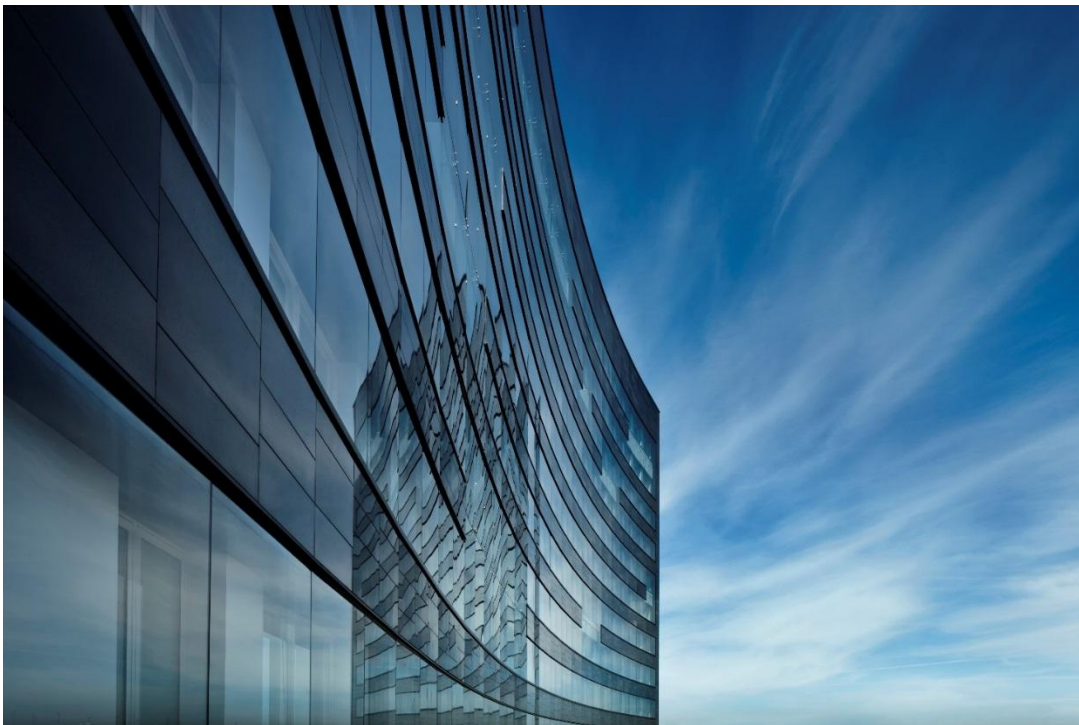


# ENERGISTYRELSEN

Den energieffektive og intelligente bygning i det smarte energisystem

Baggrundsrapport 2 – Analyse af potentiale for samspil mellem bygninger og forsyningssystem



2018-10-09

**PROJEKTNUMMER 30.9240.01**

**Udarbejdet:**

**Johnny Iversen, Kasper Qvist, Andreas Kristiansen**

**Godkendt:**

**Johnny Iversen**

## Resumé

Bruttolister for energifleksibilitetstiltag relateret til bygninger er udarbejdet med hensyn til såvel el- som varmekonsum. Flexibilitetstiltagene er overordnet kategoriseret i grupperne:

- Forskydning af forbrug, typisk via smart styring (load shift)
- Brændselskift, f.eks. fra brændsel til el eller varmepumpe (kombi- og hybridanlæg) (fuel shift)
- Reduceret forbrug i f.eks. spidslast (load shedding)
- Lagring (valley filling).

Inden for hver bygningskategori (stuehuse, parcelhuse, række- og kædehuse, etageboliger, handel og service samt institutioner) er potentialerne for hhv. el- og varmefleksibilitet vurderet relateret til de givne anvendelsesområder.

Potentialerne for elfleksibilitet er i overvejende grad korttids (timer) og relaterer sig hovedsageligt til anvendelsesområderne køl/frys, rumvarme og ventilation. Det samlede estimerede fleksibilitetspotentiale er opgjort til ca. 5,8 TWh/år, svarende til lidt mindre end 1/3 af det samlede elforbrug. Fordelingen mellem husholdninger og erhverv er hhv. 3,5 TWh/år i husholdningerne og ca. 2,3 TWh/år i erhverv.

På varmesiden vurderes det, at mere end 50 % af det samlede varmebehov kan gøres fleksibelt korttids (timer). For husholdningerne findes det største potentiale i parcelhus-segmentet og for erhverv i handel og service. Potentialerne findes primært gennem tiltag med brændselskift, hvor el helt eller delvis erstatter andet brændsel i kombi- og hybridanlæg til produktion af såvel rumvarme som varmt brugsvand.

<b>INDHOLDSFORTEGNELSE</b>		<b>SIDE</b>
<b>1</b>	<b>INDLEDNING</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>STUDIE AF BAGGRUNDSRAPPORTER</b>	<b>4</b>
2.1	Smart energi – barriere- og løsningskatalog (Rambøll, 2016)	4
2.2	Varmebesparelse i eksisterende bygninger – Potentiale og økonomi (SBI, 2017)	4
2.3	Andre rapporter	4
2.4	Andre datakilder	4
<b>3</b>	<b>FORDELING AF ENERGIFORBRUG</b>	<b>4</b>
3.1	Varme	5
3.2	El	6
<b>4</b>	<b>BRUTTOLISTER FOR EF-TILTAG I BYGNINGER</b>	<b>7</b>
4.1	Varme	7
4.2	El	9
<b>5</b>	<b>REFERENCER</b>	<b>17</b>

## **Bilag**

Bilag 1 – Bruttoliste for varrefleksibilitetspotentiale

Bilag 2 – Bruttoliste for elfleksibilitetspotentiale

Bilag 3 – Flexibilitetspotentiale El

## **Forkortelser**

EE - Energieffektivisering

EF – Energifleksibilitet

GAF – Graddage afhængigt forbrug

GUF – Graddage uafhængigt forbrug

## 1 INDLEDNING

Nærværende baggrundsrapport skal ses i sammenhæng med den anden del af Baggrundsrapport 1 – Samspilspunkter, som er et led i samme projekt.

Baggrundsrapporten her redegør kort for arbejdet med udarbejdelse af bruttolister og potentialer for energifleksibilitetstiltag.

## 2 STUDIE AF BAGGRUNDSRAPPORTER

Der er bl.a. taget udgangspunkt i nedenstående baggrundsmateriale.

### 2.1 Smart energi – barriere- og løsningskatalog (Rambøll, 2016)

Rapporten er udarbejdet af Rambøll for Energistyrelsen og omhandler en række scenarier vedr. de kommende udfordringer forbundet med etableringen af et smart energisystem.

Særligt afsnittene omkring gashybrid varmepumper og individuelle varmepumper samt hybrid-anlæg er taget i betragtning i anvendelsen af VE-resurser i det fleksible energisystem.

### 2.2 Varmebesparelse i eksisterende bygninger – Potentiale og økonomi (SBI, 2017)

Rapporten er udarbejdet af SBI for Energistyrelsen. I rapporten opdeles den danske bygningsmasse i underkategorier ift. BBR-anvendelseskoder samt alder, og derfra analyseres mulige energibesparende tiltag. Tiltagene dækker klimaskærmen, dvs. terrændæk, ydervægge, vinduer / døre, loft og tagkonstruktioner etc.

### 2.3 Andre rapporter

Diverse analyse- og baggrundsrapporter fra Ea Energianalyse fra år 2011-2014 vedrørende fleksibelt elforbrug er inddraget i udarbejdelsen af baggrundsdata for denne baggrundsrapport. Se under referencer i afsnit 5.

### 2.4 Andre datakilder

Følgende datakilder er anvendt som baggrund for energiforbruget i den danske bygningsmasse:

- Energistyrelsens Energistatistik 2015 (Energistyrelsen, 2016)
- SBI's rapport *"Varmebesparelse i eksisterende byggeri – potentiale og økonomi"* (Wittchen, Kragh, & Aggerholm, 2017).

## 3 FORDELING AF ENERGIFORBRUG

For at identificere hvor det største energimæssige potentiale ligger, er forbruget af hhv. varme og el opgjort efter BBR-anvendelseskode. Varmeforbruget er endvidere fordelt efter forsyningsform.

Den danske bygningsmasse er opdelt i kategorier ud fra bygningstype (BBR-anvendelseskode):

110 Stuehus til landejendom

- 120 Fritliggende enfamiliehus (parcelhus)
- 130 Række-, kæde- & dobbelthus
- 140 Indeholder BBR-koderne 140, 150, 160, 190. Etageboliger
- 300 Indeholder BBR-koderne 320, 330, 390. Bygninger, der anvendes til kontor, handel, offentlig administration, hotel, restaurant og andre servicevirksomheder.
- 400 Indeholder BBR-koderne 410, 420, 430, 490. Bygninger der anvendes til underholdning, undervisning, sygehuse, daginstitution, fængsel og kaserne.

### 3.1 Varme

Det danske varmeforbrug fordelt efter bygningstype fremgår af nedenstående tabel.

Bygningstype	Varmeforbrug [TWh/år]	Samlet areal [mio. m <sup>2</sup> ]
Stuehuse 110	2,05	22,00
Parcelhuse 120	20,60	162,20
Række-/kædehuse 130	4,54	37,10
Etageboliger 140	11,02	92,30
Handel- og service 300	7,32	84,40
Institutioner 400	4,12	38,30
<b>Samlet</b>	<b>49,64</b>	<b>436,30</b>

*Tabel 1: Varmeforbruget i Danmark opdelt efter BBR-anvendelseskode (Wittchen, Kragh, & Aggerholm, 2017) korrigeret på baggrund af (Energistyrelsen, 2016).*

Summen af husholdningernes varmeforbrug (BBR-koderne 110-140) beløber sig til 38,2 TWh/år, svarende til 137,6 PJ/år. Dette er nogenlunde samstemmende med basisfremskrivningens angivelse på 135,8 PJ/år for 2016.

Det samlede forbrug til varme fordelt på opvarmningsform fremgår herunder.

Opvarmningsform	Varmeforbrug [TWh/år]
Olie	2,92
Naturgas	7,81
Fjernvarme	25,49
Varmepumpe	1,30
Biomasse	10,03
El	1,60
Andet	0,50
<b>Sum</b>	<b>49,64</b>

*Tabel 2: Varmeforbruget i Danmark opdelt efter opvarmningsform (Wittchen, Kragh, & Aggerholm, 2017) korrigeret på baggrund af (Energistyrelsen, 2016).*

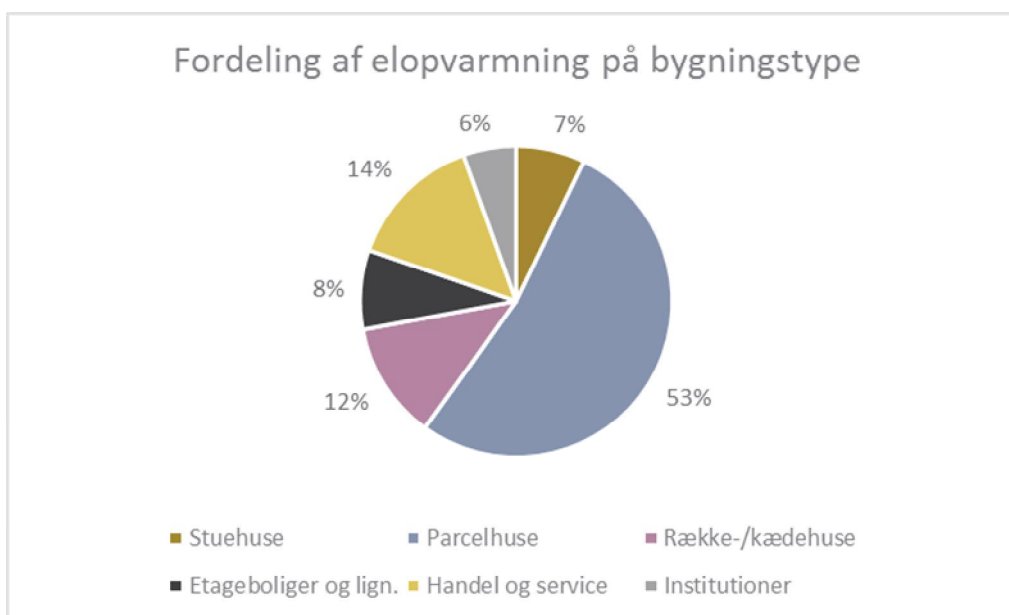
Nedenfor ses forbruget fordelt efter både bygningstype og opvarmningsform, (Wittchen, Kragh, & Aggerholm, 2017) korrigeret på baggrund af (Energistyrelsen, 2016).

Bygningskategori	Olie [TWh/år]	Naturgas [TWh/år]	Fjernvarme [TWh/år]	VP [TWh/år]	Biomasse [TWh/år]	El [TWh/år]	Andet [TWh/år]	Sum [TWh/år]	%
Stuehuse	0,54	0,06	0,04	0,30	0,96	0,11	0,03	2,05	4%
Parcelhuse	1,34	4,20	6,03	0,86	7,10	0,85	0,23	20,60	42%
Række-/kædehuse	0,07	0,71	1,84	0,04	1,62	0,19	0,05	4,54	9%
Etageboliger og lign.	0,42	1,02	9,37	0,03	0,00	0,13	0,04	11,02	22%
Handel og service	0,24	1,18	5,50	0,04	0,01	0,23	0,13	7,32	15%
Institutioner	0,32	0,64	2,71	0,02	0,32	0,09	0,01	4,12	8%
Samlet	2,92	7,81	25,49	1,30	10,03	1,60	0,50	49,64	100%
%	6%	16%	51%	3%	20%	3%	1%	100%	

Tabel 3: Varmeforbruget opdelt efter både bygningstype og opvarmningsform.

Det ses specielt, at fjernvarmen udgør lidt over 50 % af varmekonsumet, og måske ikke overraskende er det parcelhuse, etageboliger samt handel og service, som udgør de væsentligste grupper tilsluttet fjernvarmen.

Direkte elopvarmning udgør ca. 1,6 TWh/år. Det er især parcelhuse, som er elopvarmede. El til opvarmning udgør således ca. 3 % af det samlede nettovarmebehov. Fordeling af elopvarmning fremgår af figuren herunder.



Figur 1: Fordeling af elopvarmning på bygningstype.

### 3.2 El

Forbrug og fordeling er baseret på data fra Energistyrelsens Energistatistik 2015. I Energistatistikken er forbruget ikke opgjort efter bygningstyper, men efter sektorer, hvorfor det har været nødvendigt at gøre følgende antagelse:

BBR-koderne 110, 120 og 130 antages at udgøre enfamilieboliger i Energistyrelsens energistatistik. For at kunne fordele forbruget på de tre BBR-koder er forbruget divideret med det samlede areal for de tre BBR-koder for at finde forbruget pr. m<sup>2</sup>. Det antages dermed, at m<sup>2</sup>-forbruget er ens for de tre BBR-koder. Derefter er forbruget fordelt på de tre BBR-koder ved at gange m<sup>2</sup>-forbruget med areal for den pågældende BBR-kode.

Handel og service samt offentlig administration hører til BBR-kode 300, mens offentlig service (hospitaller, daginstitutioner, skoler m.v.) hører til BBR-kode 400.

Elforbrug fordelt efter bygningstyper fremgår af tabellen herunder.

Bygningstype	Elforbrug [TWh/år]	Samlet areal [mio. m <sup>2</sup> ]
Stuehuse 110	0,77	22,00
Parcelhuse 120	5,65	162,20
Række-/kædehuse 130	1,29	37,10
Etageboliger 140	2,52	92,30
Handel og service 300	7,57	84,40
Institutioner 400	2,34	38,30
<b>Samlet</b>	<b>20,15</b>	<b>436,30</b>

Tabel 4: Elforbrug opdelt efter BBR-anvendelseskode (Energistyrelsen, 2016) koblet med Sweco antagelser.

Summen af husholdningernes elforbrug (BBR-koderne 110-140) beløber sig til 10,2 TWh/år, svarende til 36,8 PJ/år.

Elvarme fra varmepumper i husholdninger udgør i dag (2015) ca. 7 %, svarende til et elforbrug på ca. 0,9 TWh/år (COP på 3 antaget).

## 4 BRUTTOLISTER FOR EF-TILTAG I BYGNINGER

I de følgende afsnit er oplistet EF-tiltag for hhv. varme og el opdelt efter BBR-anvendelseskoderne. En mere detaljeret beskrivelse af de enkelte tiltag samt et estimat på deres respektive besparelspotentialer fremgår af Bilag 1.

### 4.1 Varme

I afsnittet her fremhæves nogle generelle og grundlæggende tanker om varmefleksibilitet.

Grundlæggende tanker om fleksibilitet mht. varmeforsyning:

- **Forskydning** af rumvarme (termisk inert/kapacitet i bygninger) – Load shift
  - o Fjernvarme
  - o Gas
  - o Olie
  - o Varmepumper (el)

Varmeforsyningen reduceres i temperatur eller afbrydes kortvarigt. Rest varmeenergi lagret i vand og konstruktioner afgives uden eller med lille gene for forbrugerne. Det kræver tunge konstruktioner i bygningerne, for at der kan lagres lidt varme i bygningerne.
- Hybridanlæg (**brændselsskift**) – kollektive systemer (fjernvarme og gas) – Fuel shift
  - o Fjernvarme vs. varmepumpe (kilde: luft eller fjernvarme) (kræver udvikling af kombianlæg
  - o Skifter til varmepumpe, når opvarmning med varmepumpe er billigere end fjernvarme.

- Gas vs. varmepumpe (kilde: luft eller gas)  
Skifter til varmepumpe, når opvarmning med varmepumpe er billigere end gaskedel.  
Dvs. elpris divideret med vejrafhængig COP-faktor.
  - Ventilationsanlæg kombineret med varmepumpe (f.eks. ventilationsunit, som også kan lave brugsvand)
  - Gas / olie / fjernvarme vs. elpatron  
Skifter til elpatron, når opvarmning med el er billigere end hhv. gas, olie eller fjernvarme.  
Dette er billigere at etablere og ikke pladskrævende, men kræver meget lav elpris, da el anvendes 1:1 til opvarmning.
- Decentrale **bufferbeholdere og lagring** – Valley-filling, Load shift
- Bufferbeholdere til varmepumpe  
Akkumuleringstanke/beholdere (til rumvarme) vil gøre varmepumpedrift mere fleksibel, da varmepumpen f.eks. kan styres til, at akkumuleringsbeholderen opvarmes i perioder med overkapacitet i elnettet (f.eks. om natten). Så er det kun pumpedriften, der bruger strøm i dagtimerne, hvor der er størst efterspørgsel på strøm. Det medfører fleksibelt forbrug, og varmepumpen vil køre optimalt under disse forhold og dermed have en længere levetid.  
Kan anses som en billigere, men mere pladskrævende måde at lagre energi på end batterier.
  - Decentral **lagring** (akkumuleringstanke) (mindre relevant, da central lagring i kollektive forsyningsnet er mere kosteffektivt).

Fleksibilitetstiltag for varmeforbrug er oplyst i tabellen herunder. Endvidere er angivet, hvilke bygningstyper der vil være relevante for de givne tiltag. Se også Bilag 1.

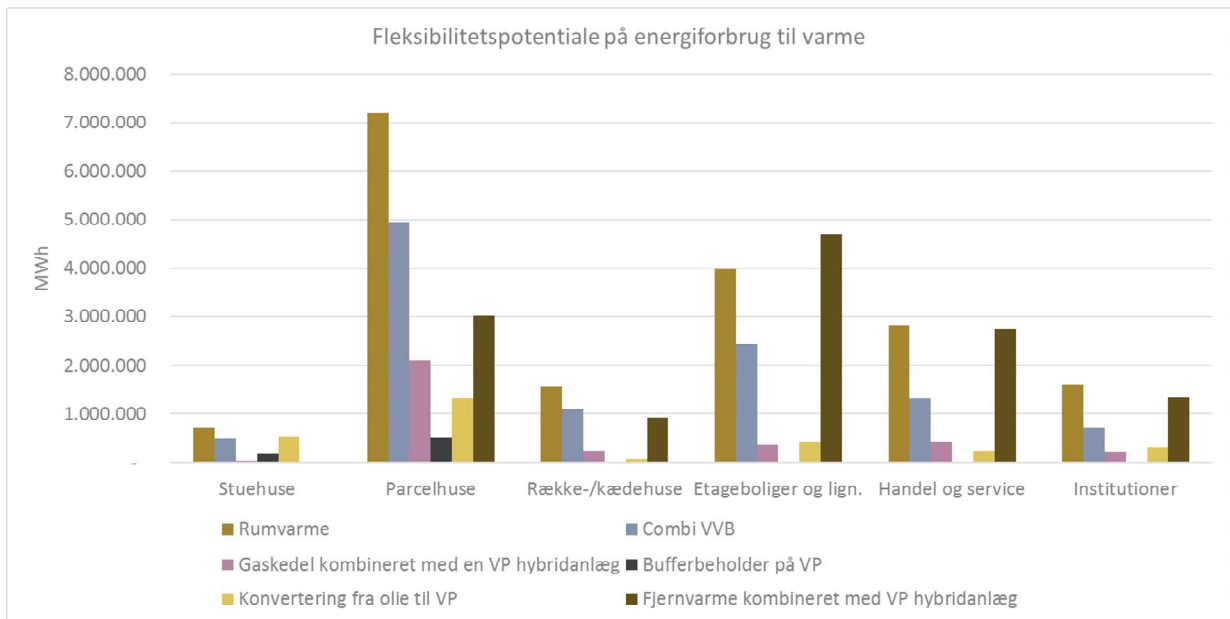
Tiltag	Bygningstype					
	110 Stuehuse	120 Parcelhuse	130 Rækkehuse	140 Etageboliger	300 Handel & service	400 Institutioner
Load shift af rumvarme	X	X	X	X	X	X
Elpatron	X	X	X	(X)	(X)	(X)
Etablering af hybrid VP-anlæg	X	X	X	(X)	(X)	(X)
Større bufferbeholder på varmepumper	X	X	X	X	X	X
Konvertering fra oliefyr til varmepumpe	X	X	X	X	X	X

*Tabel 5: Flexibilitetstiltag (varme) med angivelse af relevans for bygningstyper.*

Fleksibilitetspotentialet er vurderet ved fastsættelse af en %-andel, som ville kunne flyttes/skiftes m.v., og tidsperspektivet heri (timer/dage). Se Bilag 1.

I figuren herunder ses det vurderede fleksibilitetspotentiale for varme fordelt på de forskellige bygningstyper.





Figur 2: Opgjort fleksibilitetspotentiale på varmesiden opdelt på bygningstype og tiltag.

Det vurderes som udgangspunkt, at mere end 50 % af det samlede varmeforbrug har potentiale for at være fleksibelt.

## 4.2 EI

I dette afsnit fremhæves nogle generelle og grundlæggende tanker om elfleksibilitet.

Afbrydelse af el er langt mere følsomt end afbrydelse af varme. Ventilation og udsugning kan kun meget kortvarigt afbrydes på tidspunkter, hvor der er behov for det, ligesom el til processer generelt ikke kan undværes/afbrydes.

Grundlæggende tanker om fleksibilitet mht. elforsyning kan overordnet opdeles i kategorierne: Forskydning, Reduktion, Lagring og Brændselsskift:

- **Forskydning** af elforbrug via smart styring (inerti/kapacitet i systemer, timing) – Load-shift
  - o Elvarme
  - o Køl/frys
    - Kan afbrydes i spidsbelastningsperioder og køles lidt ekstra ned i perioder med overkapacitet i elnettet. Forudsætter køle-/fryseanlæg, der understøtter dette og starter med ekstra køling før en afbrydelse.
  - o Varme via varmepumper (VP)
  - o Vask/opvask
  - o Ventilation
- **Reduceret** elforbrug – Load shedding
  - o Lys
    - Kan afbrydes på visse udendørsarealer, veje o.l. i spidsbelastningsperioder. Kræver styring, stillingtagen og prioritering af belysningsanlæg.
- **Lagring og brændselsskift** – Valley-filling, Fuel-shift

- (Li-ion) batteripakker<sup>1</sup>
- Varme hybridanlæg (gas-VP, fjernvarme-VP)
- Combi varmtvandsbeholdere (VVB)
  - § fjernvarme vs. VP (kilde: luft eller fjernvarme)
  - § gas vs. VP (kilde: luft eller gas)

Fleksibilitetstiltag for elforbrug er oplistet i tabellen herunder. Endvidere er angivet, hvilke bygningstyper der vil være relevante for de givne tiltag. Se også Bilag 2.

Tiltag	BBR-anvendelseskode					
	110 Stuehuse	120 Parcelhuse	130 Rækkehuse	140 Etageboliger	300 Handel & service	400 Institutioner
Intelligent styring af belysning	X	X	X	X	X	X
Intelligent styring af pumpning	X	X	X	X	X	X
Køl/frys	X	X	X	X	X	X
EDB og elektronik	X	X	X	X	X	X
Vaskeapparater	X	X	X	X		X
Ventilation				X	X	X

Tabel 6: *Fleksibilitetstiltag (el) med angivelse af relevans for bygningstyper.*

Et overblik over opgjorte fleksibilitetstiltag på el, opdelt på kategorierne "husholdninger" og "handel og service samt institutioner slået sammen", ses af tabellen herunder, jf. også EA. Delrapport 1 – Samspilsmuligheder.

<sup>1</sup> Der forskes intensivt i nye, billigere og mere effektive batteriteknologier drevet af udviklingen inden for elbiler og mobil elektronik. Det er derfor vanskelig at sige, hvordan dette vil påvirke energilagring i 2030, 2040 eller 2050. Allerede fra 2020 vurderes f.eks. 'Solid state' batterier at være på gaden, så i løbet af 20'erne vil Li-ion formentlig blive udfordret.

Husholdninger	Forbrug [GWh]	Potentiale [%]	Samlet potentiale for fleksibilitet [GWh]	Heraf		
				Timer	Dage	Permanent
Belysning	1.599	5%	62			X
Pumpning	576	50%	223	X		X
Køl / frys	1.975	70%	1.013	XX		
EDB og elektronik	282	15%	33	XX		
Anden elanvendelse	835	0%	-			
Madlavning	941	0%	-			
Vaskeapparater	1.411	25%	272	XX		
TV/video	846	0%	-			
Rumvarme	1.900	80%	1.817	XX	X	X
Combi VVB	58	80%	46	X		
Ventilation og udsugning	645	15%	29	X		
Total	11.067	31%	3.494			

Handel og service inkl. institutioner	Forbrug [GWh]	Potentiale [%]	Samlet potentiale for fleksibilitet [GWh]	Heraf		
				Timer	Dage	Permanent
(GWh)						
Belysning	4.219	10%	403			XX
Pumpning	495	25%	118	X		X
Køl / frys	1.455	70%	972	XX		
EDB og elektronik	844	30%	242	XX		
Anden elanvendelse	553	0%	-	X		
Ventilation og blæsere	1.135	15%	163			
Trykluft og procesluft	204	5%	10	XX		
Øvrige elmotorer	466	0%	-			
Combi VVB	8,5	80%	7	X		
Rumvarme	440	80%	352	XX		
Total	8.953	32%	2.266			

Tabel 7: Opgjorte fleksibilitetstiltag (el) for kategorierne "husholdninger" og "handel og service inkl. institutioner".

I det følgende kommenteres antagelserne om hvor stor en del af det samlede forbrug er fleksibelt:

- **Belysning:** Belysning er ikke særlig fleksibelt, idet der oftest kun er lys, når der er behov herfor. Belysning er i høj grad automatiseret.
- **Pumpning:** Pumpearbejdet er i en vis udstrækning fleksibelt, idet varme/køling og vand kan forskydes i kortere tidsrum uden gene for komfort og/eller behov.
- **Køl/frys:** En stor del af el til køl/frys vil i praksis være fleksibelt, idet der er en stor inert i disse systemer, og de derfor vil kunne afbrydes i kortere tidsperioder.
- **EDB, TV/video og elektronik:** Disse elanvendelser vurderes ikke at være særlig fleksible – systemerne skal køre, når der er behov for det.
- **Anden elanvendelser og madlavning:** Elforbrug hertil er generelt ikke fleksibelt – el anvendes, når behov/beslutning herom indtræder.
- **Husholdningers vaskeapparater:** Disse er i en vis udstrækning fleksible – en udskydelse af vasken kan i mange tilfælde accepteres.
- **Ventilation, udsugning og blæsere:** Anvendelsesområdet her er meget begrænset fleksibelt – afbrydelse kan ikke ske i længere perioder.
- **Rumvarme:** Der er som for køl/frys meget inert i bygningskonstruktionen, hvorfor forskydning af elforbruget til varme i høj grad vil være fleksibelt.
- **Combi VVB:** Varmtvandsbeholdere med elstav vil i stor udstrækning være fleksibel, idet elstaven her er et supplement til varmtvandsproduktionen og derfor vil kunne afbrydes i perioder.

For yderligere kommentarer til ovennævnte skøn for procentvist potentiale henvises til en ældre rapport fra EA Energianalyse udført for Energinet.dk "Kortlægning af potentialet for fleksibelt elforbrug i industri, handel og service", juni 2011.

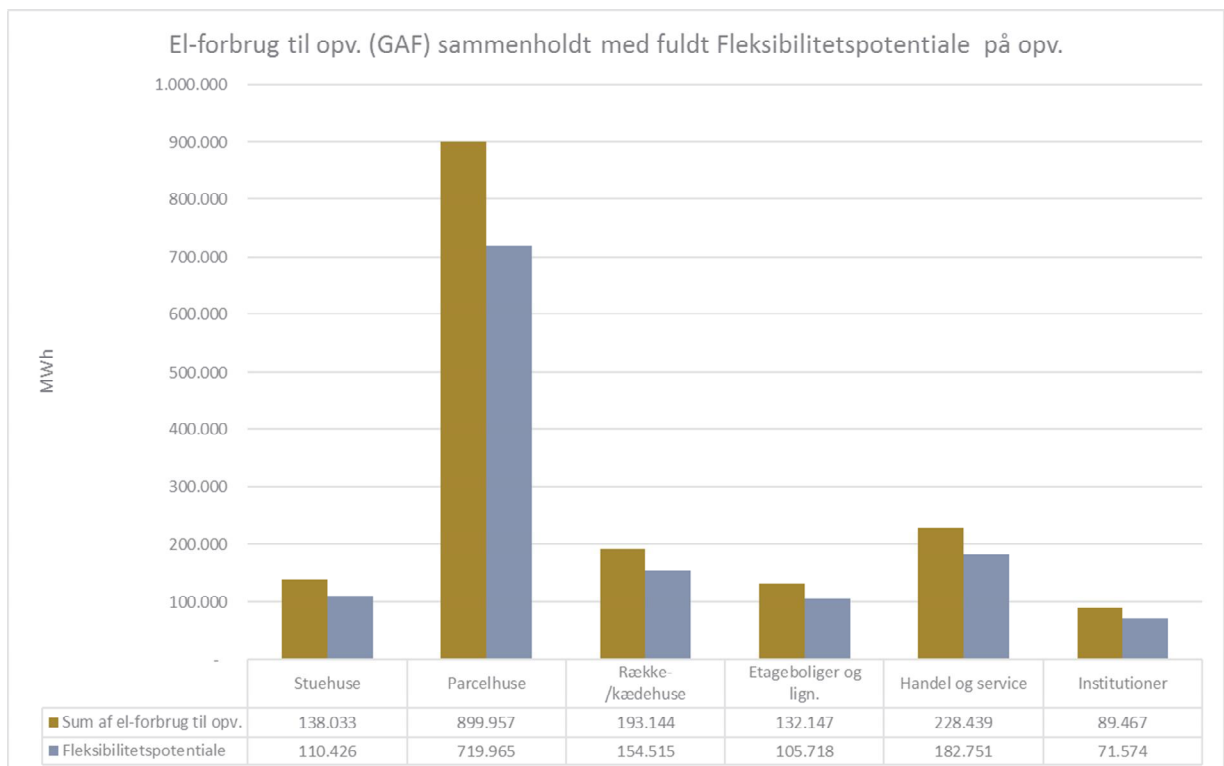
Det samlede potentiale for fleksibelt elforbrug er estimeret til ca. 5,8 TWh/år, svarende til ca. 1/3 af det samlede elforbrug. Heraf udgør potentialet i boliger ca. 3,5 TWh/år, mens handel og service inkl. institutioner udgør ca. 2,3 TWh/år.

Særligt interessant er fleksibilitetspotentialet på el til køl/frys og rumvarme for eksempelvis husholdninger samt køl/frys for handel og service. Det er her, det største potentiale findes.

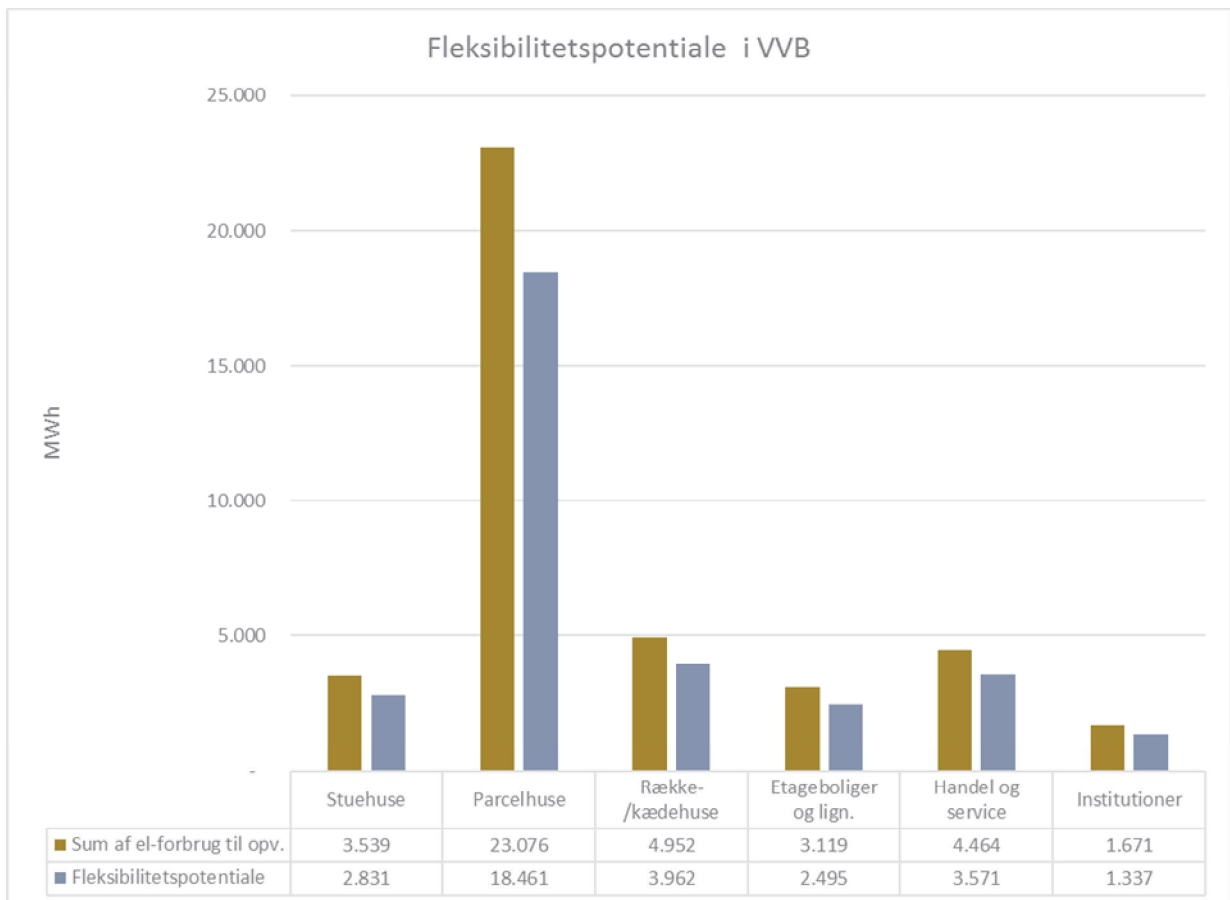
Vask i boligsektoren må indledningsvist opdeles i stuehuse / parcelhuse og etageboliger, da mange etageboliger enten har fællesvaskerier ('vasketur') eller forbud mod at starte vaskemaskiner om natten pga. støj i bebyggelsen. For dem er der således ikke fuld fleksibilitet.

Med indbyggede batterier i routere, bærbare computere, tablets m.v. ville netforsyning hertil også kunne afbrydes.

På figurerne herunder ses eksempelvis fleksibilitetspotentiale for el til hhv. rumvarme og produktion af varmt brugsvand.

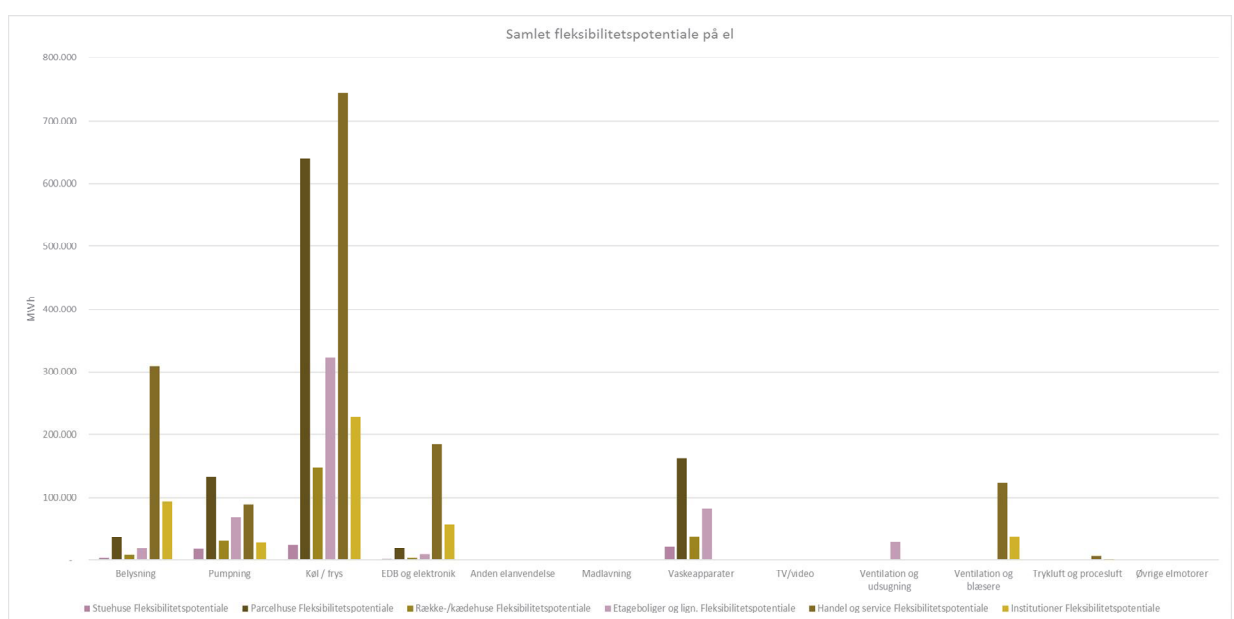


Figur 3: Opgjort fleksibilitetspotentiale for el til rumvarme for de 6 bygningskategorier.



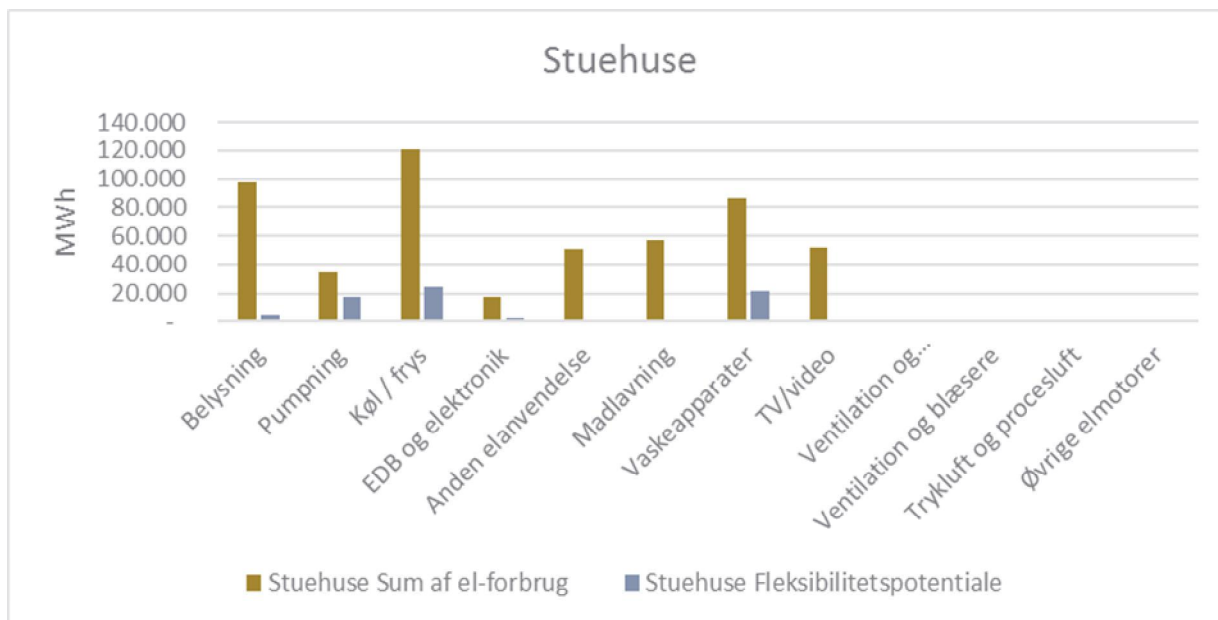
Figur 4: Opgjort fleksibilitetspotentiale for el til brugsvand for de 6 bygningskategorier.

Det opgjorte fleksibilitetspotentiale på el (ekskl. el til opvarmning) for de 6 bygningstyper ses i en sammenstilling i nedenstående figur. Figuren fremgår i større og mere læseligt format i Bilag 3.

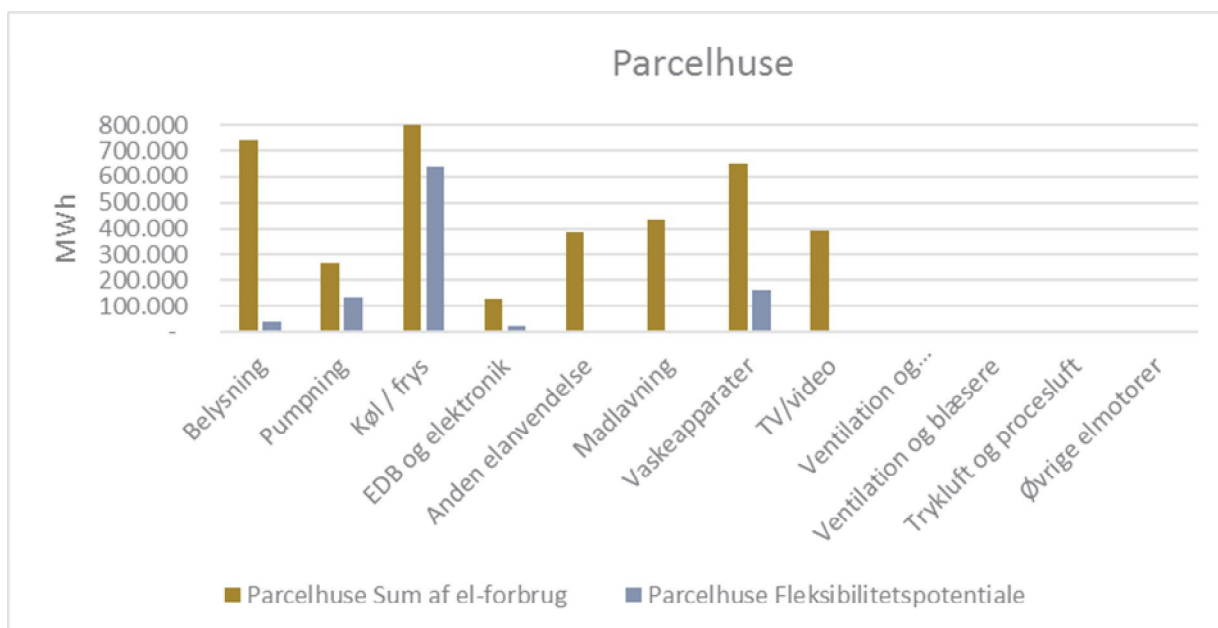


Figur 5: Opgjort fleksibilitetspotentiale for el (ekskl. el til opvarmning) for de 6 bygningskategorier og opdelt på anvendelse.

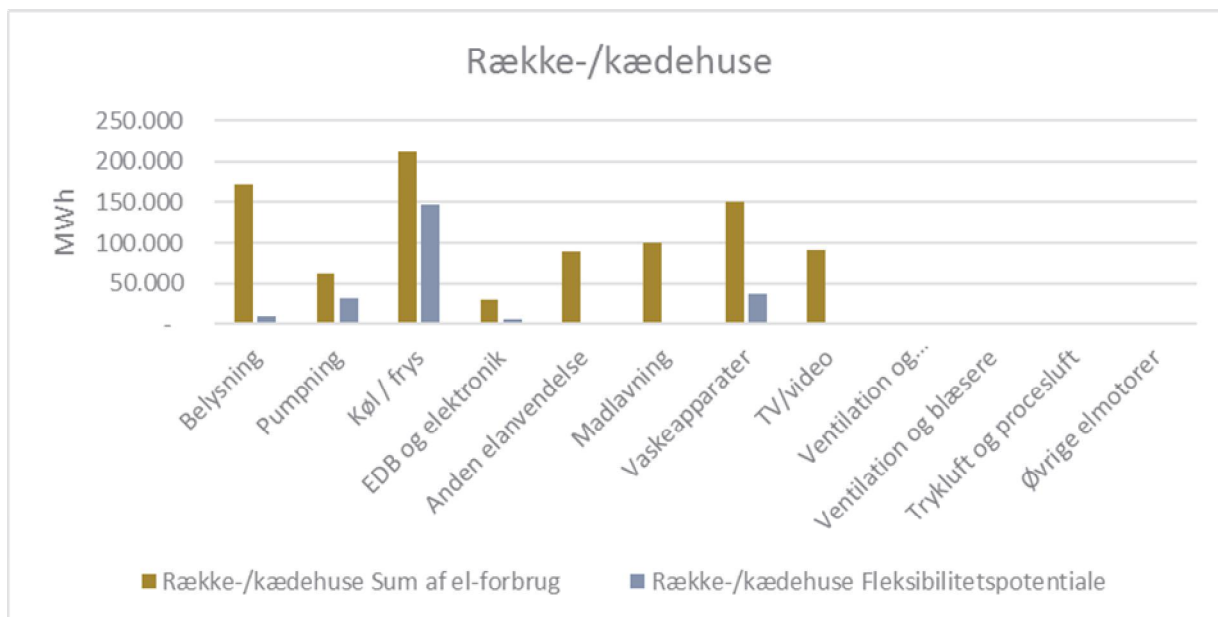
For hver af de 6 BBR-bygningskategorier er fleksibilitetspotentialet for el (ekskl. el til opvarmning) vist i figurene herunder, jf. ovenstående samlede figur.



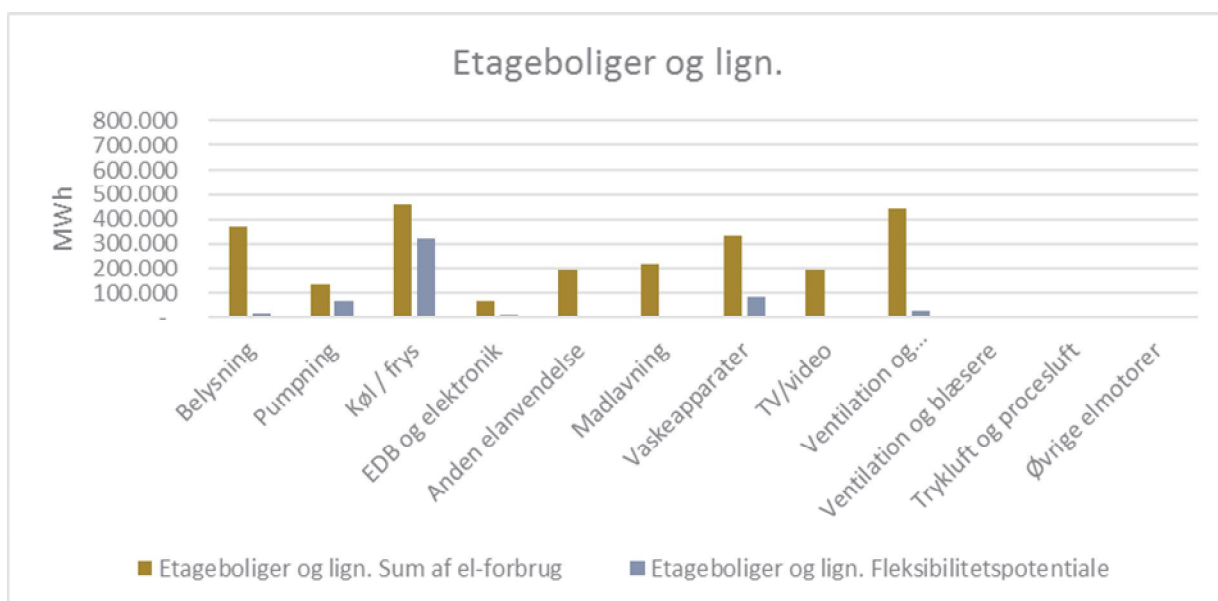
Figur 6: Opgjort fleksibilitetspotentiale for el (ekskl. el til opvarmning) for stuehuse opdelt på anvendelse



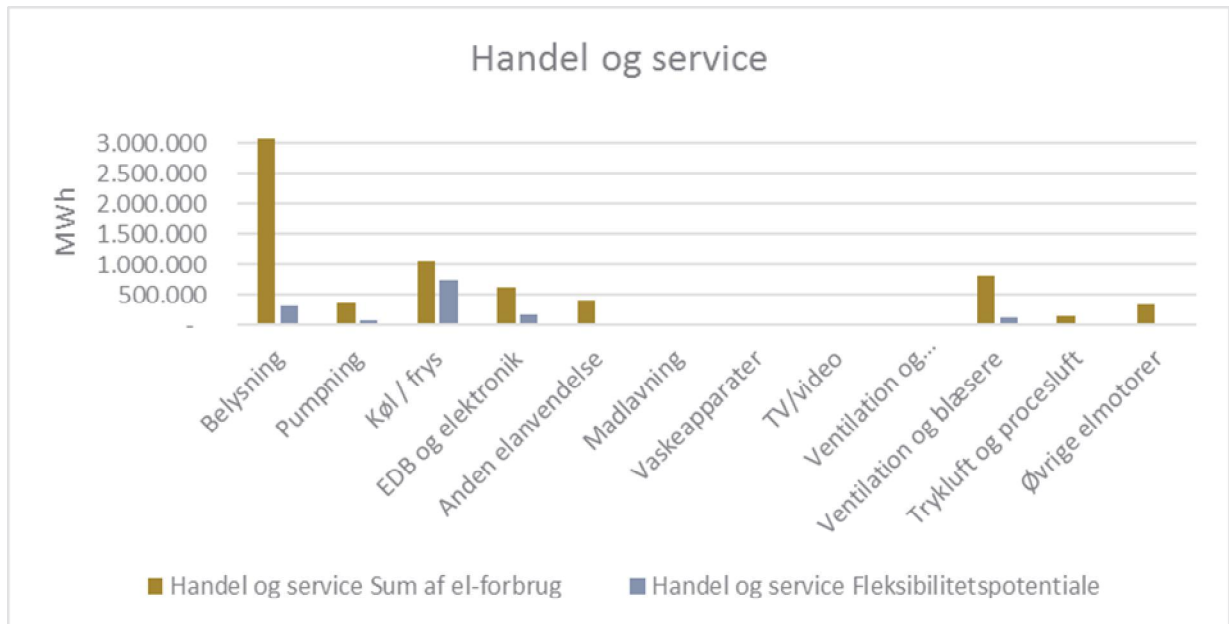
Figur 7: Opgjort fleksibilitetspotentiale for el (ekskl. el til opvarmning) for parcelhuse opdelt på anvendelse.



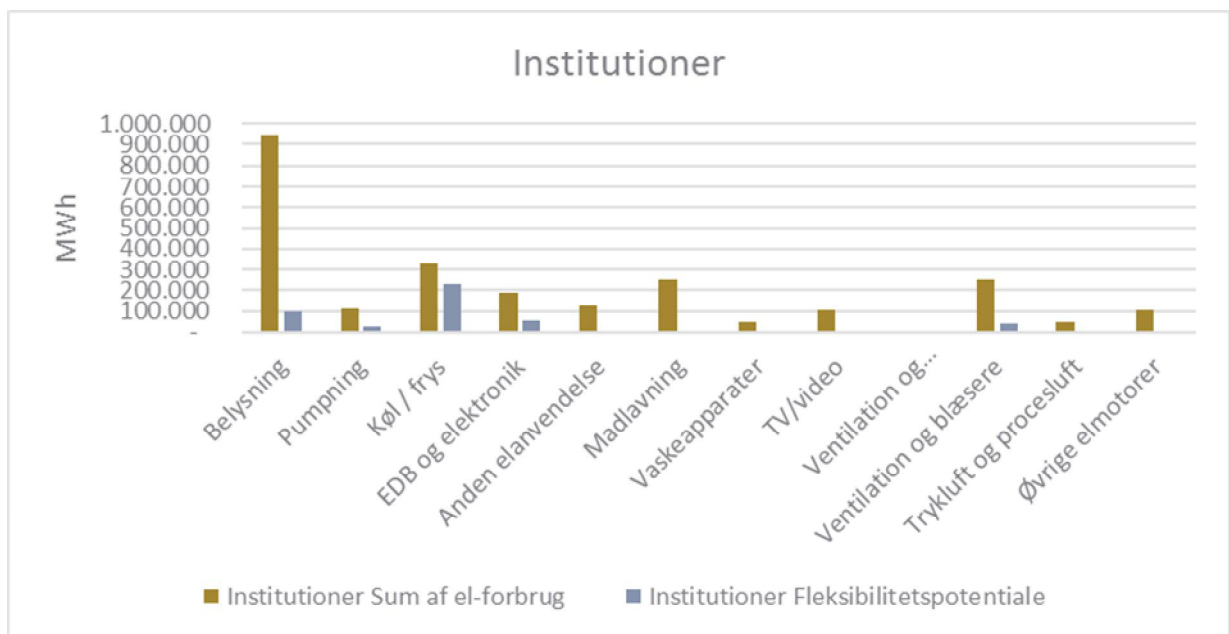
Figur 8: Opgjort fleksibilitetspotentiale for el (ekskl. el til opvarmning) for rækkehuse opdelt på anvendelse.



Figur 9: Opgjort fleksibilitetspotentiale for el (ekskl. el til opvarmning) for etageboliger opdelt på anvendelse.



Figur 10: Opgjort fleksibilitetspotentiale for el (ekskl. el til opvarmning) for handel og service opdelt på anvendelse.



Figur 11: Opgjort fleksibilitetspotentiale for el (ekskl. el til opvarmning) for institutioner opdelt på anvendelse.



## 5 REFERENCER

- Danfoss. (u.d.). Note on Domestic Hot water and District Heating water Storage Tanks., (s. 4).
- Danmarks Statistik. (21. november 2017). *BYGB40: BYGNINGER OG DERES OPVARMEDE AREAL EFTER OMRÅDE, ENHED, OPVARMINGSFORM, ANVENDELSE OG OPFØRELSESÅR*. Hentet fra Statistikbanken: <http://www.statistikbanken.dk/BYGB40>
- Ea Energianalyse et al. (2014). *Activating electricity demand as regulating power. Flexpower – testing a market design proposal*. Ea Energianalyse, the Technical University of Denmark (DTU), Enfor, Actua, Eurisco, EC Power,. Hentet fra [http://ea-energianalyse.dk/reports/1027\\_flexpower\\_activating\\_electricity\\_demand\\_as\\_regulating\\_power.pdf](http://ea-energianalyse.dk/reports/1027_flexpower_activating_electricity_demand_as_regulating_power.pdf)
- Ea Energy Analyses. (2014). *Ready project - Summary of main findings*. Copenhagen: Ea Energy Analyses.
- Ea Energy Analyses. (2013). *Activating electricity demand as regulating power - Flexpower - testing a market design proposal*. Copenhagen: Ea Energy Analyses.
- Ea Energianalyse. (2012). *Det fremtidige behov for fleksibilitet i energisystemet – Med fokus på integration af vindkraft*. Udarbejdet for Aarhus Kommune.
- Ea Energianalyse. (2011). *Kortlægning af potentialet for fleksibelt elforbrug i industri, handel og service*. Udarbejdet for Energinet.dk.
- Elforbrugspanelerne. (u.d.). *Rapportering*. Hentet fra Elforbrugspanelerne: <http://www.elforbrugspanel.dk/Pages/Rapportering.aspx>
- Energistyrelsen. (2016). *Energistatistik 2015*. København: Energistyrelsen.
- Energistyrelsen. (2017). *Basisfremskrivning 2017*. København K: Energistyrelsen.
- Energistyrelsen. (22. November 2017). *Månedlig og årlig energistatistik*. Hentet fra ENS.dk: <https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/tabeller2015.xlsx>
- SBi ved Søren Aggerholm. (2017:04). *ENERGIFAKTORER VED ENERGIBEREGNING*. Aalborg Universitet København.
- Wittchen, K. B., Kragh, J., & Aggerholm, S. (2017). *Varmebesparelse i eksisterende bygninger - Potentiale og økonomi*.





# BILAG 3

