

Effekt och energi

- Effekt är den ögonblickliga elproduktionen eller konsumtionen.
- Den mäts i Watt men ofta i kW eller MW.
- Om el produceras eller konsumeras under en tidsperiod med en viss effekt får man den energi som produceras eller konsumeras.
- Energi är effekt under en tidsperiod.

$$E = P * t$$

Om effekten är 2 kW och detta produceras under en halvtimme (0,5 h) så blir energin $2 * 0,5 = 1$ kWh.

Effektvärde

- Effektvärde/Effektbidrag är ett lite vagt begrepp som ska ange hur mycket effekt man får från kraftproduktion vid en given tidsperiod.
- Svenska kraftnät har tidigare använt den så kallade Statiska metoden när de beräknat effektbidraget men de använder nu även den Probabilistiska metoden.

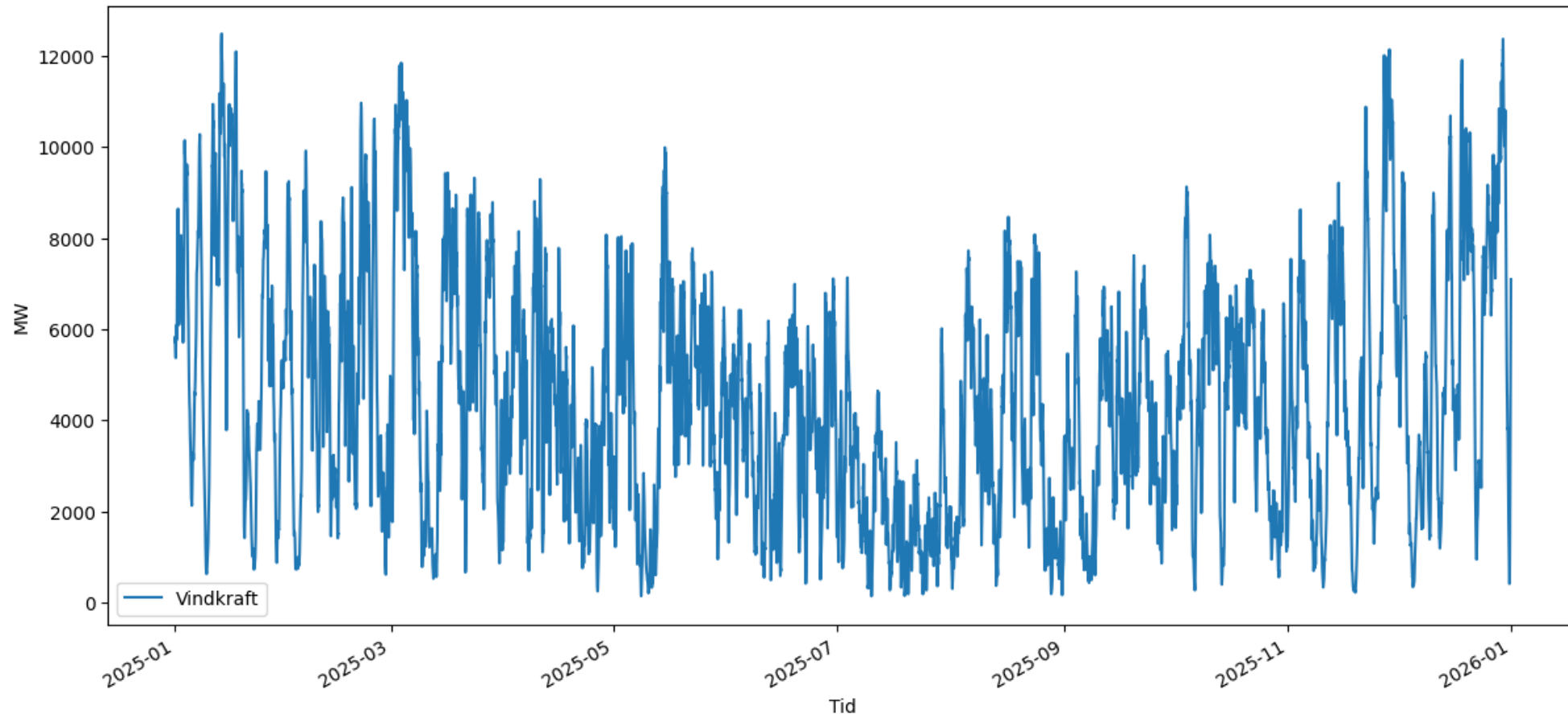
Statisk metod

- Svenska kraftnät har en metod som kallas "Effekttillräcklighet enligt statisk metod".
- Metoden beräknar hur mycket effekt som behöver importeras under den timmen med den högsta elförbrukning som kan inträffa under ett normalår (topplasttimmen) eller under den mest extrema timmen vart 10:e eller 20:e år (mycket ovanlig).
- Olika beräkningsmetoder används för olika energikällor.

Vinter enligt Svk:
16 nov – 15 mars

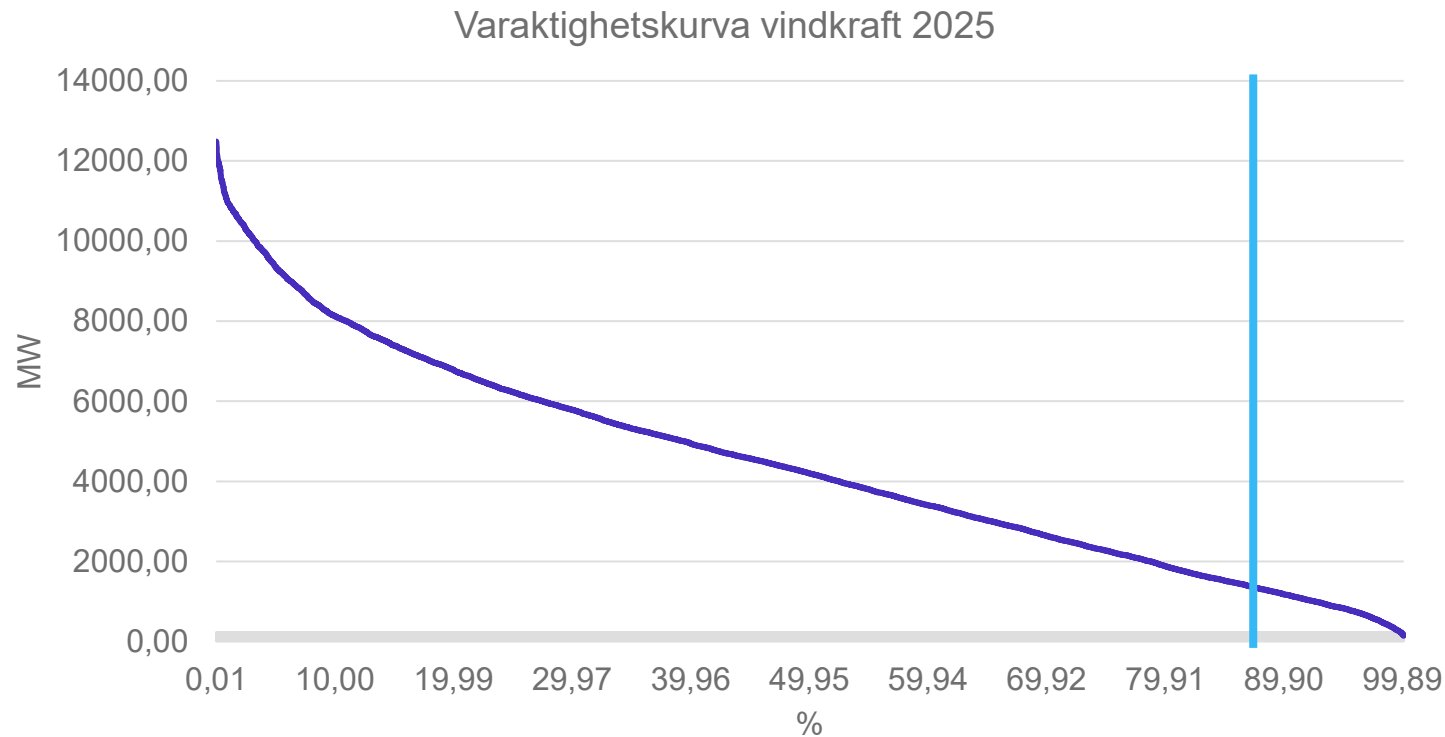
Statisk metod - vindkraft

- För vindkraft har Svk bestämt att vindkraftens bidrag till topplasttimmen ska vara den effekt som vindkraften (i Sverige) producerar under 90% av vintern.
- Detta kallas för 10-percentilen



Vindkraftsproduktion
under 2025.
Källa: Svk

Statisk metod - vindkraft



- 10-percentilen:
Produktionen under 90% av årets timmar.
- För 2025 års var denna 1171 MW.
- Totalt installerad vindkraft i slutet av 2025: 18 127 MW
- Detta motsvarar 6,46% av den installerade effekt vid slutet av 2025. ($1171/18127 \approx 0,0646$)

Data: Svk och Energiföretagen

Statisk metod - vindkraft

- Varaktighetsdiagram för 2011-2025.
- Med den här metoden fås att vindkraftens effektbidrag, alltså den effekt som vindkraften producerar under 90% av tiden, är 6,6-9,3% av den totala installerade effekten.
- OBS! Detta är på årsbasis. Svenska kraftnät tittar enbart på vintern.

Data: Svk och Energiföretagen

År	10-percentil av installerad effekt [%]
2011	6,6%
2012	6,8%
2013	8,1%
2014	7,1%
2015	9,3%
2016	7,9%
2017	8,9%
2018	6,4%
2019	7,0%
2020	8,7%
2021	6,8%
2022	7,0%
2023	7,1%
2024	7,5%
2025	6,5%
Medel	7,5%

Statisk metod - vindkraft

- Vinter enligt Svenska kraftnät är 16 november till 15 mars.
- Vindkraftens effektbidrag, alltså den effekt som vindkraften producerar under 90% av vinter, är 6,8-15,8% av den totala installerade effekten.
- I media figurerar siffror som 9 och 11 % som vindkraftens bidrag.
- Bidraget varierar dock per vinter.
- Medelvärdet sedan 2011/2012 är 10%.
- Svk:s siffror är aningen annorlunda då de vet exakt när olika vindkraftverk började producera.
Jag har antagit att alla vindkraftverk som var installerade i slutet av 2011 har producerat under hela vintern 2011/2012.

Data: Svk och Energiföretagen

Vinter	10% percentil % av installerad effekt
2011/2012	8,3%
2012/2013	8,3%
2013/2014	11,4%
2014/2015	11,7%
2015/2016	10,9%
2016/2017	15,8%
2017/2018	6,8%
2018/2019	9,4%
2019/2020	12,1%
2020/2021	7,1%
2021/2022	10,8%
2022/2023	9,5%
2023/2024	7,9%
2024/2025	10,3%
Medel	10,0%

Statisk metod – vattenkraft

- För vattenkraft och kärnkraft har Svk bestämt att deras bidrag till topplasttimmen ska vara deras medeleffekt under vinterhalvåret.
- Även vattenkraftens bidrag varierar mellan vintrar. Medelbidraget är 54,6%
- Normaliserat mot installerad effekt per år.

Data: Svk och Energiföretagen

Vinter	Medeleffekt %
2011/2012	60,3%
2012/2013	59,6%
2013/2014	52,7%
2014/2015	52,5%
2015/2016	56,3%
2016/2017	44,5%
2017/2018	56,3%
2018/2019	51,6%
2019/2020	53,6%
2020/2021	61,1%
2021/2022	55,2%
2022/2023	53,5%
2023/2024	55,1%
2024/2025	52,8%
Medel	54,6%

Statisk metod – kärnkraft

- Kärnkraftens bidrag är dess medeleffekt under vintern.
- Kärnkraftens bidrag är mer stabilt men varierar även den mellan år.
- Medelbidraget är 89,3%.
- Normaliserat mot installerad effekt per år.

Data: Svk och Energiföretagen

Vinter	Medeleffekt %
2011/2012	75,6%
2012/2013	90,9%
2013/2014	88,5%
2014/2015	79,0%
2015/2016	77,0%
2016/2017	96,4%
2017/2018	98,2%
2018/2019	94,7%
2019/2020	97,2%
2020/2021	93,0%
2021/2022	97,3%
2022/2023	81,0%
2023/2024	93,9%
2024/2025	87,9%
Medel	89,3%

Olika beräkningsmetoder för olika kraftslag

- Vindkraft – 10-percentilen: produktionen under 90% av vintern
- Vattenkraft – medeleffekt under vintern
- Kärnkraft – medeleffekt under vintern

- Oklart varför man valt olika metoder.
- Med olika metoder är det svårt att jämföra.

Alla kraftslag med 10-percentil

Om vattenkraftens och kärnkraftens bidrag skulle beräknas på samma sätt som vindkraft blir deras bidrag i medel 33,7% och 77,8% istället för 54,6% och 89,3%.

Kraftslag	10-percentil medel
Vindkraft	10,0%
Vattenkraft	33,7%
Kärnkraft	77,8%

Data: Svk och Energiföretagen

Alla kraftslag med medeleffekt

Om vindkraftens effektbidrag beräknas på samma sätt som vattenkraft och kärnkraft görs så skulle bidraget bli 31,6% istället för 10%

Kraftslag	Medeleffekt %
Vindkraft	31,6%
Vattenkraft	54,6%
Kärnkraft	89,3%

Data: Svk och Energiföretagen

Vattenkraftens bidrag under topplasttimmen

Vinter	Andel produktion under topplasttimmen
2011/2012	83,5%
2012/2013	79,1%
2013/2014	80,7%
2014/2015	69,5%
2015/2016	73,2%
2016/2017	78,9%
2017/2018	75,9%
2018/2019	77,1%
2019/2020	70,0%
2020/2021	57,1%
2021/2022	71,7%
2022/2023	66,0%
2023/2024	73,0%
2024/2025	47,8%
Medel	71,7%

Topplasttimme = den timme under vintern (16 november till 15 mars) som har högst elförbrukning.

Bidraget är beräknat: produktion under topplasttimmen / total installerad effekt.

Topplastproduktion 2011: 13 527 MWh/h
Total installerad effekt 2011: 16197 MW
 $13527/16197 \approx 0,835$

Data: Svk och Energiföretagen

Kärnkraftens bidrag under topplasttimmen

Vinter	Andel produktion under topplasttimmen
2011/2012	55,3%
2012/2013	94,6%
2013/2014	91,6%
2014/2015	83,6%
2015/2016	82,8%
2016/2017	100,0%
2017/2018	100,0%
2018/2019	95,2%
2019/2020	97,2%
2020/2021	100,0%
2021/2022	100,0%
2022/2023	64,2%
2023/2024	91,0%
2024/2025	84,2%
Medel	88,7%

Topplasttimme = den timme under vintern (16 november till 15 mars) som har högst elförbrukning.

Bidraget är beräknat: produktion under topplasttimmen / total installerad effekt.

Data: Svk och Energiföretagen

Vindkraftens bidrag under topplasttimmen

Vinter	Andel produktion under topplasttimmen
2011/2012	19,8%
2012/2013	21,3%
2013/2014	20,9%
2014/2015	21,5%
2015/2016	30,4%
2016/2017	17,3%
2017/2018	33,8%
2018/2019	9,4%
2019/2020	40,5%
2020/2021	54,0%
2021/2022	18,7%
2022/2023	18,7%
2023/2024	18,8%
2024/2025	59,0%
Medel	27,4%

Topplasttimme = den timme under vintern (16 november till 15 mars) som har högst elförbrukning.

Bidraget är beräknat: produktion under topplasttimmen / total installerad effekt.

Data: Svk och Energiföretagen

Sammanfattning statisk metod

- Den statiska metoden beräknar inte "effektbrist" utan behov av import.
- Risken för import anses som störst under topplasttimmen.
- Statisk metod beräknar hur mycket olika kraftslag bidrar till att minska risken för import.
- Beroende på hur man räknar får man olika procentsatser. Dessa kallas även tillgänglighetstal.

Kraftslag	10-percentil	Medeleffekt	Topplasttimme
Vindkraft	10,0%	31,6%	27,4%
Vattenkraft	33,7%	54,6%	71,7%
Kärnkraft	77,8%	89,3%	88,7%

Alla värden är medelvärden under vintrarna 2011-2025.
Procentsatsen är beräknad gentemot installerad effekt i slutet av året som ingår i vintern.

Data: Svk och Energiföretagen

Probabilistisk metod

- Ytterligare metod används för att bedöma effekttillräckligheten: probabilistisk metod.
- Kallas även dynamisk metod.
- Tittar på risk för bortkoppling istället för behov av import.
- Metoden är liknande som de som övriga stamnätsägare i Europa använder.
- Simulera hela det europeiska elsystemet.
- Flera körningar.
- Inkluderar flöden mellan elområden och länder (import/export).
- Oplanerade avbrott i produktion och förbindelser genereras slumpmässigt efter hur vanliga avbrott för respektive kraftslag eller förbindelse är.
- Tittar inte bara på topplasttimmen utan hela året

Källa: Kraftbalansrapporten 2024, Lennart Söder, KTH

Probabilistisk metod

- Som input till dessa simuleringar uppskattas utbyggnation och demontering av de olika kraftslagen de kommande åren.
- Tillgänglighetstalet används för att beräkna tillgänglig produktion för respektive kraftslag:
 $\text{Tillgänglig produktion} = \text{installerad effekt} * \text{tillgänglighetstalet}$
- Antas gälla för alla timmar, inklusive topplasttimmen.

Kraftslag	Tillgänglighetstal
Vattenkraft	82%
Kärnkraft	90%
Vindkraft	9%

Vattenkraftens tillgänglighetstal

- **Antagande** **82%**
- Medeleffekt 54,6%
- 10-percentil 33,7%
- Medelbidrag under topplasttimmen 71,4%
- Då vattenkraften är reglerkraft är detta antagande rimligt, trots att det är mycket högre än medeleffekten.
- Den maximala vinterproduktionen anses vara 13 400 MWh/h. Installerad effekt: 16 300 MW => 82% ($13400/16300=0,82$)

Kärnkraftens tillgänglighetstal

- **Antagande** **90%**
- Medeleffekt 89,3%
- 10-percentil 77,8%
- Medelbidrag under topplasttimmen 88,7%
- Rimligt antagande.

Vindkraftens tillgänglighetstal

- **Antagande** **9%**
- 10-percentil 10%
- Medeleffekt 31,6%
- Medelbidrag under topplasttimmen 27,4%
- Antagandet är klart under vad vindkraften bidrar med.

Sammanfattning probabilistisk metod

- Tittar på risk för bortkoppling istället för behov av import.
- Simulera hela det europeiska elsystemet.
- Använder tillgänglighetstalet som indata.
- Vindkraftens bidrag antas vara mycket lägre än vad historisk data visar.

Slutsats

- Statiska metoden beräknar effekt som behöver importeras under topplasttimmen.
- Probabilistiska metoden beräknar risken för att bortkoppling.
Hitintills har ingen elkunder behövts kopplas bort.
- Den probabilistiska metoden är mer verklighetstrogen.
- Vindkraftens effektbidrag sätts till mycket lägre än vad dess faktiska bidrag har varit, oavsett statisk eller probabilistisk metod.
- Vindkraftens tillgänglighetstal borde ökas för att bättre matcha verkligheten.

Sara Fogelström

Projektledare, forskning

Avdelningen för Elkraftteknik

sara.fogelstrom@chalmers.se

