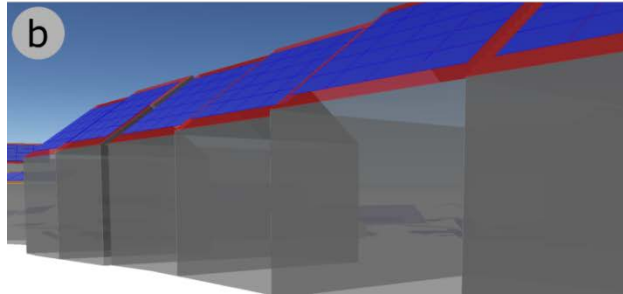




UPPSALA
UNIVERSITET

Drivkrafter & hinder för solcellsutbyggnaden



David Lingfors

PhD, Forskare

Institutionen för samhällsbyggnad och
industriell teknik

Avdelningen för byggteknik och byggd miljö

Uppsala universitet

david.lingfors@angstrom.uu.se

2020-05-07



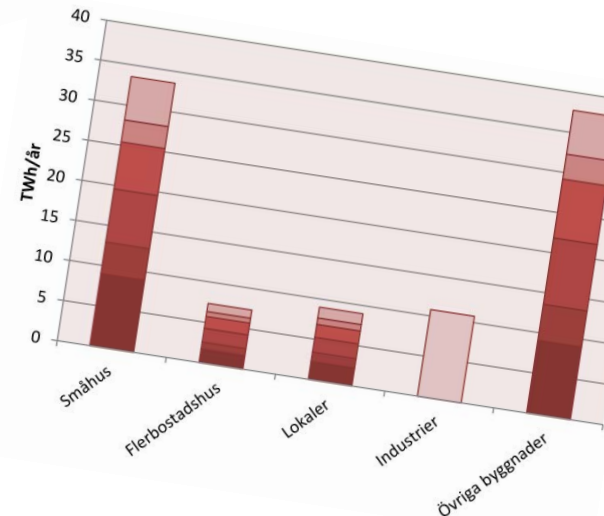
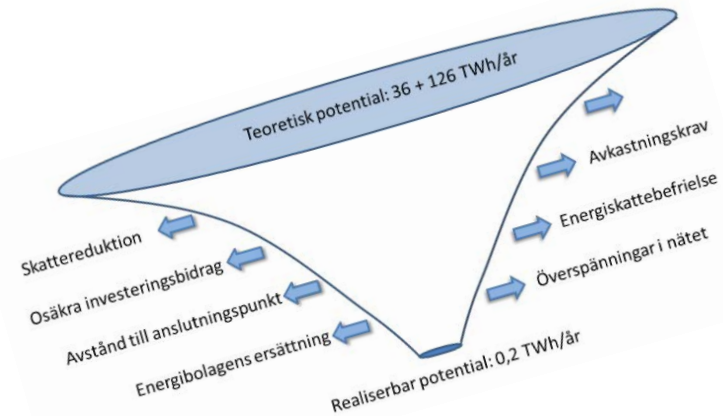
Agenda

- Potentialstudier för solel
- Solelens påverkan på elpriset
- Solelens påverkan på elnätet
- Solbruksplaner



Potentialbedömningar för solel

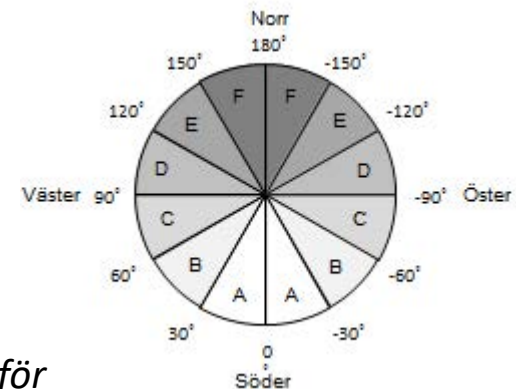
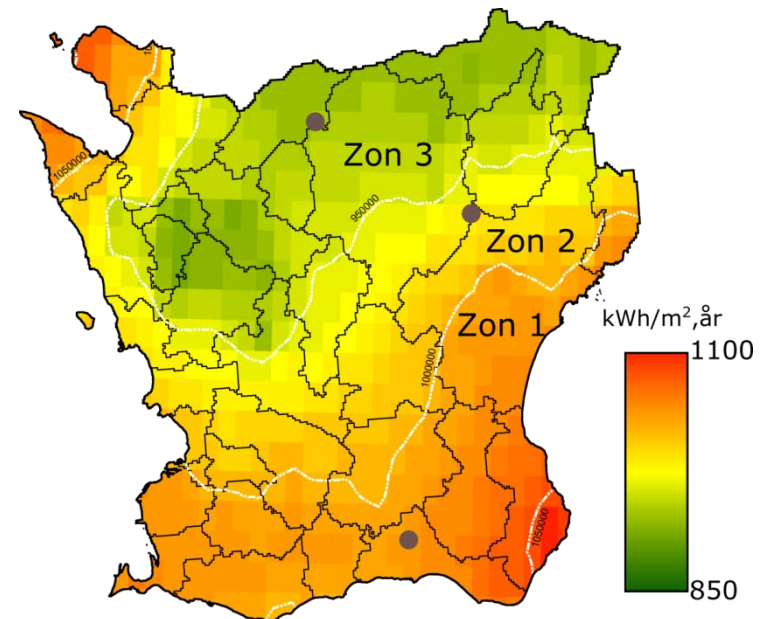
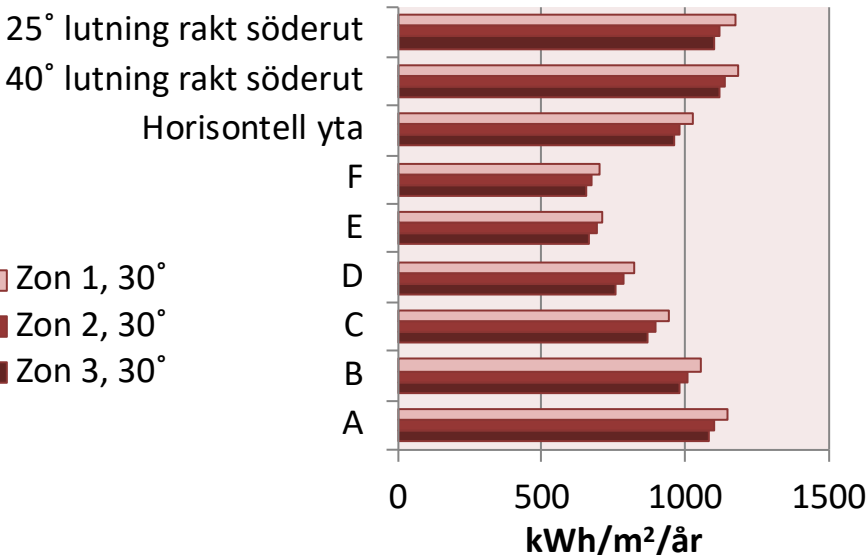
- Nationella studier
 - Byggnadsstatistik
 - Reduktionsförluster
- Studier för takytor
 - (Kjelsson 1999, 2000) -> 12 TWh
 - (Kamp, 2013) -> 49 TWh
- Studier för markyta
 - (Norberg et al. 2015) -> 126 TWh





Regional potential

- Skåne¹, Blekinge, Västmanland, Halland
- Byggnadsstatistik
- Lokal solintrålningsdata
- Faktisk orientering
- -> 25-60 % av elbehovet



¹Lingfors & Widén (2018) "Solenergipotentialen för Skånes bebyggelse enligt två framtidsscenarier"

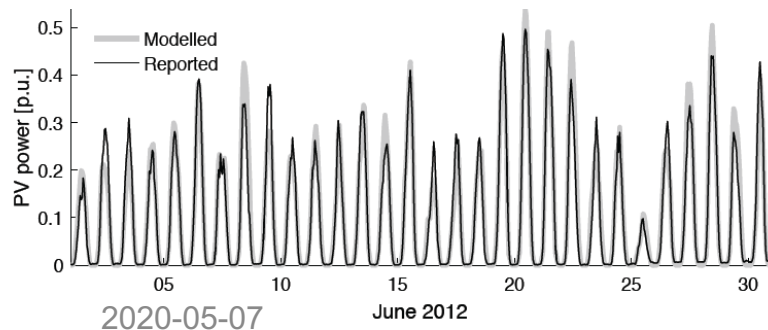


Nationell scenariemodell

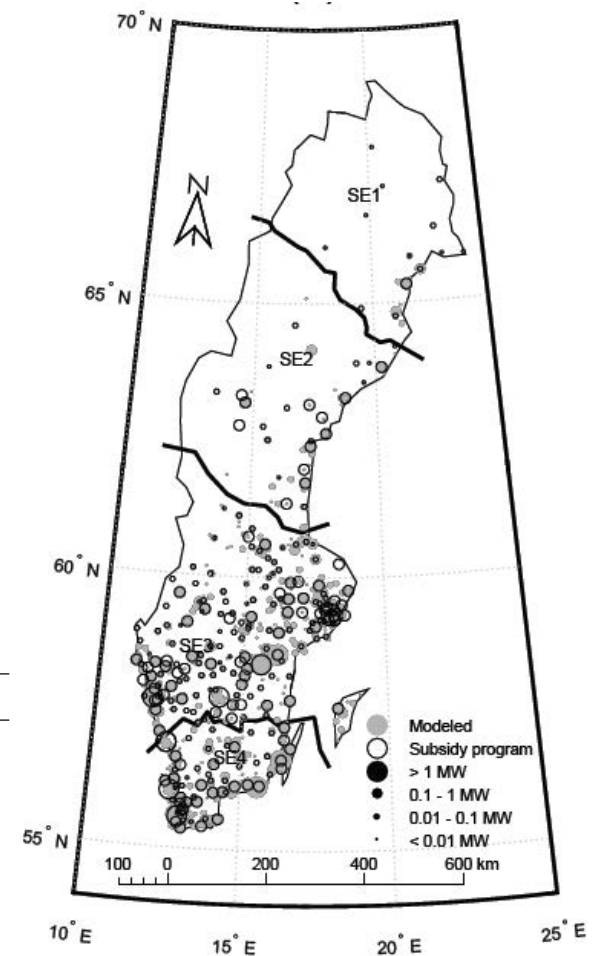
- Modell för att ta fram scenarier av solelutbyggnaden i Sverige¹
- Använts i kombination med vind-, tidvatten- och vågkraft för Norden²

¹D. Lingfors & J. Widén, *Energy*, vol. 102, pp. 559–566, May 2016.

²J. Olauson *et al.*, *Nat. Energy*, vol. 1, no. 12, pp. 1–8, 2016.



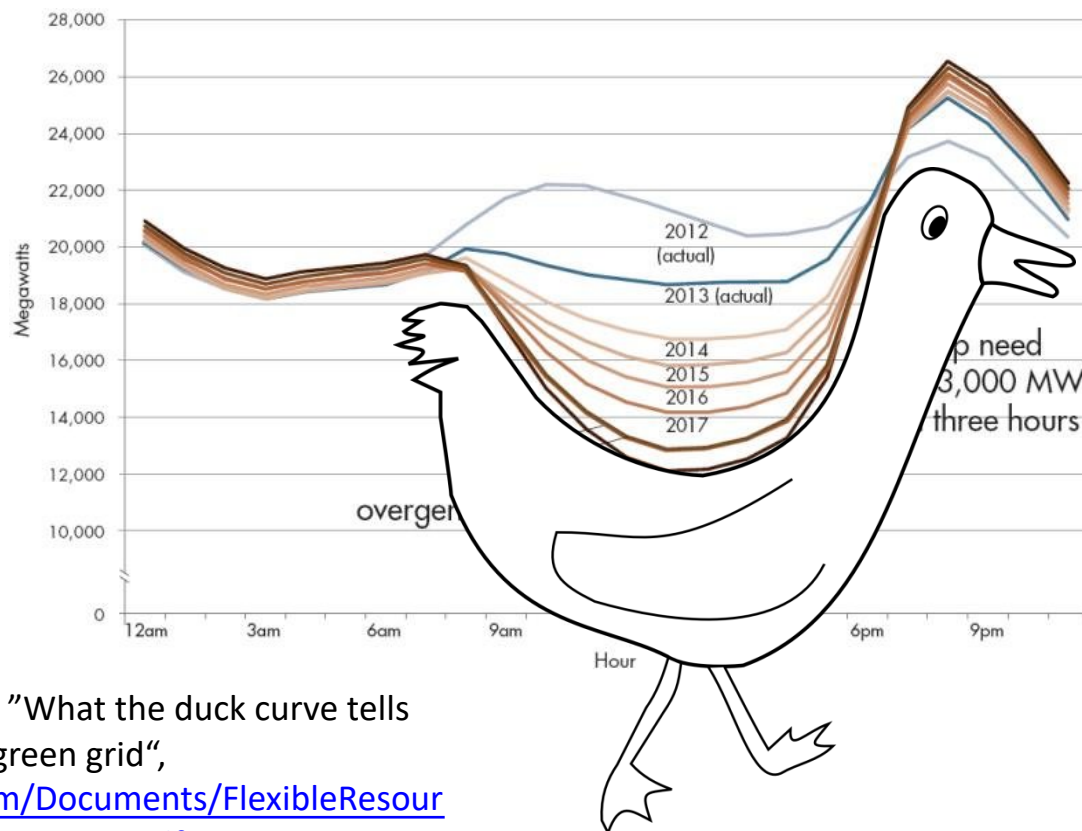
	2012	2013
N_{PV}	123	462
nMAE	1.3%	1.1%
bias	0.2%	0.2%
nRMSE	2.4%	2.2%
nRMSE ΔP , 1h	1.5%	1.3%
nRMSE ΔP , 4h	3.1%	2.8%
Correlation	0.97	0.99





Solelens påverkan på elnätet

Solelproduktionens påverkan på "nettolasten" brukar liknas med en anka ("duck curve" lanserades av Kaliforniens elnätsoperatör 2012¹)

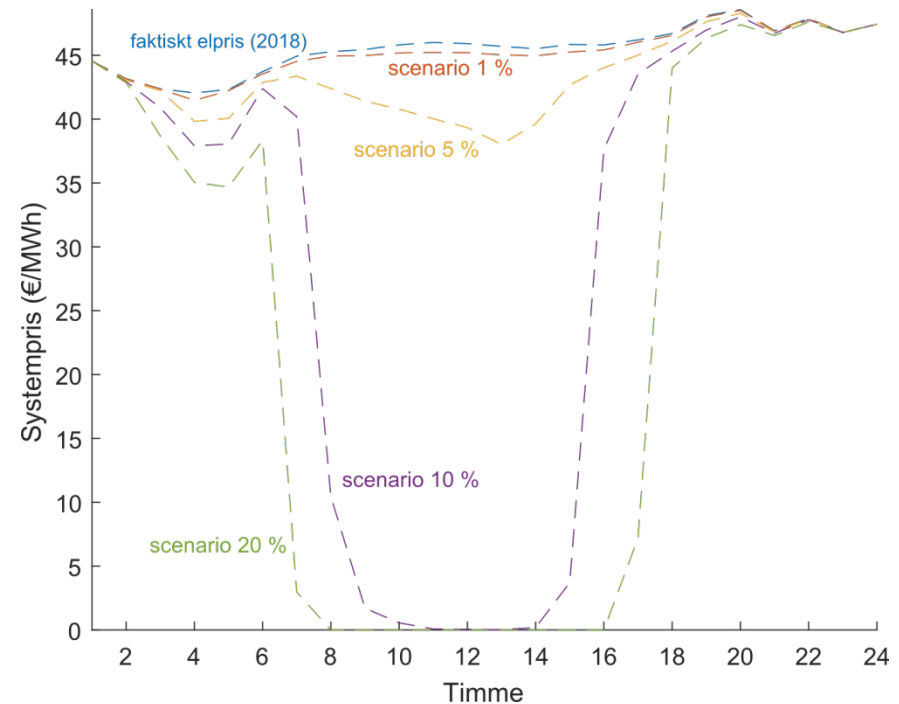
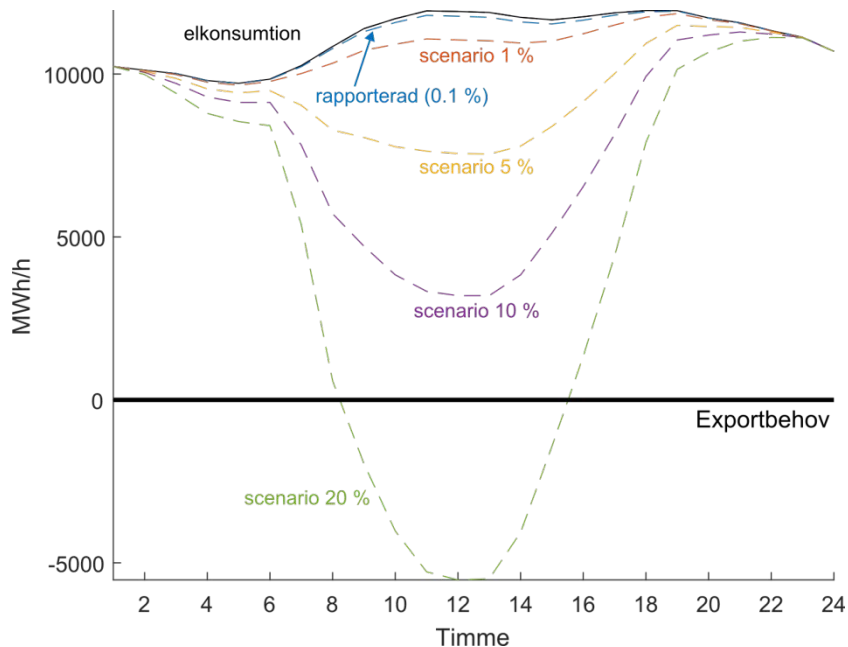


¹California ISO (2016), "What the duck curve tells us about managing a green grid",
https://www.caiso.com/Documents/FlexibleResourcesHelpRenewables_FastFacts.pdf



Påverkan på svenska elsystemet?¹

Nationella potentialmodellen + en Elmarknadsmodell²
Dagen med den högsta solelproduktionstimmen 2018 (1 juli)



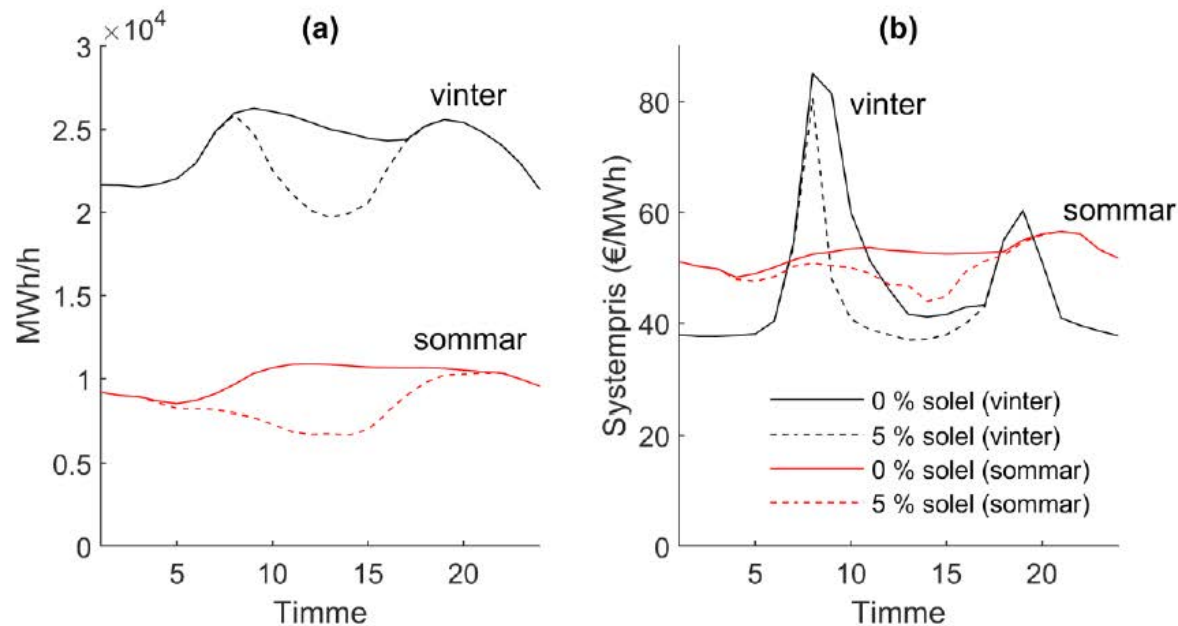
¹Lingfors et al. (2019) "Effekt- och elprisscenarier vid hög andel solel i det svenska elsystemet", på uppdrag av Svensk Solenergi

²Åberg et al. (2019) "Can electricity market prices control power-to-heat production for peak shaving of renewable power generation? The case of Sweden", Energy **176**



5 % solel i svenska elsystemet?¹

Sommar- och vinterdag med högst elbehov (22 juli och 28 feb)



Figur 3. I (a) nettolasten, dvs. elbehov minus solelproduktion för 0, respektive 5 % solel för den sommar- (röd) respektive vinterdag (svart) som hade den högsta effekttoppen under dygnet.

¹Lingfors, D., Åberg, M., Widén, J., (2019) "Effekt- och elprisscenarier vid hög andel solel i det svenska elsystemet", Rapport på uppdrag av Svensk solenergi



Efterfrågan på solceller av marknaden

Värdefaktorn beskriver hur elproduktionen från ett visst kraftslag sammanfaller med efterfrågan

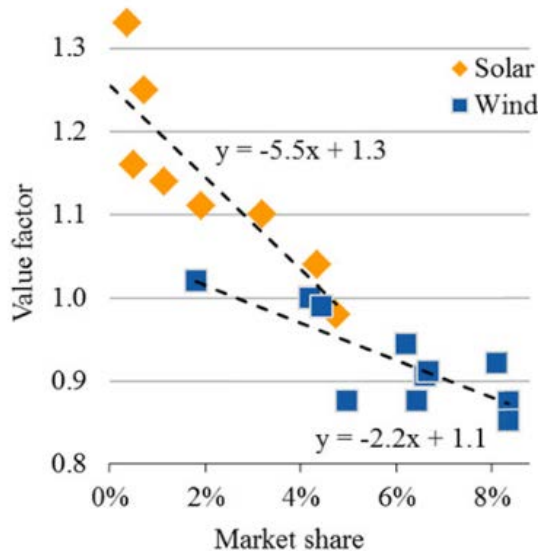
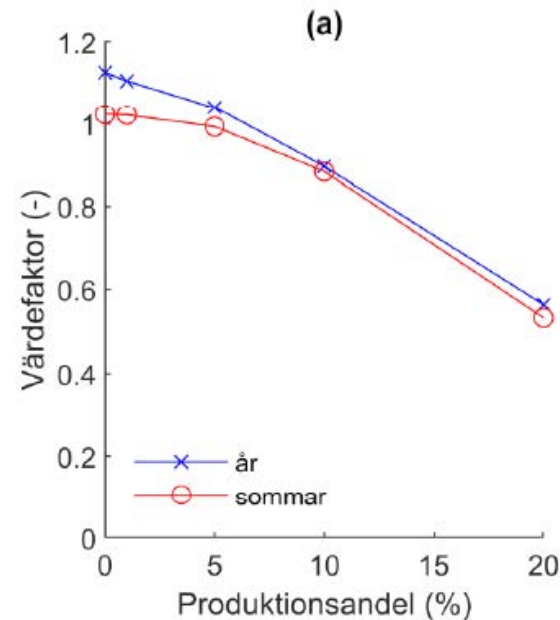


Fig. 4 Historical wind and solar value factors in Germany from spot prices (reflecting profile costs). As solar penetration increased from 0 to 4.7%, its value factor decreased from 1.33 to 0.98



Hirth (2015) *Market value of solar power: Is photovoltaics cost-competitive?* IET Renewable Power Generation

Lingfors et al. (2019) *"Effekt- och elprisscenarier vid hög andel solceller i det svenska elsystemet"*, Rapport på uppdrag av Svensk solenergi



UPPSALA
UNIVERSITET

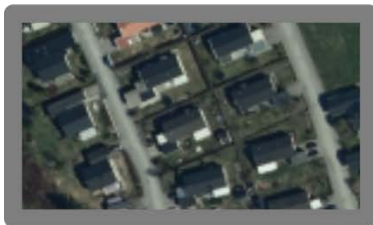
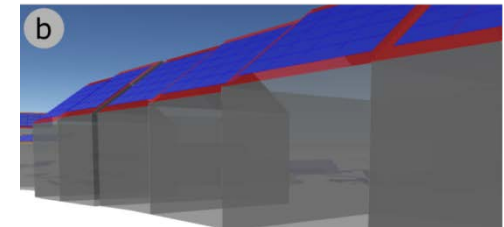
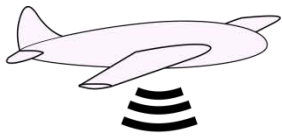
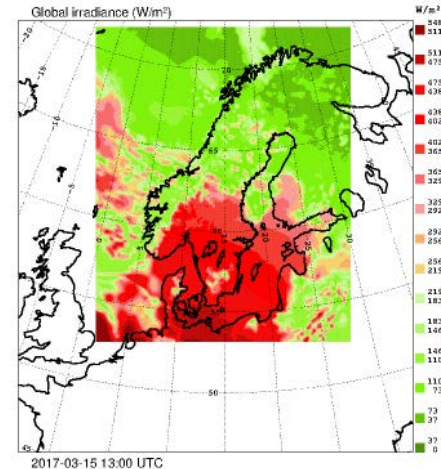
Lokal potential

Fokuserar på byggnadsnivå

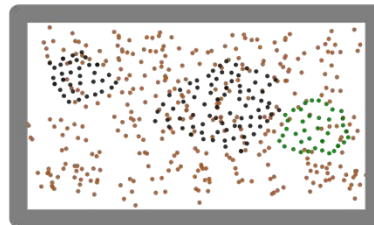
Indata:

- LiDAR (Light Detection And Ranging)
- Fastighetskartan
- Solinstrålning

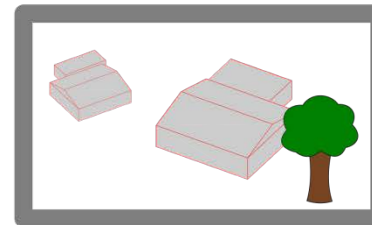
Lantmäteriet
Lantmäteriet
SMHI (STRÅNG)



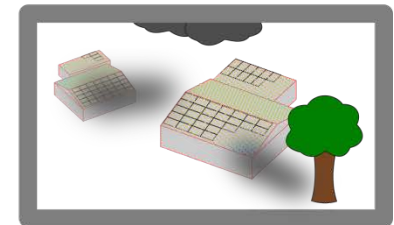
LiDAR-insamling



LiDAR-data



Byggnadsmodell

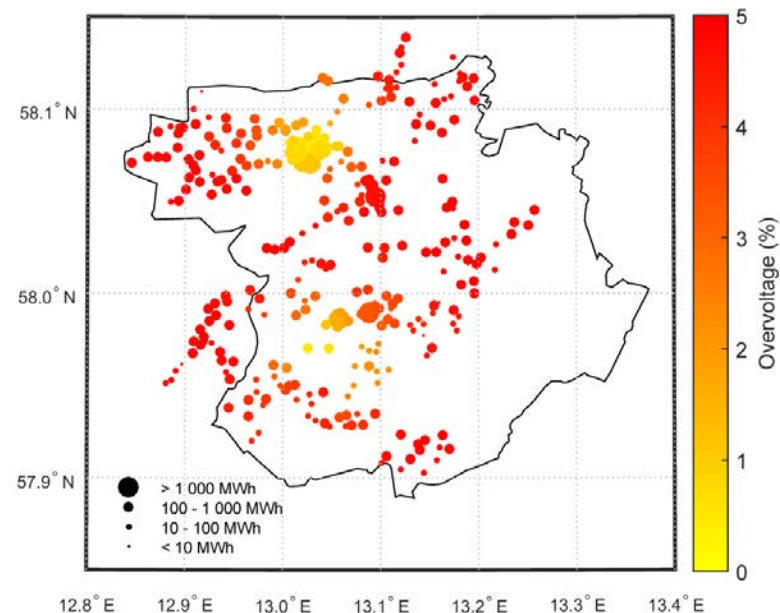
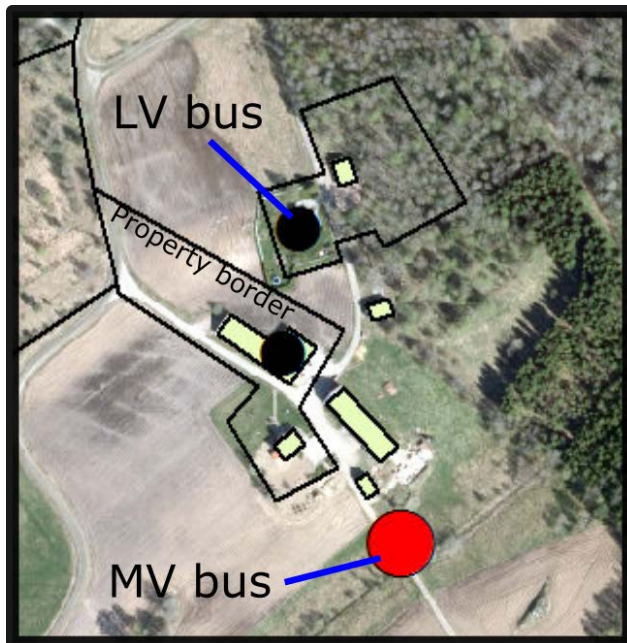


Solelsmodell



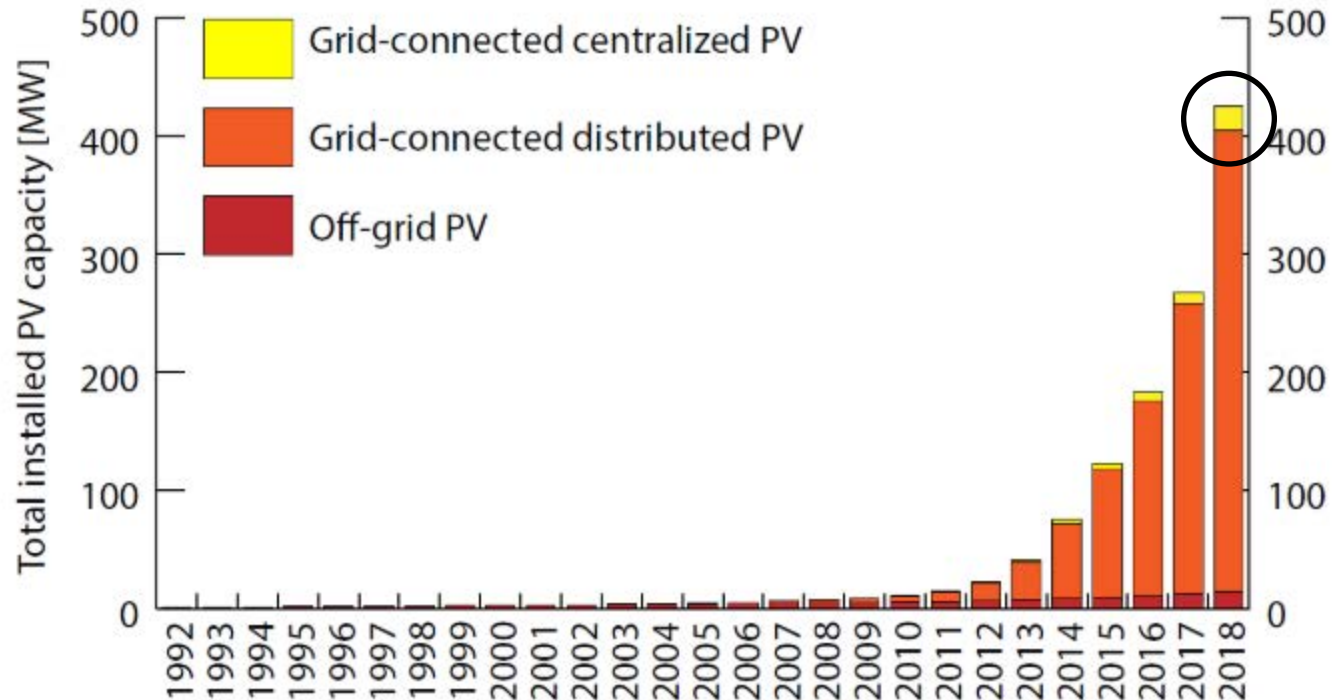
Solelens påverkan på elnätet

- Scenarier för inkoppling av stora volymer solel
 - Koppla ihop byggnader med noder i distributionsnätet
 - Kombinerar data om elnätet, elanvändning och solelproduktion för att studera problem som kan uppstå i elnätet.





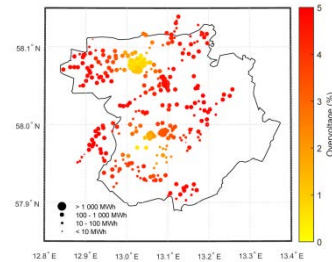
Trend mot större anläggningar



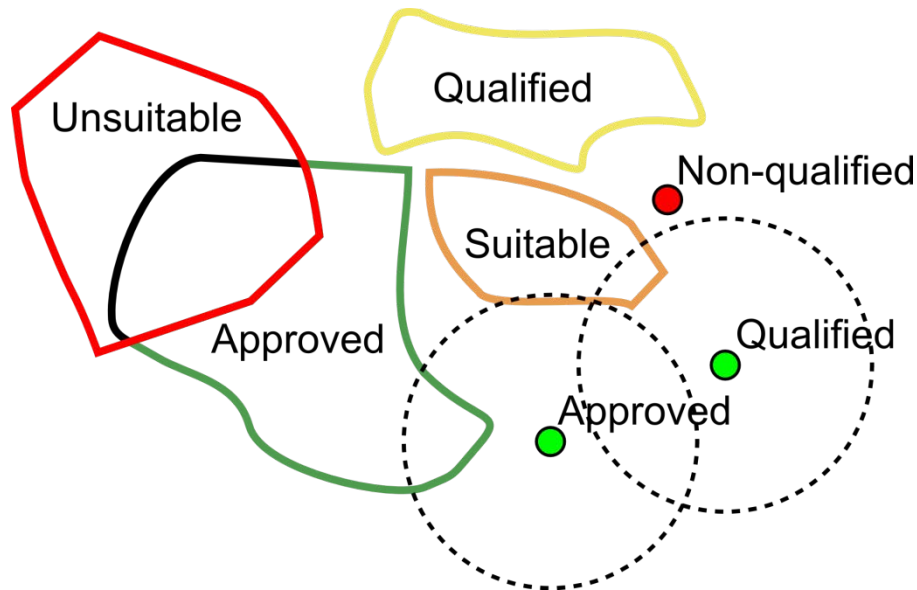
Lindahl et al. (2019), *National Survey Report of PV Power Applications In Sweden 2018*, IEA-PVPS



Solbruksplaner¹



Metod som identifierar lämpliga platser för solcellsparker med hänsyn till markanvändningsintressen och elnätets kapacitet.



MW _p	Area (km ²)			Substations (Nº)		
	1	3	5	1	3	5
Unsuitable	—	118	—	—	—	—
Suitable	—	88	—	—	—	—
Qualified	19	12	9	309	119	73
Approved ¹	5.7	1.3	0.6	98	9	2
Total	—	512	—	—	337	—

¹ for the case of 750 m

Suitable = Lämplig mark

Qualified = Tillräckligt stor mark

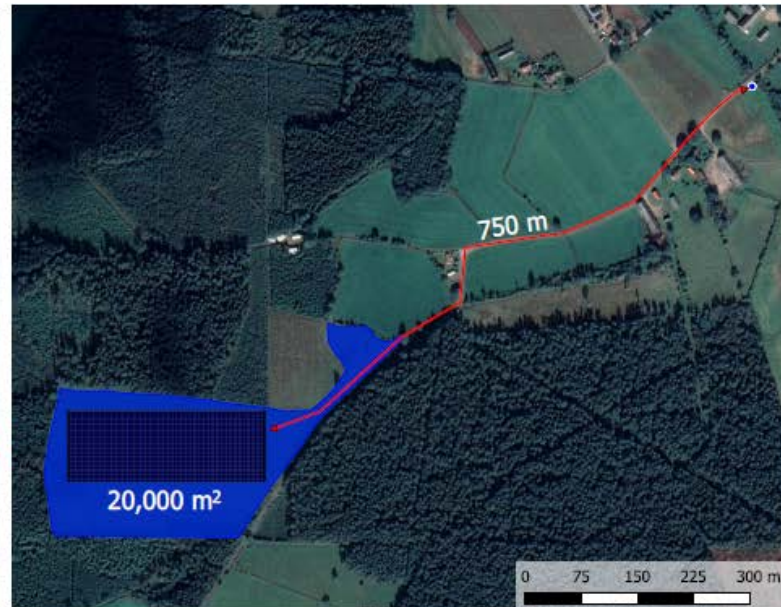
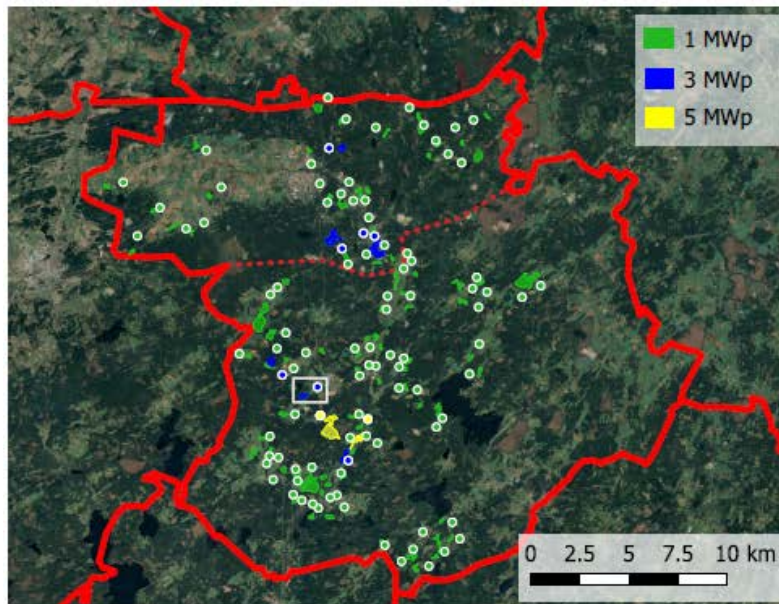
Approved = Närhet till starkt nät.

¹Lindberg, O., Birging, A., Widén, J., Lingfors, D., 'PV park site selection for utility-scale solar guides combining GIS and power flow analysis: A case study on a Swedish municipality', Manuscript



Solbruksplaner¹

Metod som identifierar lämpliga platser för solcellsparker med hänsyn till markanvändningsintressen och elnätets kapacitet.



¹Lindberg, O., Birging, A., Widén, J., Lingfors, D., 'PV park site selection for utility-scale solar guides combining GIS and power flow analysis: A case study on a Swedish municipality', Manuscript



Större parker i regionnätet?

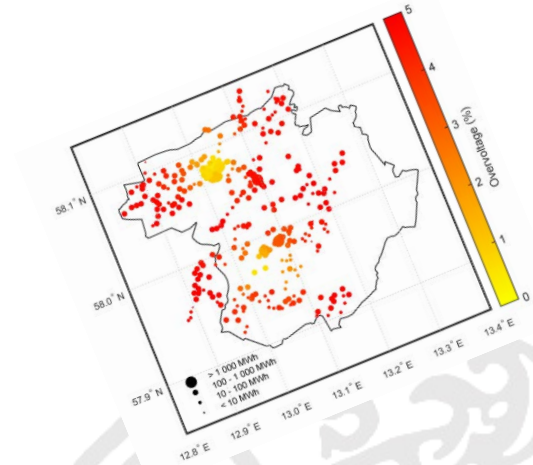
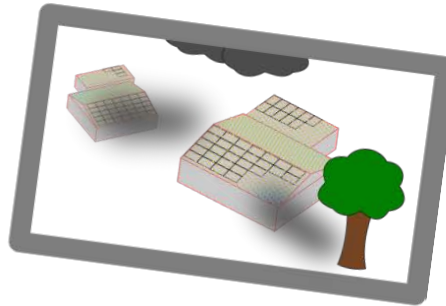
- Viktigt att både lokal- och regionnätsägare börjar arbeta proaktivt
- Lärdomar från och synergier med vindkraft
 - Solsidan (2.7 MW), billig anslutning pga befintlig vindkraft
 - Kennedy, Australien (43 MW vind, 15 MW sol, 2MW/4MWh batteri)
 - Haringvliet, Holland (22 MW vind, 38 MW sol, 12 MWh batteri)





UPPSALA
UNIVERSITET

Tack för uppmärksamheten!



David Lingfors

PhD, Forskare

Institutionen för samhällsbyggnad och industriell teknik

Avdelningen för byggteknik och byggd miljö

Uppsala universitet

david.lingfors@angstrom.uu.se

2020-05-07

