unit</i> (Varme)	<i>Fjernvarme</i>
Input	<ul style="list-style-type: none"> • Varme i form af varmt vand leveret fra fjernvarmenettet.
Output	<ul style="list-style-type: none"> • Varmt vand til varmesystem og brugsvand.
Typiske kapaciteter	<ul style="list-style-type: none"> • En fjernvarme units' kapacitet til rumopvarmning dimensioneres baseret på fjernvarmetemperaturer og maksimalt tilladt trykfald. • I enfamilieshuse er typisk rumopvarmningskapacitet omkring 10 kW ved fjernvarmetemperaturer på 70/40 °C og et maksimalt tilladt trykfald på ca. 0,3 bar i hovedrørene.
Reguleringsmulighed	<ul style="list-style-type: none"> • Reguleringsmuligheden for fjernvarme unitten er fra 0-100 % næsten øjeblikkeligt. • Designkriterier inkluderer kontrol af varm brugsvandstemperatur, flowtemperatur til varmesystemet, tryktab og evne til at opretholde en lav returtemperatur. • Bygningsregulering i Danmark kræver styring af flowtemperaturen i overensstemmelse med udendørstemperaturen og installation af radiatorventiler på alle radiatorer i bygningen.
Fordele	<ul style="list-style-type: none"> • Nem kontrol og næsten øjeblikkelig respons ved regulering af varmeoutput (0-100%) • Kompakt design med lille pladsoptagelse i boligen • Lave vedligeholdelsesomkostninger • Lavt lydniveau • Ingen lokal forurening • Stor fleksibilitet og høj forsyningssikkerhed • Udnyttelse af overskudsvarme muliggør billig energilagring i stor skala og integration af sol- og vindenergi
Ulemper	<ul style="list-style-type: none"> • Omkostningstung anlægningsfase med nedgravning af fjernvarmerør • Tab af varme i distributionsnettet øger drifts- og vedligeholdelsesomkostninger

(Energistyrelsen 2022: 41-44).

- Begrænset udbygning af fjernvarmenettet til urbane områder på grund af befolkningstæthed/varmetæthed
- Sammenligning af fjernvarme og individuelle opvarmningsteknologier kræver inkludering af resten af fjernvarmenettet for en helhedsbetragtning (økonomisk, socialt og miljømæssigt perspektiv)

I forhold til at sammenligne fjernvarme med individuelle opvarmningsteknologier, kan f.eks. en sammenligning af transformatorstation og en varmepumpe ikke foretages uden også at medregne resten af fjernvarmenettet. Dette er både fra et økonomisk, socialt og miljømæssigt perspektiv (Ibid.)

KAPITEL 7: Awareness and Defining Success

Nærværende projektrapport ønsker at indskrive sig i BRK's allerede eksisterende vision og målsætninger for energisektoren, for efterfølgende at kunne udarbejde den mest rentable og visionære planlægningsstrategi for de valgte fokusområder inden for energisektoren. Dette ønskes opnået gennem en empiriindsamling på baggrund af kvalitative interviews med relevante aktører fra Bornholm samt dokumentanalyse af relevante direktiver, forordninger og strategier fra forskellige governance niveauer.

Når vi skal tilgå den nuværende varmeplanlægningssituation på Bornholm, bliver det nødvendigt at fastslå, at aktørernes interesser og visioner muligvis kan differentiere sig fra hinanden, også selvom særligt BRK og BEOF arbejder mod de fælles målsætninger præciseret i Energi-strategi 2040.

7.1 Bornholms Regionskommunes organisationsstruktur, kommunalfuldmagten og var-meforsyningslov

Bornholms Regionskommune (BRK) er en todelt organisation bestående af 3500 medarbejdere, fordelt over de politiske og administrative opgaver i det bornholmske samfund. Den politiske del af organisationen er bestående af de folkevalgte politikere i kommunalbestyrelsen, udvalgene osv., og den administrative del består af de ansatte i regionskommunen til dagligt (BRK, u.å:a). Informanten fra BRK beskriver i nedenstående citat hvordan den kommunale handlen og forståelse internt i kommunen, nogle gange kan synes divergent:

"Vi [kommunen] består af flere aktører og som også har flere forskellige dagsordner. Vi har jo både en administrativ ledelse, og det politiske niveau, som er kommunalbestyrelsen og de forskellige udvalg, så der er jo også det, at man måske kan have forskellige ønsker eller dagsordner, så man trækker forskellige veje hos både kommunalbestyrelsen i forhold til hvad vi måske ser fagligt som planlæggere og som medarbejdere der skal forvalte forskellige lovgivning" (Bilag 5: [02:49 - 03:35]).

Styreformen i BRK placerer kommunalbestyrelsen på den politiske styringspost, hvor der stemmes for eller imod overordnede politikker, der efterfølgende udarbejdes og specificeres i de respektive udvalg. Efterfølgende uddelegeres de udarbejdede politikker til den administrative del af organisationen, de respektive udvalg engageres og politikken forsøges implementeret i overensstemmelse med lov og regulering. På varme og el er denne nærværende lovgivning

bl.a. el- og varmforsyningslovene, udbudslove, bekendtgørelser relateret til kommuner og regioners udførelse af opgaver for andre myndigheder samt deres deltagelse i andre selskaber jf. forsyning. BRK anvender dermed en central styringsmodel, hvor politiske mål og strategier udformes og rammesættes i kommunalbestyrelsen og udvalgene, for efterfølgende at uddelegere arbejdsopgaverne for de underliggende centre (BRK, u.å:b).

Som eneste regionskommune i Danmark, adskiller BRK sig fra landets andre offentlige instanser. I stedet for den sædvanlige rolle- og opgavefordeling mellem regioner og kommuner, fungerer BRK i stedet som en sammenfletning af de to politiske enheder. Regionskommunen er ansvarlig for at varetage en almindelig kommunes opgaver såvel som at varetage de opgaver som almindeligvis er inddelt mellem regioner og kommuner. BRK's opgaver er i deres administrative/udøvende rolle, fordelt ud på tre forskellige roller; planlæggerrolle, servicerolle og myndighedsrolle. I planlæggerrollen skal kommunalbestyrelsen rammesætte vilkårene og retningen for den samfundsmæssige udvikling for øen. I servicerollen skal kommunalbestyrelsen offerere diverse serviceydelser herunder pasning og plejning af hhv. børn og ældre, samt forvalte og vedligeholde infrastruktur, såsom veje, kloakering m.fl., for øens erhverv og borgere. Kommunalbestyrelsens tredje rolle er som myndighed på forskellige områder som eks. Bygge- og miljøsager. BRK er ligesom resten af landets kommuner underlagt kommunalfuldmagten, der som en samling af uskrevne regler; grundsætninger, angående kommunernes varetagelse af opgaver uden lovhjemmel (BRK, u.å:c). Disse regler involverer bl.a. at kommunen ikke må yde støtte til enkelte erhverv eller individer, samt at varetagelsen af bestemte opgaver ikke må være på bekostning af andre myndigheders arbejde, hvis ikke specifik lovgivning siger andet (Ibid.).

Kommunalfuldmagts-princippet kan synes uigennemskuelige, og viger desuden for øvrig lovgivning hvis denne lovgiver konkret om specifikke forhold. Af Kommunernes Landsforening, er fuldmagten beskrevet som:

“Uskrevne retssætninger, der giver kommunen mulighed for at varetage opgaver og foretage visse økonomiske dispositioner af økonomisk karakter uden lovhjemmel” (KL, u.å).

Hvorvidt citatet indeholder ukendt kompleksitet eller blot en pleonasme, fortoner sig fortsat i det uvisse; Advokatfirmaet SIRIUS Advokater har udarbejdet en artikelserie, hvor de stiller skarpt på forskellig lovgivning der på flere måder, har betydning for den grønne omstilling. I dette dokument er det nedfældet, at kommunalfuldmagten gælder:

“Når kommunernes økonomiske dispositioner ikke er reguleret i den skrevne lovgivning, er kommunen underlagt kommunalfuldmagten.” (SIRIUSadvokater.com, 2020a).

I et andet dokument fra SIRIUS, beskrives hvordan kommuner lovmæssigt må forholde sig strategisk til fjernvarmeplanlægning. Først afgør hvile i sig-selv princippet, af varmforsyningslovens § 20, stk. 1 og 2. at kun nødvendige udgifter kan indgå i fjernvarmeprisen. Hernæst kan kommunen i tilfælde af udbygning af kapacitet, godt vælge dyrere (og grønnere) løsninger, grundet at varmforsyningsens prisregler skal indeholde incitamenter til at vælge grøn varme. 5 Fem typer af anlæg/teknologi indbefattes:

- geotermiske anlæg
- solvarmeanlæg
- biogas- eller biomassebaserede varme- eller kraftvarmeverker
- eldrevne varmepumper
- industrivirksomheders overskudsvarme

Investering i, og brug af disse teknologier til grønne fjernvarme projekter, tillader kommunen og forsyningselskaber etc.:

“At prisen for varme fra følgende anlæg og leverandører indeholder et rimeligt overskud, som fastsættes kommercielt, jf. varmforsyningslovens § 20b” (SIRIUSadvokater.com, 2020b).

Hernæst afgør substitutionsprincippet, at overskuddet fra varmeprisen ikke må være højere end substitutionsprisen, dvs. Offeromkostningen ved selv at producere varmen eller købe den af en tredjemand (Ibid: 3). Lidt uklart beskriver dokumentet konsekvenserne af dette for fremtidige projekter set i relation til prisudvikling på forskellige typer teknologi eller energi. Derfor konkluderes det, at selvom udledningen af fossile brændsler skal begrænses, er det rettere prisreglerne, som får afgørende betydning for aktørens handlerum, særligt hvis alternativerne til de grønne løsninger, er billigere. Afslutningsvis har ændringer i loven om tilslutnings- og forblivespligt betydet, at kommunerne ikke kan pålægge borgere disse (Ibid: 1).

Ovenstående forhold kan gøre det besværligt for BRK at handle strategisk, da udvikling i priser og i lige så høj grad udviklingen i regulering og rammevilkår, får en større betydning for hvornår og i hvor høj grad, fjernvarmen er konkurrencedygtig overfor individuelle opvarmningsløsninger.

7.2 Bornholms regionskommunes strategier & visioner

Det følgende afsnit vil belyse og give en kort gennemgang af Bornholms Regionskommunes centrale visioner og strategier, der skal danne grobund for projekts planlægning af udfasningen af oliefyr frem mod 2030. Det kan fremhæves, at en sådan forståelse er afgørende for at sikre overensstemmelse mellem projektets planlægningsstrategi og de allerede eksisterende strategier og visioner. Der vil her fokuseres på Bright Green Island visionen, Energistrategien 2040 samt Bornholms varmeplan.

7.2.1 Bright Green Island

Det er vigtigt at være bevidst om Bright Green Island visionen, da dette projekt ønsker at indskrive sig i Bornholms Regionskommunes vision og strategiske retning fremad. Ved at være opmærksom på visionen kan projektets planlægningsstrategi bedre forstå og støtte de overordnede mål og principper, der er fastlagt for Bornholm. Med projektets ønske om at udarbejde en hensigtsmæssig planlægningsproces for udfasningen af oliefyr frem mod 2030 er det afgørende at have kendskab til Bornholms Regionskommunes visioner og strategier. Dette sikrer, at projektets langsigtede planlægningsstrategi er i overensstemmelse med de allerede definerede strategier og visioner (Bornholms Regionskommune, 2018).

Bright Green Island visionen - Bornholmermålene frem mod 2035 - er en strategisk vision udviklet af Bornholms Regionskommune i juli 2018 med det formål at sikre en bæredygtig fremtid for Bornholm. Visionen er baseret på FN's verdensmål og sigter mod at gøre øen til et forbillede inden for bæredygtig udvikling og etablere Bornholm som en førende aktør inden for grøn omstilling (Ibid.).

Bornholmermålene er dermed forankret i FN's verdensmål og bygger på tre centrale principper: økonomisk bæredygtighed, social inklusion og miljømæssig ansvarlighed. Disse principper udgør grundlaget for en holistisk tilgang til øens udvikling og danner samtidig rammen for de fastsatte mål, der stræber efter at blive nået inden 2035. Af nedenstående figur fremgår nogle af de centrale steder, hvor Bornholm og FN's verdensmål er tæt forbundet:

- #1** Bornholm gør bæredygtighed til god forretning.
- #2** Bornholm fører regnskab med sin grønne omstilling.
- #3** Bornholm vil til enhver tid være et forbillede som et klimavenligt samfund.
- #4** Bornholm kører grønt på land.
- #5** Bornholm kobler bæredygtighed og boliger med kulturel identitet.
- #6** Bornholm er fyrtårn for bæredygtige danske fødevarer
- #7** Bornholm gør sin naturrigdom til en del af bundlinjen.
- #8** Når jeg er på Bornholm, er jeg en del af Bright Green Island.



Figur 15 Bornholmermålene og FN's verdensmål (Bornholms Regionskommune, 2018: 29).

Målene spænder over forskellige sektorer, herunder energi, transport, turisme, naturbeskyttelse og bæredygtig produktion. Visionen sigter mod at etablere en cirkulær økonomi, hvor ressourcer genanvendes og udnyttes effektivt. Desuden søger den at reducere CO₂-udledningen gennem brug af vedvarende energikilder og energieffektivisering, fremme bæredygtig transport samt forbedre økosystemets tilstand på Bornholm. En vigtig del af visionen er også at sikre social inklusion og lighed ved at skabe gode levevilkår for øens befolkning, samt skabe arbejdspladser og økonomisk vækst gennem bæredygtige industrier og turisme. Bornholms Regionskommune lægger stor vægt på inddragelse af borgere, virksomheder, organisationer og uddannelsesinstitutioner for at skabe bred opbakning og stærkt samarbejde omkring visionens gennemførelse. Jörgen Edström fra BOEF understreger her vigtigheden af at give ordentlig rådgivning og levere troværdige forklaringer, så der kan træffes informerede valg:

“Det er bare sindssygt vigtigt, at de tænker, at vi giver ordentlig rådgivning, det er de rigtige ting, vi siger, og vi står ved det, vi har fortalt og man kan stole på vores forklaringer. Så det

er jo også noget, der betyder noget for mennesker, når det skal træffe valg. Det kan være svært som enkelthusejer at gennemskue” (Bilag 2: [38:25 - 39:01]).

Det er således afgørende at Bornholms Regionskommune gennem Bright Green Island sikre, at der er tilgængelige og pålidelige informationskanaler, der hjælper og støtter borgere og virksomheder i at forstå og implementere bæredygtige praksisser. Dette vil bidrage til at opbygge tillid, skabe opbakning og sikre en effektiv gennemførelse af initiativet på øen.

Det er vigtigt at være bevidst om Bright Green Island visionen, da dette projekt ønsker at indskrive sig i Bornholms Regionskommunes vision og strategiske retning fremad. Ved at være opmærksom på visionen kan projektets planlægningsstrategi bedre forstå og støtte de overordnede mål og principper, der er fastlagt for Bornholm. Dette inkluderer også FN's verdensmål, da Bornholmermålene er tæt forbundet med dem og Bornholm aktivt arbejder på at bidrage til deres opfyldelse. Dermed er Bornholms vision og strategier også i tråd med en bredere international dagsorden for bæredygtig udvikling.

For at sikre en mere detaljeret og målrettet tilgang til planlægningen af udfasningen af oliefyrrer og realiseringen af Bornholmermålene, er det også essentielt at inddrage Bornholms Energi-strategi 2040. Denne strategi er udviklet af Bornholms Regionskommune med det formål at skabe en langsigtet og bæredygtig energiforsyning på øen.

7.2.2 Bornholms Energi-strategi 2040

Bornholms Energi-strategi 2040 er en væsentlig faktor at tage højde for i planlægningen af udfasningen af oliefyrrer og realiseringen af Bornholmermålene. Strategien er udviklet af Bornholms Regionskommune med det formål at etablere en langsigtet og bæredygtig energiforsyning på øen. Strategien er baseret på en anerkendelse af Bornholms unikke geografiske og klimatiske forhold og sigter mod at udnytte disse til at fremme vedvarende energikilder, herunder sol- og vindenergi.

Bornholms Energi-strategi 2040 har en ambitiøs vision om at reducere øens afhængighed af fossile brændstoffer og fremme en mere effektiv og klimavenlig energisektor. Strategien lægger vægt på en omfattende overgang til vedvarende energikilder og energieffektiviseringstiltag for at mindske CO₂-udledningen og minimere miljøpåvirkningen. Målet er at skabe en energiforsyning, der er bæredygtig, pålidelig og økonomisk levedygtig på lang sigt (Bornholms regionskommune, 2020:6).

Energistrategien indebærer en række konkrete tiltag og initiativer, der blandt andet omfatter etablering af solcelle- og vindmølleparker, der samtidig skal reducere brugen af biomasse og fremme energibesparelser gennem energieffektive løsninger i både den private og offentlige sektor. Desuden ligger strategien vægt på udvikling af intelligente energinetværk og smart grid-systemer for at optimere energiforsyningen og -forbruget (Bornholms regionskommune, 2020:10).

Ved at integrere Bornholms Energistrategi 2040 i projektets planlægningsproces kan der opnås en større sammenhæng og synergi mellem de overordnede mål for Bornholms energiforsyning og nærværende projektrapport. Dette er gjort med henblik på at sikre projektet understøtter de langsigtede mål for en bæredygtig energiforsyning på Bornholm. Samtidig vil denne inkorporering af strategiens mål og retningslinjer skabe en klar sammenhæng og synergi mellem de overordnede mål for energiforsyningen på Bornholm og de specifikke løsningsforslag for projektet.

Det er vigtigt at bemærke, at Bornholms Energistrategi 2040 ikke blot er et isoleret dokument, men snarere en integreret del af Bornholmermålene og den overordnede vision om at gøre Bornholm til et forbillede for bæredygtig udvikling. Energistrategien demonstrerer BRK's engagerede indsats for at skabe en fremtidig energiforsyning, der er i harmoni med principperne om økonomisk bæredygtighed, social inklusion og miljømæssig ansvarlighed. Denne strategi tjener som et vigtigt redskab til at opnå Bornholmermålene og bidrager samtidig til at opfylde FN's verdensmål for bæredygtig udvikling. Ved at følge og implementere Bornholms Energistrategi 2040 kan Bornholm positionere sig som en førende aktør inden for grøn omstilling og inspirere andre kommuner til at følge deres eksempel.

Bornholms Energistrategi 2040 indeholder konkrete mål og initiativer, herunder delmål 1.2.2, om udfasningen af oliefyr frem mod 2030, der er udgangspunktet for nærværende projekt. Dette mål danner en solid ramme for at aktivt bruge energistrategien i planlægningen af udfasningen af oliefyr på Bornholm. Ved at referere til delmål 1.2.2 kan projektet tydeligt definere målet om at eliminere brugen af oliefyr inden 2030 som en direkte respons på Bornholms Energistrategi 2040. Dette sikrer en strategisk og forpligtet tilgang til at opfylde energistrategiens mål og samtidig bidrage til Bornholms overordnede vision om bæredygtig udvikling. Desuden kan energistrategien fungere som en kilde til konkret viden og vejledning. Ved at studere strategiens anbefalinger og bedste praksisser for alternative energikilder og teknologier, kan pro-

jektet identificere de mest hensigtsmæssige og effektive erstatninger for oliefyr. Dette kan omfatte implementering af solenergi, pillefyr eller andre bæredygtige varmekilder, der er i overensstemmelse med strategiens målsætninger og principper.

Yderligere kan energistrategiens integrerede tilgang og samarbejdsfokus udnyttes til at engagere relevante interessenter og aktører i udfasningsprocessen. Ved at inddrage projektets aktørkategorier; *De politiske aktører*, *De tekniske aktører* og *brugerne af energisystemet*, kan projektet sikre en bred opbakning og et effektivt samarbejde om at implementere udfasningen af oliefyr. Energistrategien fungerer som en fælles platform og referenceramme, der kan samle disse aktører omkring det fælles mål. Kort sagt kan energistrategien bruges aktivt i planlægningen af udfasningen af oliefyr ved at definere mål og retningslinjer, tilbyde viden og vejledning samt skabe en bred samarbejdsplatform. Ved at trække på energistrategiens delmål 1.2.2 kan nærværende projekt sikre, at udfasningsprocessen er i overensstemmelse med Bornholms langsigtede energistrategi og bidrager til realiseringen af Bornholmermålene.

7.2.3 Handleplan for energistrategien

Handleplanen for udskiftning af oliefyr og energirenovering, der blev offentliggjort den 21. maj 2021, spiller en væsentlig rolle inden for rammerne af Bornholms Energistrategi 2040. Strategien sigter mod at reducere CO₂-udledningen ved at fokusere på energieffektivisering af bygninger på Bornholm. Handleplanen er specifikt rettet mod to målsætninger i energistrategien: udskiftning af oliefyr og energirenovering.

Handleplanen har en tidsramme, der strækker sig fra 2021 til 2023, og dens primære formål er at udskifte mindst 1.500 oliefyr i perioden 2021-2025 samt fuldstændig fjerne brugen af oliefyr på Bornholm inden 2032. Derudover inkluderer handleplanen også energirenovering af bygninger på øen. Selvom udskiftning af oliefyr er hovedfokus i 2021, er det hensigtsmæssigt at indarbejde bredere energieffektiviseringstiltag som isolering allerede fra 2021, da information om tilskudspuljer og besparelspotentiale ofte omfatter begge områder

Finansieringen af handleplanen er fastlagt til et samlet budget på 550.000 kr. Dette beløb dækker udgifter til ansættelse af personale, ekstern rådgivning samt forskellige aktiviteter såsom annoncering og afholdelse af borgermøder. Finansieringen forventes at være inden for de allerede afsatte midler under bevillingen for Erhverv, byg og plan. (Bornholms Regionskommune, 2021:4)

Vi kan drage inspiration fra handleplanen og dens anvendte værktøjer i vores eget projekt ved at identificere og sprede viden om tilgængelige finansieringsmuligheder og besparelespotentiale. Desuden kan vi planlægge en informationskampagne i samarbejde med relevante organisationer og myndigheder for at øge kendskabet til tilskudspuljer og lånemuligheder. Dialog med borgerne og virksomhederne er af afgørende betydning for at indhente input til vores planlægning samt for at skabe bevidsthed om CO₂-reduktion og de økonomiske fordele ved energieffektivisering.

7.2.4 Varmeplan Bornholm 2013

Varmeplan Bornholm 2013 er udarbejdet af Bornholms Regionskommune med henblik på at give en helhedsorienteret oversigt over den nuværende varmforsyningssituation på Bornholm samt vurdere de videre muligheder for at etablere fjernvarme i de resterende bysamfund på Bornholm. Planen præsenterer også lokale målsætninger og tiltag for varmforsyningen, hvilket skulle give borgerne og erhvervslivet en forståelse for udviklingen af varmforsyningen de kommende år.

Varmeplanen bygger på en analyse af de tilgængelige lokale brændsler på Bornholm samt en politisk satsning på vedvarende energikilder. Der lægges således vægt på at udnytte disse brændsler i udbygningen af fjernvarmen. Det er vigtigt at bemærke, at Varmeplan Bornholm 2013 ikke er en lovpligtig sektorplan, men snarere et planlægningsværktøj udarbejdet af Bornholms Regionskommune. Planen blev samtidig sendt i offentlig høring for at inddrage borgerne, selvom der ikke er formelle krav om dette.

Varmeplanen består af flere dele, herunder en statusdel, hvor den daværende varmforsyningssituation er beskrevet. Her gives der en kortlægning af energiforbruget til opvarmning på Bornholm samt en beskrivelse af miljømæssige forhold forbundet hermed. Opvarmning på øen var i den periode domineret af tre typer: individuelle oliefyr, elvarme og fjernvarme, og planen indeholder en fordeling af disse typer opvarmning og det tilhørende energiforbrug.

Selve plandelen af varmeplanen omfatter mål og handlingsplaner. Her identificeres byerne Gudhjem (inklusive Melsted), Svaneke, Aarsdale, Listed, Allinge, Sandvig, Tejn og Sandkås som egnede til etablering af fjernvarme. For hver by er angivet brugerbesparelse over en 20-årig periode i nuværdi, samfundsøkonomisk overskud over en 20-årig periode i nuværdi, økonomisk overskud for øen over en 20-årig periode i nuværdi, årlig CO₂-reduktion og tilvækst af årsværk over en 20-årig periode. Disse tal er baseret på forskellige scenarier, herunder overgangen fra oliefyr til fjernvarme eller varmepumper.

I varmeplanen beskrives samtidig det lovgrundlag, der regulerer den kommunale administration af varmforsyningsområdet. Planen nævner, at før 1990 blev varmeplanlægningen udført gennem vedtagelse af kommunale og regionale varmeplaner. Efter 1990 blev den projektorienterede varmeplanlægning introduceret, hvor kommunerne vedtog projektforslag for kollektive varmforsyningsanlæg. Lovpligtige varmeplaner blev afskaffet, og varmeplanlægningen blev mere fokuseret på lokale projekter og initiativer. Varmeplan Bornholm 2013 er et eksempel på denne projektorienterede tilgang til varmeplanlægning.

Varmeplan Bornholm 2013 er et værdifuldt værktøj, der giver overblik over den løbende varmforsyningsituation der har været på Bornholm. Selvom situationen ikke er den samme som i 2013, er planen stadig et værdifuldt værktøj til at forstå den eksisterende infrastruktur og de strategiske mål og handlinger.

7.3 Projektets Vision

For at opnå en hensigtsmæssig strategisk varmeplanlægning på Bornholm og udvikle en handlingsplan specifikt rettet mod udfasningen af oliefyr på øen, er det jf. Afsnit 4.2.1 *Awareness & Defining Succes* nødvendigt at fremlægge projektets egen vision. Visionen skal integreres i projektets løsningsforslag og fungere som guideline for fremtidens varmeplanlægning hen mod 2032. Denne vision bør afspejle og støtte Bornholms Regionskommunes allerede eksisterende strategier og visioner, hvorfor projektet skriver sig ind i energistrategiens allerede fremlagte delmål 1.2.2., der dermed vil fungere som en konkretisering af de ønskede virkninger, som planlægningen skal medføre. Projektets vision er formuleret som følgende.

PROJEKTETS VISION

Frem mod 2030 skal alle oliefyr på Bornholm være erstattet med grønne løsninger og inden 2025 skal mindst 1.500 oliefyr være udfaset

7.4 Delkonklusion

Dette kapitel har identificeret Bornholms regionskommunes vision for et fremtidigt varmesystem på Bornholm og undersøgt, hvordan en vision for udfasningen af oliefyr frem mod 2030 kan understøtte denne. BRK's vision for bæredygtighed er tydeligt forankret i deres strategiske

vision "Bright Green Island", der bygger på FN's verdensmål og sigter mod at omsætte viden og bæredygtighed til kommerciel succes både lokalt og globalt. Visionen fokuserer på økonomisk bæredygtighed, social inklusion og miljømæssig ansvarlighed som centrale principper.

En vigtig del af Bornholms energistrategi er udfasningen af oliefyr inden 2030. For at støtte denne vision og strategi er det afgørende at udvikle en planlægningsstrategi, der er i overensstemmelse med de allerede eksisterende strategier og visioner. Denne strategi skal tage højde for Bornholms unikke organisationsstruktur og kommunalfuldmagten, der påvirker beslutningsprocessen og aktørernes handlemuligheder. Det er vigtigt at være opmærksom på, at aktørernes interesser og visioner kan variere, selvom Bornholms regionskommune og andre relevante aktører arbejder mod fælles mål i Energistrategi 2040. Den politiske og administrative struktur i BRK kan skabe forskelle og divergerende dagsordner, hvilket kan påvirke beslutningsprocessen og implementeringen af strategier. Prisregulering og lovgivning spiller også en afgørende rolle for aktørernes handlemuligheder i forhold til grøn omstilling og udfasning af oliefyr. Kommunalfuldmagten og varmeplanlægningslovgivningen sætter rammerne for beslutningstagningen og kan begrænse kommunens strategiske handlinger. I lyset af disse faktorer er det vigtigt at udvikle en vision og en planlægningsstrategi for udfasningen af oliefyr frem mod 2030, der tager højde for Bornholms regionskommunes overordnede bæredygtighedsvision og samtidig adresserer de politiske, administrative og lovgivningsmæssige udfordringer.

KAPITEL 8: Baseline Current state

I nedenstående afsnit vil de nuværende varmeløsninger præsenteres. Afsnittet forsøger at give et overblik over varmeteknologier, deres udbredelse samt tilhørende CO₂ udledninger. Dette er nødvendigt for efterfølgende at kunne præsentere anvendelige alternativer til oliefyr. Afsnittet indeholder tilmed refleksioner om hvorfor og hvornår alternativerne til oliefyr er økonomisk- og klimamæssigt forsvarlige, samt hvor langt konkrete strategier og visioner er fra den konkrete situation.

8.1 Nuværende varmekilder på Bornholm

8.1.1 Oliefyr

Ifølge Danmarks statistik findes der 2.058 boliger med oliefyr på Bornholm, hvilket svarer til ca. 10% af den samlede boligmasse. (Danmark statistik 2022a) Disse tal stammer fra BBR registeret, hvilket vil sige at det er borgerne selv, som indberetter tallene og der kan dermed være nogle usikkerheder forbundet med tallene. Disse usikkerheder er en udfordring i et planlægningsregi, hvor det er vigtigt at have pålidelige data. Som det kan ses på kortet i teknologikataloget er oliefyrene spredt ud over det meste af Bornholm og findes således både inde i byerne og ude i landområderne. Det kan dog aflæses at ift. antallet af huse med oliefyr som primær varmekilde, er proportionaliteten langt større ude i landområderne. Det giver også mening i det henseende at fjernvarmen her ikke er en mulighed. Inde i byerne er det muligt at mange af oliefyrene ikke benyttes som primær varmekilde. Det er derfor primært landområderne som er i fokus når man taler boliger med oliefyr på Bornholm. Fyringsolie har en CO₂-udledning på mellem 2,5 og 3 kg CO₂ per liter olie, alt efter hvilke kilder der benyttes og om de indregner udledninger fra udvinding og raffinaderier (Carbonindependent 2023). En anden måde at udtrykke dette er ved kilo per gigajoule (Gj), hvilket vil sige at man måler effekten. Hvor stor CO₂-udledning et oliefyr udleder per GJ. kommer an på hvor godt oliefyret er til at udnytte energien. Ifølge Ole-Kenneth Nielsen, ekspert i emissionsopgørelse på Aarhus Universitet, er udledningerne fra oliefyr omkring 74kg/gj (Ingeniøren 2010). Ifølge Energistrategi Bornholm 2040 var CO₂ udledningen fra oliefyr på ca. 20.000 ton årligt i 2020 (Energistrategi 2020). Det svarer til et forbrug på 6,66 millioner liter fyringsolie på Bornholm med et energioutput på 270.000 GJ. Per oliefyr giver det et forbrug på 3.239 liter og en energi/varmeproduktion på 131 gigajoule. Priserne på fyringsolie varierer som beskrevet i teknologikataloget. I

løbet af det sidste år har prisen varieret mellem 12 kr/l og 16 kr/l, hvilket viser hvordan olieprisen er ustabil. I løbet af de seneste fem år har prisen varieret mellem 9 kr/l og 20 kr/l. I beregningen benyttes et gennemsnitstal beregnet af Bolius på 13,5 kr/l (Bolius, 2023) beregningen viser at det årlige forbrug pr. husstand med oliefyr er næsten 44.000 kr. Et årligt forbrug på 3.239l pr. oliefyr giver samtidigt en CO2 udledning på 9,7 tons. Samlet set er oliefyr både en dyr og meget CO2 tung varmeløsning.

Fyringsolie Bornholm	
Input	
CO2 udledning 2020 (ton)	20.000
CO2 udledning (kg)	20.000.000
CO2 udledning (kg) pr. liter	3
CO2 udledning (kg) per GJ	74
Pris pr. liter fyringsolie (kr)	13,5
Antal oliefyr	2.058
Output	
Årligt forbrug af fyringsolie (L)	6.666.667
Årligt produktion af varme/energi fra fyringsolie (GJ)	270.270
Årligt forbrug pr. oliefyr (L)	3.239
Årlig produktion pr. oliefyr (GJ)	131
Årligt forbrug pr. oliefyr (kr)	43.732
Årligt CO2 udledning pr. oliefyr (kg)	9.718
Årligt CO2 udledning pr. oliefyr (ton)	9,7

Figur 16 Egne CO2- & prisestimer af fyringsolie.

8.1.2 Varmepumpen, elektrificering og pres på elnettet

Varmepumper vinder frem på markedet. På europæisk niveau har EU med RePowerEU-planen et mål om 54 millioner varmpumper i 2030 (Mckinsey, 2023). Til sammenligning findes der på nuværende tidspunkt omkring 20 millioner (EHPA, 2023). I Danmark er antallet af varmpumper også steget fra ca. 90.000 til ca. 225.000 i løbet af de seneste fem år (Danmarks Statistik, 2023b). På Bornholm var der i 2022 omkring 1.700 varmpumper (Danmarks Statistik, 2023a). Jf. afsnittet om varmpumper i teknologikataloget er luft til vand varmpumper en oplagt og direkte erstatning til oliefyr, da denne teknologi anvender samme varmesystem som oliefyret og er en individuel varmekilde, som kan være CO2 neutral, hvis strømmen der driver varmpumpen, kommer fra vedvarende kilder. Selvom det på nuværende tidspunkt ikke er tilfældet, er varmpumpen stadig en væsentlig forbedring ift. oliefyret. Hans Henrik Ipsen fra Trefor fortæller også at antallet af varmpumper stiger på Bornholm. ”Man kan jo se, at herovre i gadebilledet [...] der kommer flere varmpumper.” (Bilag 3, [01:22 - 01:41]). For at udregne CO2 udledningerne fra varmpumper, må der være fokus på strømmen. En varmpumpes strømforbrug afhænger af flere parametre: Typen af varmpumpe, COP-værdi, antal

kvadratmeter og energiklasse af boligen. Strømforbruget for en gennemsnits luft til vand varmpumpe, som jf. teknologikataloget er den mest oplagte erstatning for oliefyret, i et gennemsnits hus på 130 kvm, er 5.746 kWh (greenmatch, 2023). Som tidligere beskrevet er boligmassen på Bornholm dog en smule anderledes en i resten af landet. Dette gælder især på boligerne med oliefyr. Boligerne er ofte landejendomme, som er relativt store og dårligt isolerede, hvilket betyder at varmepumper på Bornholm højst sandsynligt bruger mere strøm end en gennemsnits varmepumpe i Danmark. En måde at beregne hvor meget ekstra strøm varmepumper på Bornholm må forventes at bruge, er at sammenligne tallene med forbruget af olie, som der findes data på i energistrategien. En gennemsnitsbolig har et forbrug på ca. 2500 L (OK, 2023) På Bornholm er gennemsnitsforbruget 3.239 L, hvilket er 29% højere. Det estimerede strømforbrug for en varmepumpe på Bornholm er dermed 7.412 kWh. De nyeste tal tilgængelige for CO₂-udledningen i forbindelse med forbruget på Bornholm er på omkring 25.000 tons årligt, hvilket betyder at CO₂-udledningen pr. varmepumpe i gennemsnit ligger på 0,8 ton. Prisen på strøm på Bornholm afhænger af om man har faste eller variable elpriser, for enkeltheds skyld regnes der med faste priser på nuværende niveau i estimatet. Beregningen viser at udgiften til strøm med den nuværende elpris, ligger på 22.000 kroner årligt. Samlet set vil en gennemsnitsbolig på Bornholm der skifter fra oliefyr til luft til vand varmepumpe dermed gå fra at have en CO₂-udledning på 9,7 ton/år til 0,8 ton/år og en driftsudgift på 44.000 kr./år til 22.000 kr./år.

Strømforbrug Varmepumpe	
Gennemsnitsforbrug årligt kWh	5746
Gennemsnitsforbrug på Bornholm (%)	129
Gennemsnitsforbrug årligt på Bornholm kWh	7412
CO₂ udledning Varmepumpe	
CO ₂ -udledning for elforbruget på Bornholm 2019 (ton)	25331
Elforbrug på Bornholm (TJ)	781
Elforbrug på Bornholm (kWh)	216944444
CO ₂ -udledning pr. kWh (ton)	0,00011676
CO ₂ -udledning pr. kWh (kg)	0,11676261
CO ₂ -udledning pr. varmepumpe (ton)	0,865
CO ₂ -udledning pr. varmepumpe (kg)	865
Pris Varmepumpe	
Priser for elforbrug (kr/kWh)	
Pris 00-06	2,67
Pris 06-17	2,83
Pris 17-21	3,61
Pris 21-24	2,83
Gennemsnitspris (kr/kWh)	2,985
Pris pr. varmepumpe (kr)	22.126

Figur 17 Egne CO₂- og prisestimer af luft-til-vand varmepumpe

Én af Edströms vigtigste pointer vedrørende elnettets maksimum kapacitet betyder, at en øget elektrificering af øens varmekilde vil kunne belaste det nuværende elnet, og at dette skal udbygges, for at kunne understøtte den ønskede udvikling:

“Det her 60 MW-kabel over til Sverige, det sætter ligesom grænsen for, hvor meget vi kan producere på øen. I dag tror jeg, vi har 37 MW vind. Der er planer om en 50 MW solceller, og jeg tror, der ligger 15 MW sol på øen lige nu.” (Bilag 2: [23:29-:23:48]).

Ifølge delmål 1.1.1 i energistrategien skal produktionen af strøm være CO₂ neutral i 2025 (energistrategien, 2020). Her skal man være opmærksom på forskellen på produktionen og forbruget af el på Bornholm. Bornholm har en import af strøm fra Sverige gennem søkablet, som i 2020 havde en CO₂-udledning på ca. 17.000 tons (energistrategien, 2020). Dvs. at selvom Bornholm opnår målet om en CO₂-neutral energiproduktion, kræver det samtidig at enten den importerede strøm også bliver CO₂ neutral, eller at man stopper importen af strøm for at varmepumperne på øen bliver CO₂-neutral. Derudover kræver det også at elnettet kan håndtere den øgede elektrificering, som blandt andet flere varmepumper vil betyde. Ipsen fortæller at det kræver en udbygning af elnettet.

“Det (elnet) man har bygget, da man har lavet det, der havde man ikke elbiler, og heller ikke varmepumper på samme måde, så det skal selvfølgelig tilpasses, det vi har. Så det er sådan en kort indflyvning.” (Bilag 3: [01:41 - 01:57]).

Vendes der tilbage til Edström citat om maksimumkapaciteten på elnettet, bør dette bestemt tages in mente, før analysen afsnit om Creative Solutions udfoldes. Projektet anerkender varmepumpe-teknologien, som værende attraktiv, både i forhold til brugerøkonomi og klima, foruden de mindre belyste miljømæssige fordele, som indeklima, partikel- og jordforurening.

I et tænkt scenarie, hvor der gradvist indtræder tusind nye varmepumper på 7 kilowatt, vil dette, når (og hvis) alle tusind varmepumper kører på maksimum kapacitet, også selvom dette er usandsynligt, yde et pres på 7 megawatt (MW) yderligere på elnettet, der jf. Edström har 60 MW-kapacitet. Uanset hvor realistisk ovenstående anslag ender med at være, bør det noteres, at varmepumperne kan øge presset på et elnet der i forvejen er genstand for udbygning, og hvor tariffene er steget med 100% siden 2022 og dermed er der risiko for, at en fortsat elektrificering vil fordyre prisen på el yderligere. Dette bør både medregnes i projektets analyseafsnit C, men også i Trefor og BEOF’ langsigtede overvejelser, når der arbejdes med indkøb af energi, investering og placering af ny kapacitet, samt relaterede delmål og den overordnede vision.

Jf. introduktionen om fremtidige usikkerheder ifm. el- og varmesystemerne, har også disse i, i høj grad indflydelse på de strategiske aktørers prioritering og handlerum ifm. investeringer, i enten vedvarende elproduktion (og overskudsvarme), kraftvarme, eller forøget fjernvarmekapacitet i form af mere biogas. I det følgende afsnit er flere aktuelle problematikker og detaljer

præsenteret i forsøget på, at forstå den kompleksitet varme- og elektrificeringsspørgsmålet omgives af.

8.1.3 Fjernvarme og kraftvarme

Fjernvarmen på Bornholm dækker langt fra de fleste bysamfund. Der er omkring 12.500 husstande, som er kunder eller andelshavere af fjernvarme på Bornholm, hvilket svarer til ca. 61% af de samlede husstande på øen (Danmarks statistik 2023). De er fordelt på to fjernvarmeudbydere Bornholms energi og forsyning (BEOF) og Rønne Vand og Varme (RVV). BEOF er kommunal ejet og har ca. 6500 kunder rundet i byerne på Bornholm. RVV er et andelsselskab, som har ca. 6000 andelshavere som udelukkende bor i Rønne (BEOF 2021).

Ifølge Edström er fjernvarmen, som situationen er på nuværende tidspunkt maksimalt udbygget. Èt af ræsonnementerne bag er, at fjernvarmen ikke kan udbygges yderligere, fordi den skal konkurrere mod individuelle varmeløsning, som en varmepumpe, hvilket på nuværende tidspunkt ikke kan lade sig gøre ud fra et økonomisk perspektiv (Bilag 2 [30:50 - 31:10]). Edström fortæller samtidig at man muligvis er gået et stykke for langt med udbygningen af fjernvarme fra et økonomisk perspektiv. Det har resulteret i at Bornholm har nogle af de dyreste fjernvarmepriser i Danmark. At man ikke kan udbygge fjernvarmen yderligere, betyder at den eneste mulighed for at få flere koblet på fjernvarmen er at flere husstande inden for det eksterne fjernvarmenet skal tilkobles. Dette kan samtidigt bidrage til lavere priser, fordi der er flere til at betale for udgifterne:

“Vi bygger ikke fjernvarmen ud, det kan ikke betale sig, og vi har gjort det. Så nu handler det om bare at få flere kunder på og få prisen ned” (Bilag 2: [28:27-28:45]).

Interviewet med Edström vidner desuden om, at visionerne fra energistrategien om øget elektrificering, som følge af forventningen om øget VE-kapacitet bevirker, at synet på kraftvarmeværkerne ændres i takt med den sociotekniske konstellation. Alligevel påpeger Edström, at kraftvarmeværkerne i høj grad stadig balancere elnettet, når VE-kapaciteten er lav og spændingen i elnettet skal opretholdes:

“Så man har brug for noget, der kan balancere både de her mindre variationer, men også dem, som er på ordentligt længere tid. Og det kan jo et kraftværk i dag, fordi man fyrer med noget brændsel, som ligger på lager. Så der kan man bare skovle mere biomasse ind og øge produktionen, når vinden holder op med at blæse, eller der er en overskyet dag. Men det kan man jo

ikke, hvis vi ikke skal fyre biomasse eller kul, eller sådan noget [diesel]. Så det her er lærings-teknologier, som kan supplere ind i elnettet. Så det er det, vi tester på kraftværket. Kan kraftværket få en ny rolle som systemstabilisator, som læringsenheder” (Bilag 2: [22:20-22:52]).



Figur 18. Kort over fjernvarme på Bornholm. De hvide områder er byer hvor BEOF står for fjernvarmen. Den store mørkegrå by til venstre er Rønne, hvor RVV står for fjernvarmen (BEOF 2023:).

Der er stor forskel på produktionen af fjernvarme og udledningerne fra hhv. BEOF og RVV. I BEOFs tilfælde sker produktionen af fjernvarme næsten udelukkende ved afbrænding af biomasse. Biomassen står for 99,2% af fjernvarmeproduktionen. De resterende 0,8% sker ved afbrænding af kul og olie. Ifølge BEOF vil biomassen aldrig kunne stå for 100% pga. krav om prøvestarter og beredskab (BEOF 2021 s.33).

Biomassen består af flis, halm og træpiller, hvoraf flis udgør langt størstedelen. Af den flis der bliver benyttet i fjernvarmeproduktionen er 99% certificeret bæredygtigt gennem biomasseforum Bornholm. I alt er 86% af biomassen er lokalt produceret på Bornholm. (BEOF 2021 s.28). Til dette påpeger Edström om produktionen af halm:

“Vi kan ikke bare få mere halm til øen. Den halm, vi bruger i varmegærkerne, det er den, der er på øen” (Bilag 2: [27:31-27:51]).

Biomassen regnes for CO₂ neutral, hvilket betyder at fjernvarmen fra BEOF stort set er CO₂ neutral i drift, udover der naturligvis forekommer udledninger ifm. produktion, transport, pelleting og tørring af biomassen. Dertil skal der selvfølgelig regnes med udledningerne sket ved etablering af fjernvarmenettet samt kraftværkerne. I dette estimat regnes BEOFs fjernvarme som CO₂ neutral.

I RVV's tilfælde kommer størstedelen (61%) af energien også fra biomasse, men en tredjedel af energien (33%) skabes af affaldsforbrænding fra BOFA (RVV 2023). BOFAs affaldsforbrænding udleder ifølge energistrategien ca. 6 tons CO₂ årligt. Det er planen at Bornholm i 2032 blive affaldsfri og dermed lukke affaldsforbrændingen. Energien herfra vil dermed senest i 2032 skulle erstattes af en anden form for energi. Ifølge interviewet med Peter Christensen har planen været enten at lave en aftale med BEOF om at udvide det eksisterende biomasseanlæg eller at RVV investerede i varmepumper:

"Som udgangspunkt, så tænker jeg, at så har man jo haft det her med Block 6, altså den flisfyrede kedel nede på Østkraft, der skulle tage over... eller at man laver noget i fjernvarmeselskabet med nogle varmepumper" (Bilag 1: [02:32 - 02:48])

En udvidelse af biomasseanlægget ville kunne betragtes som vedvarende hvorimod varmepumper kun er vedvarende, hvis strømmen kommer fra vedvarende kilder. Dog skal strømmen i 2032 ifølge energistrategien være fossilfri. Hvis strategien lykkes, vil varmepumperne altså også være en vedvarende energikilde til når affaldsforbrændingen udfases.

Planerne er dog ved at ændre sig ifølge Christensen:

"Fordi nu ligger der jo et meget spændende projekt med en energiø og noget overskudsvarme fra noget Power to X" (Bilag 1: [02:48 - 03:05])

Uanset om hvilken af disse muligheder som bliver erstatningen for affaldsforbrændingen, vil de ud fra ovenstående forudsætninger være vedvarende energikilder.

De sidste 6% af energien kommer fra afbrænding fra olie (5,7%) og kul (0,2%). Hvor stor CO₂ udledningen fra disse 6% har ikke været mulig at få opgørelse fra. Dog kan standardværdier fra energistyrelsen for CO₂ udledninger pr. kWh bruges til at udregne estimater for udledningen. Både kul og olie har en lavere CO₂/kWh end affaldsforbrænding. Dog så tæt på hinanden at vi i dette estimat regner med at de har samme CO₂/kWh. Ifølge estimatet udleder olie og kul ca. 1000 ton CO₂. Det vil sige at udledningen fra RVV på nuværende tidspunkt er ca. 7000 ton årligt. Samlet set er udledningerne fra fjernvarmen på nuværende tidspunkt 7.091 ton årligt, hvilket svarer til 0,57 ton pr. husstand. Prisen på fjernvarmen er relativt høj. Det er ifølge Edström konsekvensen af udvidelsen af fjernvarmen.

"Vi har ikke de laveste fjernvarmepriser i Danmark. Tværtimod ligger vi i den øverste del, kan man sige. Og det vil vi gerne udarbejde. Det er fordi vi har bygget meget fjernvarme de sidste 5 år siden." (Bilag 2: [09:06 - 09:29])

Udgiften for et gennemsnitshus er ca. 20.000 årligt (DinGeo). Et hus gennemsnitshus med olie-fyr på Bornholm er dog som tidligere beskrevet både større og dårligere isoleret end et gennemsnitshus i Danmark. Derfor regnes der ud fra samme forhold, som i varmepumpeestimatet. Prisestimatet for fjernvarme i et hus med olie-fyr ligger dermed på 24.600 kr. årligt.

CO2-udledninger RVV		CO2-udledninger fra fjernvarmen på Bornholm	
Affaldsforbrænding		Samlede udledninger (ton)	7091
co2 i alt (ton)	6000	Husstande med fjernvarme	12.500
Procentdel af energi (%)	33	Udledninger pr. husstand (ton)	0,57
co2 pr. procentdel af energi (ton)	182		
Olie og kul		Pris på fjernvarmen	
Procentdel af energi (%)	6	Fast afgift pr. år	2782,5
co2 pr. procentdel af energi (ton)	182	Rumafgift pr. kvm	30
co2 i alt (ton)	1091	Variabel afgift pr. mWh	697,5
Samlede udledninger (ton)	7091	Garentiprovision pr. mWh	30
		Udgifter for et gennemsnitshus	19083
CO2-udledninger BEOF		Udgifter for et gennemsnitshus med olie-fyr (kr)	24617
Samlede udledninger (ton)	0		

Figur 19 Egne CO2- og prisestimer af fjernvarmen på bornholm.

8.1.4 Samfundsstruktur og socio-økonomi

Et af projektets mangler har været primær empiri, der har et socio-økonomisk perspektiv på Bornholms varmeplanlægning. De fleste af projektets informanter anerkender dog de socio-økonomiske udfordringer, der relaterer sig til udskiftningen af olie-fyr. Dette belyser informanterne ved at pege på forhold, som f.eks. indkomster, alder, boligens lokation, borgernes nuværende varmekilde og husprisernes funktion af den anvendte varmekilde. Ovenstående er alle forhold, som projektet anerkender og reflektere over, når analysens afsnit C med tilhørende idekatalog præsenterer alternative varmeløsningsforslag. F.eks. vil det i nogle tilfælde være ineffektivt at tilbyde husstanden en varmepumpe på abonnement, da både indskud og afdrag, samt boligens størrelse og eller energimærke, da et højere elforbrug kan gøre den specifikke anbefaling økonomisk uansvarlig for husstandens privatøkonomi.

Vores interview med Benjamin Schou, driftsleder i Nykredit Rønne, var med til at give opklaring ift. hvordan finansielle aktører ræsonnerer, når det angår lånevilligheden overfor borgere, der mangler at få udskiftet deres olie-fyr. Nykredits strategi var imidlertid relativt klar; Nykredits største aktionær Forenet Kredit, havde besluttet, at bæredygtighed måtte opprioriteres, og derfor tilbød de, som tillæg til eksisterende realkreditlån, lån i friværdi med en rente på 1%, hvis kunden ønskede at anvende friværdien til energioptimerende formål. I denne forbindelse

spurgte vi til disse låns rentefølsomhed relativt til traditionelle fleksible realkreditlån og her besvarede Schou, at de renter på de grønne lån ikke fulgte øvrige renteforhold:

“Vi sætter generelt renten op med 1%, men på de her produkter, der sætter vi den kun op med en halv procent, eller der fastholder vi renten. Ja, det er træffet centralt. Så de der ejere [ejere af Nykredit] må lidt mere til lommen og sige, okay, vi har sat det her i søen, vi har et langsigtet fokus på at være mere bæredygtige - at være en grøn bank. Det må koste noget” (Bilag 4: [15:40-15:56]).

Det viser sig gennem projektets egne beregninger i baseline-afsnittet specifikt om oliefyr, at det er tydeligt, at oliefyret er en dyrere varmeløsning end varmepumper og fjernvarme. Yderligere fremfører Schou den pointe, at der er borgere med oliefyr, som på sigt ikke har råd til at blive boende i deres nuværende bolig. Derfor tilbyder Nykredit Rønne 10.000 kroner i kontant til kunder, der vil have fremskyndet sin energiinvestering (Bilag 2: [9:03-9:20]). De grønne lån og muligheden for udbetalte kontanter er dog kun mulig, hvis kunderne i forvejen har realkreditlån i deres bolig eller kan drage fordel af friværdis. Hertil er det uvist hvorvidt Nykredit fortsætter med at tilbyde de grønne lån med nuværende vilkår, hvis renten på traditionelle realkreditlån fortsætter med at stige.

Yderligere, er forhold, som økonomiske ræsonnementer og verdenssyn jf. kulturteorien, dimensioner af planlægningsprocessen der besværliggør projektets evne til at generalisere; dette gælder særligt for aktørkategorierne borgere og finansielle aktører. Specifikt for Nykredit kan der indskydes, at Forenet Kredits strategi jf. ovennævnte citat, kan være et udtryk for et ændret verdenssyn og -bæredygtighedsperspektiv. Afslutningsvis har Kommunen, BOEF samt andre relevante aktører deres egne kreditorer, som også skal tage bestik af den overordnede renteutvikling, hvilket også får indflydelse på undertegnede aktørers likviditet og handlerum ifm. energiinvesteringer. Hertil indvirker multi-level governance perspektivet og udviklingen i rammevilkår også i høj grad på hvilke investeringer der bliver rentable og vice versa:

“Når man snakker energi-infrastruktur, at investeringerne har lange tidshorisonter. Så vi investerer jo typisk i noget, der skal stå der i 30 år og ledningen [Søkablet] er op til 50 år. Så hvem kan se, hvordan verden ser ud om 30 år? Så når man planlægger og modner investeringer, så ønsker man jo stabilitet i rammevilkår, man ønsker, at man ved, at det er den rigtige investering. Det vil sige, at Christiansborgs politik er sindsygt vigtig. Hvis de siger, at det er den vej, vi skal, så er det dét, vi begynder at regne på” (Bilag 2: 26:03-26:53)].

8.2 Delkonklusion

Projektet har på baggrund af kapitel 7 Awareness og 8 Baseline identificeret en række komplekse udfordringer, som på hver sin måde indvirker på handlerummet for planlægning. I det nedenstående vil der forsøges klargjort, hvordan udfordringerne er relaterede og i nogle tilfælde gensidigt afhængige af hinanden og, eller af andre faktorer.

For at opsamle er der som nævnt under 1500 oliefyr tilbage på øen, og projektet identificerer, at alle oliefyre vil være rentable at udskifte uanset hvilket alternativ der vælges. Herefter fordrer den nuværende fjernvarmekapacitet og driftsøkonomi, at en foreløbig udbygning er urealistisk. Dette betyder, at individuelle og kollektive varmepumper med eventuel kombinationsteknologi, bliver de mest attraktive erstatninger til oliefyr i områder uden fjernvarmenet. Da dette antages allerede at være i udvikling, har baseline afsnittet yderligere identificeret risikoen for, at denne udvikling presser elnettet og fordyrer forbruget af el. Her skal kausaliteten mellem det direkte højere pres på nettet, og behovet for at elnettets kapacitet, effekt, og stabilitet forøges gennem investeringer holdes for øje. Afslutningsvis forholder baselineafsnittet sig til hvordan økonomiske faktorer kan begrænse investeringernes fremkomst, grundet den høje principalomkostning der er ved anskaffelse af alternative varmeløsninger, og særligt varmepumper. Hertil er også kommunale og private aktørers økonomiske handlemuligheder kort behandlet, som en øvrig potentiel udfordring hvis et positivt feedback loop fordret af øget elektrificering og nødvendigheden for yderligere investeringer, hindrer denne udvikling. Sidst er det fastslået, at den overnationale og nationale, politisk udvikling i rammevilkår øver indflydelse rentabiliteten af både nuværende og fremtidige investeringer.

Alle ovennævnte årsager er forsøgt taget in mente under idegenereringen og har tilmed været afsæt for at kunne overskue kompleksiteten, begrænsningerne og relationerne mellem de forskellige løsninger.

KAPITEL 9: Creative solutions

Dette kapitel fokuserer på det tredje trin i backcasting-modellen, Creative solutions, og har til formål at besvare arbejdsopgavens spørgsmål: *Hvilke løsningsmuligheder har Bornholms regionskommune for at udfase oliefyr inden 2030, samtidig med at det understøtter energistrategien for 2040?* Gennem dette kapitel vil der blive udarbejdet og præsenteret en række potentielle løsningsforslag, der har til formål at bidrage til realiseringen af projektets vision samt støtte op om BRK's energistrategi for 2040. Disse løsningsforslag tager udgangspunkt i de identificerede udfordringer fra forhenværende baseline-afsnit, som opstår som følge af den eksisterende kløft mellem projektets vision og BRK's målsætninger på den ene side og den aktuelle tilstand belyst på den anden side.

9.1 Identificerede udfordringer

Projektet har på baggrund af kapitel 7 *Awareness* og 8 *Baseline* identificeret en række komplekse udfordringer, som på hver sin måde indvirker på handlerummet for planlægning. I det nedenstående vil der forsøges klargjort, hvordan udfordringerne er relaterede og i nogle tilfælde gensidigt afhængige af hinanden og, eller af andre faktorer.

For at opsamle er der som nævnt under 1500 oliefyr tilbage på øen, og projektet identificerer, at alle oliefyrene vil være rentable at udskifte uanset hvilket alternativ der vælges. Herefter fordrer den nuværende fjernvarmekapacitet og driftsøkonomi, at en foreløbig udbygning er urealistisk. Dette betyder, at individuelle og kollektive varmepumper med eventuel kombinationsteknologi, bliver de mest attraktive erstatninger til oliefyr i områder uden fjernvarmenet. Da dette antages allerede at være i udvikling, har baseline afsnittet yderligere identificeret risikoen for, at denne udvikling presser elnettet og fordyrer forbruget af el. Her skal kausaliteten mellem det direkte højere pres på nettet, og behovet for at elnettets kapacitet, effekt, og stabilitet forøges gennem investeringer holdes for øje. Afslutningsvis forholder baselineafsnittet sig til hvordan økonomiske faktorer kan begrænse investeringernes fremkomst, grundet den høje principalomkostning der er ved anskaffelse af alternative varmeløsninger, og særligt varmepumper. Hertil er også kommunale og private aktørers økonomiske handlemuligheder kort behandlet, som en øvrig potentiel udfordring hvis et positivt feedback loop fordret af øget elektrificering og nødvendigheden for yderligere investeringer, hindrer denne udvikling. Sidst er det fastslået, at den overnationale og nationale, politisk udvikling i rammevilkår øver indflydelse rentabiliteten af både nuværende og fremtidige investeringer.

Alle ovennævnte årsager er forsøgt taget in mente under idegenereringen og har tilmed været afsæt for at kunne overskue kompleksiteten, begrænsningerne og relationerne mellem de forskellige løsninger.

9.2 Idégenerering af løsningsforslag

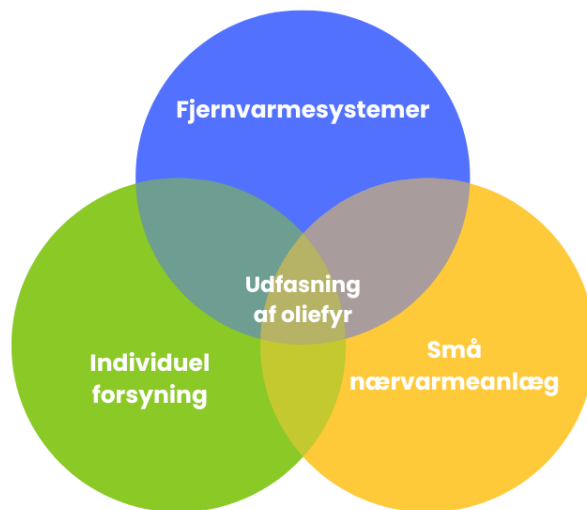
Projektets idégenerering og kreative proces tager sit udgangspunkt i, og er centreret omkring de identificerede udfordringer, som er blevet beskrevet tidligere. Nogle af løsningsforslagene vil have en reguleringsmæssig karakter, mens andre vil være mere økonomisk, teknologisk eller praktisk karakter.

I henhold til kapitel 4 om Backcasting adskiller backcasting-modellen sig fra en mere traditionel fremadrettet analyse ved ikke blot at ekstrapolere fra nutiden mod fremtiden, men ved at tage sin start i den ønskværdige fremtid. Som følge heraf kan nogle af de præsenterede løsningsforslag i projektet bryde med de initiale opfattelser og rammer af, hvad der umiddelbart kan virke realistisk for Bornholms regionskommune ved første øjekast, da de er udarbejdet ud fra visionen.

Projektets idégenerering har været præget af en refleksiv og iterativ proces, hvor de indledende faser var præget af frie og kreative idéer, mens de efterfølgende faser fokuserede på kategorisering, kombinationer og evaluering. Projektets nedenstående løsningsforslag har således været med

9.3 Tre fokusområder

Projektets senere fremsatte løsningsforslag er udviklet inden for tre overordnede forsyningsmuligheder: fjernvarmesystemer, små nærvarmeanlæg og individuel forsyning. Disse tre kategorier præsenteres individuelt nedenfor, men de kan betragtes som Legoklodser, der kan kombineres med andre forsyningsmuligheder på forskellige måder. Derfor skal projektets løsningsforslag også opfattes som multifunktionelle og i stand til at blive kombineret på tværs af forskellige løsningskategorier. Projektet sigter mod at præsentere en række løsningsforslag til en effektiv udfasning af oliefyr på Bornholm, der i forskellige kombinationer kan imødekomme specifikke udfordringer både nu og i fremtiden

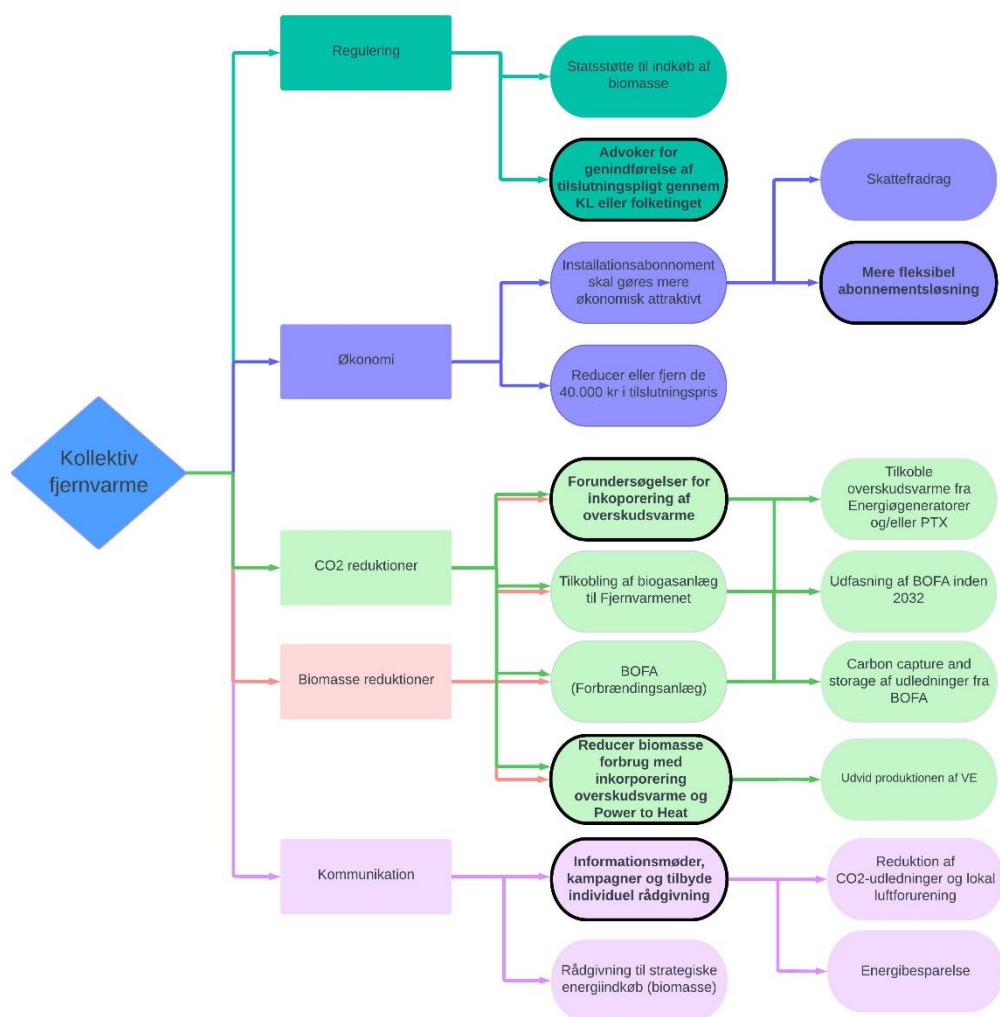


Figur 20: Venn-diagram af nærværende varmeløsninger for udfasning af oliefyr (egen produktion).

9.4 Projektets udarbejdede mindmaps

Nedenstående figurergiver et visuelt overblik over projektets idégenereringsproces for hver af de tre forsyningsmuligheder, der er relateret til de udfordringer, som BRK står overfor i forhold til udfasningen af oliefyr på Bornholm inden 2030. De løsningsforslag, der er markeret med fed skrifttype og streg om, repræsenterer de forslag, som projektgruppen har besluttet at arbejde videre med og vil fremgå i de senere roadmap over planlægningstrategien. Derfor vil løsningsforslag uden fed skrifttype ikke blive præsenteret yderligere i analysens sidste kapitel.

9.4.1 Fjernvarme



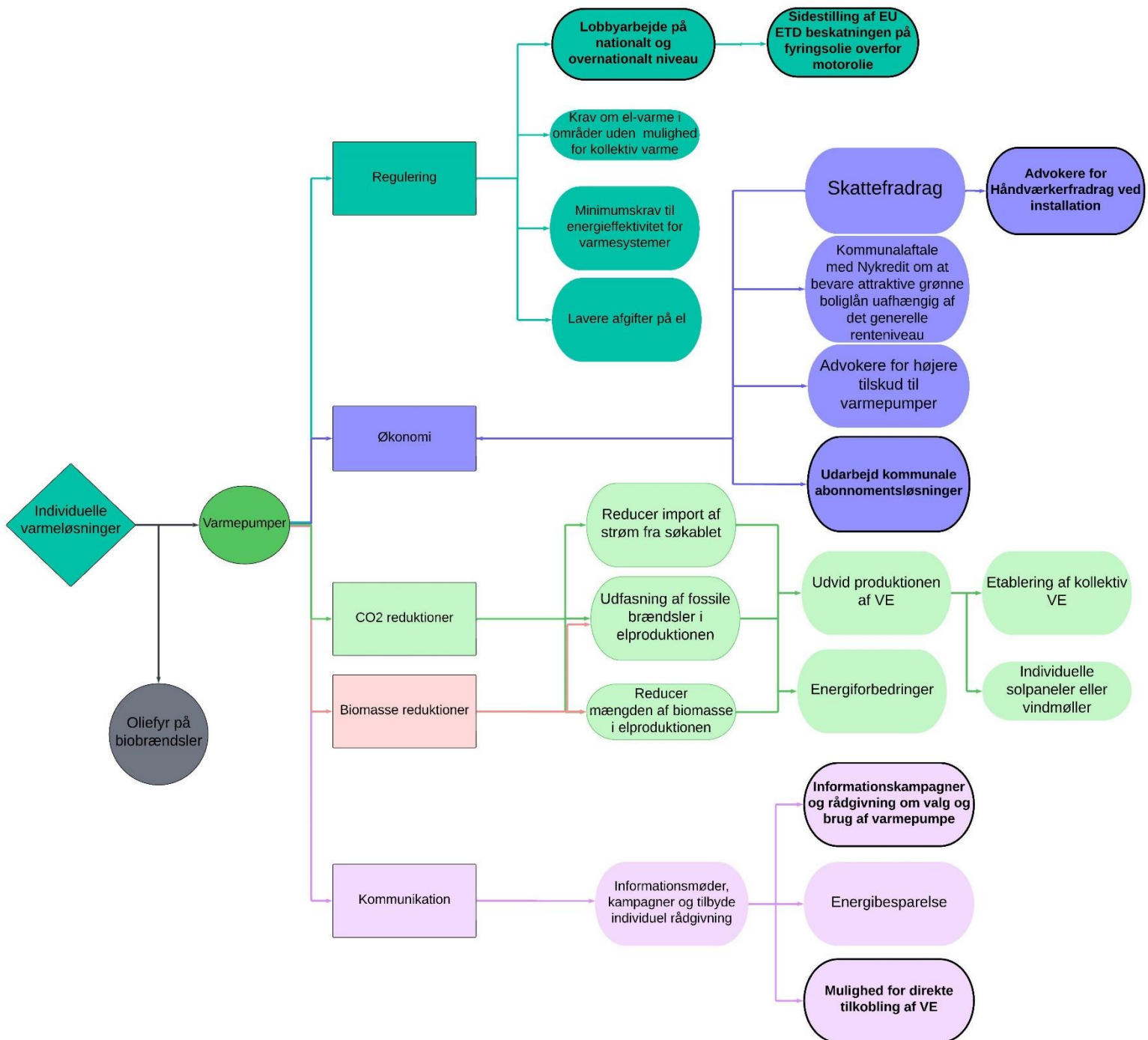
Figur 21. Mindmap af løsningsforslag for kollektiv fjernvarme (Egen produktion).

9.4.2 Kollektiv Nærvarme



Figur 22 Mindmap af løsningsforslag for kollektiv Nærvarme (Egen produktion).

9.4.3 Individuelle Varmeløsninger



Figur 23 Mindmap af løsningsforslag for individuelle varmeløsninger (Egen produktion).

9.5 Forudsætninger for projektets planlægningsstrategi

På baggrund af projektets ovenstående løsningsforslag, er en række forudsætninger for planlægningen kommet for øje.

9.5.1 Forbedre og standardiser data i BBR

En af de centrale forudsætninger for en vellykket udfasning af oliefyrr på Bornholm er forbedring og standardisering af data i Bygnings- og Boligregistret (BBR). Det er afgørende at sikre et så validt og præcist datagrundlag som muligt, for at give BRK optimale analysemuligheder, der kan danne grundlag for beslutningsprocesser. Imidlertid er der i øjeblikket udfordringer med at opnå en fuldstændig registrering af borgeres varmekilder, som tidligere beskrevet i afsnit 8.1 om de nuværende varmekilder på Bornholm. Peter Christiansen, driftschef i BOFA, påpeger hertil, at skift af varmekilde ikke altid bliver rapporteret til BBR, når borgerne foretager sådanne ændringer. Han udtaler:

"Typisk har man jo fået de her opgørelser omkring, hvem der har oliefyrr via en BBR-meddelelse. Men det er bare ikke altid, når folk får skiftet varmekilde, at man lige får meldt den ind på BBR'en" (Bilag 6: 24:42 - 24:58).

Derfor identificerer BOFA nogle udfordringer, eller forudsætninger, vedrørende dataindsamlingen og betragter registreringen af varmekildeskift i BBR som værende problematisk. Denne proces kræver aktiv deltagelse fra borgerne og kan være både tidskrævende og besværlig. En ufuldstændig registrering af skift af varmekilde vil have indvirkning på datagrundlaget og dermed udfordre en effektiv planlægningsproces for dens foreslåede tiltag og indsatser. Nærværende projekt ser det derfor af afgørende betydning, at der bliver skabt incitamenter for borgerne til at opdatere oplysninger og sikre en korrekt registrering af varmekilder i BBR-meddelelsen. Dette vil bidrage til at styrke grundlaget for beslutningsprocessen og sikre, at BRK har adgang til nøjagtige og pålidelige data for at kunne gennemføre en vellykket udfasning af oliefyrr på Bornholm.

9.5.2 Udvid andelen af vedvarende sol- og vindenergi

Projektets fremsatte løsningsforslag er også i høj grad fokuseret på både individuelle og nærvarmeløsninger, der i relativ grad bygger på elektricitet. En anden central forudsætning for projektets fremsatte løsningsforslag er derved, at sikre denne elektricitet ikke genereres ved hjælp af fossile brændsler. En sådan tilgang vil blot resultere i en overførsel af udledninger fra ét område til et andet. For at opnå reelle og betydelige bidrag til udfasningen af oliefyrr samt Bornholms Regionalkommunes energistrategi og målet om CO₂-neutralitet i 2040, er det afgørende andelen af vedvarende sol- og vindenergi i elnettet udbygges sideløbende på Bornholm.

9.5.3 Udarbejd handlingsplan for energiforbedringer

En væsentlig forudsætning for projektets planlægningsstrategi er udarbejdelsen af en omfattende handlingsplan for energiforbedringer i Bornholms Regionskommune (BRK). Selvom projektet primært fokuserer på optimering af varmesystemer, anerkender vi betydningen af bredere energiforbedringer og deres potentiale for at bidrage væsentligt til Bornholms energi-strategi. Dette skal også ses i relation til “energy efficiency first” princippet jf. afsnit 2.5. En sådan handlingsplan vil sikre en koordineret og målrettet tilgang til at forbedre energieffektiviteten og dermed reducere energiforbruget og CO₂-udledningerne. Projektet anser derfor en sådan handlingsplan for afgørende og understreger nødvendigheden af at gennemføre den side-løbende med de øvrige aktiviteter i projektet.

9.6 Innovation, frembringelse og forretning

Løsningsforslagene og fordelagtige muligheder for erstatning af oliefyr er mange og tilmed rentable. Alligevel er der en række udfordringer ved en øget elektrificering der også er belyst. Derfor handler planlægningen også om det muliges kunst, i det henseende, at frembringelsen af attraktive løsninger kræver kapital, risiko- og investeringsvillighed, men også eksempelvis konsensus blandt grupper af borgere og eller i foreninger, som beskrevet i teknologikatalogets afsnit om nabovarme. Derfor bliver et af succeskriterierne for en planlægningsproces også påvirket af borgernes evne til at opfølge på den rådgivning, der gennem afsnittets mindmaps er identificeret som afgørende del af oplysningsarbejdet. Dette kræver borgernes evne til at forvandle rådgivning til konkret handling eksempelvis gennem velformulerede ansøgninger til enten nationale- eller overnationale støttemidler. Selv ikke efter en succesfuld ansøgning om midler, er løsningen tilvejebragt, herefter følger et langt koordinerings-, design- og styring af anlægsarbejde, der involverer flere fagligheder og kommunikation mellem dem. Vendes tilbage til kulturteorien, kan det også påpeges, at forskellen på aktørernes verdenssyn og rationaler, også skal medtages i framingen af fordelene ved de konkrete teknologi-installationsprojekter.

9.7 Delkonklusion

I nærværende afsnit om creative solutions skal det i et konkluderende øjemed understreges, at den metodiske frihed ved dette afsnit er højere end i det følgende kapitel. Afsnittet har været karakteriseret ved en iterativ idegenerering frembragt af projektets erkendelsesinteresser, teori, og empiri, kombineret i afsnittene Awareness og Baseline. Hertil er der argumenteret for, at løsningsforslagene ansues som multifunktionelle og dermed ikke gensidigt afgrænsende, da forhåbninger om fremtidens elektrificerede el- og varmesystem bør tilbyde en større frihed i udnyttelsen af situerede, unikke fordele, egenskaber eller hindringer, eksempelvis lokationer med særlige servitutter mm. Sidst er det sluttet, at frembringelsen af bæredygtige individuelle eller kollektive varmeløsninger kræver rådgivning, kompetencer, initiativ, kapital og villighed. Alle ovenstående forhold, er medtaget i projektet afsluttende analysekapitel der vil forsøge at præcisere hvilke løsningsforslag der konkret bør indtænkes i den videre planlægning.

KAPITEL10: Decide on priorities

Det fjerde og sidste trin i backcastingmetoden involverer en prioritering af de fremlagte løsningsforslag i forhenværende Creative solutionsafsnit. Nærværende afsnit ønsker at udforske de løsningsforslag, der anses for værende mest nærliggende og præsterende for udfasningen af resterende oliefyr på Bornholm. På baggrund af det tidligere præsenterede materiale kan det udledes, at der er behov for en række tiltag af forskellig karakter; regulativmæssig karakter, økonomiske initiativer, reduktion af CO2 og biomasse samt kommunikationsmæssige tiltag i forhold til den fortsatte planlægning og implementering af nævnte alternative varmeløsninger.

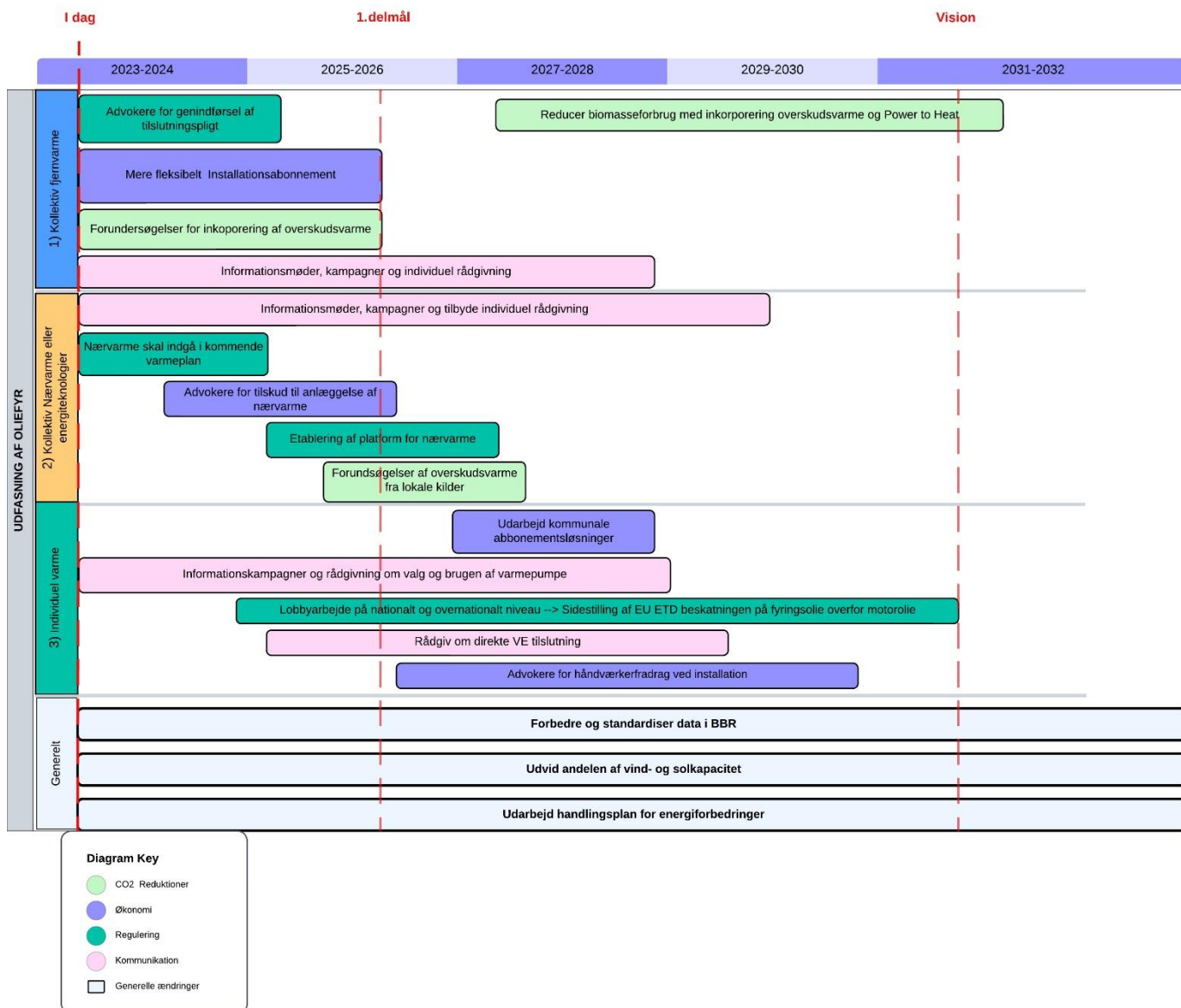
10.1 Roadmap

PROJEKTETS VISION

Frem mod 2030 skal alle oliefyr på Bornholm være erstattet med grønne løsninger og inden 2025 skal mindst 1.500 oliefyr være udfaset

Der vil for nærværende roadmap opstilles tre varmeløsningsspor for planlægningen mod projektets vision om 100 % udskiftning af oliefyr på Bornholm i senest 2030. Dertil er fem forskellige tiltag, af forskellig karakter, identificeret; regulativmæssig karakter, økonomiske initiativer, reduktion af CO2 reduktioner, biomasse reduktioner kommunikation. Disse fem forskellige tiltag vil inden for de tre spor, fælles bidrage til og arbejde hen mod den endelige vision i 2030. De tre spor er ikke uafhængige, men vil komplementere hinanden til at opnå det fælles mål. Fjernvarme vil f.eks. ikke resultere i en 100% udskiftning af oliefyr, men blot i allerede fjernvarmeetablerede områder. Det er således essentielt, at sporene forstås i sammenhæng, hvorfor de i roadmappet vil være sideløbende. De tre spor er opstillet i en nedadgående hierarkisk rækkefølge inddelt efter prioritet med farverne blå, gul og grøn. Dertil er løsningsforslagene inddelt i samme kategorier og farve som i de førnævnte mindmaps. De røde stiplede linjer indikerer det tidsbestemte delmål samt vision i henhold til i dag. Herimellem indikerer løsningsforslagenes horisontale placering, hvornår et løsningsforslag bør prioriteres på kort, eller længere sigt.

Qua afsnit 9.5, udgør de tre forudsætninger for projektets planlægningsstrategi hele fundamentet for nærværende roadmap, og er illustreret som generelle løsningsforslag i bunden af figuren.



Figur 24 Roadmap for udfasning af oliefyrr (egen produktion).

10.1.1 Kollektiv fjernvarme

Som tidligere nævnt er det nuværende roadmap struktureret hierarkisk med kollektiv fjernvarme øverst, efterfulgt af nærvarme og til sidst individuelle løsninger. Denne prioritering er begrundet i det faktum, at fjernvarmenettet allerede er udrullet og kræver minimal indgriben for udskiftning. Derudover betragtes biomasse som en klimaneutral og bæredygtig energikilde i henhold til EU og afsnit 8.1.3, resulterende i store CO2 besparelser.

Udvalgte løsningsforslag til udfasning af oliefyrr inden for kollektiv fjernvarme er relateret til det faktum, at bygninger med oliefyrr inden for fjernvarmeområder kan betragtes som "lavthængende frugter", med sandsynlighed for enkel tilkobling. Dette afspejles i fire af de kortsigtede løsningsforslag inden for fjernvarmesporet, og involverer reguleringsmæssige, økonomiske, CO2-reducerende og

kommunikationsmæssige tiltag. Disse tiltag har potentialet til hurtigt at mobilisere udskiftning af olie-fyr i fjernvarmeområderne. Derudover er det blevet vurderet, at Bornholms Regionskommune (BRK) på længere sigt også bør overveje at inkorporere mere overskudsvarme og power-to-heat-teknologier for at forbedre fjernvarmens bæredygtighedsprofil.

10.1.2 Kollektiv nærvarme

Nærvarmeløsninger og EL-fællesskaber er ekstremt underbelyst i BRK's varmeplan og ener-gistrategi jf. afsnit 7.2.4 og 7.2.2 og er ifølge Høst ikke en løsning som BRK planlægger efter. Den foreliggende undersøgelse har imidlertid dokumenteret betydelige potentialer inden for små nærvarmesystemer som f.eks. Termonet samt mulighederne for direkte tilslutning til kollektive vindmøller eller solpaneler. Derfor bør BRK overveje at integrere kollektive nærvarmeløsninger i deres kommende varmeplan, som ifølge aftalen mellem regeringen og Kommunernes Landsforening (KL) jf. afsnit 7.2.4 skal udarbejdes inden udgangen af 2023. Som et sideløbende og efterfølgende tiltag bør BRK lancere kampagner, samt informere om potentialerne inden for kollektiv nærvarme.

Ifølge teknologikataloget jf. afsnit 6.2 *nærvarme* kan implementeringen af nærvarmeprojekter indebære betydelige opstartsudgifter. Derfor bør BRK som en økonomisk udfordret kommune advokere hos staten for etablering af økonomiske tilskudsordninger til nærvarmeprojekter. I forlængelse heraf bør BRK etablere en platform for kollektive nærvarmeprojekter, hvor borgere kan ansøge om tilladelser og tilskud samt drage fordel af erfaringer og rådgivning. Samtidig bør BRK iværksætte eller outsource en undersøgelse af potentielle overskudsvarmekilder, hvilket kan føre til reduceret strømforbrug i nærvarmesystemerne.

10.1.3 Individuelle varmeløsninger

Den tredje mulighed for varmeløsninger til udskiftning af oliefyr er individuelle varmepumper, enten i form af luft-til-vand eller jordvarmesystemer. Selvom disse varmeteknologier er effektive og klimaneutrale, har de også visse ulemper såsom høje omkostninger, støjgener, æstetiske bekymringer samt belastning på elnettet. Med disse faktorer og den relative fleksibilitet, som denne varmeløsning tilbyder, er den i nærværende roadmap vurderet til at burde være tredje prioritet i BRK's planlægning for udfasning af oliefyr. Individuelle varmepumper kan næsten altid erstatte et oliefyr og bør derfor overvejes, hvis mulighederne for fjernvarme eller nærvarme ikke er til stede.

I tilfælde, hvor varmepumper er den vurderede løsning, bør BRK starte med at informere om de forskellige muligheder inden for varmepumper og tilbyde rådgivning om deres anvendelse. I denne forbindelse bør kommunen også rådgive om muligheden for tilslutning af elproducerende teknologier såsom private solpaneler eller vindmøller for at reducere de årlige forbrugsomkostninger, samt belastning på elnettet. Derudover bør BRK yderligere informere om muligheden for direkte tilslutning til kollektive solpaneler eller vindmøller, da dette kan have en endnu større positiv indflydelse for flere borgere, belastning af elnettet samt dets andel af vedvarende energi.

Som nævnt er en af ulemperne ved individuelle varmepumper den høje pris for både varmeenheden og installationen. I denne kontekst bør BRK udarbejde en transparent kommunal abonnementsløsning uden renter og gebyrer, så borgere uden den nødvendige økonomi til at købe en varmepumpe kan afbetale over tid. For at skabe yderligere økonomisk incitament for borgere bør BRK også arbejde for, at installationsomkostningerne kan fratrækkes i skatten gennem grønne håndværkerfradrag.

Størrelsen af investeringen for en individuel varmepumpe bør ses i relation til prisen på fyringsolie. Derfor vil en højere pris på fyringsolie gøre varmepumpen til en relativt bedre investering. BRK bør derfor lobbyere på nationalt og eller overnationalt niveau, med hjælp fra KL jf. 2.5, for at sidestille beskatningsniveauet af fyringsolie med den for motorbrændsler jf. 2.4, for at skabe endnu et økonomisk incitament for udskiftning fra oliefyr.

10.2 Præferencescenarier

Varmeløsningerne er rangeret og projektet forsøger af flere omgange at skitsere årsagerne til disse. At fjernvarmen udgør højeste rangering, skyldes øvrige forhold i energistrategien, og at denne er kendt udviklingssti tilvejebragt af varmeplanen fra 2013. Fjernvarmen er tilmed stabil, samfundsøkonomisk rentabel, og for forbrugernes vedkommende også billigere mht. installation og brugerøkonomi. På lang sigt er der endda også muligheder for at udbygge denne - hermed er det ikke sagt, at der ikke er behæftede risici for borgere med fjernvarme, da forhold berørt i et indledende afsnit om eksterne forhold og det internationale råvarer marked, også kan fordyre omkostninger ved fjernvarmen betydeligt. Dertil skal der også sættes spørgsmålstejn ved den langsigtede bæredygtighed ved fjernvarmen, hvis ikke denne bliver genstand for overskudsvarme fra VE samt transformerstation og/eller biogasanlæggets potentielle udvidelse.

Ses der på de små nærvarmeanlæg overfor fjernvarmen i et bæredygtighedsøjemed, kan der også argumenteres for, at når nærvarme anlæggene med eventuel tilkoblet vindmølle etc. først er anlagt, vil nærvarmen også kunne udgøre en meget attraktiv og bæredygtig opvarmningsløsning relativt til fjernvarmen. Nærvarmen vil tilmed også kunne give borgere der vælger disse, en øget frihed gennem en begrænset eksponering mod udsving i energipriser. Dette er dog med forbehold for de økonomiske omkostninger ved nærvarmen. Lidt på samme måde forholder det sig med den individuelle forsyning, som også i stor grad udgøres af samme kombinationsteknologier som ved nærvarmen, men udgør på nuværende tidspunkt i overordnet grad luft til vand varmepumper, med samme potentialer og udfordringer, som givet ved nærvarme anlæggene. De individuelle løsninger vil på samme måde som ved nærvarmen kunne forøge frihed og økonomien for borgere der vælger dem, men vil modsat nærvarmeløsninger, ikke i lige så høj grad kunne begrænse deres eksponering mod udsving i energipriser.

Da bæredygtighedspotentialerne ved varmepumper og kombinationsteknologi er så betydelige, og kan styrkes yderligere ved driftoptimering af disse, eventuelt gennem algoritmer eller anden fjernstyring (ELFORSK 2020), bliver de identificerede tiltag i roadmappet: 1) tilskud 2) abonnementsløsninger 3) en platform der understøtter disse, yderst afgørende for at kunne udnytte potentialerne ved kombinationsteknologierne. Hvis ikke dette imødekommes, er sandsynligheden for at fjernvarmen vil fremstå yderligere pragmatisk og fordelagtig. Derfor er nedenstående afsnit et forsøg på at forklare, hvordan udsynet til mere administrativ og styringsmæssig gennemsigthed også får betydning for om der prioriteres bæredygtigt eller pragmatisk.

10.3 Top-down betonet governance i energiplanlægning

I udfoldelsen af projektets analyse for varmekilder til udfasning af oliefyr, har der været én stor usikkerhed, med potentiale for at ændre forudsætningerne for hele energiplanlægningen i BRK. Energiø Bornholm. Det statslige projekt som skal hjælpe os på vej ud af to af de mest presse-ende kriser: klimakrisen og energikrisen. De enorme mængder energi (3 GW) skal hjælpe Tyskland og resten af Danmark med at nå sine klimamål og udfase russisk gas. (Energistyrelsen, 2023)

Udfordringerne for BRK er, at man endnu ikke med sikkerhed ved om planerne bliver realiseret. Den seneste udvikling i sagen er nye beregninger fra Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, som viser at Energiø Bornholm vil kræve et statstilskud på 31,5 milliarder kroner. Et enormt beløb for noget som i den oprindelige plan ikke skulle koste staten penge (Energiwatch, 2023b) og hvor der i den oprindelige politiske aftaletekst står beskrevet: *“Det er fortsat en betingelse for projekterne, at de er rentable og at der kan etableres de nødvendige udlandsforbindelser, jf. Klimaaftale for energi og industri mv. af 22. juni 2020.”* (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2021).

Usikkerheden for BRK er ikke kun hvorledes Energiø Bornholm bliver realiseret eller ej. Det er samtidig om hvordan Bornholm får adgang til de eventuelle energiressourcer. Energiøen producerer strøm, som enten kan indgå direkte på elnettet eller blive brugt til andre processer f.eks. Power to X (PtX). Udfordringen for Bornholm er, at det endnu ikke vides om det er teknisk muligt for Bornholm at få del i strømmen, eller om alt strømmen der skal gå til elnettet bliver eksporteret til enten Sjælland eller Tyskland. Det er en enorm planlægningsmæssig udfordring, ikke at vide om et projekt der forventes at være i drift i 2030 og have en kapacitet, som svarer til 3,3 millioner danske husstandes elforbrug, bliver til noget eller ej. Det har konsekvens for udbygning af lokal VE på Bornholm hvor bl.a. en andelsejet havvindpark på 100 MW har været på tale. Usikkerheden vedrørende strøm fra Energiøen gør det svært for lokalpolitikere og andre aktører at tage en rationel beslutning om andre VE projekter. Ud over strøm er der stort potentiale i overskudsvarme fra transformerstationen og en eventuel PtX produktion, som vil kunne indgå i fjernvarmesystemet på Bornholm og fuldstændig ændre forudsætningerne for både pris, CO2 udledninger og udbygningsmuligheder. Hvad der sker med Energiøen er også altafgørende for biomassespørgsmålet, som er berørt gennem projektet. Hvis Bornholm får mulighed for at udnytte overskudsvarmen i fjernvarmenettet, vil det kunne erstatte dele af den biomasseproducerede varme eller muligvis udfase biomassen fuldstændigt i fjernvarmen. Ligeledes vil strøm fra Energiøen have potentiale til en lignende udvikling for

elproduktionen, hvor både den fossile energiproduktion, og import, samt den biomasseproducerede el, vil kunne reduceres.

Yderligere vanskeliggør usikkerheden investeringer i energisystemet. På baggrund af udfordringerne i beslutningsprocessen er der risici for fejlinvesteringer, som kan koste BRK og dermed borgerne på Bornholm store summer. Lignende er tidligere set med biogasanlægget, hvor kommunen kom ud med et stort tocifret millionunderskud. Sådanne fejlinvesteringer rammer ekstra hårdt i en kommune som hører til blandt landets fattigste. Bornholm befinder sig i et magtpolitisk vakuum. På den ene side bliver BRK nødt til at træffe beslutninger, som muliggør realiseringen af målsætningerne i energistrategien. På den anden side ligger de under for statslig top-down styring, som fra den ene dag til den anden kan ændre forudsætningerne og overflødig gøre massive investeringer. I sidste ende er det indbyggere på Bornholm, som vil kunne mærke konsekvenserne i form af endnu flere kommunale nedskæringer, som set i tilfældet med biogasanlægget, eller frasalg af kommunal infrastruktur, som set ved salget af elnettet fra BEOF til Trefor.

Projektets Roadmap afspejler også usikkerhederne heraf. Roadmappet har en klar prioritering, men tager afsæt i en situation hvor alle Energiøens potentialer kun er fremtidige muligheder og ikke forudsætninger. Et eksempel kunne være at billig og CO2 neutral overskudsvarme fra Energiøen kunne føre til en langt større udbygning af fjernvarmen, som kunne erstatte størstedelen af oliefyrene. Hvis det havde været en forudsætning at Bornholm kunne få strøm og varme fra Energiøen ville Roadmappet have taget sig væsentligt anderledes ud og kunne være endnu klarere på konkrete tiltag.

10.4 Delkonklusion

Følgende har til formål at besvare arbejdsopgavens spørgsmål: *Hvilke præferencescenarier for udfasning af oliefyr kan imødekomme delmål 1.2.2 om udfasning af oliefyr?* Projektet præsenterer her præferencescenarierne gennem et Roadmap. Roadmappet præsenterer tre prioritetsrækker af løsninger: kollektiv fjernvarme, kollektiv nærvarme og individuel varme. Denne prioriterede opstilling er baseret på forskellige faktorer, herunder eksisterende infrastruktur, CO2-reduktioner og økonomiske overvejelser.

Kollektiv fjernvarme rangeres som højeste prioritet, da fjernvarmenettet allerede er udrullet i flere områder og således ikke kræver den store indgriben for at erstatte oliefyr. Desuden betragtes biomasse som en klimaneutral og bæredygtig energikilde, hvilket resulterer i betydelige

CO2-besparelser. Inden for kollektiv fjernvarme er der identificeret flere kortsigtede løsningsforslag, herunder regulativmæssige, økonomiske, CO2-reducerende og kommunikationsmæssige tiltag. Disse tiltag har potentialet til hurtigt at mobilisere udskiftning af oliefyr i fjernvarmeområderne.

Kollektiv nærvarme rangeres som den næsthøjeste prioritet. Selvom denne type løsning er underbelyst i Bornholms varmeplan og energistrategi, viser undersøgelsen betydeligt potentiale for små nærvarmesystemer og direkte tilslutning til vedvarende energikilder som vindmøller og solpaneler. Der anbefales, at Bornholms Regionskommune (BRK) integrerer kollektive nærvarmeløsninger i deres kommende varmeplan og gennemfører kampagner for at informere om mulighederne.

Individuel varme, primært baseret på varmepumper, rangeres som den tredje prioritet. Selvom varmepumper er effektive og klimaneutrale, har de visse ulemper som høje omkostninger og belastning på elnettet. Hvis fjernvarme eller nærvarme ikke er mulige, bør individuelle varmepumper overvejes som alternativ. BRK bør informere borgerne om varmepumpemulighederne, tilbyde rådgivning og oplyse om tilslutningsmuligheder til vedvarende energikilder. Der bør også etableres økonomiske incitamenter som abonnementsløsninger og skattefradrag for at fremme adoptionen af individuelle varmeløsninger.

For at imødekomme delmål 1.2.2 om udfasning af oliefyr er det nødvendigt at implementere regulative tiltag, økonomiske incitamenter, CO2-reduktioner og kommunikationsstrategier. Disse tiltag skal implementeres inden for de tre prioritetsområder i Roadmappet. Yderligere forskning og udvikling er nødvendig for at løse udfordringer og minimere risici, herunder økonomiske omkostninger og sårbarhed over for energiprisudsving. Effektiv kommunikation, informering og rådgivning til borgerne er afgørende for at skabe bevidsthed og incitament til at skifte fra oliefyr til mere bæredygtige varmeløsninger.

KAPITEL 11: Konklusion

Der har for nærværende projekt eksisteret et ønske om at åbne for en forståelse for hvordan Bornholms regionskommune som varmeplanlægger, har mulighed for at imødekomme målet om at erstatte de resterende oliefyr på øen, og hvilke muligheder er der for at styrke bæredygtigheden yderligere heri. Projektrapporten identificerede i første analyseafsnit *Awareness and Defining Success* BRK's vision for et fremtidigt varmesystem og betydningen af en strategi for udfasning af oliefyr. Kommunens vision er forankret i bæredygtighed og bygger på FN's verdensmål. Det er afgørende at udvikle en planlægningsstrategi, der er i overensstemmelse med denne vision og tager højde for Bornholms organisationsstruktur og politiske dynamik. Dernæst blev udfordringerne for projektets planlægningsstrategi søgt frembragt, hvor den nuværende fjernvarmekapacitet og økonomiske situation gør det urealistisk at foretage en stor udbygning heraf. Dog erkendes det, at alle resterende oliefyr på øen vil være rentable at udskifte. Derfor vil individuelle og kollektive varmepumper være de mest attraktive alternativer i områder uden fjernvarme. Men det er vigtigt at være opmærksom på, at øget elektrificering kan lægge pres på elnettet og øge behovet for investeringer i kapacitet og stabilitet. Økonomiske faktorer kan også begrænse investeringernes fremkomst på grund af de høje omkostninger ved alternative varmeløsninger.

Hertil fremlagde projektet en række multifunktionelle kreative løsningsforslag, centreret omkring omstændighederne på Bornholm. Det blev her tydeligt, at der kræves rådgivning, kompetencer, initiativ, kapital og villighed for at implementere bæredygtige individuelle og kollektive varmeløsninger. En bred vifte af løsningsforslag blev på den baggrund genereret gennem en iterativ proces baseret på projektets erkendelsesinteresser, teori og empiri. Løsningsforslagene blev efterfølgende prioriteret, og de løsningsforslag projektet valgte at gå videre med blev præsenteret i et Roadmap med tre prioritetsrækker: kollektiv fjernvarme, kollektiv nærvarme og individuel varme. Kollektiv fjernvarme er prioriteret højest på grund af den eksisterende infrastruktur og de betydelige CO₂-besparelser ved brug af biomasse.

Kollektiv nærvarme og individuel varme, primært baseret på varmepumpeteknologien, bliver derfor projektets overordnede erstatningsteknologier. Dog er der ved yderligere frembringelse af undertegnede løsninger, et foreliggende arbejde med implementering af yderligere regulative tiltag og rammevilkår, økonomiske incitamenter, CO₂-reduktioner og kommunikationsstrategier er afgørende for at opnå målet om udfasningen af oliefyr frem mod 2030.

Samlet set har denne projektrapport ønsket at levere en konkret handlingsplan for Bornholms Regionskommune i deres bestræbelser på at erstatte oliefyr og styrke bæredygtigheden i varmeplanlægningen. Ved at udnytte de identificerede muligheder og implementere de foreslåede løsninger kan kommunen spille en afgørende rolle i at reducere afhængigheden af fossile brændstoffer og bidrage til en mere bæredygtig fremtid for øen.

Litteraturliste

- Agger, A. (2007). Kommunikativ planlægningsteori - nye idealer for borgernes rolle i planlægningen
- Andersen, B. (2023) Elektrificeret fjernvarme baner vej for nye lokale energifællesskaber, <https://termonet.dk/artikler/elektrificeret-fjernvarme-baner-vej-for-nye-lokale-energifaelles-skaber/> [03-06-2023]
- BBR (U.å) Om BBR <https://bbr.dk/om-bbr> [18-05-2023].
- Bolius (2023). Hvad er prisen på fyringsolie? <https://www.bolius.dk/hvad-er-prisen-paa-fyringsolie-25366> [02-06-2023].
- BEOF (2021), CSR rapport 2021 <https://www.beof.dk/media/scffkfvj/csr-2021-a.pdf> [03-06-2023].
- BEOF (2023) Få fjernvarme til 40.000 kroner <https://www.beof.dk/privat/varme/sadan-far-du-fjernvarme/nemt-lugtfrit-lydløst-nabovenligt-med-lokalt-produceret-og-certificeret-braendsel>[03-05-2023].
- Bornholms regionskommune (2018) Bright Green Island Visionen – Bornholmermålene frem mod 2035.
- Bornholms regionskommune (2020). *Bornholms Energistrategi 2040*
- Bornholms regionskommune (2021). *Handleplan for energistrategien: Udskiftning af oliefyre og energireovering.*
- Bornholms regionskommune (u.å), Geografiske kort - Byggesager - hvad gælder for din ejendom? <https://www.brk.dk/Borger/Bolig/Sider/Geografiske-kort.aspx> - link til kort: <https://drift.kortinfo.net/Map.aspx?Site=Bornholm&Page=ByggesagBasiskort> [06-06-2023].
- Bornholms regionskommune (u.å), Organisation, <https://www.brk.dk/Om-Kommunen/Organisation/Sider/Organisation.aspx> [03-05-2023].
- Carbon independent (2023) Emissions from home energy use [https://www.carbonindependent.org/15.html#:~:text=Heating%20oil&text=The%20CO2%20emissions%20from%20the,per%20kWh\)%20%5B8%5D.](https://www.carbonindependent.org/15.html#:~:text=Heating%20oil&text=The%20CO2%20emissions%20from%20the,per%20kWh)%20%5B8%5D.) [03-06-2023].
- Damsø, T. N. J., Christensen, T. B., & Kjær, T. (2014). Back to the Future: A backcasting based approach to planning for an energy system transition in the danish region of Zealand. *Journal of Transdisciplinary Environmental Studies*, 13(2), 12-23. <http://www.journal-tes.dk/> [15.03.2023].
- Danmarks statistik (2023) Husstande 1. januar efter område og tid <https://www.statbank.dk/statbank5a/SelectVarVal/saveselections.asp> [03-06-2023].

Dansk Fjernvarme (2023), Tom fjernvarmepulje skaber betydelig usikkerhed for fjernvarmeudrulningen,

https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-first-principle_en [02-06-2023].

Klima-, energi- og forsyningsministeriet (2023), Farvel til gas i danske hjem,

https://kefm.dk/Media/638156736699303234/Nekst_gas.pdf [06-06-2023].

DinGeo (2023) Varmepris Bornholm [https://www.dingeo.dk/fjernvarme/born-](https://www.dingeo.dk/fjernvarme/bornholm/#:~:text=Varmepris,leverand%C3%B8rer%20af%20fjernvarme%20i%20Danmark)

[holm/#:~:text=Varmepris,leverand% C3% B8rer% 20af% 20fjernvarme% 20i% 20Danmark](https://www.dingeo.dk/fjernvarme/bornholm/#:~:text=Varmepris,leverand%C3%B8rer%20af%20fjernvarme%20i%20Danmark) [01-06-2023].

ELFORSK (2020), <https://elforsk.dk/projektdatabase/kompakt-termokemisk-opbevaring-til-boligvarmesystemer-bruger-groen-elektricitet> [03-06-2023].

Elling, B. (2016), Borgerne som modmagt

Energinet (2019) Gennemsnitlig CO₂-udledning pr. kWh elektricitet produceret i Danmark i

2019 fordelt på energityper, <https://www.ft.dk/samling/20191/alm-del/kef/spm/380/svar/1674514/2215558/index.htm> [02-06-2023].

Energistyrelsen (2016), Strategisk energiplanlægning i kommunerne

Energistyrelsen (2022) Technology Data for Heating Installations. Version nr. 4.

https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_catalogue_for_individual_heating_installations.pdf [03-06-2023].

Energistyrelsen (2023) Energiø Bornholm <https://ens.dk/ansvarsomraader/energieoer/energieo-bornholm> [01-06-2023].

Energistyrelsen (2023a) Nu er det muligt at søge om etablering af direkte linjer

<https://ens.dk/presse/nu-er-det-muligt-soege-om-etablering-af-direkte-linjer> [04-06-2023]

Energistyrelsen (2023b) Technology Data – Generation of Electricity and District heating. Version nr.13.

https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_catalogue_for_el_and_dh.pdf#page=255&zoom=100,72,113 [04-06-2023]

Energiwatch (2022) Gas og atomkraft får EU's grønne stempel https://energiwatch.dk/Energinyt/Politik_Markeder/article14219142.ece [03-06-2023].

Energiwatch (2023a) EU-lande vil forlænge krav om lavere gasforbrug

https://energiwatch.dk/Energinyt/Politik_Markeder/article15477157.ece [03-06-2023].

Energiwatch (2023b) Danmark er imod EU-tiltag om begrænsning af biomasse https://energiwatch.dk/Energinyt/Politik_Markeder/article15433622.ece [03-06-2023].

EU (2020) The 'energy efficiency first' principle - practical implementation guidelines for

decision makers https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12889-The-energy-efficiency-first-principle-practical-implementation-guidelines-for-decision-makers_en [03-06-2023].

Euractive (2023) Biomass fight leaves EU renewable energy talks in a deadlock
<https://www.euractiv.com/section/biomass/news/biomass-fight-leaves-eu-renewable-energy-talks-in-a-deadlock/> [03-06-2023]

Europa Kommissionen (2021a), om ændring af Europa-Parlamentets og Rådets direktiv (EU) 2018/2001, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0557&from=lv> [03-06-2023]

Europa Kommissionen (2021b), Energy efficiency first principle (EU) 2018/2001, https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-first-principle_en [03-06-2023]

European Heat Pump Association (2023) [Market Data](https://www.ehpa.org/market-data/)
<https://www.ehpa.org/market-data/> [03-06-2023]

Green Match (2023) Varmepumpens effektive strømforbrug <https://www.green-match.dk/blog/2014/11/varmepumpens-effektive-stroemforbrug> [03-06-2023]

Højbjerg, H. (2007) Hermeneutik, I Fuglsang, L. & Olsen, P. B. (red.), Videnskabsteori i samfundsvidenskaberne; På tværs af fagkulturer og paradigmer, Roskilde Universitetsforlag 2.udgave, 3. Oplag, Frederiksberg, pp. 309-346

Ingeniøren (2010), Hvordan vejer man CO₂-udledningen?
<https://ing.dk/artikel/hvordan-vejer-man-CO2-udledningen> [03-06-2023]

IRENA (2021), Renewable Power Generation Costs in 2020, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

Jørgensen, P. (2009, 1. udgave. Marts). Nabovarmeanlæg: Farmtest. Maskiner og planteavl, (101). https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/7/5/4/ft_mask_101_nabovarme.pdf [03-06-2023]

Kern, K., & Bulkeley, H. (2009). Cities, Europeanization and Multi-level Governance: Governing Climate Change through Transnational Municipal Networks

Klima- energi og forsyningsministeriet (2023a), Regeringen etablerer national energikrisestab, <https://kefm.dk/aktuelt/nyheder/2023/mar/regeringen-etablerer-national-energikrisestab> [04-06-2023]

Klima- energi, og forsyningsministeriet (2023b), Farvel til gas i danske hjem

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (2021) Tillæg til klimaaftale om energi og industri af 22. juni 2020 vedr. Ejerskab og konstruktion af energiøer mv. <https://kefm.dk/Media/5/E/Aftaletekst%20-%20Energi%C3%B8er%20-%20Ejerskab%20og%20konstruktion%20af%20energi%C3%B8er%20mv.pdf> [06-06-2023]

Kommunernes Landsforening (2023) KL's prioriterede EU-sager for 2023 er på plads
<https://www.kl.dk/nyheder/eu/2023/marts/kls-prioriterede-eu-sager-for-2023-er-paa-plads/> [02-06-2023]

- Kommunernes Landsforening (u.å), <https://www.kl.dk/okonomi-og-administration/kommunal-jura/kommunalfuldmagten/> [03-06-2023]
- Kristensen, J. K. & Hussain, A. M. (2017), *Samfundsvidenskabelige metoder, hvad er det?*, I Kristensen, J. K. & Hussain, A. M. (red.), *Metoder i samfundsvidenskaberne*, Samfundslitteratur, Frederiksberg, pp. 13-24
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015) *Interview - Det kvalitative forskningsinterview som håndværk*, Hans Reitzels Forlag, København, 3. Udgave.
- Larsen, H. (2021) Mange bornholmere kan få glæde af tilskud til energirenovering <https://tidende.dk/bornholm/mange-bornholmere-kan-faa-glaede-af-tilskud-til-energi-renovering/108886> [15-05-2023]
- Mckinsey (2023) Refurbishing Europe: Igniting opportunities in the built environment <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/refurbishing-europe-igniting-opportunities-in-the-built-environment> [03-06-2023]
- Norlys (U.å) Sådan fungerer elmarkedet: <https://norlys.dk/inspiration/energi/saadan-fungerer-elmarkedet/> [06-06-23]
- OK (2023) Hvor meget fyringsolie bruger man? <https://www.ok.dk/privat/hjaelp/fyringsolie/hvor-meget-fyringsolie-bruger-man#:~:text=Et%20gennemsnitligt%20C3%A5rligt%20forbrug%20af,fyringsolie%20E2%80%8B%20og%20eventuelle%20rabatter.> [03-06-2023]
- Okada, Y. Kishita, Y. Nomaguchi, Y. Yano, T. Ohtomi, K. (2020) Backcasting-Based Method for Designing Roadmaps to Achieve a Sustainable Future, I IEEE Transactions on Engineering Management
- Olsen, T. et al. (2021) TERMONET – FREMTIDENS VARMEPUMPEBASEREDE FJERNVARME I LANDSBYER OG BYOMRÅDER - en håndbog for kommuner og forsyningsselskaber med en simpel guide til at etablere termonet, https://www.gate21.dk/wp-content/uploads/2021/09/Ha%CC%8Andbog-om-termonet_FINAL.pdf [01-06-2023]
- Politiken (2022) Danske topchefer: Sådan gør vi os fri af Putins gas og olie. Lad os nu komme i gang <https://politiken.dk/debat/kroniken/art8978725/S%C3%A5dan-g%C3%B8r-vi-os-fri-af-Putins-gas-og-olie.-Lad-os-nu-komme-i-gang> [03-06-2023]
- Regeringen (2022) Esbjerg erklæringen
- Regeringen (2022) Historisk erklæring skal sikre grøn strøm til 230 mio. europæiske husstande <https://www.regeringen.dk/nyheder/2022/historisk-erklæring-skal-sikre-groen-stroem-til-230-mio-europaeiske-husstande/> [03-06-2023]
- Rønne Vand og Varme (2023) *Fjernvarmedeklaration 2022*
- SIRIUS advokater (2020a), <https://www.siriusadvokater.com/wp-content/uploads/2020/06/Gr%C3%B8n-omstilling-Kommunalfuldmagten-endelig.pdf> [31-05-2023]

SIRIUS advokater (2020b), <https://www.siriusadvokater.com/groen-omstilling?speciale=1> [30-05-2023]

Swedish Energy Agency (2015) Local heating <https://www.energimyndigheten.se/en/sustainability/households/heating-your-home/district-heating/local-heating/> [06-05-2023]

The Natural Step (u.å). The Natural Step International <https://www.naturalstep.ca/abcd> [15.03.2023]

Tukker, A & Butter, M., (2005), Governance of sustainable transitions, Science Direct, p. 94-107.

Tv2 Bornholm (2023), *Udvidelse af biogasanlæg får blandet modtagelse*, <https://www.tv2bornholm.dk/artikel/udvidelse-af-biogasanlaeg-faar-blandet-modtagelse> [03-05-2023]

Vergragt, P. & Quist, J. (2011) Backcasting for sustainability: Introduction to the special issue, Technological Forecasting & Social Change, vol. 78, pp. 747-755

Vergragt, P. & Quist, J. (2011) Backcasting for sustainability: Introduction to the special issue, Technological Forecasting & Social Change, vol. 78, pp. 747-755

Wamsler, C. et al. (2020). Beyond participation: when citizen engagement leads to undesirable outcomes for nature-based solutions and climate change adaptation. Climatic Change 158, 235–254.

Europa kommissionen (2021) Revision of the Energy Taxation Directive (ETD), https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3662 [03-06-2023].

Bilag:

Bilag 1: Peter Christiansen (BOFA)

Bilag 2: Jürgen Edström (BEOF)

Bilag 3: Hans Henrik Ibsen (Trefor)

Bilag 4: Benjamin Schou (Nykredit)

Bilag 5: Mikkel Høst(Bornholms Regionskommune)