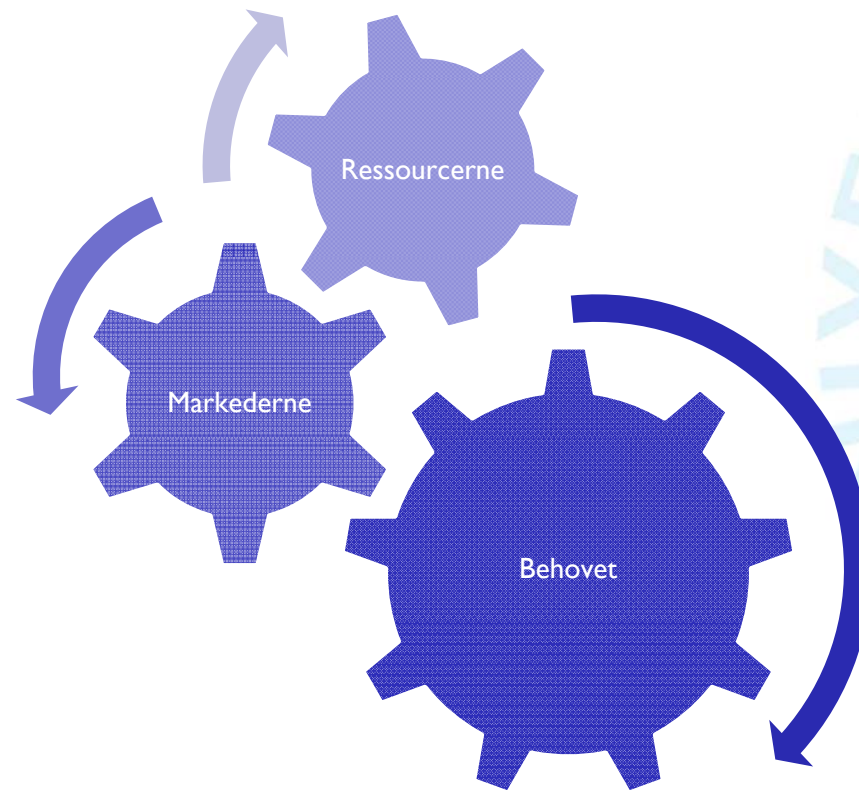


Varme- og kuldagrings-teknologier, der øger anlæggets systemintegration

Morten Boje Blarke

Adjunkt, Civilingeniør, Ph.D. i Bæredygtige energisystemer
Institut for Planlægning, Aalborg Universitet

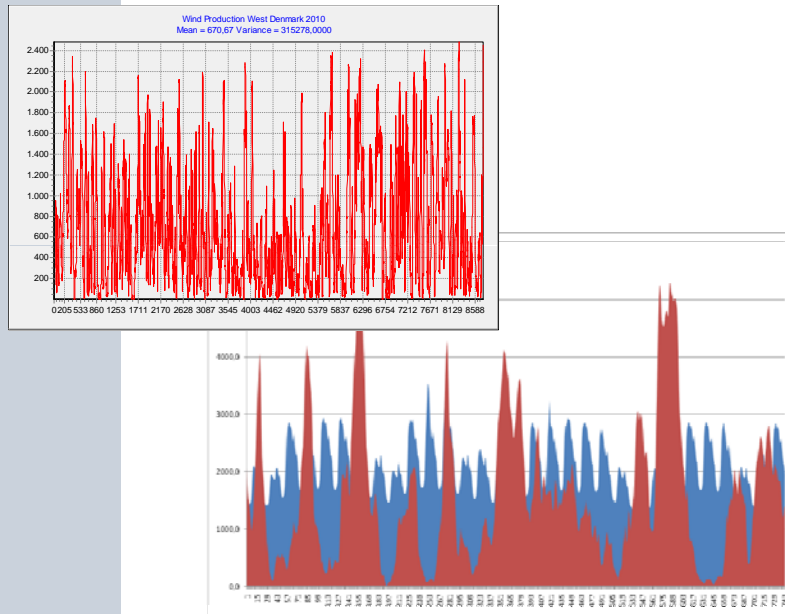
Lagring er hovedvej til omkostningseffektiv systemintegration



Ressourcerne

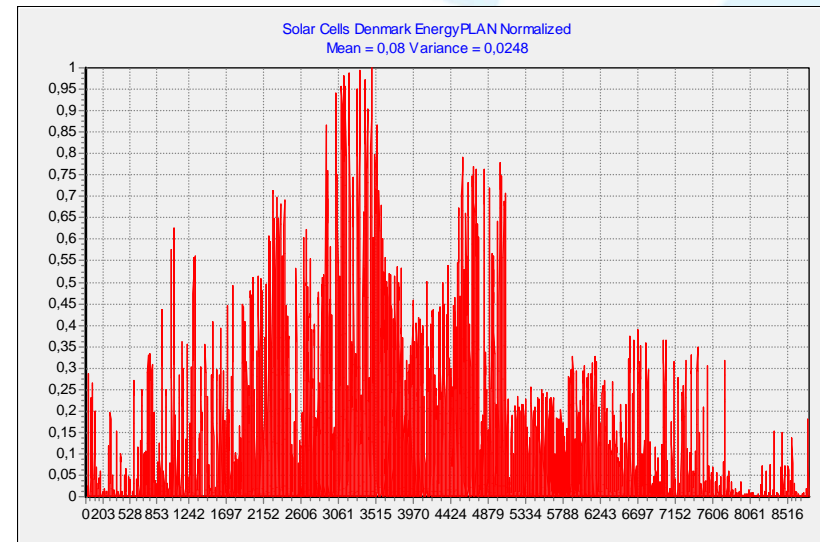
Vind

- Ugentlige variationer
- Mindre sæsonvariationer



Sol

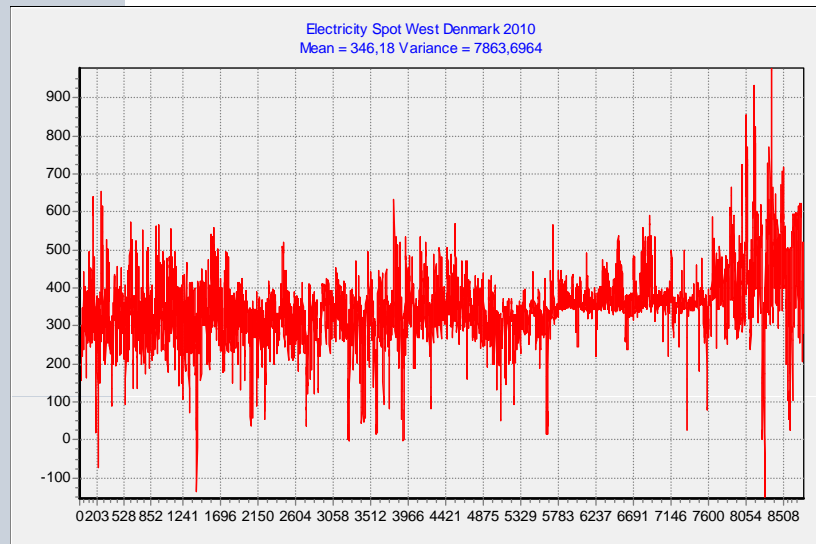
- Signifikante dag- og sæsonvariationer



Markederne

Spotmarked

- Markant usikkerhed
- Store variationer fra år til år



Balancemarkederne

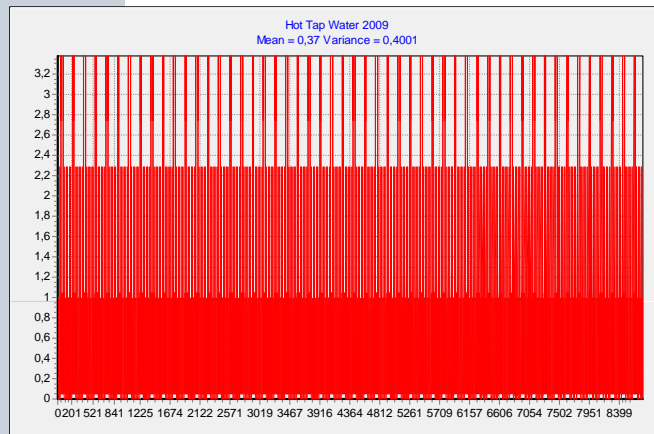
- Regulerkraft
- Balancekraft
- Manuelle reserver
- Frekvenskraft



Behovet

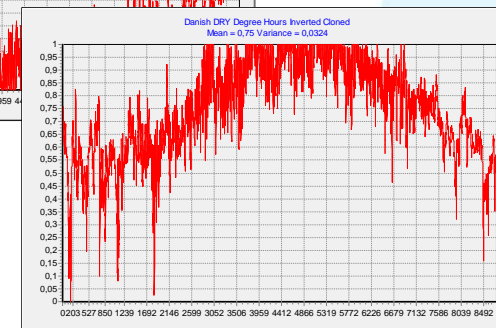
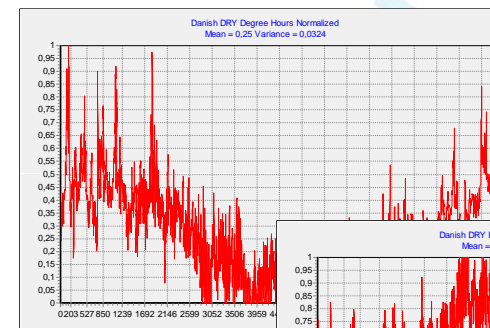
Brugsvand og proceskøling

- Daglige og ugentlige variationer
- Mindre sæsonvariationer

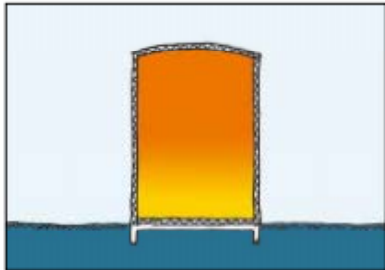


Rumvarme og -køling

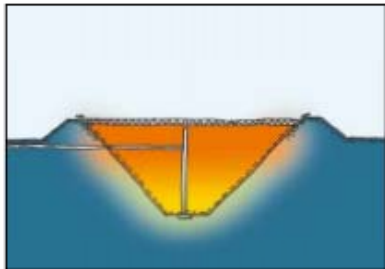
- Signifikante sæsonvariationer



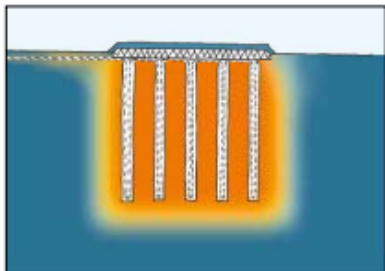
Dagens løsninger i Danmark



Tankvarmelager



Damvarmelager



Borehulsvarmelager

Tank

- Alle?
- Intra-day

Dam (+varmepumpe)

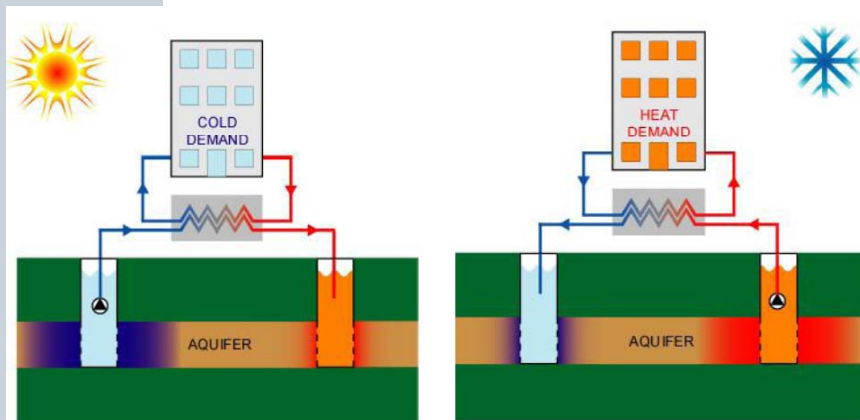
- Marstal: 75.000 m³ vand (100x100x16)
- Dronninglund: 60.000 m³ vand (90x90x16)

Borehul (+varmepumpe)

- Brædstrup (50 stk, 45m)

Andre af dagens løsninger i udlandet

Grundvandslager

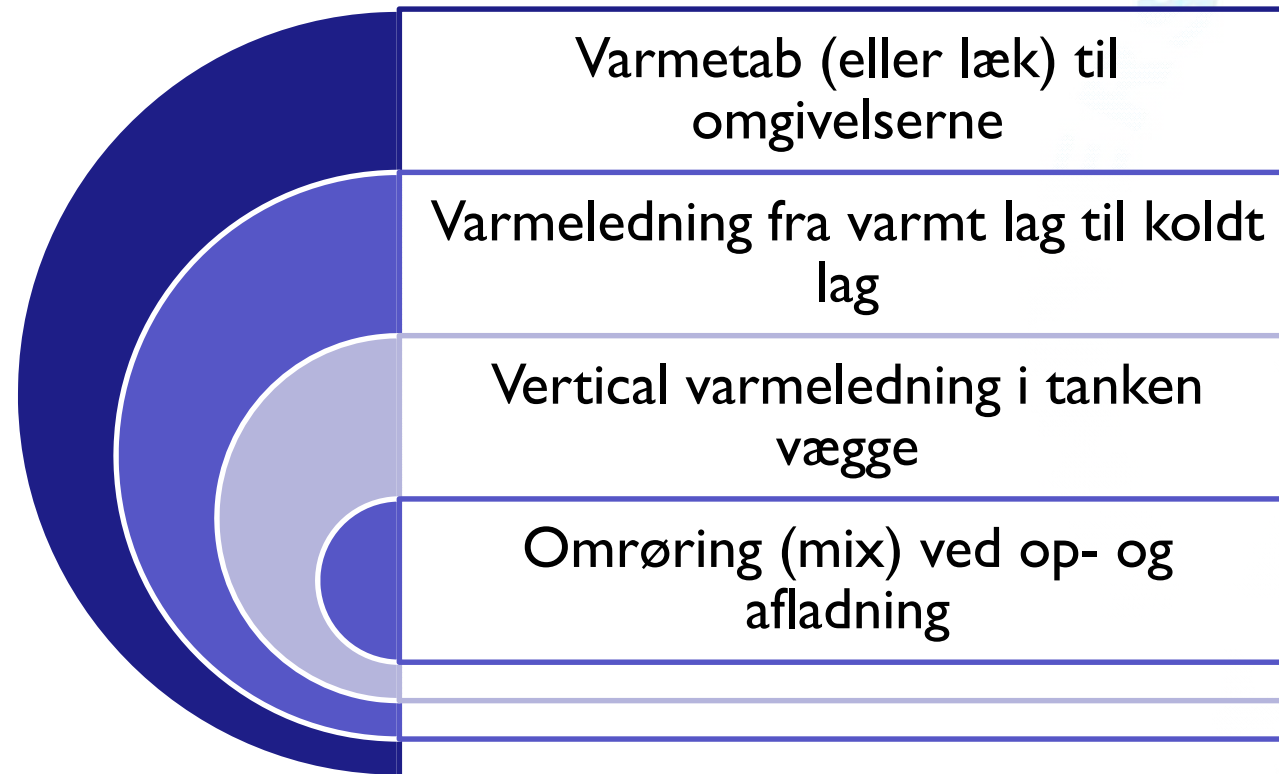


Source: IF Tech International

Beton og andre materialer



Udfordringer med eksisterende vandbaserede termiske varmelagre -> begrænsning i anvendelser

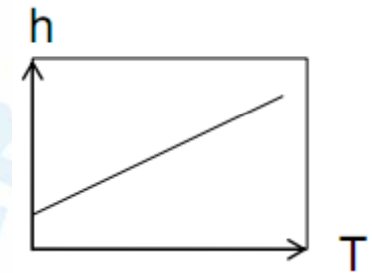


Termiske lagringsprincipper

READY

Sensibel

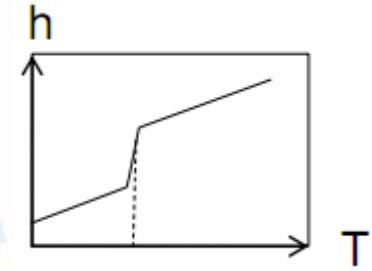
- Mekanisme: varmekapacitet
- Vand, reservoirs, grundvandsmagasiner, jord



DEMO

Latent

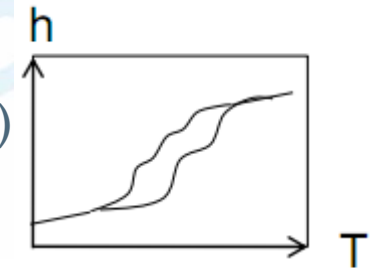
- Mekanisme: faseskift (smelte, fordampe)
- Vand, organisk og inorganiske PCMs



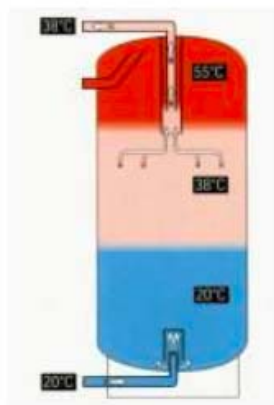
R&D

Sorption/Kemisk

- Fysisk (vedhæftning) eller kemisk binding (reaktionsentalpi)
- Adsorption, absorption, kemiske reaktioner



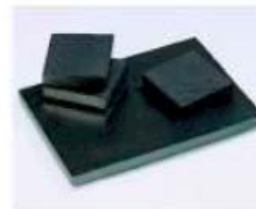
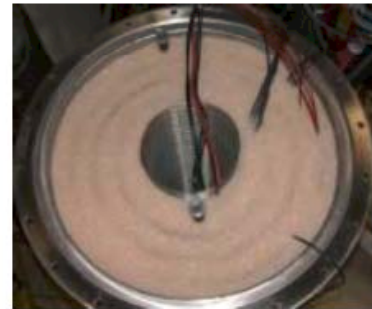
Water (sensible)
Market mature



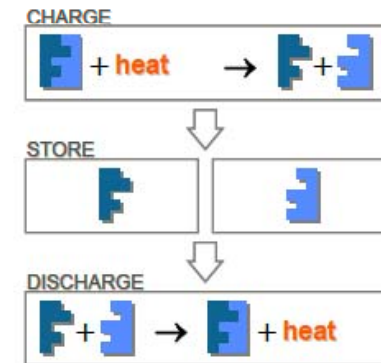
PCM (latent)
Demonstration



Sorption
Development



TCM (chemical)
Research



Vind (dag -> uge)

- PCMs (-20°C - +120°C)
- Lovende bud til varmelager:
Paraffin
 - Smelter ved 65-70°C, latent varme 175-200 kJ/kg
 - 1/2 rumfang sammenlignet med vand
 - Materialepris: €70 per ton (bulk)
- Lovende bud til kuldelager:
Polyglycol E400

Sol (sæson)

- TCMs
- Lovende bud: MgCl₂·6H₂O (chlorid and sulfat salte)
- 1/10 rumfang sammenlignet med vand
- Materialepris: €400 per ton (bulk)
- Levetid

Konkluderende reflektioner

- Markeder er grundlæggende uforudsigelige og risikobetonede
- Uanset fortsat driftsstrategi vil elanvendelse og termiske lagre give muligheder for at mindske økonomiske driftsrisici
- Danmark klar til at høste markante erfaringer med dam- (Marstal og Dronninglund) og borehulslagre (Brædstrup)
- I disse løsninger spiller kompressionsvarmepumper en central rolle
- Sådanne løsninger kan udvikles til mere avancerede løsninger, f.eks. til kuldeproduktion, reguleringseffekt, når man nu alligevel har varmepumpen
- Danmark bør være på forkant med at høste erfaringer på Smart Grid teknologier, det tjener det decentrale og lokalt forankrede energisystems fremtid
- Nye varmelagrings-teknologier indgår heri, og udvikling og afprøvning bør ske i et samarbejde mellem værker, virksomheder og forskningsinst.