

Centrale Anlæg

Korte fakta om udbytte og forbrug	3
Udregning af gennemsnitsforbrug	4
Vindinge som eksempel	5
Hvor stor installation skal vi bruge?	6
CAPEX (etableringsomkostninger) — grove intervaller og beregning for Vindinge	6
A) Solcelleanlæg (PV)	6
B) Onshore vind (typisk stor turbine park)	7
C) Central/fælles varmepumpe (storskala til bydel / fjernvarme)	8
Kabel-/kabelgrav- og distributionsomkostninger (el og varme)	9
A) Elektriske kabler / nettilslutning (PV/wind)	9
B) Fjernvarmerør / varmepumpenet (distriktpipeline)	9
Samlet realistisk omkostningsbillede for Vindinge — groft overslag	11
Scenarie A — PV-dominant, kun el dækket (ingen varmepumpe)	11
Scenarie B — Vind-dominant, kun el dækket (onshore)	11
Scenarie C — Central varmepumpe + PV til dækning af el (eller delvis)	11
Andre omkostninger/overvejelser	12
Solceller på tage	13
Antagelser	13
Resultater — kapacitet, årlig produktion og CAPEX	14
Case A — 4 kWp / husstand	14
Case B — 6 kWp / husstand (typisk "god" tagløsning)	15
Case C — 10 kWp / husstand (stort tag eller ekstra paneler)	16
Hvad forklarer tallene?	17
Hvilken model er bedst for et energifællesskab? (fordele/ulemper kort)	18
Ekstra udgifter	19
Kort opsummering (nøgletal)	19
Kort om batterier	20
Hvorfor batterier?	20
Typer af batterier	20
Størrelsesordener	20
Prisniveau (2025, DK)	20
Alternativer / supplement	21
Eksempel:	21
Kilder	22
Energiforbrug i husstande	22
Befolkningstal / Roskilde underbyer	22
Solceller (PV)	22
Vind	23
Fjernvarme & varmepumper	23
Infrastruktur (kabler og fjernvarmerør)	23

Økonomi / valutakurs	23
Extra kilder jeg ikke gider at sortere	24

Centrale Anlæg

Korte fakta om udbytte og forbrug

En typisk dansk husstand bruger cirka **63,4 GJ/år \approx 17.611 kWh/år** totalt; ca. **82,7 % (\approx 14.564 kWh/år)** er til rumvarme og varmt vand, resten (\approx 3.047 kWh/år) er el til apparater osv. (Dansk Energi / Energistyrelsens statistikker).

I Danmark er PV-udbyttet ca. **1.100–1.200 kWh per kWp/år** (brug konservativt 1.100 kWh/kWp for beregninger). Utility-scale sol LCOE globalt var omkring **\sim 0,043 USD/kWh (2024, IRENA)** — danske tal kan variere pga. omkostninger og støtte.

Vind (Danmark): onshore kapacitetsfaktorer typisk **\sim 25–35%**, offshore højere (40–55% afhængig af projekt). Det betyder at **vind kræver mindre nominel MW for at levere samme årlige energimængde** sammenlignet med sol.

Dansk fjernvarme/CHP er meget udbredt og effektiv (CHP-integration reducerer brændselsforbrug og er konkurrencedygtig til byområder). For varmeproduktion findes flere teknologier: biomasse/affald, store varmepumper, solvarme til fjernvarme, og overskudsvarme.

Udregning af gennemsnitsforbrug

Find befolkning eller antal husstande i underbyen. (Hvis du kun har indbyggertal, del med gennemsnitlig husstandsstørrelse, fx ~2,0–2,2 personer/husstand). (Danmarks Statistik / kommunedata).

Antag energibrug per husstand: brug 17.611 kWh/år total (af dette: varme \approx 14.564 kWh/år; el \approx 3.047 kWh/år).

Samlet el- og varmebehov = antal husstande \times (kWh_el_per_hh / kWh_varme_per_hh).

Oversæt behov til installeret effekt:

- For sol: brug lokal årlig produktion per kWp (brug 1.100 kWh/kWp/år). Installeret PV (kWp) = årlig elbehov (kWh) \div 1.100.
- For vind: årlig produktion per kW = kapacitetsfaktor \times 8.760 h. Eks.: 30% \Rightarrow $0,30 \times 8.760 = 2.628$ kWh/år per kW. Installeret vind (kW) = årlig elbehov \div (kapacitetsfaktor \times 8.760).

Varme-forsynings-muligheder:

- Fjernvarme fra CHP/biomasse/affald/varmepumper — vurder LCOH (levelized cost of heat) lokalt.
- Elektriske/luft-/jordvarmepumper: elbehov_for_varme \approx varmebehov \div COP (typisk COP 2.5–4 for luft/vand; brug 3,5 som konservativ god værdi).
- Direkte elopvarmning (dårlig økonomi) — sjældent ønskelig i Danmark.

Vindinge som eksempel

Vindinge befolkning ved 1. januar 2025 = **3.171 indbyggere**.

Antagninger:

- Gennemsnitlig husstandsstørrelse = **2,1 personer/husstand** (brug 2,0–2,2 hvis du vil justere).
- Energiforbrug per husstand = **17.611 kWh/år** (total). (Se ovenfor.)

Beregninger (trin for trin):

1. Husstande = $3.171 \div 2,1 = \approx 1.510$ husstande.
2. Samlet **elektricitet (ikke-varme)** = $1.510 \times 3.047 \text{ kWh} \approx 4.600.000 \text{ kWh/år} = 4,6 \text{ GWh/år}$.
3. Samlet **varme (rumvarme+ varmt vand)** = $1.510 \times 14.564 \text{ kWh} \approx 21.992.000 \text{ kWh/år} \approx 22,0 \text{ GWh/år}$.
(Tal afrundet).

Hvordan dækker vi el-behovet med sol eller vind?

- **Sol (PV)** (brug 1.100 kWh/kWp/år): nødvendig PV = $4.600.000 \div 1.100 \approx 4.180 \text{ kWp} \approx 4,2 \text{ MWp}$.
- **Vind** (antag kapacitetsfaktor 30%): årlig pr. kW = $0,30 \times 8.760 = 2.628 \text{ kWh} \Rightarrow$ nødvendig vindkapacitet = $4.600.000 \div 2.628 \approx 1.750 \text{ kW} \approx 1,75 \text{ MW}$.

Hvordan dækker vi varme hvis vi vælger varmepumper?

- Hvis varme leveres med varmepumpe med **COP = 3,5**, så el til varme = $22,0 \text{ GWh} \div 3,5 \approx 6,3 \text{ GWh/år}$ (dvs. ekstra el at dække ud over husstandenes 4,6 GWh til apparater).
- Total elbehov i dette scenarie = $4,6 + 6,3 = \approx 10,9 \text{ GWh/år} \rightarrow$ svarer til PV $\approx 9,9 \text{ MWp}$ ($10.900.000 \div 1.100$) eller vind $\approx 4,15 \text{ MW}$ ($10.900.000 \div 2.628$).

Hvor stor installation skal vi bruge?

PV (kun el): **≈4,18 MWp** ($4.600 \text{ MWh} \div 1.100 \text{ kWh/kWp/år}$).

Vind (kun el, onshore, CF 30%): **≈1,75 MW** ($4.600 \text{ MWh} \div (0,30 \times 8.760)$).

Hvis hele varmen skiftes til fælles varmepumpe (COP = 3,5): ekstra el til varme **≈ 6,3 GWh/år**, total el **≈ 10,9 GWh/år** → PV **≈ 9,9 MWp** eller vind **≈ 4,15 MW**.

CAPEX (etableringsomkostninger) — grove intervaller og beregning for Vindinge

Jeg giver to scenarier: **optimistisk (lavpris)** og **konservativ (højere pris)** per teknologi.
Alle priser i EUR og DKK (EUR→DKK = 7,464).

A) Solcelleanlæg (PV)

Antag CAPEX pr. installeret kWp:

- **Optimistisk: €800 / kWp**
- **Konservativ: €1.200 / kWp**
(kilder: tilbuds niveauer/analyser for Europa/DK og rapporter om installationspriser; priser varierer meget med tag/ground-mount/arbejde).

For **4,18 MWp** (el-dækning kun):

- Optimistisk: $4.180 \text{ kWp} \times €800 = €3,344\text{k} \approx 25 \text{ mio. DKK}$.
- Konservativ: $4.180 \text{ kWp} \times €1.200 = €5,016\text{k} \approx 37,4 \text{ mio. DKK}$.

Hvis vi skal dække el+varme (≈9,9 MWp):

- Optimistisk: $9.900 \text{ kWp} \times €800 = €7,920\text{k} \approx 59,1 \text{ mio. DKK}$.
- Konservativ: $9.900 \text{ kWp} \times €1,200 = €11,880\text{k} \approx 88,7 \text{ mio. DKK}$.

Storskala jordbaserede solparker kan ofte bygges billigere per kWp end tag-monterede systemer; tallet ovenfor er miks-agtigt (projektafhængigt).

B) Onshore vind (typisk stor turbine park)

Antag CAPEX pr. installeret kW (onshore):

- **Optimistisk: €1.200 / kW**
- **Konservativ: €2.000 / kW.**

For **1,75 MW** (el-dækning kun):

- Optimistisk: $1.750 \text{ kW} \times €1.200 = \text{€}2.100\text{k} \approx \text{15,7 mio. DKK.}$
- Konservativ: $1.750 \text{ kW} \times €2.000 = \text{€}3.500\text{k} \approx \text{26,1 mio. DKK.}$

For **4,15 MW** (el+varme scenarie):

- Optimistisk: $4.150 \text{ kW} \times €1.200 = \text{€}4.980\text{k} \approx \text{37,2 mio. DKK.}$
- Konservativ: $4.150 \text{ kW} \times €2.000 = \text{€}8.300\text{k} \approx \text{61,9 mio. DKK.}$

Bemærk: små gruppe-/fællesskabs-turbiner (få hundrede kW) er dyrere per kW end store kommercielle onshore projekter.

C) Central/fælles varmepumpe (storskala til bydel / fjernvarme)

Vi skal estimere **termisk peak-kapacitet (MWth)** og CAPEX pr. MWth.

Valg af peakstørrelse (vi bruger standardinterval per husstand):

- Antag peak termisk effekt per husstand: **3,5–6,0 kW** (afhængig af byggetype/isolering; kilder: EUDP/DTU/branchestudier — der ses store variationer).
- For 1.510 husstande → **peak \approx 5,3 MW – 9,1 MW** ($1.510 \times 3,5 \text{ kW}$ til $1.510 \times 6 \text{ kW}$).

CAPEX for store heat pumps (total projektkostning inkl. installation mv.):

- **DTU / analyser** foreslår interval **€0.5 – 1.1 millioner / MWth** (typisk 0,7–1,1 M€/MW for moderne MHP).

Beregning (termisk kapacitet \times CAPEX-range):

Hvis vi dimensionerer varmepumpe til **6 MWth**:

- Lav: $6 \text{ MW} \times €0.5 \text{ M} = \textbf{€3.0M} \approx \textbf{22,4 mio. DKK}$.
- Høj: $6 \text{ MW} \times €1.1 \text{ M} = \textbf{€6.6M} \approx \textbf{49,2 mio. DKK}$.

Hvis vi designer til **9 MWth** (tæt på øvre estimate):

- Lav: $9 \times €0.5 \text{ M} = \textbf{€4.5M} \approx \textbf{33,6 mio. DKK}$.
- Høj: $9 \times €1.1 \text{ M} = \textbf{€9.9M} \approx \textbf{73,8 mio. DKK}$.

Driftsel: med COP=3,5 kræver varmepumpen **~6,3 GWh/år** el

Kabel-/kabelgrav- og distributionsomkostninger (el og varme)

Distributionsomkostninger afhænger meget af tæthed (afstand mellem huse), hvor mange meter rør/kabel pr. husstand, vejforhold (asfalt, fortov), og krav til MV vs LV.

A) Elektriske kabler / nettilslutning (PV/wind)

- **MV / distribution cable (underground):** budgetinterval **€100,000 – €1,000,000 per km** (meget afhængigt af spændingsniveau, jordforhold og tværsnit). For transmissionsniveau (HV) kan det være flere M€/km. (kilder: IET/MDPI / Euro rapporter).
- Praktisk konsekvens for Vindinge: hvis du f.eks. skal trække en MV-ledning 1–3 km til en lokal PV-park eller varmepumpe-site → **~€0.1–3M** afhængigt af krav (**≈0,75–22,4 mio. DKK**).

Eksempel-estimat (el net):

- Antag 1,5 km MV underground link: **€0.2M – €1.0M (≈ 1,5 – 7,5 mio. DKK)**. Dette dækker kabel + gravning + skæringspunkter + tilslutning (MEGET groft).

B) Fjernvarmerør / varmepumpenet (distriktspipeline)

Bruger tabel-estimat (nPro/5GDHC og andre kilder) for total pris pr. meter (rør + installation) afhængig af diameter:

- For små-mellem DH ledninger (DA 100–200 mm): **~€200–500 / m** (i forstæder / semi-paved). For større transmission (DA >300 mm) stiger prisen kraftigt (op til €1.000+/m).

Hvor mange meter rør pr. husstand? det afhænger af bystruktur. To hurtige scenarier for Vindinge:

- **Tæt scenarie (parcelhuse tætbygget / bymidte):** gennemsnit **20 m** distributionsrør pr. husstand.
- **Spredt scenarie (lave tæthed):** gennemsnit **50 m** pr. husstand.

Beregningsmetode (brug DA100/150-omk.):

- Tag rør-pris konservativt **€300 / m** total (pipe+installation).
- **Tæt:** $1.510 \text{ husstande} \times 20 \text{ m} \times €300/\text{m} = \textbf{€9,060,000} \approx \textbf{67,7 mio. DKK}$.
- **Spredt:** $1.510 \times 50 \text{ m} \times €300 = \textbf{€22,650,000} \approx \textbf{169 mio. DKK}$.

(Disse tal indeholder IKKE produktionsvarmekilde-CAPEX; de er ren distributionsinfrastruktur).

Kilder viser stor variation i per-m-omkostninger (fra ~€100/m til >€1.000/m afhængig af diameter og byforhold). Brug nPro / Varmeplan-data som reference.

Samlet realistisk omkostningsbillede for Vindinge — groft overslag

Jeg samler nu nogle sandsynlige **kombinationer** (kun CAPEX, inkl. distributionsomkostninger) — beløb rundet.

Scenarie A — PV-dominant, kun el dækket (ingen varmepumpe)

- PV (4,18 MWp): **€3,3M – €5,0M** ($\approx 24,8 - 37,4$ mio. DKK).
 - MV-tilslutning (1–2 km): **€0,2M – €1,0M** ($\approx 1,5 - 7,5$ mio. DKK).
- Total (A) \approx €3,5M – €6,0M** ($\approx 26-45$ mio. DKK).

Scenarie B — Vind-dominant, kun el dækket (onshore)

- Onshore vind (1,75 MW): **€2,1M – €3,5M** ($\approx 15,7 - 26,1$ mio. DKK).
 - MV-tilslutning: **€0,2M – €1,0M**.
- Total (B) \approx €2,3M – €4,5M** ($\approx 17 - 33$ mio. DKK).

Scenarie C — Central varmepumpe + PV til dækning af el (eller delvis)

- Varmepumpe (6–9 MWth): **€3,0M – €9,9M** ($\approx 22 - 74$ mio. DKK), afhængig kap. og pris/MW.
 - Fjernvarmenet (tæt): **€9,06M** (≈ 68 mio. DKK) — eller spredt: €22,65M (169 mio. DKK).
 - El-tilførsel til varmepumpe (MV-tilslutning): **€0,5 – 2,0M**.
- Total (C, tæt) \approx €12,5M – €21M** ($\approx 93 - 157$ mio. DKK).
- Total (C, spredt) \approx €25.1M – €43.6M** ($\approx 187 - 326$ mio. DKK).

Konklusion: investering i **fælles varmepumpe + distribution** er kapitaltung, især i lavt-tætte områder (distributionsrør per husstand dominerer ofte). Til gengæld kan fjernvarme/varmepumpe være økonomisk attraktivt drift-/long-term (skatte og brændselsfordele) — men initial CAPEX for net og varmepumpe er høj. Kilder og internationale analyser understøtter dette billede.

Andre omkostninger/overvejelser

- **Nettilslutning / kapacitetsafgifter** (placering i el-nets tarifgruppe påvirker OPEX). Der kan være store gebyrer for store punkt-tilslutninger (fx varmepumper).
- **Arealkrav / tilladelser / lokal accept** (vind har ofte areal-/støj-/landskabsbarrierer).
- **Termisk akkumulering (varmelager)** kan reducere varmepumpens peak-størrelse og dermed CAPEX (lager kan flytte produktion i tid). Lagring koster, men ofte billigere end overdimensionering af varmepumpe.
- **Finansiering & støtte** (lokale støtteordninger eller Energifællesskab-modeller kan sænke brugerpris og CAPEX-pres).

Solceller på tage

Antagelser

Husstande: **1.510**.

PV-yield: **1.100 kWh / kWp / år** (konservativt for Danmark — brug 1.000–1.200 i følsomhedstest).

Scenarier (per husstand): 4 kWp / 6 kWp / 10 kWp (typiske størrelser for små tag-anlæg i DK).

CAPEX (residential / small rooftop): **€900 – €1.600 / kWp** (residential/rooftop er dyrere pga. montager, mange små installationer, inverters mv.).

CAPEX (utility / ground-mount): **€400 – €800 / kWp** (storskala projekter er billigere pr. kWp).

Net-/distributionsomkostninger: rooftop kræver typisk **mindre** ekstern kabelinvestering (primært LV-tilslutning og eventuel forstærkning), mens en central park oftest kræver MV-tilslutning og kabellægning (→ €0.1–1M+ afhængigt afstand/krav).
(Net-opgraderingsomkostninger varierer meget).

Resultater — kapacitet, årlig produktion og CAPEX

Regneformel (kort):

$$\text{total_kWp} = \text{husstande} \times \text{kWp_per_hus}$$

$$\text{årlig_produktion_kWh} = \text{total_kWp} \times 1.100 \text{ kWh/kWp/år}$$

Jeg viser tre cases: 4 kWp, 6 kWp og 10 kWp per husstand.

kWp = Kilowatts of peak power, aka solen skinner optimalt.

Case A — 4 kWp / husstand

- total installeret: $1.510 \times 4 = 6.040 \text{ kWp}$ (= **6,04 MWp**)
- årlig produktion: $6.040 \times 1.100 = 6.644.000 \text{ kWh/år}$ (\approx **6,64 GWh/år**).
- **Residential CAPEX (tag):**
 - Lav: $\text{€}900/\text{kWp} \rightarrow 6.040 \times 900 = \text{€}5.436.000 \approx$ **40,6 mio. DKK.**
 - Høj: $\text{€}1.600/\text{kWp} \rightarrow 6.040 \times 1.600 = \text{€}9.664.000 \approx$ **72,1 mio. DKK.**
- **Utility-type CAPEX (hvis samme kapacitet bygges som park):**
 - Lav: $\text{€}400/\text{kWp} \rightarrow 6.040 \times 400 = \text{€}2.416.000 \approx$ **18,0 mio. DKK.**
 - Høj: $\text{€}800/\text{kWp} \rightarrow 6.040 \times 800 = \text{€}4.832.000 \approx$ **36,1 mio. DKK.**

Case B — 6 kWp / husstand (typisk “god” tagløsning)

- total: $1.510 \times 6 = 9.060$ kWp (= **9,06 MWp**)
- årlig produktion: $9.060 \times 1.100 = 9.966.000$ kWh/år (\approx **9,97 GWh/år**).
- **Residential CAPEX:**
 - Lav: €900 $\rightarrow 9.060 \times 900 = €8.154.000 \approx$ **60,9 mio. DKK.**
 - Høj: €1.600 $\rightarrow 9.060 \times 1.600 = €14.496.000 \approx$ **108,2 mio. DKK.**
- **Utility CAPEX:**
 - Lav: $9.060 \times 400 = €3.624.000 \approx$ **27,0 mio. DKK.**
 - Høj: $9.060 \times 800 = €7.248.000 \approx$ **54,1 mio. DKK.**

Case C — 10 kWp / husstand (stort tag eller ekstra paneler)

- total: $1.510 \times 10 = 15.100$ kWp (= **15,10 MWp**)
- årlig produktion: $15.100 \times 1.100 = 16.610.000$ kWh/år (\approx **16,61 GWh/år**).
- **Residential CAPEX:**
 - Lav: €900 $\rightarrow 15.100 \times 900 = €13.590.000 \approx$ **101,4 mio. DKK.**
 - Høj: €1.600 $\rightarrow 15.100 \times 1.600 = €24.160.000 \approx$ **180,3 mio. DKK.**
- **Utility CAPEX:**
 - Lav: $15.100 \times 400 = €6.040.000 \approx$ **45,1 mio. DKK.**
 - Høj: $15.100 \times 800 = €12.080.000 \approx$ **90,2 mio. DKK.**

Hvad forklarer tallene?

Per-kW pris: små, spredte taginstallationer er dyrere pr. kWp end storskala ground-mount pga. flere arbejdssteder, flere små invertere, tagtilpasninger, og lavere stordriftsfordele. Fra kilderne ses systempriser for småtag ofte i den højere ende (\approx €900–1.600/kWp) mens utility har presset prisen langt ned (\approx €400–800/kWp).

Årlig produktion/udbytte: 1.100 kWh/kWp/år er konservativt for DK — på nogle sydvendte tage kan du se 1.100–1.200, på andre (skygge, lav hældning) måske kun 900–1.000. Brug følsomhedstest.

Nettilslutning & kabelomkostninger:

- For **distribueret rooftop**: hovedomkostningen er selve moduler + inverter + installation; ekstra net-omkostninger kan være **lokal netforstærkning** (f.eks. opgradering af transformere, stigekabler) hvis mange sender overskud ud samtidigt. Disse opgraderinger kan variere stort (fra få hundrede euro per husstand op til nogle tusinde i værste tilfælde).
- For **central park**: der kommer ofte en **MV/HV tilslutnings-linje** og kabelgrav (typisk €100k–€1M+ afhængig af afstand/spændingsniveau). Det er en væsentlig post især hvis nettilslutning ligger langt væk.

Hvilken model er bedst for et energifællesskab? (fordele/ulemper kort)

- **Distribueret (hver husstand egne solceller, fælles 'netværk'/fællesskab):**
 - Fordele: høj lokal accept, selvforsyning, lavere behov for store arealer, ejerskab lokalt. Øget egenforbrug hvis styring/batterier.
 - Ulemper: dyrere CAPEX per kWp, kompleks administration (mange kontrakter), mulig netforstærkning. ise.fraunhofer.de
- **Central solpark (jordbaseret) ejet af fællesskab:**
 - Fordele: lavere CAPEX/kWp, enklere drift og O&M, mulighed for professionel drift. Kan placeres hvor areal og solpotentiale er bedst. solarpowereurope.org
 - Ulemper: kræver areal, afstand til forbrugere (kabelomkostninger), mulig lokal modstand ift. arealanvendelse.
- **Hybrid:** kombination af tag-PV (husholdninger med gode tage) + central park for at fange stordriftsfordele. Dette kombinerer fleksibilitet med lavere central CAPEX.

Ekstra udgifter

Inverter-udskiftning (typisk efter 10–15 år) — planlæg CAPEX til udskiftning.

Forsikring, vedligehold (O&M) — utility O&M pr. kWp er lavere end residential; typisk O&M-estimer findes i rapporter (se Fraunhofer / DOE benchmarks).

Netforstærkning (lokal transformeropgradering, styring) — kan være stor post for distribueret model.

Juridisk/administrativt (kontrakter, ejerskabsstruktur i energifællesskab, ANS/foreningsoprettelse), samt gebyrer ved tilslutning.

Eventuelle batterier (lokale eller fælles) for at øge egenforbrug — koster ekstra men øger værdien af PV

Kort opsummering (nøgletal)

- Hvis hver husstand sætter **6 kWp**, får I samlet **≈9,06 MWp** og **≈9,97 GWh/år**. CAPEX (tag) groft **€8,2M – €14,5M** (≈ **61 – 108 mio. DKK**). Hvis samme kapacitet bygges som park: **€3,6M – €7,25M** (≈ **27 – 54 mio. DKK**).
- Fordelen ved fælles park: **lavere CAPEX pr. kWp**, men husk kabel/MV-tilslutning og evt. arealomkostninger. Tag-PV giver lokal forankring, men koster mere pr. kWp og kan kræve netforstærkninger.

Kort om batterier

Hvorfor batterier?

- **Balancerer produktion og forbrug:** Lagrer overskud fra solceller midt på dagen til aftenen.
- **Reducerer belastning af nettet:** Mindre behov for at sende strøm tilbage til elnettet, hvis mange husstande laver overskud.
- **Øger egenforbruget:** Husstande kan bruge en større andel af deres egen producerede strøm (fra typisk 30–40 % op mod 60–80 %).

Typer af batterier

- **Lithium-ion** (mest udbredt): høj effektivitet (90–95 %), faldende pris.
- **Flow-batterier:** velegnet til længere lagring (flere timer-døgn), men stadig dyrere og mest i pilotprojekter.
- **Second-life batterier** (genbrug af elbilbatterier): kan give billigere lagring til fællesskaber.

Størrelsesordener

- En typisk husstands batteriløsning: **5–10 kWh** (fx Tesla Powerwall, Sonnen, Growatt).
- Et energifællesskab (fx 100 husstande): kunne have et fælles batteri på **0,5–2 MWh**, afhængigt af hvor meget egenproduktion man vil bruge selv.

Prisniveau (2025, DK)

- **Husstands batteri:** ca. **4.000–6.000 kr./kWh** kapacitet inkl. installation.
→ Et 10 kWh batteri: **40.000–60.000 kr.**
- **Større fælles batteri (>500 kWh):** ca. **2.000–3.500 kr./kWh**, altså billigere pr. kWh pga. skala.

Alternativer / supplement

- **Termisk lagring** (varme): ofte meget billigere. Fjernvarmelagre eller vandtanke kan gemme sol-/vind-el via varmepumper.
- **Smart styring**: flytte forbrug (fx opladning af elbiler, varmepumper, vaskemaskiner) til når der er overskudsproduktion.

Eksempel:

Hvis et lokalt fællesskab i Roskilde har **1 MWp solceller**:

- Produktion en solrig dag: ca. **5.000–6.000 kWh**
- Batteri på **1 MWh** kan gemme ~20 % af dagens produktion til aftenen.
- Resten må enten bruges direkte, lagres i varme eller sendes ud på nettet.

Batterier er altså gode til **korttidslagring (timer)**, men til **døgn/uge-udjævning** er fjernvarme-lagre eller power-to-x teknologier (fx brint) billigere.

Kilder

Energiforbrug i husstande

- Energistyrelsen (2023). *Energistatistik 2022 – Forbrug pr. husstand*. København: Energistyrelsen. Tilgængelig på: <https://ens.dk/service/statistik-data>
- Dansk Energi (2022). *Gennemsnitligt energiforbrug pr. husstand*. Tilgængelig på: <https://danskeenergi.dk>

Befolkningstal / Roskilde underbyer

- Danmarks Statistik (2025). *BY1: Befolkning pr. by og bydel pr. 1. januar 2025*. Tilgængelig på: <https://statbank.dk/BY1>

Solceller (PV)

- PVKnowHow (2024). *Hvor meget producerer et solcelleanlæg i Danmark?* Tilgængelig på: <https://pvknowhow.dk>
- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2024). *Renewable Power Generation Costs in 2024*. Abu Dhabi: IRENA. Tilgængelig på: <https://www.irena.org/Publications>
- JBS ApS (2023). *Solcelleprojekt – 55,08 kWp*. Tilgængelig på: <https://jbs-aps.dk/solcelle>
- Sunflex Solar Systems (2023). *Solcelleanlæg – 99,36 kWp*. Tilgængelig på: <https://sunflexsolarsystems.dk/solceller>
- Energirenovering.dk (2025). *Solcelleanlæg: Priser og omkostninger i 2025*. Tilgængelig på: <https://energirenovering.dk/solcelleanlaeg-pris>
- pv magazine (2023). *Denmark hits 3.2 GW of installed PV capacity*. Tilgængelig på: <https://www.pv-magazine.com/2023/05/19/denmark-hits-3-2-gw-of-installed-pv-capacity>

Vind

- International Energy Agency (IEA) / IEA Wind (2023). *Wind Power Statistics and Capacity Factors*. Paris: IEA. Tilgængelig på: <https://www.iea.org>
- State of Green (2022). *Onshore Wind Power in Denmark*. Tilgængelig på: <https://stateofgreen.com>
- Reuters (2023). *Denmark's offshore wind auctions*. Tilgængelig på: <https://www.reuters.com>

Fjernvarme & varmepumper

- Dansk Fjernvarme (2023). *Fjernvarmens rolle i Danmarks grønne omstilling*. Tilgængelig på: <https://www.danskfjernvarme.dk>
- Pieper, H. et al. (2022). *Large Heat Pumps in District Heating: Cost and Performance Review*. DTU. Tilgængelig på: <https://orbit.dtu.dk>
- EUDP / DTU (2021). *Varmeeffektbehov i danske husstande*. København: Energistyrelsen.

Infrastruktur (kabler og fjernvarmerør)

- International Electrotechnical Society (IET) (2022). *Underground cable laying costs*. Tilgængelig på: <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com>
- MDPI Energies (2021). *Cost estimates for underground transmission cables*. Tilgængelig på: <https://www.mdpi.com>
- nPro (2023). *Fjernvarmerør: priseksempler og projekter*. Tilgængelig på: <https://npro.dk>
- DBDH – Dansk Fjernvarmeforening (2022). *Guide til fjernvarmeprojekter*. Tilgængelig på: <https://dbdh.dk>

Økonomi / valutakurs

- European Central Bank (2025). *Euro foreign exchange reference rates – DKK*. Tilgængelig på: https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates

Extra kildder jeg ikke gider at sortere

- PVKnowHow: “Denmark PV report / kWh per kWp” — skøn for DK ($\approx 1.100\text{--}1.200$ kWh/kWp). [PVKnowhow](#)
- Fraunhofer ISE — *Photovoltaics Report* (system-omkostninger, benchmarks). ise.fraunhofer.de
- SolarPower Europe — EU Market Outlook & utility-scale tendenser (capex trends). solarpowereurope.org
- PV-Magazine (2025): “Denmark’s solar capacity surpasses 4 GW” — for dansk kapacitetskontekst. [pv magazine International](#)
- RES / markedsindlæg om påvirkende faktorer i Europa (prisintervaller for capex). [RES](#)
- DOE (US) — *Solar PV system cost benchmarks* (gode sammenligningsbenchmarks for O&M mv.). [The Department of Energy's Energy.gov](http://The%20Department%20of%20Energy's%20Energy.gov)