

# Offentlig udgave til udlevering



## Business Case – Kriegers Flak BackToBack forbindelse

Tonne Kjærvej 65  
7000 Fredericia  
Tel. +45 70 10 22 44  
Fax +45 76 24 51 80

info@energinet.dk  
www.energinet.dk  
cvr-nr. 28 98 06 71

### Indholdsfortegnelse

1.	Indstilling .....	2
2.	Resumé .....	2
3.	Baggrund og formål .....	2
3.1	Baggrund .....	2
3.2	Formål .....	3
4.	Beskrivelse af mulige alternativer .....	4
5.	Investeringsanalyse .....	7
5.1	Elementer i den samfundsøkonomiske vurdering .....	7
5.2	Samfundsøkonomisk vurdering .....	10
5.3	Følsomhedsanalyse .....	12
5.3.1	Specifikke forhold for Kriegers Flak B2B .....	12
5.3.2	Generel følsomhedsanalyse .....	13
5.4	Selskabsøkonomisk vurdering .....	16
5.5	Anlægs- og driftsbudget .....	18
5.6	Konklusion .....	19
6.	Kontraktuelle forhold for Kriegers Flak B2B .....	20
6.1	Projektgennemførelse .....	20
6.2	Ejerskab .....	20
6.3	Deling af omkostninger og indtægter .....	20
7.	Tidsplan .....	21
8.	Appendiks 1 – Regionale handelsgevinster .....	22
9.	Appendiks 2 – Uddybende følsomhedsbeskrivelse .....	23
10.	Appendiks 3 – Uddybning af metode til effektvurdering .....	25

5. november 2014  
KSQ-AGA/LIL

Business Case

## 1. Indstilling

Der indstilles, at anlægsprojektet "Kriegers Flak B2B" igangsættes, og at Energinet.dk's administration gives mandat til at indgå bindende aftale herom med 50Hertz Transmission GmbH. Indstillingen er under forudsætning af, at EU-støtten på op til 150 mio. euro kan opretholdes.

De totale projektomkostninger er budgetteret til [REDACTED], hvoraf den danske andel udgør [REDACTED]. Anlægsprojektet er planlagt til at starte i 2015 med forventet idriftsættelse ultimo 2018.

## 2. Resumé

Fremskrivninger af effektsituationen i Østdanmark viser, at der fra 2016 vil være behov for ny kapacitet, hvis Energinet.dk's målsætning i Strategiplan 2014 om fastholdelse af den nuværende høje forsyningssikkerhed skal opfyldes. Behovet vil være stigende frem mod 2030. For at dække behovet i perioden 2016-2020 overvejes det nu at udbyde strategiske reserver. På længere sigt vurderes dette ikke at være den bedste løsning. Ny effekt kan fremskaffes ved at etablere en ny forbindelse enten til Tyskland via de danske og tyske havmølleparker i forbindelse med Kriegers Flak eller til Vestdanmark eller ved indkøb af strategiske reserver. Den samfundsøkonomiske investeringsanalyse viser, at Kriegers Flak B2B og Storebælt 2 stort set er ligeværdige løsninger dog med marginal større sandsynlighed for, at Storebælt 2 er samfundsøkonomisk mest rentabel. Strategiske reserver medfører en væsentlig højere samfundsøkonomisk omkostning.

Det er et væsentligt argument for Kriegers Flak B2B, at Energinet.dk med dette valg fastholder en større fleksibilitet, så det bliver muligt og samfundsøkonomisk fordelagtigt at vælge både Kriegers Flak B2B og Storebælt 2. Dette er ikke tilfældet, hvis Kriegers Flak B2B ikke gennemføres nu, da EU-tilskuddet dermed bortfalder. Muligheden for etablering af handelskapacitet via Kriegers Flak Havmøllepark indgår ligeledes i energiaftalen fra 2012 og optræder på EU Kommissionens PCI-liste (Projects of Common Interest).

## 3. Baggrund og formål

### 3.1 Baggrund

I energiaftalen af 22. marts 2012 blev det besluttet, at der skulle etableres en 600 MW havmøllepark på Kriegers Flak. Aftalen nævner desuden muligheden for etablering af et havbaseret elnet mellem Danmark og Tyskland. Formålet med det havbaserede elnet var at udnytte den eksisterende infrastruktur til at skabe international udvekslingskapacitet. Energinet.dk iværksatte derfor sammen med den tyske TSO 50Hertz Transmission GmbH (50Hertz), et analysearbejde for at afdække, om det havbaserede elnet ville være samfundsøkonomisk fordelagtigt sammenlignet med en traditionel ilandføring, baseret på vekselstrøm ved Kriegers Flak Havmøllepark.

I analysearbejdet med det havbaserede elnet i 2012 blev der undersøgt mange forskellige løsninger. En løsning baserede sig på en traditionel vekselstrømsilandføring, imens en anden baserede sig på en jævnstrømsilandføring. Begge løsninger ville sikre en udvekslingskapacitet på 400 MW.

EU Kommissionen tilkendegav, at jævnstrømsløsningen gennem *European Energy Programme for Recovery* kunne tildeles en støtte på op til 150 mio. euro, mens det ikke ville være tilfældet for løsningen baseret på vekselstrøm. Dette var en af de primære årsager til, at vekselstrømsløsningen blev fravalgt til fordel for jævnstrømsløsningen.

Den 14. november 2012 godkendte bestyrelsen for Energinet.dk business casen for jævnstrømsløsningen. Energinet.dk og 50Hertz sendte efterfølgende de centrale jævnstrømskomponenter i udbud. De indkomne bud gjorde det dog klart, at projektet med de nu kendte omkostninger til jævnstrømskomponenterne ikke ville skabe positiv samfundsøkonomi.

Den 21. maj 2014 godkendte Energinet.dk's bestyrelse business casen for ilandføringsanlægget for havmølleparken på Kriegers Flak, så pålægget i forbindelse med Kriegers Flak Havmøllepark kunne opfyldes. Ilandføringsanlægget bliver baseret på vekselstrøm. Dermed blev det oprindelige projekt baseret på jævnstrøm skrinlagt. Energinet.dk og 50Hertz besluttede efterfølgende at undersøge, om ny udvekslingskapacitet, baseret på en traditionel vekselstrømsilandføring, ville være samfundsøkonomisk fordelagtig. EU Kommissionen har siden tilkendegivet, at Kriegers Flak B2B vil kunne tildeles en støtte på 150 mio. euro.

### 3.2 Formål

Effektsituationen i Østdanmark er under pres på grund af stigende forbrug og lukning af kraftværksblokke. Uden handling fra Energinet.dk's side vil forsyningssikkerheden forringes, hvilket er i strid med Energinet.dk's strategi om fastholdelse af det nuværende høje niveau for forsyningssikkerhed<sup>1</sup>.

Af business casen for det havbaserede elnet fremgik det, at Østdanmark fra 2020 havde et udekket effektbehov på ca. 300 MW. Energistyrelsen har tilkendegivet over for Energinet.dk, at vurderinger af forsyningssikkerheden ønskes udregnet ved hjælp af sandsynlighedsbaserede modeller. Det tidligere estimat på 300 MW var ikke udregnet ved hjælp af denne model. Energinet.dk er derfor skiftet til en anden metode, som ligger i forlængelse af et arbejde udført af Energistyrelsen, hvor effektbehovet udregnes baseret på sandsynligheder for udfald af kraftværker og udlandsforbindelser. Dette metodeskift har resulteret i en vurdering af effektbehovet for 2020 på 250 MW, der således er i omtrent samme størrelsesorden. Der er i dette arbejde også lavet vurderinger for 2025 og 2030. Tabel 1 viser, at behovet fra 2030 forventes at udgøre 700 MW.

År	Behov for ny effekt i Østdanmark (MW)
2020	250
2025	450
2030	700

Tabel 1 Behov for ny effekt MW() i Østdanmark i perioden 2020-2030<sup>2</sup>.

Denne manglende effekt kan tilvejebringes enten ved etablering af ny produktionskapacitet, ny udvekslingskapacitet til udlandet eller ved aktivering af afbrydeligt forbrug.

<sup>1</sup> Energinet.dk's Strategiplan 2014, s. 31.

<sup>2</sup> På grund af usikkerhed om udviklingen især i kraftværkskapaciteten er behovet ikke estimeret længere frem end til 2030. Behovet er antaget fortsat at udgøre 700 MW efter 2030.

Formålet er at afklare, om en forbindelse mellem de danske og tyske havmølleparker i forbindelse med Kriegers Flak er den samfundsøkonomisk optimale måde at sikre forsyningen af Østdanmark. En grundlæggende forudsætning for analysen er, at Energinet.dk i hele anlæggets levetid har en strategi om at fastholde det nuværende høje niveau for forsyningssikkerhed<sup>3</sup>. Hvis forsyningen sikres ved Kriegers Flak B2B (eller en anden forbindelse), opnås tillige handelsgevinster gennem øget markedsintegration, der sikrer bedre udnyttelse af det regionale produktionsapparat.

Energinet.dk har 31. august 2014 anmeldt en metode for indkøb og aktivering af strategiske reserver på op til 300 MW i perioden 2016-2020 til Energitilsynet. Der overvejes en løsning vedrørende strategiske reserver baseret på et udbud af tre års varighed med en option på to år yderligere. Dermed er forarbejdet med hensyn til at sikre den nødvendige effekt udført.

#### 4. Beskrivelse af mulige alternativer

Energinet.dk har identificeret fire alternativer, der kan sikre forsyningen af Østdanmark på det korte til mellemlange sigt:

- **KONTEK 2:** En 600 MW HVDC-forbindelse mellem Bjæverskov og Bentwisch parallelt med den nuværende KONTEK-forbindelse.
- **Kriegers Flak B2B:** En 400 MW forbindelse mellem Kriegers Flak Havmøllepark og den tyske havmøllepark *Baltic 2*.
- **Storebælt 2:** En 600 MW HVDC-forbindelse mellem Fraugde på Fyn og Herslev på Sjælland parallelt med den nuværende Storebæltsforbindelse.
- **Strategiske reserver:** Produktionsanlæg eller afbrydeligt forbrug købt på korte eller lange kontrakter, som Energinet.dk kan byde ind i markedet i pressede effektsituationer.

Afbrydeligt forbrug forventes ikke at være realiserbart og samfundsøkonomisk attraktivt i de påkrævede mængder på kort og mellemlangt sigt. Strategiske reserver er derfor samfundsøkonomisk værdisat ud fra nye produktionsanlæg<sup>4</sup>. Konkret vil udbud afgøre fordelingen mellem produktionsanlæg (eksisterende eller nye) og afbrydeligt forbrug.

Denne business case sammenligner derfor samfundsøkonomien for Kriegers Flak B2B, Storebælt 2 og strategiske reserver.

<sup>3</sup> Så længe effektbidraget fra Kriegers Flak-B2B og Storebælt 2 i Tabel 3 fastholdes, vil den samfundsøkonomiske sammenligning af de tre alternativer give samme resultat, selv om den totale omkostning til at fastholde effekttilstrækkeligheden vil være anderledes.

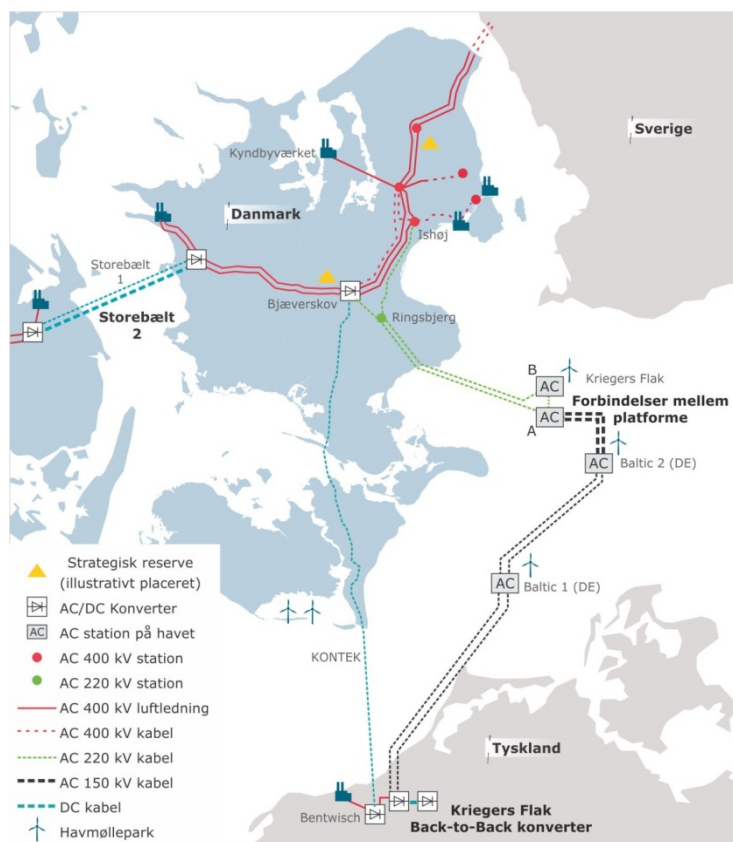
<sup>4</sup> De langsigtede marginalomkostninger ved at geninvestere i eksisterende anlæg er i samme størrelsesorden.

## Kriegers Flak B2B

Med Kriegers Flak B2B benyttes den danske vekselstrømsilandføring fra havmølleparken på Kriegers Flak og den tyske fra havmølleparkerne Baltic 1 og 2 til at skabe forbindelse mellem Østdanmark og Tyskland. Det er centralt for alternativet, at både de danske og tyske offshoreplatforme i forbindelse med havmølleparkerne er til stede.

Østdanmark er en del af det nordiske synkronområde, som ikke er synkroniseret med kontinentets synkronområde. De to synkronområder kan derfor ikke forbindes med vekselstrømsforbindelser. Da de danske og tyske offshoreplatforme forbindes direkte, placeres to konverterere i Tyskland, så de nordiske og kontinentale synkronområder holdes adskilt. Med denne konverterplacering bliver de tyske havmølleparker elektrisk en del af det danske vekselstrømsnet.

De to danske platforme, *KFA* og *KFB*, etableres i forbindelse med den traditionelle ilandføring, mens de to tyske platforme *Baltic 1* og *2* allerede er etableret. I B2B-alternativet udvides platformen *KFA* for at skabe plads til de nødvendige elektriske komponenter og forbindes med *Baltic 2* med søkabler. I Bentwisch, hvor strømmen fra de tyske havmølleparker ilandføres i dag, etableres to konverterere, som stilles klos op ad hinanden ("ryg mod ryg" deraf navnet). Med forbindelsen etableres 400 MW udvekslingskapacitet mellem Østdanmark og Tyskland. Figur 1 skitserer alternativet.



Figur 1 Udvalgte alternativer for tilvejebringelse af ny effekt til Østdanmark.

## **Storebælt 2**

Storebælt 2 vil blive etableret parallelt med den nuværende Storebæltsforbindelse, benytte cirka samme tracé og være tilsluttet nettet i samme punkter. Figur 1 viser ligeledes tracéet for forbindelsen fra Fraugde på Fyn til Herslev på Sjælland. Storebælt 2 vil også være baseret på traditionel LCC-teknologi og yderligere skabe en 600 MW-forbindelse mellem Vest- og Østdanmark.

## **Strategiske reserver**

Strategiske reserver udgøres typisk af mindre produktionsanlæg, som kan indplaceres langt mere fleksibelt i nettet, eller af afbrydeligt forbrug. I Figur 1 er strategiske reserver udelukkende placeret illustrativt, da placeringen i praksis vil blive afgjort i udbuddet af reserverne.

## 5. Investeringsanalyse

Dette afsnit afdækker, om det er samfundsøkonomisk rentabelt at etablere Kriegers Flak B2B i forhold til at etablere Storebælt 2-forbindelsen eller strategiske reserver. Investeringsanalysen tager udgangspunkt i, at Energinet.dk skal sikre forsyningen af Østdanmark billigst muligt og betegnes derfor som en *cost effectiveness* analyse.

### 5.1 Elementer i den samfundsøkonomiske vurdering

Tabel 2 viser de elementer, som tillægges økonomisk værdi i den samfundsøkonomiske vurdering<sup>5</sup>. Den samfundsøkonomiske vurdering er baseret på Energinet.dk's analyseforudsætninger 2014.

Elementer i den samfundsøkonomiske vurdering
<b>Handelsgevinster</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ændringer i forbrugeroverskud, producentoverskud og flaskehalsindtægter for Danmark beregnes med Energinet.dk's markedsmodel (BID – Better Investment Decisions).</li></ul>
<b>Systembærende egenskaber</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Værdien af systembærende egenskaber, hvis der kan spares alternative investeringer i systembærende netkomponenter.</li></ul>
<b>Nødstart</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Visse teknologier kan bidrage til nødstart af elsystemet, som kan medføre besparelser.</li></ul>
<b>Transitkompensation</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Transitkompensationen dækker over de betalinger, som Energinet.dk kan opnå fra udlandet for at stille net til rådighed for transit.</li></ul>
<b>Regulerkraft</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- En ny forbindelse mellem to markedsområder kan øge mulighederne for balancering af modsatrettede ubalancer.</li></ul>
<b>Tab</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Omkostninger til elektriske tab i det danske elnet (samt ikke-realiserede handelsgevinster på grund af tab).</li></ul>
<b>Investering</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Omkostninger til investering og etablering af anlæg.</li></ul>
<b>Drift og vedligehold (D&amp;V)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Omkostninger til drift og vedligehold i den forventede levetid.</li></ul>
<b>Ændringer i reservebehov</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Omkostninger/besparelser ved forøgelser/reduktioner af reservebehovet.</li></ul>
<b>Udetid</b>

<sup>5</sup> Der tages udgangspunkt i Finansministeriets og Energistyrelsens vejledninger for samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger. Der anvendes en diskonteringsfaktor på 4 pct. (real) og en nettoafgiftsfaktor på 1,17.

### Elementer i den samfundsøkonomiske vurdering

- En udlandsforbindelse vil til tider ikke være tilgængelig for markedet på grund af fx vedligehold eller netbegrænsninger. Dermed realiseres de fulde handelsgevinster (og tab) ikke.

### Omkostninger til fastholdelse af effekttilstrækkeligheden i Østdanmark

- Uanset valget af alternativ forventes det at blive nødvendigt for Energinet.dk at udbyde strategiske reserver, sådan at det nuværende høje niveau af forsyningsikkerhed kan opretholdes.

### Øvrige effekter

- EU-støtte: EU Kommissionen har tilkendegivet at støtte Kriegers Flak B2B med op til 150 mio. euro.

- [Redacted text block]

- Ubalancer på Kriegers Flak Havmøllepark: Markedsflowet kan fylde den danske ilandføring op, så danske ubalancer skal balanceres i Tyskland til en højere omkostning end ellers. Energinet.dk forventer at størstedelen af disse omkostninger, men ikke alle, kan undgås ved at udnytte korttidsoverbelastningsevnen for søkablerne i den danske ilandføring. Dette uddybes i følsomhedsanalysen.

- Reinvesteringer i danske og tyske platforme i forbindelse med Kriegers Flak B2B: Forskelle i levetid på ilandføringerne og de nye komponenter i Kriegers Flak B2B risikerer at forårsage behov for reinvesteringer i ilandføringerne. Disse reinvesteringer kan være alt fra udvidet vedligehold til erstatning af de eksisterende platforme. Dette uddybes i følsomhedsanalysen.

Tabel 2 Elementer i den samfundsøkonomiske vurdering.

Energinet.dk's analyser viser, at omkostningerne til at fastholde effekttilstrækkeligheden sammen med investeringssummen udgør de væsentligste effekter forbundet med etablering af en eventuel Kriegers Flak B2B og Storebælt 2. Af disse to effekter er omkostningen til at fastholde effekttilstrækkeligheden forbundet med den største usikkerhed og uddybes derfor nærmere nedenfor.

### Fastholdelse af effekttilstrækkeligheden i Østdanmark

Ifølge Energinet.dk's målsætning vedrørende forsyningsikkerhed må strømafbrud som følge af utilstrækkelig produktionskapacitet maksimalt udgøre fem minutter i et gennemsnitsår. Til at opgøre denne risiko for effektmangel benytter Energinet.dk et timebaseret værktøj, der ud fra sandsynligheder for tilgængeligheden af kraftværker og udlandsforbindelser giver et estimat på risikoen for



effektmangel. Ved at sammenligne resultaterne for de forskellige alternativer opgøres behovet for ny effekt i Østdanmark.

Energinet.dk's analyser viser som tidligere nævnt, at der i Østdanmark vil være behov for 250 MW ny effekt i 2020. Det vil stige til 700 MW i 2030, se Tabel 3.

Effektbehovet opgøres i MW leveret af mindre gas- eller dieselanlæg med meget høj tilgængelighed. Dette behov er stærkt afhængigt af udviklingen i den østdanske produktionskapacitet, herunder biomassekonverteringer.

År	Behov for ny effekt (MW)	Effektbidrag fra Kriegers Flak B2B (MW)	Effektbidrag fra Storebælt 2 (MW)
2020	250	225	250
2025	450	250	400
2030	700	250	400

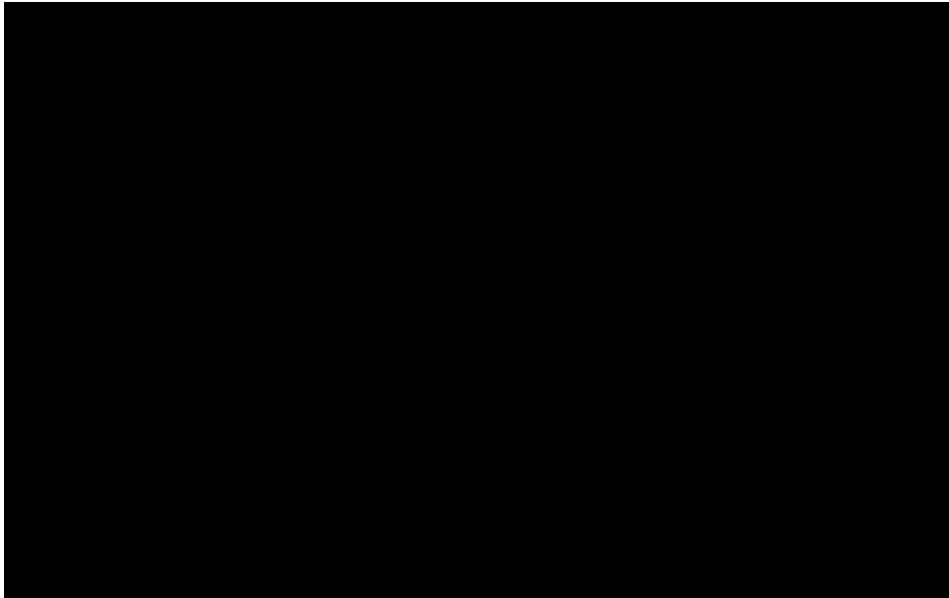
Tabel 3 Østdansk effektbehov, effektbidrag fra Kriegers Flak B2B og Storebælt 2. Alle tal i MW.

Kriegers Flak B2B giver mulighed for at importere op til 400 MW fra Tyskland, så der er et mindre behov for produktionskapacitet til at opretholde forsyningssikkerheden, og dermed reduceres effektbehovet i Østdanmark ved etablering af Kriegers Flak B2B. Da forbindelsen ikke altid vil være tilgængelig på grund af udetid, og da der ikke altid vil være tilgængelig import fra Tyskland, kan forbindelsens bidrag til effektsituationen i Østdanmark ikke tillægges værdi svarende til 400 MW. Energinet.dk's analyser viser, at forbindelsen kan tillægges værdi for et bidrag på 225 MW fra 2020 og 250 MW fra 2025 og frem til udløbet af forbindelsens levetid. Se Tabel 3.

Storebælt 2 giver mulighed for at importere op til 600 MW fra Vestdanmark og reducerer også effektbehovet i Østdanmark. Energinet.dk's analyser viser, at Storebælt 2 vil kunne tillægges værdi for et bidrag på 250 MW fra 2020, 400 MW fra 2025 og frem til udløbet af forbindelsens levetid, se Tabel 3.

Forskellen i bidraget i forhold til Kriegers Flak B2B skyldes, at kapaciteten på Storebælt 2 er 600 MW frem for 400 MW på Kriegers Flak B2B.

Med både Kriegers Flak B2B og Storebælt 2 vil det dog stadigvæk være nødvendigt at afholde omkostninger, så effekttilstrækkeligheden i Østdanmark fastholdes. Figur 2 viser, at Kriegers Flak B2B i gennemsnit kan dække [REDACTED] af det udækkede effektbehov, mens Storebælt 2 kan dække [REDACTED]



Figur 2 Fordeling af effektbidrag<sup>6</sup>.

For Kriegers Flak B2B vil det igen være nødvendigt at investere fra 2025, mens det for Storebælt 2 først vil være nødvendigt fra 2030. Et af målene med Markedsmodel 2.0 er at skabe et attraktivt investeringsklima, der kan sikre og fastholde markedsbaseret produktionskapacitet. Den nye markedsmodel forventes at påvirke behovet for omkostninger til at fastholde af effekttilstrækkeligheden. Dette vil sandsynligvis have en ensartet påvirkning på de tre alternativer.

## 5.2 Samfundsøkonomisk vurdering

Tabel 4 viser de forventede samfundsøkonomiske omkostninger til at sikre forsyningssikkerheden i Østdanmark fra 2019 til 2058 ved hvert af de tre alternativer. Da hverken Kriegers Flak B2B eller Storebælt 2 alene vil kunne fastholde forsyningssikkerheden i Østdanmark, indgår der for begge alternativer omkostninger til at fastholde af effekttilstrækkeligheden i Østdanmark.

I beregningerne er antaget 40 års levetid for Kriegers Flak B2B og Storebælt 2.

<sup>6</sup> Fordelingen er beregnet på baggrund af nutidsværdien af omkostningerne til at sikre effekttilstrækkelighed fra Tabel 4. Bidraget fra "Forbindelse" er udregnet som besparelsen på disse omkostninger.

NPV (MDKK)	Kriegers Flak B2B	Storebælt 2	Strategiske reserver
<b>Gevinster</b>			
Handelsgevinster	■	■	■
Sparede tvangskørsler	■	■	■
Nødstart	■	■	■
Transitkompensation	■	■	■
Regulerkraft	■	■	■
Totale gevinster	■	■	■
<b>Omkostninger</b>			
Tab	■	■	■
Investering	■	■	■
Vedligehold	■	■	■
Reserver	■	■	■
Udetid	■	■	■
Fastholdelse af effekttilstrækkelighed	■	■	■
Øvrige effekter			
EU-støtte	■	■	■
SK4-aftale	■	■	■
Reinvesteringer og vedligehold (KF B2B)	■	■	■
Håndtering af ubalancer (KF B2B)	■	■	■
Totale omkostninger	■	■	■
<b>Total</b>			
<b>Med nettoafgiftsfaktor</b>			

Tabel 4 Samfundsøkonomisk vurdering. Nutidsværdi, mio. kr. (2014-priser).

Den totale omkostning over levetiden ved at vælge Kriegers Flak B2B udgør ■ i denne omkostning er indeholdt ■ i omkostninger til fastholdelse af effekttilstrækkeligheden i Østdanmark, da Kriegers Flak B2B ikke vil kunne tilvejebringe tilstrækkelig effekt alene. Kriegers Flak B2B er ■ dyrere end Storebælt 2, men ■ billigere end strategiske reserver.

Strategiske reserver som løsning på effektsituation i Østdanmark er forbundet med markant højere omkostninger end Kriegers Flak B2B og Storebælt 2. Sandsynligheden for, at strategiske reserver udviser bedre samfundsøkonomi end Kriegers Flak B2B vurderes at være ■. I forhold til Kriegers Flak B2B og Storebælt 2 er sikkerheden dog større for, at strategiske reserver kan levere den nødvendige effekt, når behovet opstår. Baggrunden herfor er en bredere sandsynlighedsfordeling bag forbindelsernes bidrag end bag bidraget fra strategiske reserver. Uden bidraget til effekttilstrækkelighed er begge forbindelser væsentligt dårligere end strategiske reserver. Dette uddybes i følsomhedsanalysen. En fordel er desuden, at strategiske reserver vil øge Østdanmarks værdi i det nordiske regulerkraftmarked. Det vurderes ikke, at disse argumenter er tilstrækkeligt tungtvejende til at gøre strategiske reserver til et foretrukket alternativ.

Forskellen i den samfundsøkonomiske værdi mellem Kriegers Flak B2B og Storebælt 2 er lille og ligger inden for usikkerheden i analysen. Når der skal træffes et valg mellem de to løsninger, bør usikkerhederne forbundet med løsningerne være en afgørende faktor.

### 5.3 Følsomhedsanalyse

Både Kriegers Flak B2B og Storebælt 2 er forbundet med usikkerheder i forbindelse med fx anlægsbudgetter og levetid. Som nævnt i Tabel 2 er der dog to specifikke forhold for Kriegers Flak B2B, der kan medføre væsentlige omkostninger. Disse beskrives derfor mere indgående, før den generelle følsomhedsanalyse opstilles.

#### 5.3.1 Specifikke forhold for Kriegers Flak B2B

##### **Omkostninger til sikring af levetid**

Søkablerne og konverterne til Kriegers Flak B2B har en forventet levetid på 40 år. Isoleret set kan levetiden for Kriegers Flak B2B på baggrund af disse komponenter forventes at være 40 år. Den tyske og danske ilandføring er imidlertid forudsætninger for Kriegers Flak B2B, da de er nødvendige for at reducere tab og sikre en høj overføringsevne.

For *Baltic 1 og 2* opereres der i Tyskland med en forventet levetid på 20 år. Den forventede levetid udløber i 2034. Hvis koncessionen forlænges, vil de tyske platforme sandsynligvis forblive i drift og sikre funktionaliteten af Kriegers Flak B2B, men omkostningen dækkes af koncessionshaveren, i dag det tyske energiselskab EnBW. Hvis koncessionen ikke forlænges og havmølleparkerne opgives, kan 50Hertz overtage de tyske platforme, så de fortsat kan bruges i Kriegers Flak B2B. Dermed overtager 50Hertz og Energinet.dk forpligtelsen til at sikre, at platformene forbliver i drift og dermed også vedligeholdelsesomkostningerne samt eventuelle reinvesteringsomkostninger. Platformenes strukturelle styrke vurderes dog at være så stor, at risikoen for væsentlige omkostninger er minimal.

Den samme problemstilling er principielt gældende for de danske platforme, selvom de er ejet af Energinet.dk. Fra cirka 2045 er der risiko for, at der ikke længere vil være en havmøllepark på Kriegers Flak. Som for de tyske parker vil dette betyde, at omkostningen til at holde platformene i drift skal dækkes af Kriegers Flak B2B projektet.

##### **Omkostninger til håndtering af ubalancer på Kriegers Flak Havmøllepark**

En normal havmøllepark har fuld rådighed over den tilhørende ilandføring, da ilandføringen dimensioneres til parkens produktion. Dermed kan produktionen ilandføres, også selvom den faktiske produktion afviger fra prognosen. For Kriegers Flak Havmøllepark er ilandføringen designet til at kunne håndtere 600 MW.

Med Kriegers Flak B2B tilføjes en ny kilde til flow på ilandføringen for Kriegers Flak Havmøllepark i form af det markedsbestemte flow til/fra Tyskland. I mange situationer vil markedsflowet sørge for, at de 600 MW ilandføringskapacitet udnyttes fuldt ud. Hvis den faktiske produktion på den danske havmøllepark i den situation overstiger prognosen (positiv ubalance), vil denne ubalance ikke kunne

flyde til Danmark som normalt. Ubalancen vil i stedet skulle balanceres i Tyskland, hvilket forventeligt vil medføre omkostninger.

### Forventede omkostninger

Tabel 5 viser, at udfaldsrummet for omkostningerne til reinvesteringer, vedligehold og håndtering af ubalancer er relativt bredt. Reinvesteringerne og vedligehold risikerer at medføre en samlet omkostning på op til [REDACTED], i nutidsværdi. Risikoen herfor er dog relativt lav. Den forventede omkostning er blot [REDACTED]

Håndtering af ubalancer kan medføre en endnu større omkostning. Etablering af et system til at udnytte ilandføringens muligheder for korttidsoverbelastning vil dog reducere omkostningen

[REDACTED]. Risikoen for, at systemet ikke etableres, vurderes at være meget lille på grund af de store besparelser ved etableringen.

Nutidsværdi af omkostninger (mio. kr.)	Minimum	Middel	Maksimum
Reinvesteringer og vedligehold			
I tyske platforme	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
I danske platforme	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
Håndtering af ubalancering	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

Tabel 5 Udspecificering af omkostninger forbundet med projektspecifikke forhold for Kriegers Flak B2. Nutidsværdi, mio. kr. (2014-priser).

### 5.3.2 Generel følsomhedsanalyse

Ovenstående effekter indgår i følsomhedsanalysen. Derudover indgår også generelle forhold som ændringer i MW-omkostningen til fastholdelse af effekttilstrækkeligheden, ændret effektbidrag fra de to forbindelser og ændret levetid<sup>7</sup>.

Følsomhedsanalysen i Tabel 6 viser konsekvensen af variationer i investeringsanalysens antagelser. I følsomhedsanalysen påvirkes Kriegers Flak B2B og Storebælt 2 af den samme ændring af forudsætningerne. Den angivne konsekvens viser derfor stigningen i samfundsøkonomien for Kriegers Flak B2B relativt til Storebælt 2.

Som det fremgår af Tabel 6, er Kriegers Flak B2B i de fleste tilfælde samfundsøkonomisk dårligere end Storebælt 2.

<sup>7</sup> Uddybning af følsomhederne findes i Appendiks 2.

**Samfundsøkonomi for Kriegers Flak B2B i forhold til Storebælt 2**  
**Nutidsværdi, mio. kr. (2014-priser)**

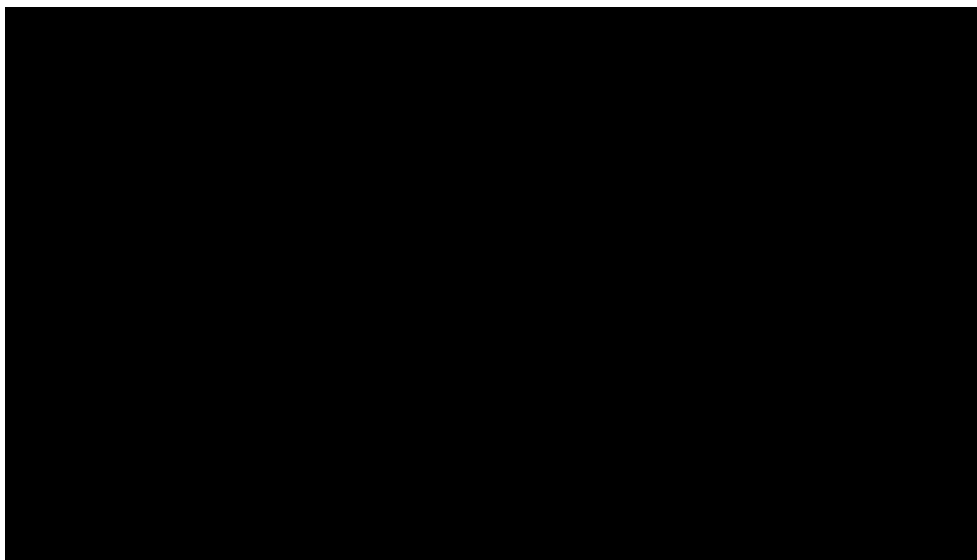
Følsomhed	Beskrivelse	Konse- kvens	Ny netto- gevinst	Sand- synlig- hed
■			■	
■	■	■	■	■

██████████ ██████████ ██████████ ██████████	██████████ ██████████ ██████████ ██████████ ██████████	█	█	█
██████████ ██████████ ██████████ ██████████	██████████ ██████████ ██████████ ██████████ ██████████	█	█	█
██████████ ██████████ ██████████ ██████████	██████████ ██████████ ██████████ ██████████	█	█	█
██████████ ██████████	██████████	█	█	█
██████████ ██████████	██████████	█	█	█
██████████ ██████████ ██████████ ██████████	██████████ ██████████ ██████████ ██████████ ██████████	█	█	█
██████████ ██████████ ██████████ ██████████	██████████ ██████████ ██████████ ██████████ ██████████	█	█	█
██████████ ██████████	██████████ ██████████ ██████████ ██████████ ██████████	█	█	█
██████████ ██████████	██████████ ██████████ ██████████	█	█	
██████████ ██████████	██████████ ██████████ ██████████	█	█	

Tabel 6 Følsomhedsanalyse for Kriegers Flak B2B i forhold til Storebælt 2. Nutidsværdi, mio. kr. (2014-priser).

Figur 3 viser resultatet af en Monte Carlo-simulering af projekternes samfundsøkonomi, hvori ovenstående følsomheder indgår. Kriegers Flak B2B har med ca. █ sandsynlighed lavere samfundsøkonomisk værdi end Storebælt 2. Omvendt er der ca. █ sandsynlighed for, at Kriegers Flak B2B har større værdi end Storebælt 2. Med en stor standardafvigelse på █ skal

dette tolkes som en indikation på, at Kriegers Flak B2B og Storebælt 2 er samfundsøkonomisk ligeværdige.



Figur 3 Monte Carlo-simulering af den samfundsøkonomiske værdi af Kriegers Flak i forhold til Storebælt 2. Nutidsværdi, mio. kr. (2014-priser).

Som nævnt i afsnit 5.2 er sikkerheden større for, at strategiske reserver kan levere den nødvendige effekt, end det er tilfældet for Kriegers Flak B2B og Storebælt 2. Tabel 7 viser nutidsværdieffekten af at variere effektbidraget for Kriegers Flak B2B og Storebælt 2.

Tabel 4

Nutidsværdi (mio. kr., 2014 priser)	Kriegers Flak B2B	Storebælt 2	Strategiske reserver
100 % effektbidrag (jf. Tabel 4)			
75 % effektbidrag			
50 % effektbidrag			
0 % effektbidrag			

Tabel 7 Følsomhedsanalyse ved variationer i effektbidrag. Mio. kr. (2014-priser).

#### 5.4 Selskabsøkonomisk vurdering

I dette afsnit gennemgås de selskabsøkonomiske konsekvenser af de forskellige alternativer. I den selskabsøkonomiske analyse er der tilsvarende den samfundsøkonomiske analyse anvendt en real diskonteringsrente på 4 pct.

De selskabsøkonomiske konsekvenser afviger fra de samfundsøkonomiske konsekvenser ved, at Energinet.dk kun modtager flaskehalsindtægterne og ikke de fulde handelsgevinster, som udgøres af både flaskehalsindtægter og forbruger-



og producentoverskud.

Endvidere afviger konsekvenserne i forhold til omkostningen til strategiske reserver grundet indkøb via et udbud. I et indkøb via udbud forventes det, at prisen vil være højere end prisen for de fysiske anlæg og driften heraf, da budgiveren også skal have betaling for den risiko, som kontrakterne medfører, og et almindeligt afkast. Dermed er det afgørende, hvor lang en periode kontrakterne dækker.

De selskabsøkonomiske konsekvenser fremgår af Tabel 8 og viser på lige fod med de samfundsøkonomiske konsekvenser, at Kriegers Flak B2B ikke er det billigste alternativ, men også, at Kriegers Flak B2B er forbundet med væsentligt lavere omkostninger end strategiske reserver.

NPV (MDKK)	Kriegers Flak B2B	Storebælt 2	Strategiske reserver
<b>Gevinster</b>			
Handelsgevinster	■	■	■
Sparede tvangskørsler	■	■	■
Nødstart	■	■	■
Transitkompensation	■	■	■
Regulerkraft	■	■	■
Totale gevinster	■	■	■
<b>Omkostninger</b>			
Tab	■	■	■
Investering	■	■	■
Vedligehold	■	■	■
Reserver	■	■	■
Udetid	■	■	■
Fastholdelse af effekttilstrækkelighed	■	■	■
Øvrige effekter	■	■	■
EU-støtte	■	■	■
SK4-aftale	■	■	■
Reinvesteringer og vedligehold (KF B2B)	■	■	■
Håndtering af ubalancer (KF B2B)	■	■	■
Totale omkostninger	■	■	■
<b>Total</b>	■	■	■

Tabel 8 Selskabsøkonomisk vurdering. Nutidsværdi, mio. kr. (2014-priser).

Ved amortisering af den beregnede nutidsværdi fås en gennemsnitlig tariffåvirkning for Kriegers Flak B2B på ca. 0,9 øre/kWh. For Storebælt 2 er tariffåvirkningen ca. 0,7 øre/kWh, mens den for strategiske reserver er ca. 1,3 øre/kWh. Den store forskel mellem alternativerne skyldes, at den selskabsøko-



Mio. DKK (2014-priser)	Kriegers Flak B2B	Storebælt 2
Drift og vedligehold	■	■
Tab i forbindelsen <sup>9</sup>	■	■
<b>Samlede driftsomkostninger</b>	■	■
heraf 50Hertz	■	■
<b>Energinet.dk andel af driftsomkostninger</b>	■	■

Tabel 10 Årlige driftsomkostninger. Mio. kr. (2014-priser).

## 5.6 Konklusion

Energinet.dk's investeringsanalyse viser, at Kriegers Flak B2B og Storebælt 2 stort set er ligeværdige samfundsøkonomiske løsninger. Strategiske reserver er ■ dyrere end Kriegers Flak B2B. Der er meget lav sandsynlighed for, at strategiske reserver udviser bedre samfundsøkonomi end Kriegers Flak B2B.

Følsomhedsanalysen viser, at der er ca. ■ sandsynlighed for, at den samfundsøkonomiske værdi af Kriegers Flak B2B er mindre end værdien af Storebælt 2, mens der er ■ sandsynlighed for, at værdien er større. Når følsomhederne tages i betragtning, er de to alternativer også reelt ligeværdige.

Ved at vælge Kriegers Flak B2B frem for Storebælt 2, opretholder Energinet.dk en større grad af fleksibilitet i forhold til den langsigtede løsning af effektudfordringen i Østdanmark, idet muligheden for i fremtiden at realisere begge løsninger fastholdes, da Storebælt 2 er et rent dansk anliggende.

Såfremt Kriegers Flak B2B fravælges nu, vil der ikke senere kunne opnås EU-tilskud, og det er uvist, om der igen kommer et åbent vindue i forhold til en investeringsbeslutning hos den tyske TSO 50Hertz Transmission GmbH.

Energinet.dk anser disse argumenter for at veje tungere end den marginale forskel i samfundsøkonomien på de 2 løsninger og indstiller på den baggrund Kriegers Flak B2B til godkendelse.

<sup>9</sup> For Kriegers Flak B2B er dette tal udover de ellers realiserede tab i den traditionelle ilandføring.

## **6. Kontraktuelle forhold for Kriegers Flak B2B**

Der arbejdes i øjeblikket fortsat på samarbejdsaftalen, som ikke er underskrevet på tidspunktet for bestyrelsens behandling. Den 28. november 2014 afholdes et High Level-møde mellem direktionen i Energinet.dk og 50Hertz, hvor de sidste detaljer forud for underskrivelsen skal aftales. Underskrivelse forventes i december 2014.

Energinet.dk anmoder bestyrelsen om forhandlingsmandat til nedenstående.

### **6.1 Projektgennemførelse**

På High Level-møde mellem direktionen i Energinet.dk og 50Hertz den 7. juli 2014 det aftalt, at 50Hertz skal være ansvarlig for etablering af konverteren i Bentwisch. Energinet.dk skal være ansvarlig for etablering af reaktorer og filtre på land i Danmark samt udvidelse af KFA-plattformen. Det er i øjeblikket ikke fastlagt, hvilken part der er ansvarlig for at etablere søkablet mellem de danske og tyske platforme. Energinet.dk forventer at blive ansvarlig.

### **6.2 Ejerskab**

På det førnævnte High Level-møde er det principbesluttet, at der er delt ejerskab på projektets komponenter.

### **6.3 Deling af omkostninger og indtægter**

Der blev i den tidligere samarbejdsaftale mellem 50Hertz og Energinet.dk opnået enighed om en fordelingsnøgle, hvor hver part betaler 50 pct. af alle omkostninger ved etablering af Kriegers Flak B2B ud over den planlagte danske ilandføring. Denne deling forudsættes igen for det nye projekt.

EU Kommissionens tilskud dækker [REDACTED] af omkostningen ved etablering af Kriegers Flak B2B, dog maksimalt 150 mio. euro. Den resterende omkostning deles ligeligt mellem Energinet.dk og 50Hertz.

De selskabsøkonomiske indtægter i forbindelse med Kriegers Flak B2B opnås via flaskehalsindtægter. De samlede flaskehalsindtægter deles ligeligt mellem 50Hertz og Energinet.dk.

Drifts- og reinvesteringsomkostninger deles på samme måde som investeringsomkostningerne.

## 7. Tidsplan

Tidsplanen for Kriegers Flak B2B-alternativet er estimeret i samarbejde med 50Hertz.

Der er følgende, væsentlige milepæle:

<i>Projektstart</i>	<i>1. januar 2014</i>
<i>Udbud af væsentligste komponenter</i>	<i>31. januar 2015</i>
<i>Kontrakttildeling (endelig investeringsbeslutning)</i>	<i>1. december 2015</i>
<i>B2B-konverter installeret</i>	<i>1. juli 2018</i>
<i>Kriegers Flak B2B klar til prøvedrift</i>	<i>1. oktober 2018</i>
<i>Endelig idriftsættelse</i>	<i>31. december 2018</i>

### **Myndigheder**

I forhold til milepælene nævnt i forrige afsnit skal der foreligge en § 4-tilladelse fra Ministeren inden kontrakttildeling 1. december 2015. Derfor startes der hurtigst muligt en dialog herom med Energistyrelsen og departementet.

Kriegers Flak B2B etableres som en udvidelse af den planlagte ilandføring af Kriegers Flak Havmøllepark. Dermed er øvrige myndighedstilladelser og VVM-processen for Kriegers-Flak B2B inden for rammerne i ilandføringsprojektet. Der forventes ikke behov for øvrige myndighedsgodkendelser.

## 8. Appendiks 1 – Regionale handelsgevinster

Land	Type	Kriegers Flak B2B	Storebælt 2
██████	Flaskehalsindtægter	██████	██████
	Forbrugeroverskud	██████	██████
	Producentoverskud	██████	██████
	Total	██████	██████
██████	Flaskehalsindtægter	██████	██████
	Forbrugeroverskud	██████	██████
	Producentoverskud	██████	██████
	Total	██████	██████
██████	Flaskehalsindtægter	██████	██████
	Forbrugeroverskud	██████	██████
	Producentoverskud	██████	██████
	Total	██████	██████
██████	Flaskehalsindtægter	██████	██████
	Forbrugeroverskud	██████	██████
	Producentoverskud	██████	██████
	Total	██████	██████

Tabel 11 Fordeling af handelsgevinster på forbruger- og producentoverskud samt flaskehalsindtægter. Mio. kr. (2014-priser).

## 9. Appendiks 2 – Uddybende følsomhedsbeskrivelse

Uddybende beskrivelse af følsomheder
<p><b>Kortere levetid</b></p> <p>Energinet.dk's erfaringer med udlandsforbindelser viser, at der er stor sandsynlighed for, at deres centrale komponenter (konvertere og kabler) levetid er 40 år. Samtidig er der dog også eksempler på, at centrale komponenter lever kortere.</p>
<p><b>Reduceret kapacitet</b></p> <p>50Hertz har indikeret, at der er risiko for, at den tyske ilandføring kun vil kunne overføre er [REDACTED] frem for 400 MW, som forventet. Energinet.dk's analyser bekræfter, at der er en risiko, men at den reducerede overføringsevne sandsynligvis kun vil blive pålagt i relativt få timer.</p>
<p><b>Lavere og højere omkostning til projektspecifikke forhold</b></p> <p>For disse to følsomheder er der opstillet en række sandsynligheder, der definerer et udfaldsrum for omkostningerne forbundet med de projektspecifikke forhold.</p> <p>I følsomheden "Lavere omkostning" er udfaldet således positivt for Energinet.dk, da der fortsat er havmøller i forbindelse med Kriegers Flak og Baltic 1+2, og balanceringsomkostningerne er minimale.</p> <p>I følsomheden "Højere omkostning" er Energinet.dk og 50Hertz nødt til at investere store beløb i platformene for at holde dem i drift, efter at havmølleparkerne er opgivet ved udløbet af deres levetid. Balanceringsomkostningerne er ligeledes maksimale.</p>
<p><b>Lav og høj reserveomkostning</b></p> <p>I Tabel 4 er der antaget en pris på [REDACTED] i omkostninger til fastholdelse af effekttilstrækkeligheden. Den faktiske pris vil blive afgjort af udbuddet og kan vise sig større eller mindre.</p> <p>Ved "Lav" omkostning anvendes i stedet en pris på [REDACTED], mens der for "Høj" omkostning anvendes en pris på [REDACTED]. Udfaldsrummet vurderes at være symmetrisk. Den anvendte procentsats er forbundet med stor usikkerhed.</p>
<p><b>Lavere og højere tilgængelighed af import fra Tyskland</b></p> <p>I Tabel 4 er effektbidragene fra Tabel 3 værdisat for de forskellige alternativer. På grund af udviklingen i effektsituationen i Vestdanmark og Tyskland kan disse bidrag ændre sig.</p>
<p><b>Forsinket idriftsættelse</b></p> <p>I anlægsfasen for Kriegers Flak B2B skal der arbejdes med den eksisterende Baltic 2 platform, hvilket øger risikoen for, at der opstår uforudsete problemer. Ligeledes betyder Kriegers Flak B2B, at platformsdesignet for den danske KFA-platform ændres i forhold til designet, som anvendes for KFB og blev anvendt på Anholt-platformen. Dette øger ligeledes risikoen for forsinkelse for Kriegers Flak B2B-projektet.</p>
<p><b>EU støtte bortfalder</b></p> <p>Energinet.dk og 50Hertz har fået tilsagn om tildelingen af et tilskud på 150 mio. euro fra EU Kommissionen. Det er en forudsætning for tildelingen, at Energi-</p>

net.dk godkender investeringen inden udgangen af 2014 og efterfølgende lever op til kravene fra Kommissionen.

Denne følsomhed indgår ikke i Monte Carlo-beregningen.

**Lavere diskonteringsrente**

Diskonteringsrenten sænkes med 1 procentpoint.

Denne følsomhed indgår ikke i Monte Carlo-beregningen.



## 10. Appendiks 3 – Uddybning af metode til effektivurdering

Energinet.dk's værktøj til vurdering af forsyningssikkerheden bygger på repræsentative historiske timedata for forbrug og fluktuerende produktion (vind og sol), som fremskrives med Energinet.dk's analyseforudsætninger til det år, der analyseres.

Den fleksible produktion simuleres, så ethvert kraftværk har en risiko for at være utilgængeligt (fx pga. havari) i en given time, imens udlandsforbindelser enkeltvis kan havarere, eller alle forbindelser til et naboområde kan falde ud på samme tid på grund af utilstrækkelig effekt i naboområdet. Baseret på flere års data og et stort antal genberegninger udregnes risikoen for, at produktionen ikke kan dække forbruget ved de forskellige alternativer og dermed behovet for strategiske reserver.

Med fx 200 genberegninger indgår der i opgørelsen resultater fra over 5 mio. timer. Tabel 12 viser eksempler på effekttilstrækkelighed i fire tilfældigt udvalgte timer, hvor forskellige kombinationer af forbrug, kraftværkskapacitet, vind, sol og importkapacitet skaber forskellige balancer. Resultaterne skal udelukkende tolkes illustrativt.

Time	Genberegning	Forbrug	Kraftværker	Vind og sol	Import	Balance
23	1	2.200	1.200	50	2.500	+1.550
2367	30	3.200	1.800	200	3.000	+1.800
2460	129	3.500	1.000	0	2.300	-200
7993	200	2.900	750	5.000	1.000	+3.850

Tabel 12 Eksempel på FSI-modellens opgørelse af effekttilstrækkelighed.

Hvis gennemsnittet af alle genberegninger viser, at risikoen for effektmangel ikke er i overensstemmelse med forsyningssikkerhedsmålsætningen, tilføjes i modellen produktionskapacitet, indtil målet atter er opfyldt. Denne tilføjede effekt udgør Energinet.dk's bedste bud på effektbehovet.

I modellen indgår en sandsynlighed for, at Tyskland ikke kan levere effekt, når behovet opstår. At Tyskland ikke kan levere effekt kan have mange årsager, fx effektunderskud, netbegrænsninger, manglende samarbejdsvilje, etc. Hvis den faktiske sandsynlighed er højere end antaget, vil det have en negativ indvirkning på den effektværdi, som kan tillægges Kriegers Flak B2B, så omkostningen til strategiske reserver for dette alternativ vil være højere. Energinet.dk har meget få erfaringer med, at effektsituationen i Østdanmark har været presset, så der foreligger ikke et stort grundlag at foretage vurderingen.