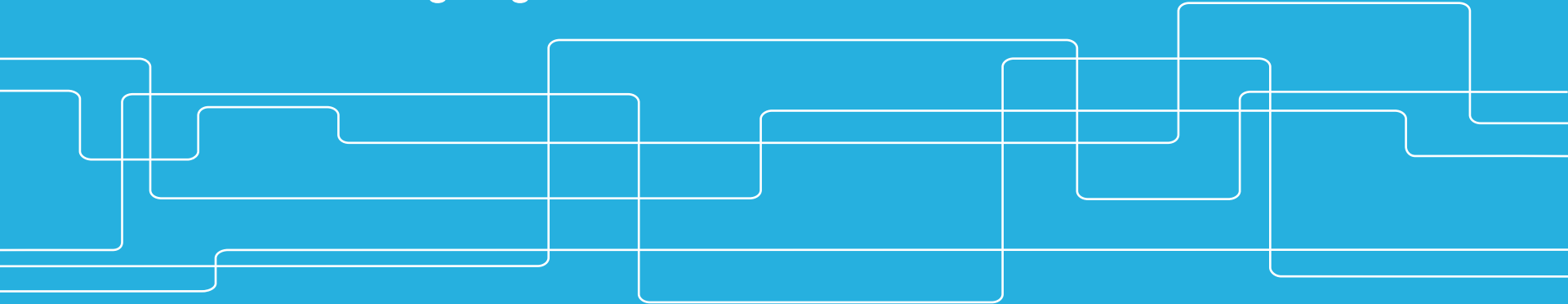




BORRHÅL OCH VÄRMEPUMPSSYSTEM MED PV&PVT ***TEKNIK OCH EKONOMI***

Nelson Sommerfeldt, Doktorand
Geoenergidagen, 4 oktober 2018



Tack till våra sponsorer och industripartners



Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem
samt kyl- och värmelager



Bakgrund – Solenergi

Solvärmemarknaden har givit vägen till solceller (PV)

Svensk solcellsmarknad växer med ca. 40% per år

Solceller är viktig del av nollenergibyggnader

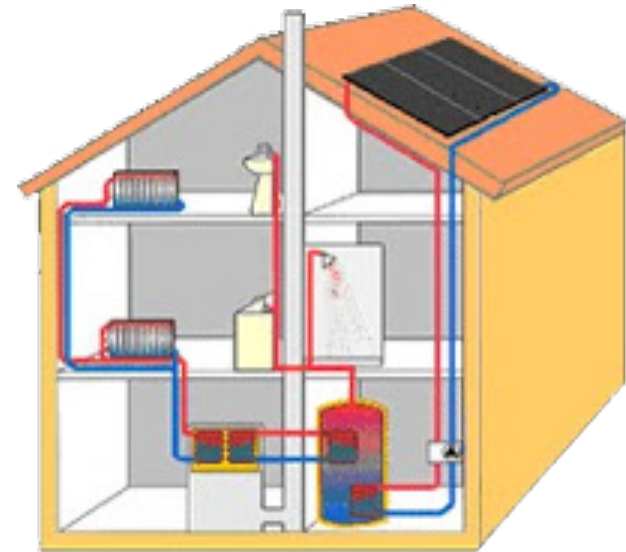


Bakgrund – Solvärmepump

Lång forskningshistoria med solfångare och värmepumpar

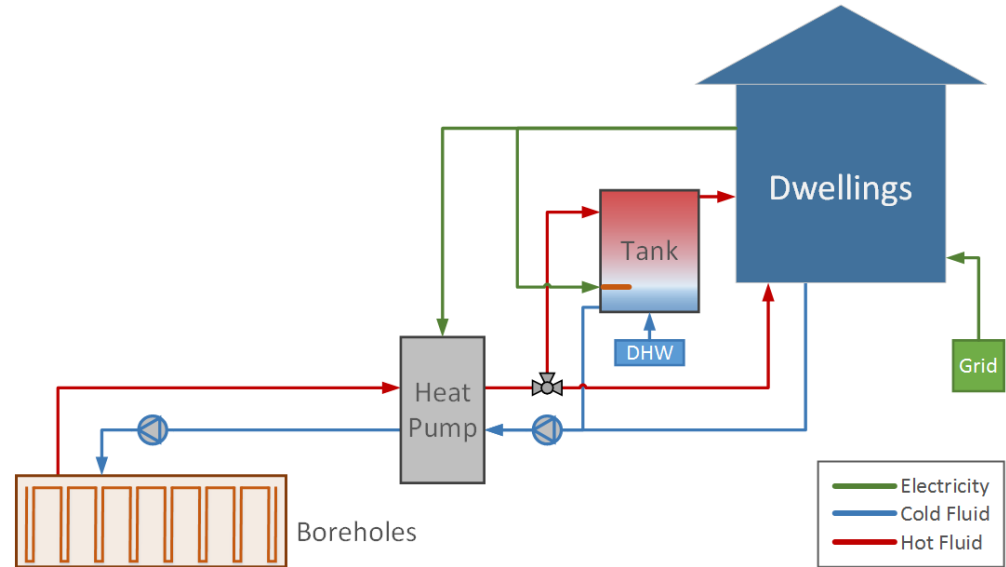
Ny trend med PV och VP

Växande intresse i system med PV-termiskhybrid



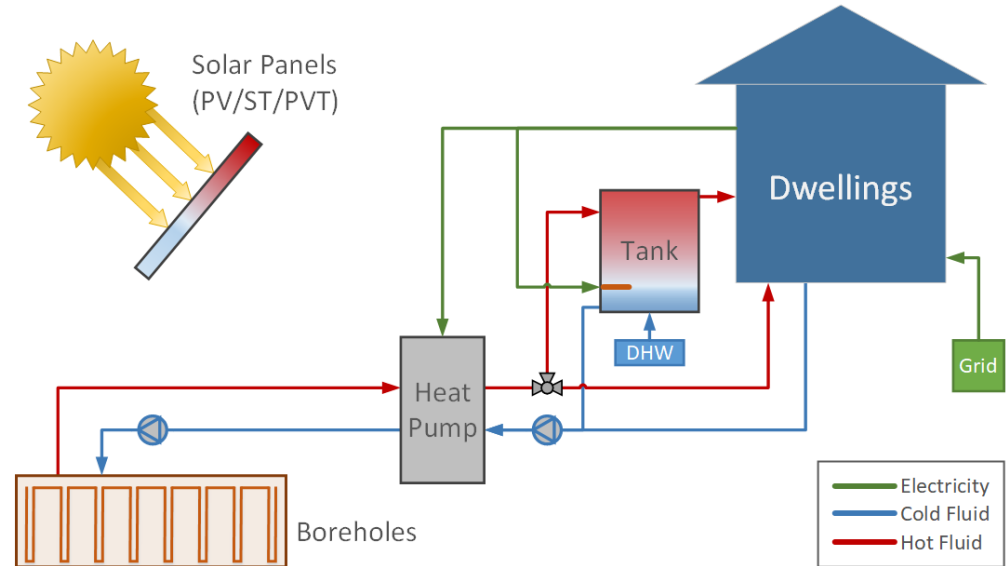
Vad är solvärmepump?

1. Börja med värmepumpssystem



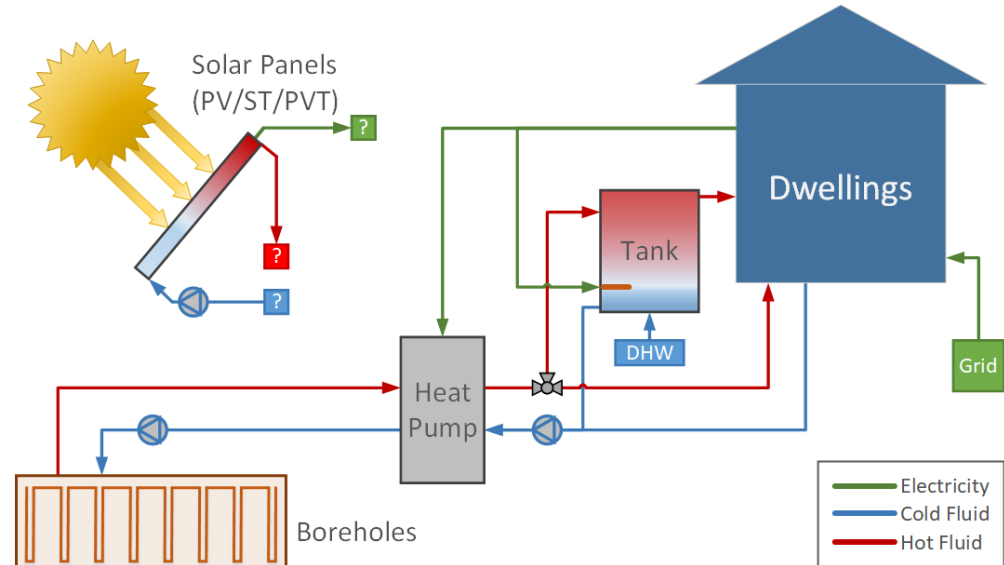
Vad är solvärmepump?

1. Börja med värmepumpssystem
2. Lägg till några solpaneler



Vad är solvärmepump?

1. Börja med värmepumpssystem
2. Lägg till några solpaneler
3. Anslut dem



Den valda systemkonfigurationen

Oglaserad, oisolerad
PVT fångare

Serie konfiguration

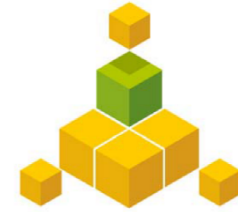
Motivation

- *Enkel integration*
- *Flexibel kontroll*
- *Direkt tillgång till borrhål*
- *”Låg-kostnad” PVT*



Sommerfeldt, N., Madani, H. “Review of Solar PV/Thermal Plus Ground Source Heat Pump Systems for European Multi-Family Houses.” 11th ISES Eurosun Conference, Palma de Mallorca, Spain, October 2016

TRNSYS modell

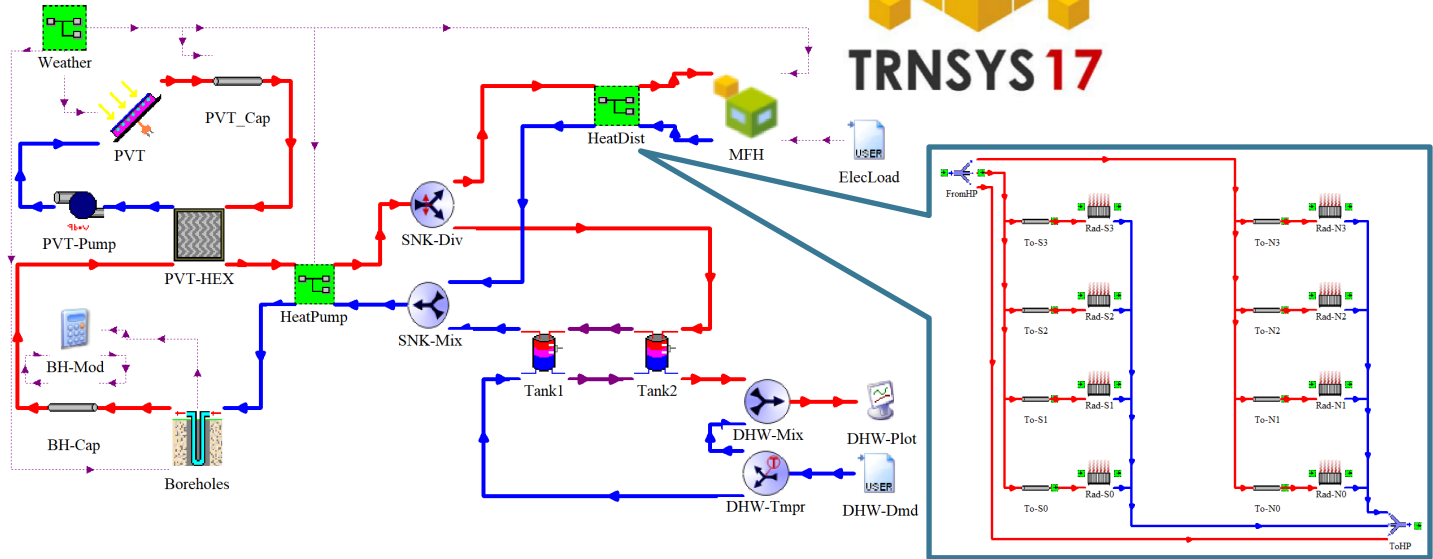


TRNSYS 17

Komplett
systemmodell

Tre minuter
tidssteg

20 år
simulering



Målbyggnad

Typiskt 1980–90's hus

- 30 lgh / 2000 m² uppvärmd yta
- Uppvärmning: 125 kWh/m²-yr
- VV: 38 kWh/m²-yr

Frekvensstyrd värmepump

- 21-88 kW_{th}

3600 m total borrhållslängd

- 12 bh x 300 m x 20 m avstånd

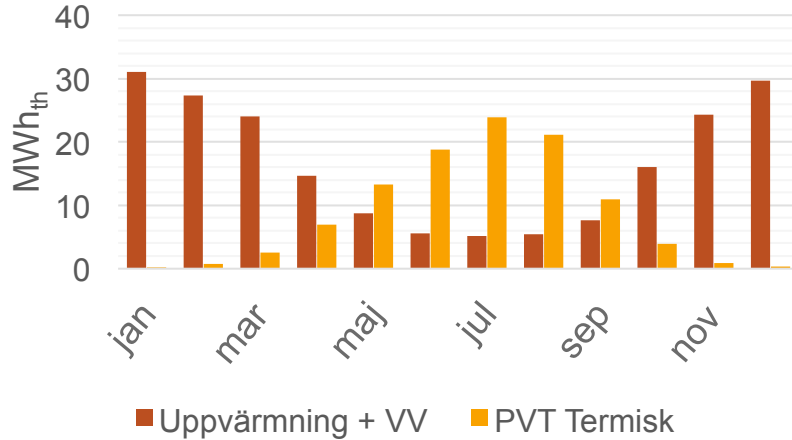
144 PVT fångare

- 40 kW_p / 236 m²

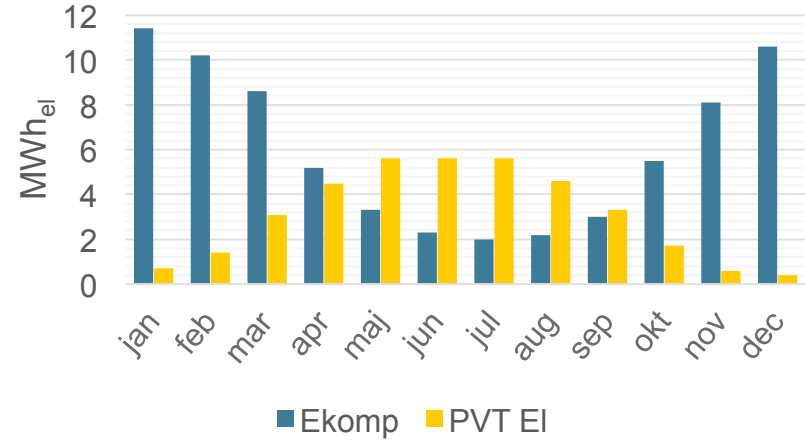


Solvärmepumps energiflöde

Värme produktion/efterfrågan

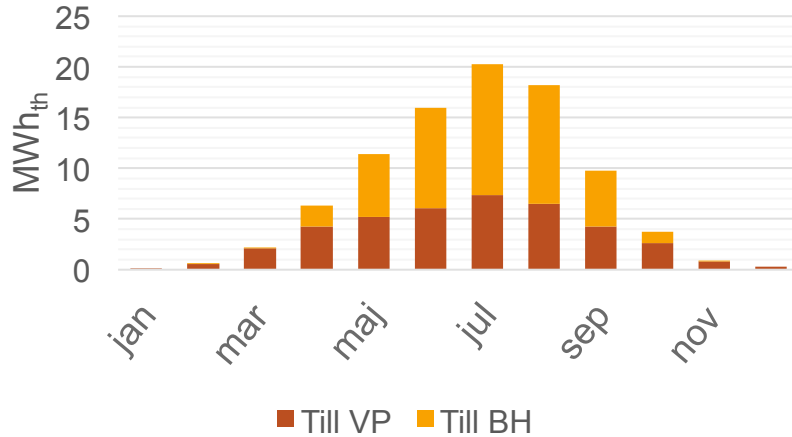


El produktion/efterfrågan

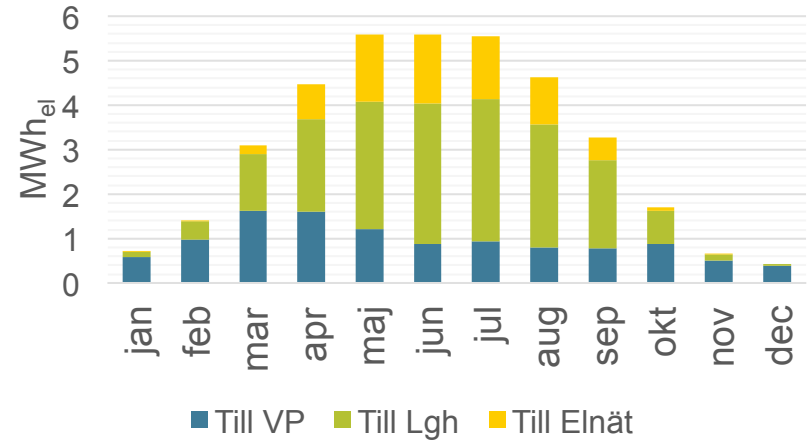


PVT energileverans

Värme (90 MWh/år)

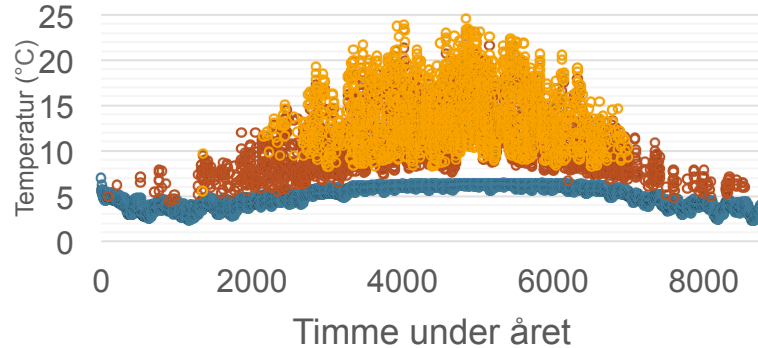


EI (37 MWh/år)

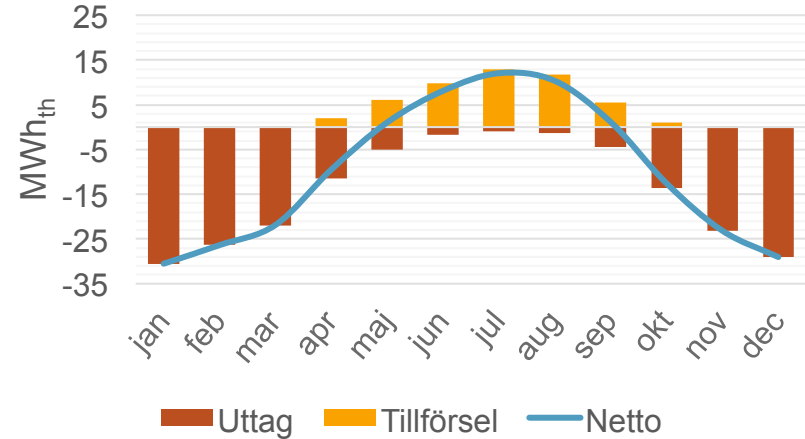


Borrhålsenergi och -temperatur

Förångares inloppstemp



Energibalans i borrhålen

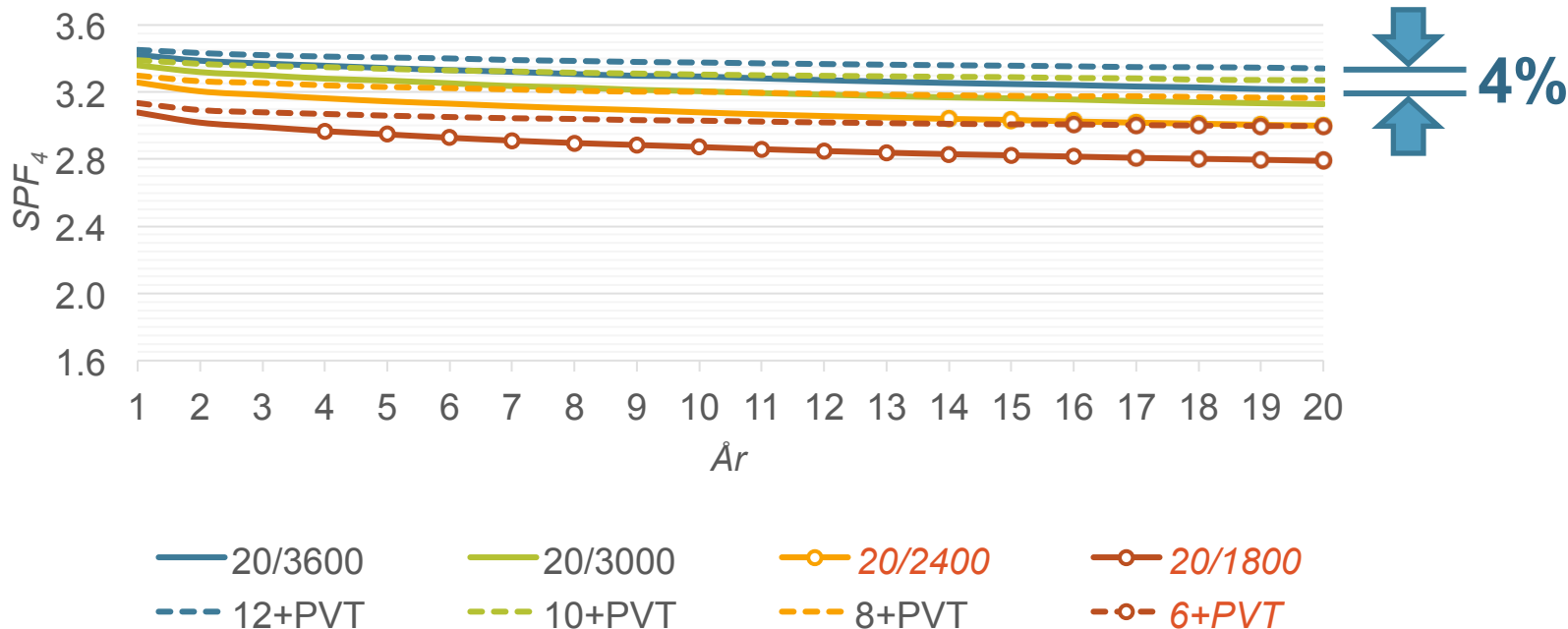


Test fall

Borrhål	Bas	K1	K2	K3
Antal	12	10	8	6
Avstånd (m)	20	15	10	5
Total Längd (m)	3600	3000	2400	1800

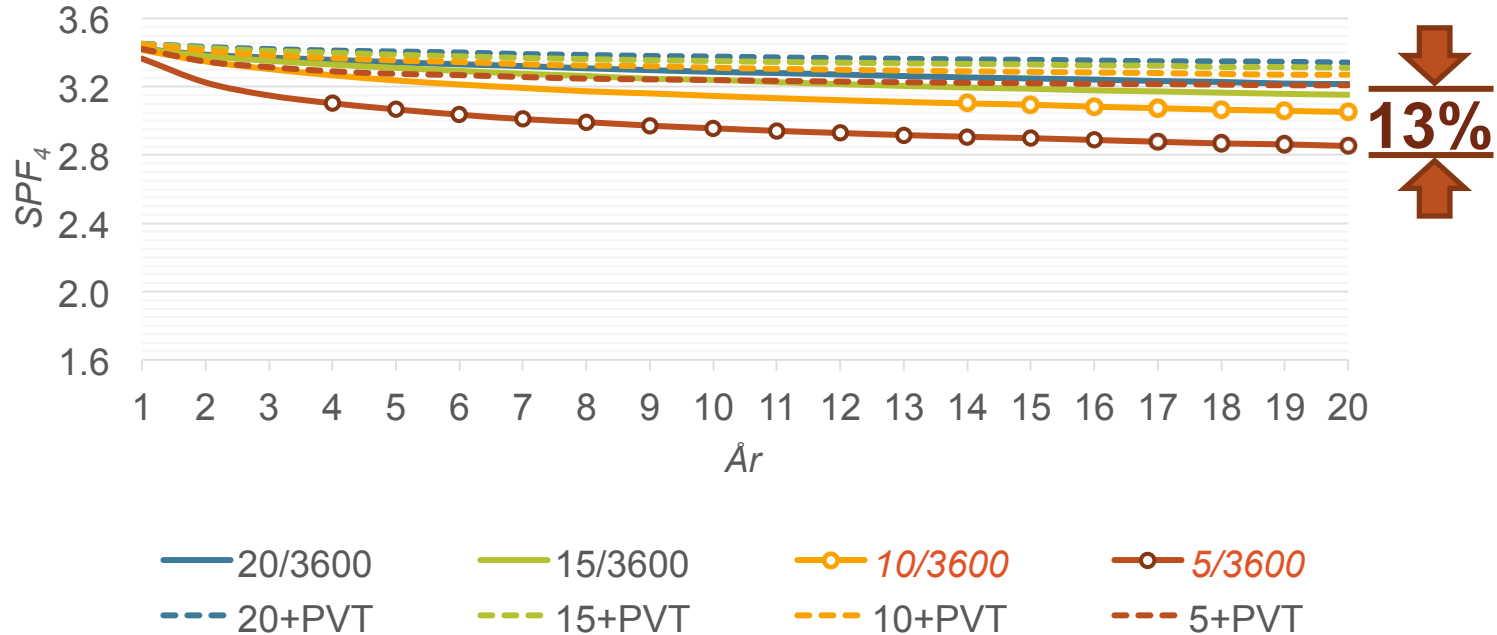
PVT	6/6	5/6	4/6	3/6	2/6
Antal	144	120	96	72	48
Yta (m ²)	236	196	157	118	79
PV Kap. (kW _p)	40.3	34.2	26.4	19.8	13.2

Vad händer med färre borrhål?



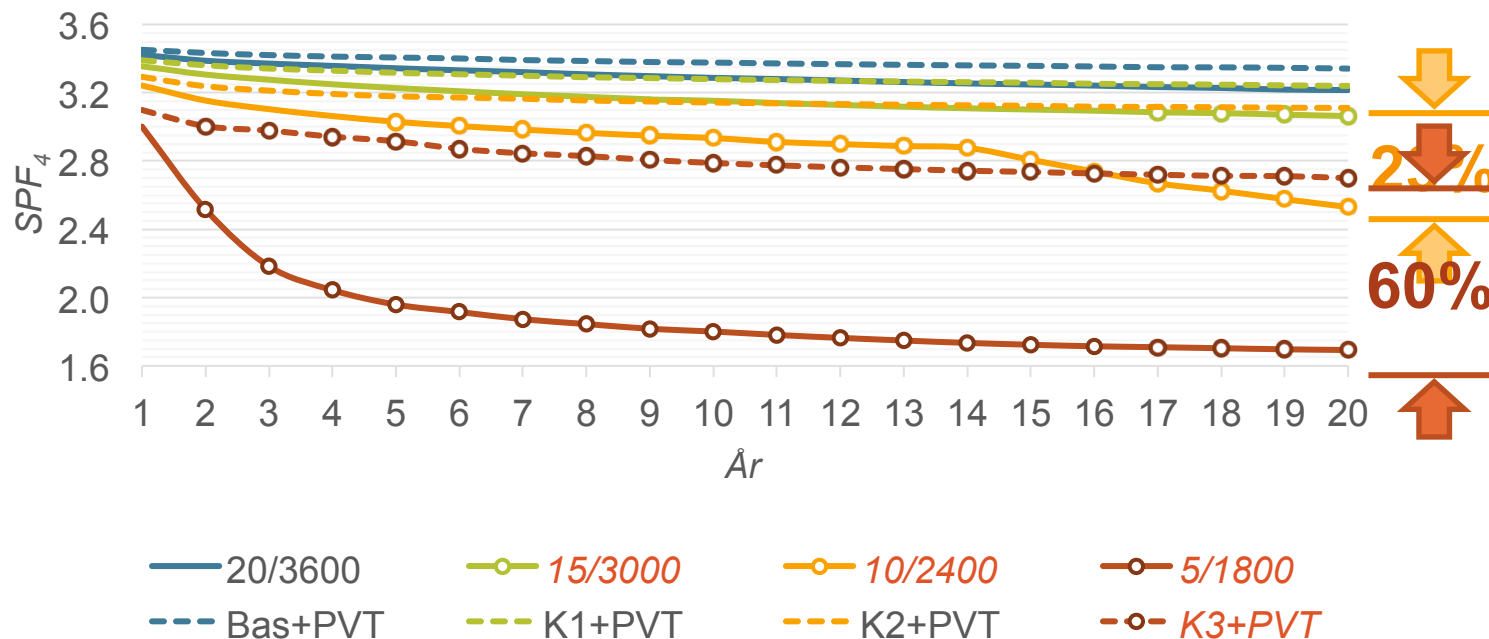
Punkterna markerar åren när borrhållsväggen når 0 °C

Vad händer med mindre avstånd?



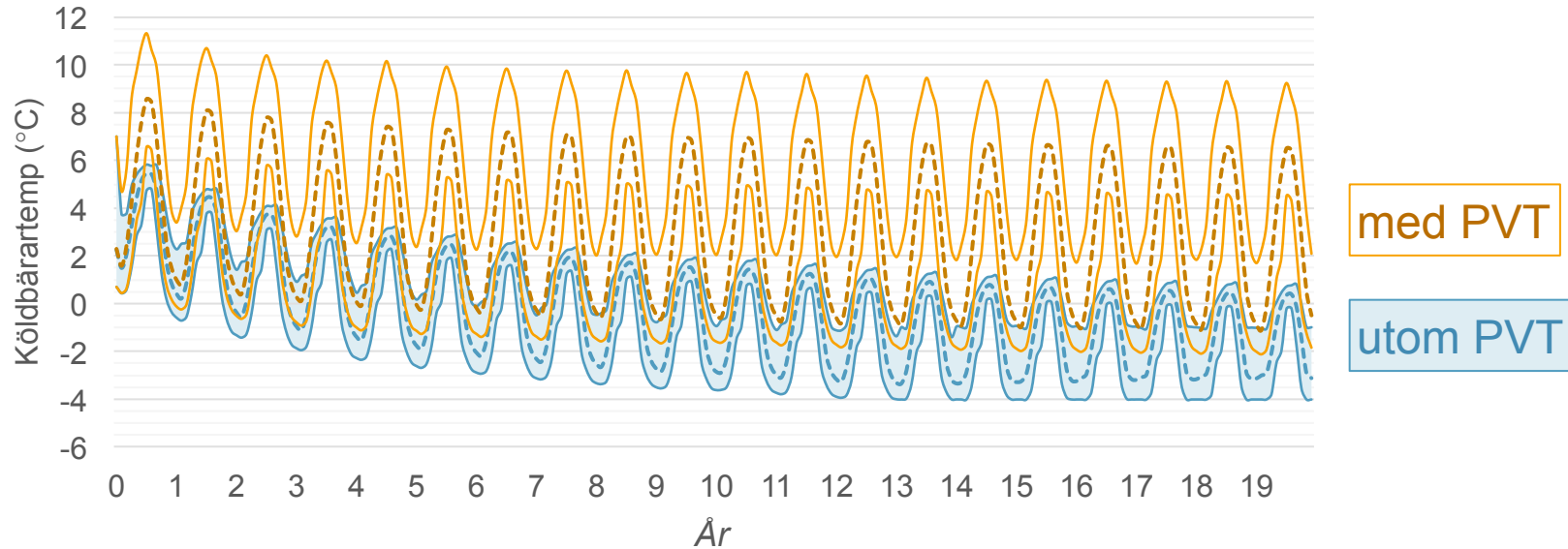
Punkterna markerar åren när borrhållsväggen når 0 °C

Färre borrhål och mindre avstånd



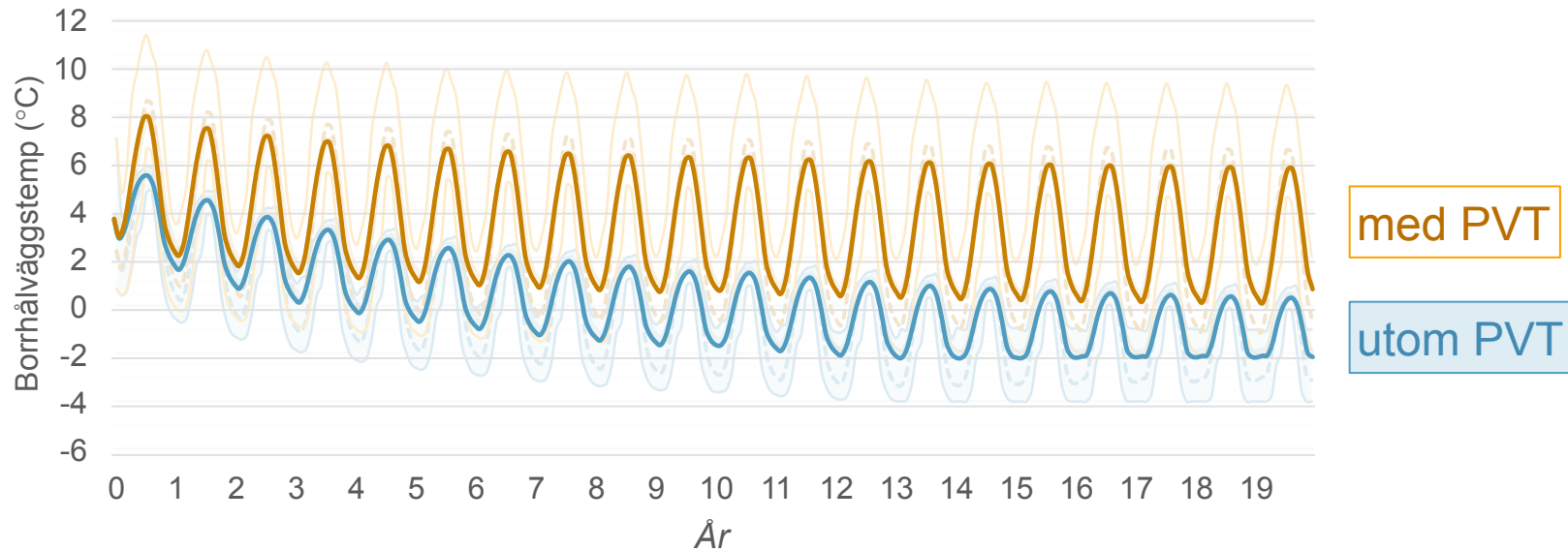
Punkterna markerar åren när borrhålsväggen når 0 °C

Köldbärartemp ut från BH – 10/2400 (K2)

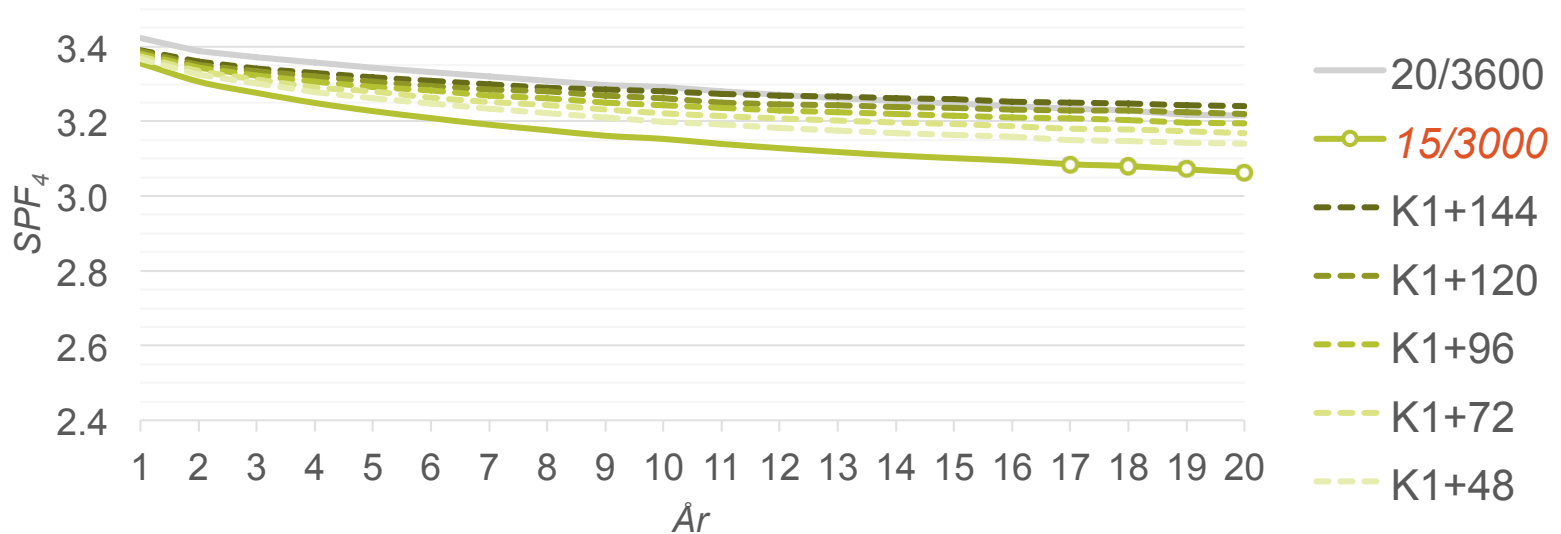


Streckade linje är medelvärden, fasta linjer är min/max, alla värden är månadsmedel

Borrhålväggstemperatur – 10/2400 (K2)

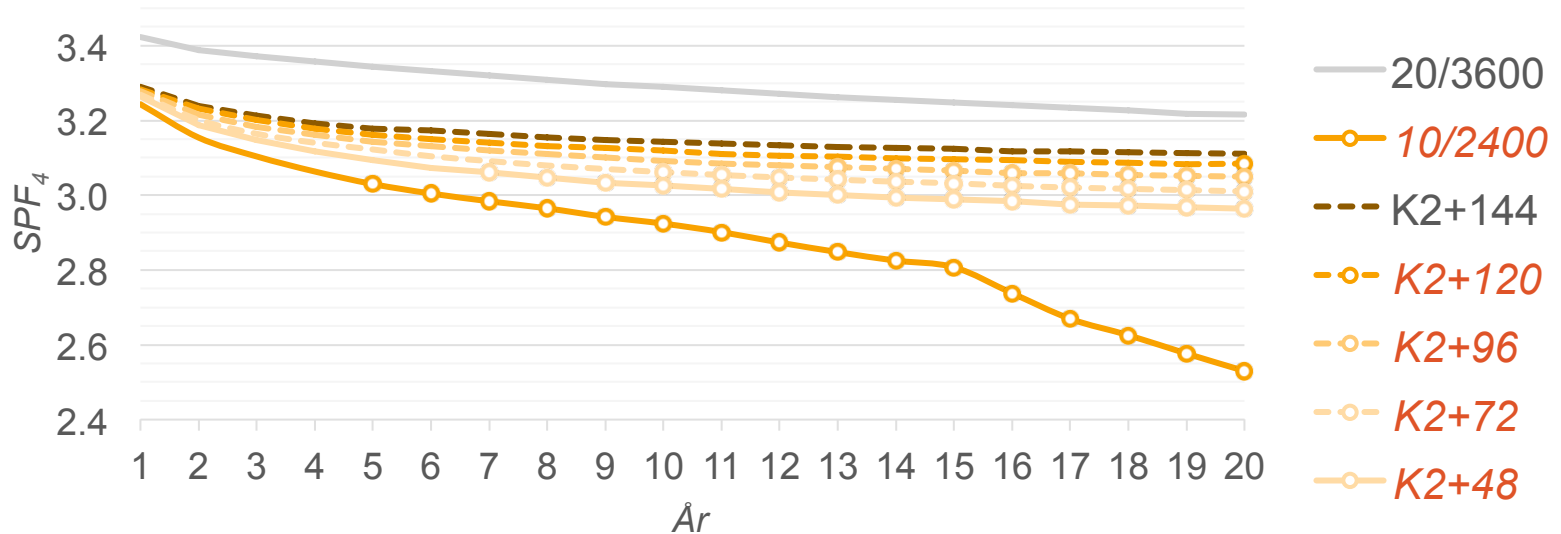


Minskad PVT yta – 15/3000 (K1)



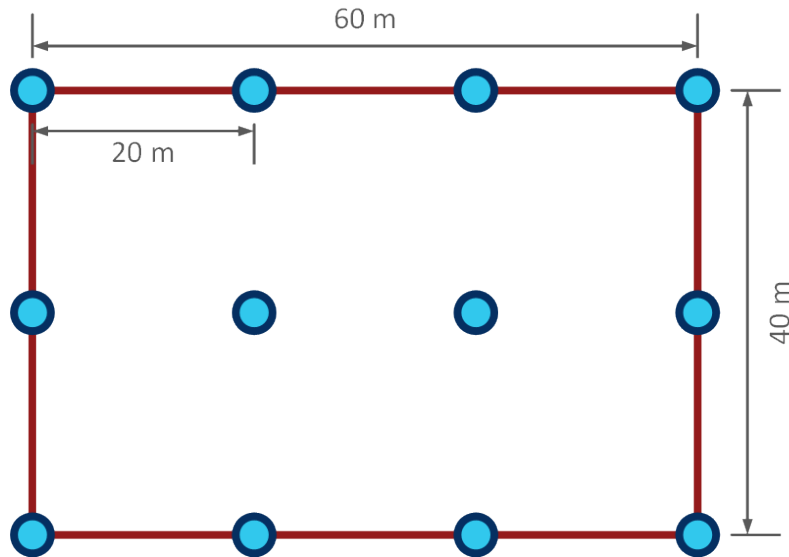
Punkterna markerar åren när borrhålsväggen når 0 °C

Minskad PVT yta – 10/2400 (K2)



Punkterna markerar åren när borrhålsväggen når 0 °C

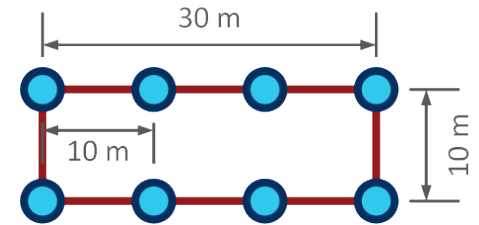
Minskat krav på markyta



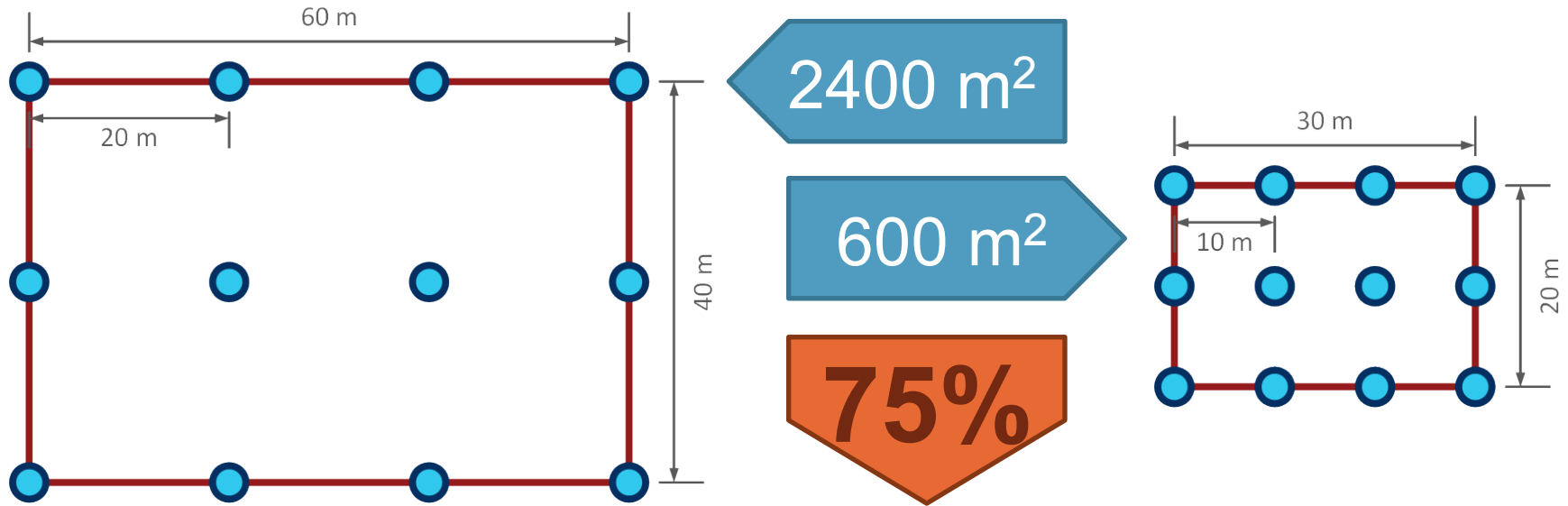
2400 m²

300 m²

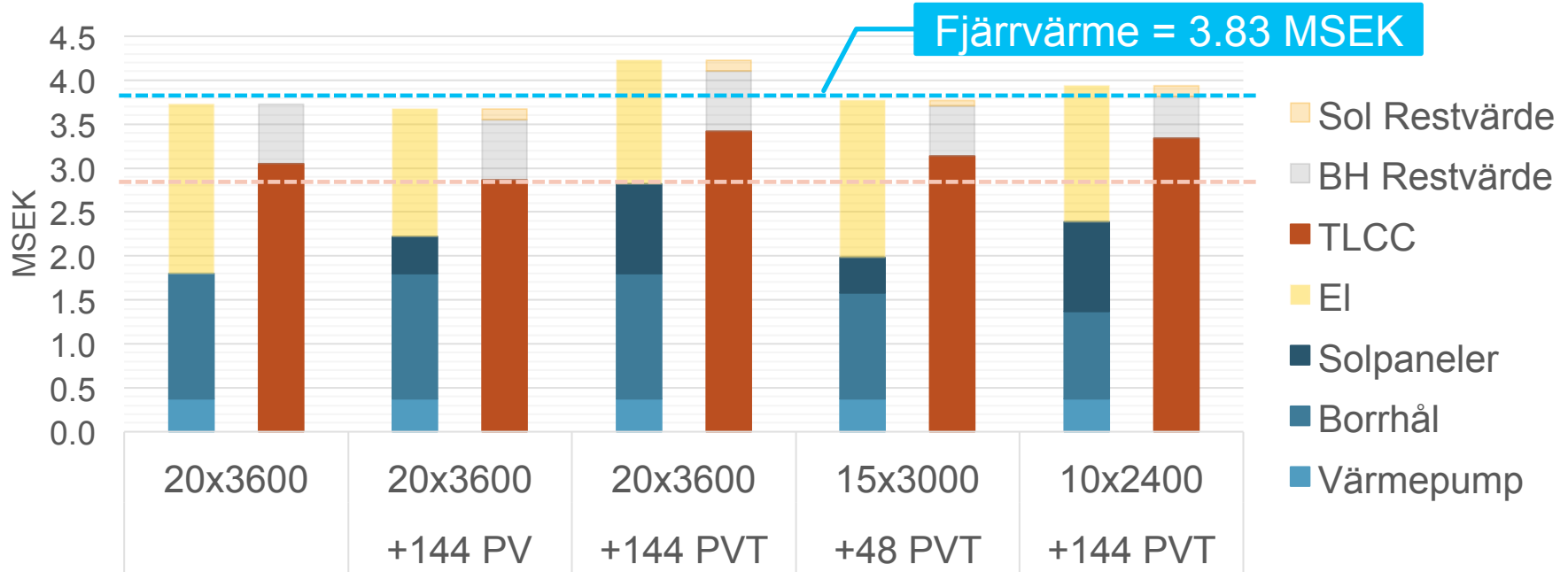
87%



Minskat krav på markyta

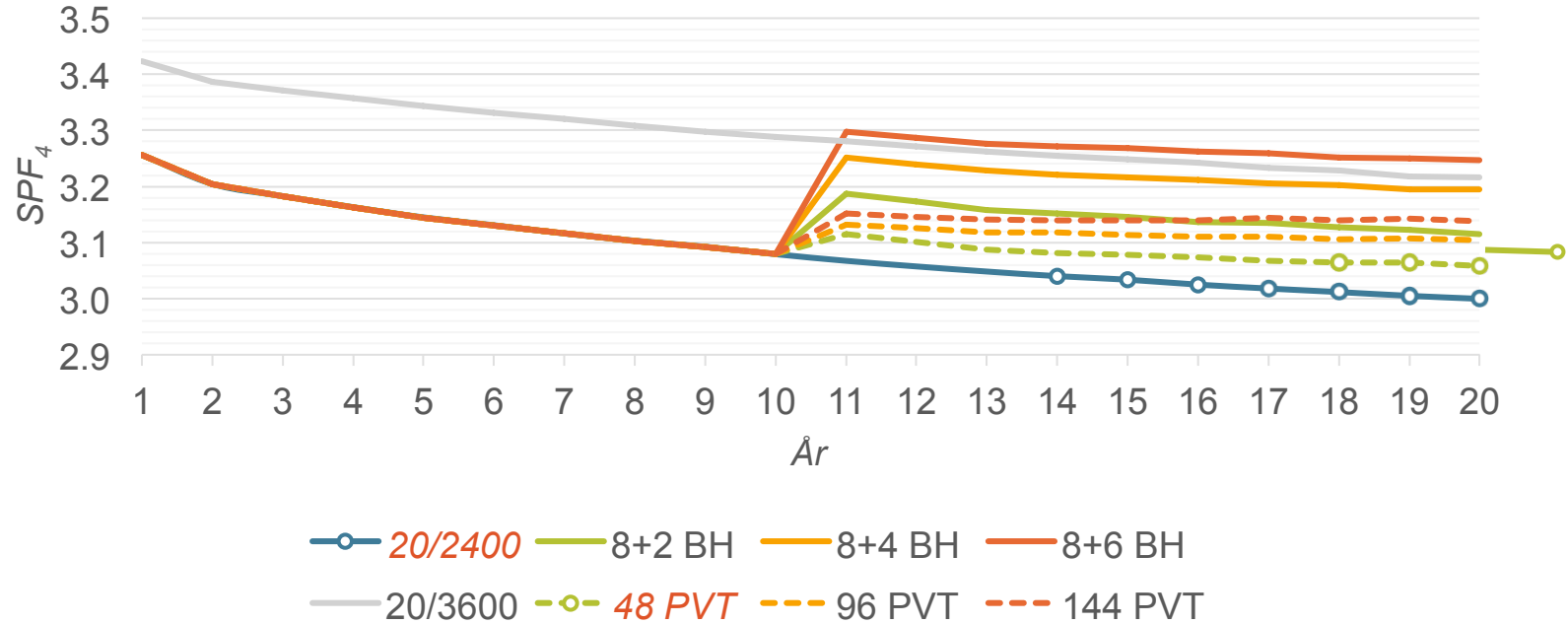


Total livscykelkostnader (20 år)



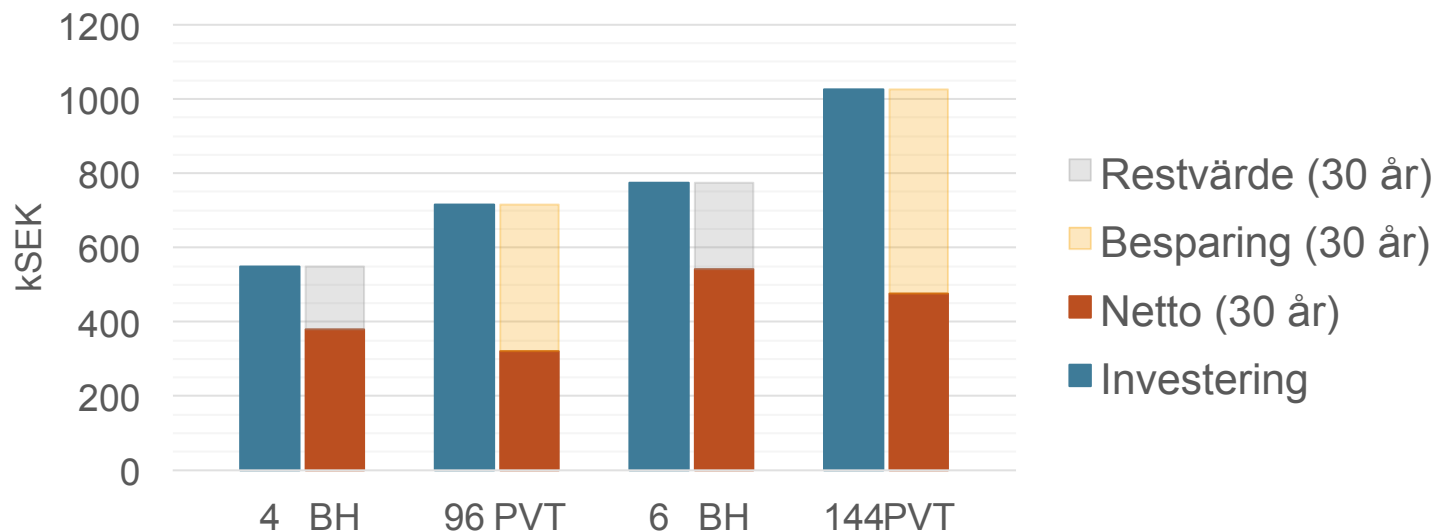
Alla kostnader inkl. moms och solenergi bidrag

Fixa underdimensionerade borrhålsfält



Punkterna markerar åren när borrhållsväggen når 0 °C

Jämförelse investering o besparing



Alla kostnader inkl. moms och solenergi bidrag

Slutsatser (1/2)

PVT-hybrider i serie inte höjer SPF markant men tillåter minskningen av borrhåslängd och/eller -avstånd med minimal risk

Bergvärme med typiskt borrhålfält och solceller är det mest energi- och kostnadseffektiva alternativet när det finns tillräckligt med utrymme

PVT-hybrider kan vara ett kostnadseffektivt alternativ till borrning i renoveringsobjekt men kräver större investering

Slutsatser (2/2)

PVT har potential att expandera bergvärmemarknaden för flerfamiljshus, vilken tidigare var otillgänglig pga otillräckligt markutrymme

Eventuell modifiering av borrhålsfälten pga PVT integration bör simuleras i ett systemmodelleringsverktyg före konstruktion

Framtidsarbete

Vidare borrhålsanalys (e.g. borrhålstermiskkapacitet)

Vidare värmeväxlare-, pumpar-, ventil-, och vätskeanalys

Minska PVT fångare- och anläggningskostnader

Testsystem och modellvalidering



Vidare information

[Effsys Expand Slutrapport](#)

[KTH Projectwebsidan](#)



effsysEXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem
samt kyl- och värmelager

Tack för mig

