

SMART INNOVATION NORWAY





20 års virksomhet

60+ ansatte

Avdelinger i Halden, Oslo, Narvik, Stockholm, København, Helsinki

Omsetning: 70 mill per år



«Selskapets hovedformål er å drive med uavhengig, anvendt forskning innen fornybar energi og informasjonsteknologi.»



20

*Years of research
and innovation*



<https://smartinnovationnorway.com/en/about-us/>

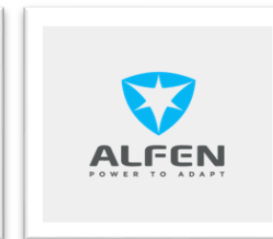


Batterier og V2X som fleksibilitetsmedium

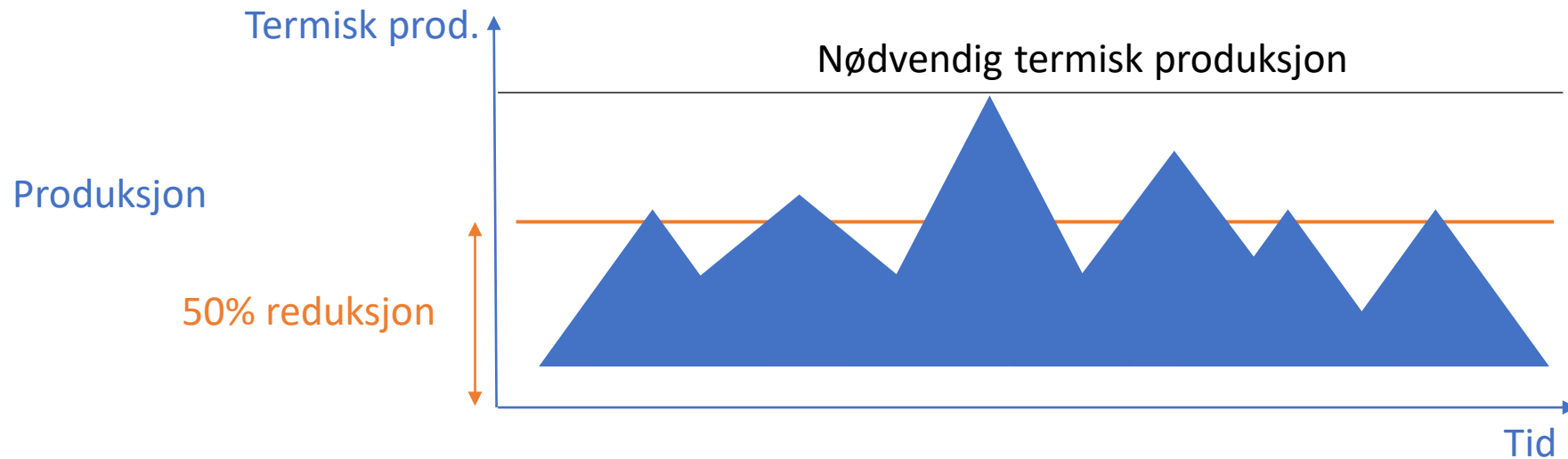
Smart Charge Prosjektet - Investering i hardware og goodwill

Bent A. Bremdal

Smart Innovation Norway og UiT



Smart Charge & Longyearbyen: Behov for fleksibilitet



CO2 utslipp



Noen flex tiltak

- Demand –response
- V2G/B
- Batteri

Se også:

<https://www.mdpi.com/2032-6653/14/3/61>

IK

Order Article Reprints



Open Access Article

E-Mobility and Batteries—A Business Case for Flexibility in the Arctic Region

by Bernt Bremdal ^{1,2}, Iliana Ilieva ^{1,*} Kristoffer Tangrand ² and Shayan Dadman ²

¹ Smart Innovation Norway, 1783 Halden, Norway

² Department of Computer Science, UiT The Arctic University of Norway, 8514 Narvik, Norway

* Author to whom correspondence should be addressed.

World Electr. Veh. J. **2023**, *14*(3), 61; <https://doi.org/10.3390/wevj14030061>

Received: 10 November 2022 / Revised: 21 February 2023 / Accepted: 22 February 2023 /

Published: 28 February 2023

Download

Browse Figures

Review Reports

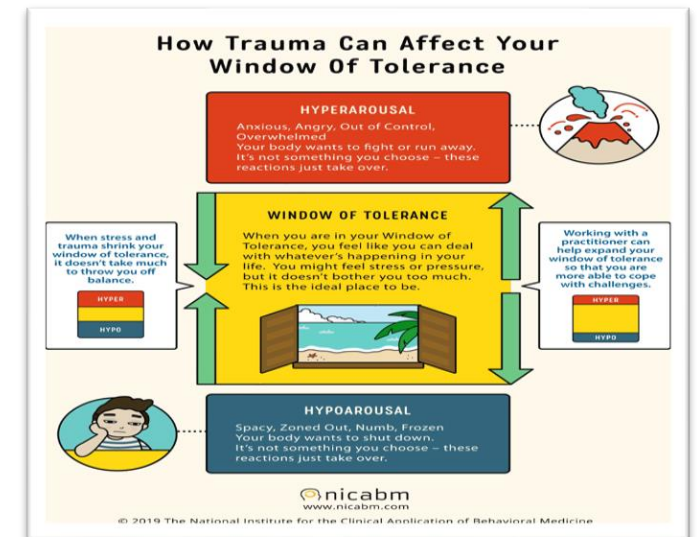
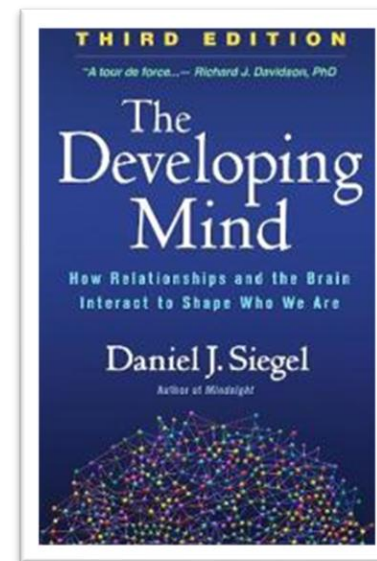
Versions Notes

Abstract

This paper provides a method for determining the economic incentives and limitations for a battery used for peak clipping, with the goal of finding an optimal mix between the battery's power density and energy density. A ratio called the R-factor has been introduced, which helps determine the energy demand to curb the peak. The paper's results embrace different investment scenarios showing what battery capacity can be expected, dependent on interest rates, payback time and potential savings in power tariffs due to curtailment. In addition, the paper introduces the “wrench and cut” concept, which can help improve the investment case for batteries by combining battery operations with standard demand response operations. In particular, the effect of using a limited form of demand response-based load deactivation together with a battery has been analyzed. The investigation provided raises a point that battery degradation must be taken into account to prevent the reduction of battery life and possibly the needed payback period. The ultimate target of the presented research refers to vehicle-to-grid/vehicle-to-building developments in the

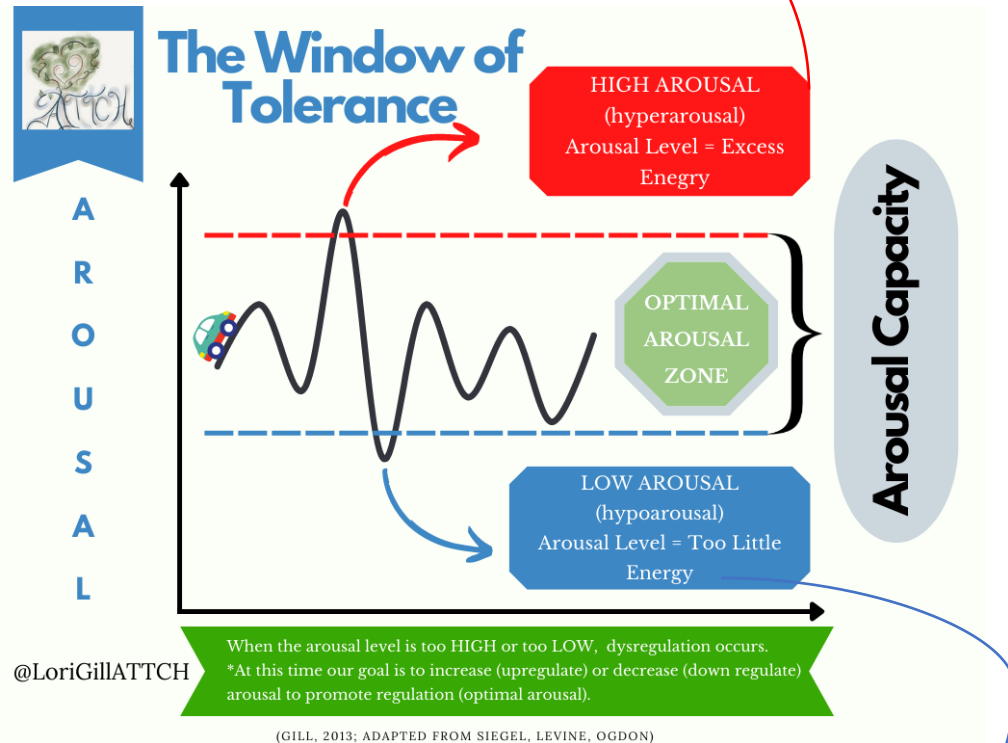
«Man-in-the-loop» tiltak

- Problemer med det menneskelige toleransevinduet
- Ofte varierende
- Svært ujevnt fordelt blant individer
- Fare for varig opphisselse og apati -> konflikt

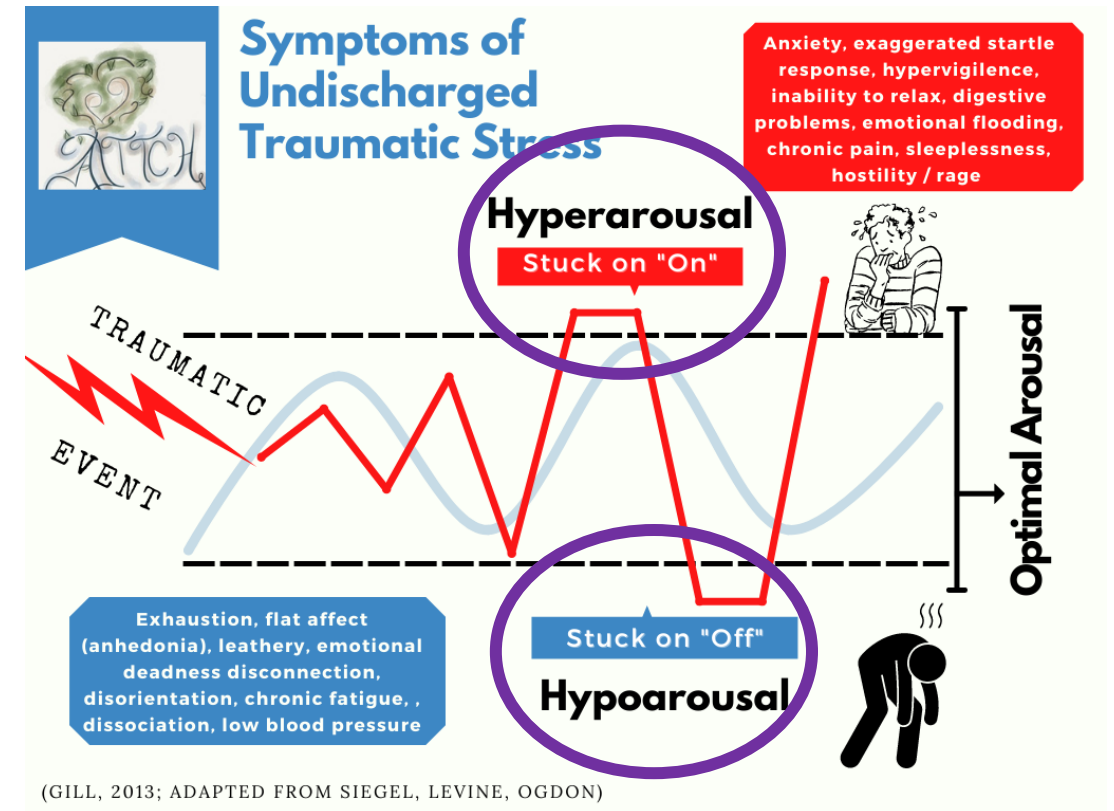


Toleransevinduet er avgjørende for menneske-maskin interaksjoner eks. D-R, V2-X, vindmøller, monsternmaster m.m.

Irritasjon, frustrasjon som leder til mobilisering av motstand



Oppgitthet, likegyldighet, apati



Batteri frigjør flex operasjoner fra «dårlig humør»

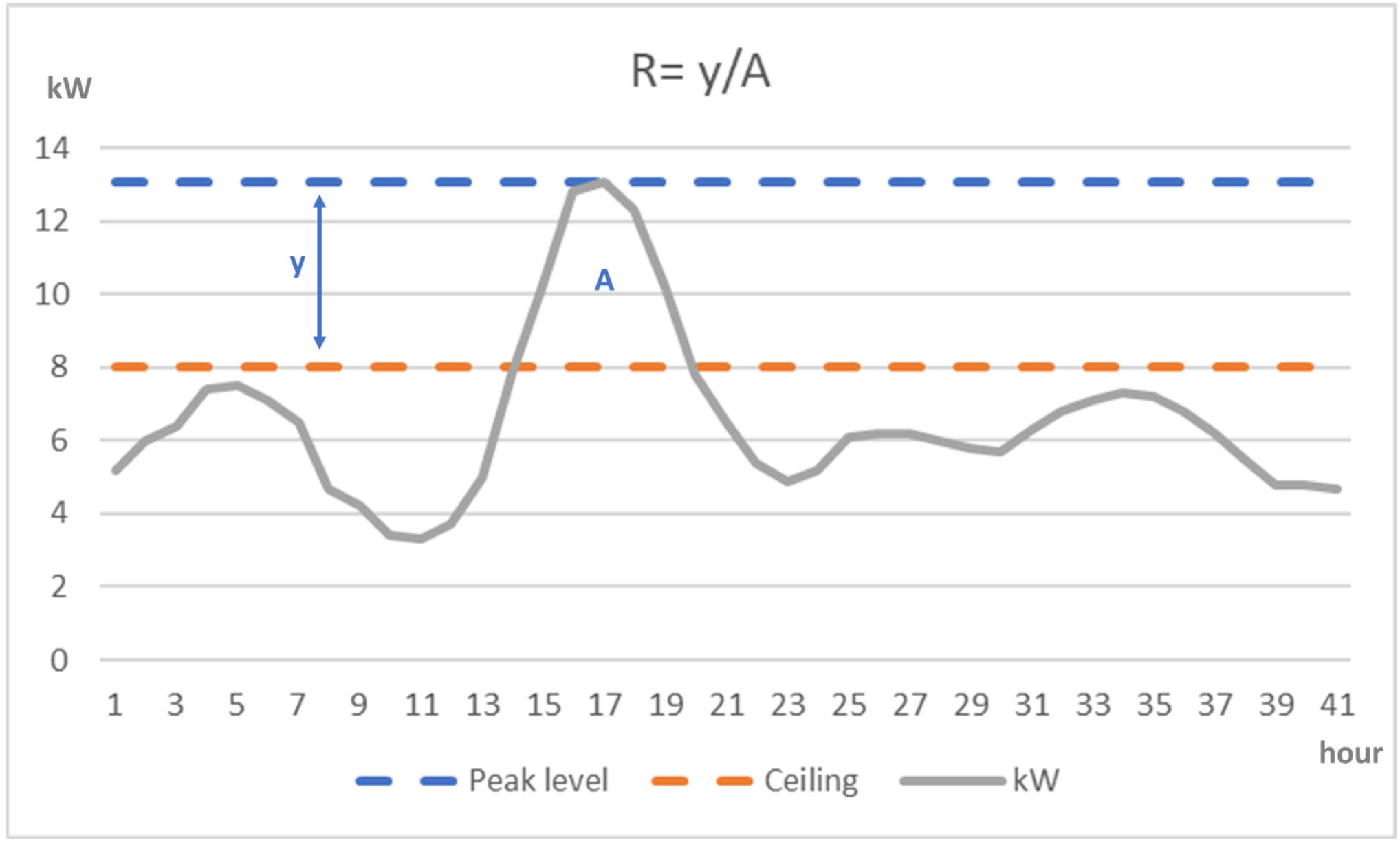
- Hvor stort batteri er det behov for?
- Hva er gevinstmulighetene vs investeringen? Hva lønner seg?
- Hva slags type batteri bør man vurdere?

→ Hva bør være utgangspunktet for en investeringsanalyse?

Investeringsanalysen bør starte med R-forholdet

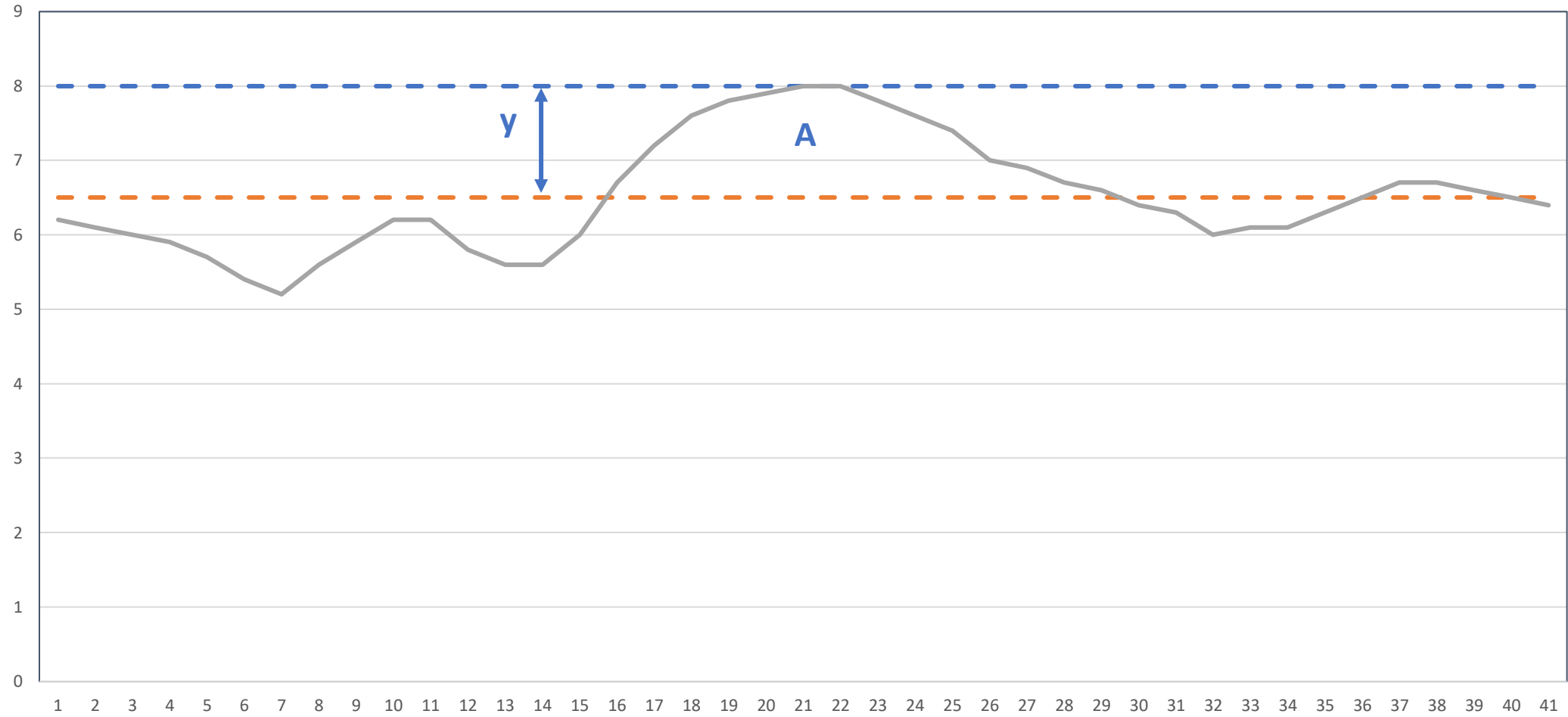
Sammenheng mellom:

- Effekt versus energi
- Gevinst og toleranse
- Frekvenser og degradering



kW

$$R=y/A$$



hour

- - Peak level
- - Ceiling
- kW

Generelt gjelder

- Spissere og sjeldnere effekttopper gjør fleksibilitetsutfordringen som regel enklere
 - Krever mindre av en forbruker i et demand-response forhold
 - Billigere løsninger er ofte anvendelige eks. mindre batterier
 - Prediksjoner og timing kan være vanskeligere
- Flattere, hyppigere og mer varige effekttopper krever mer
 - D-R alternativet kan være uanvendelig – større forbrukermotstand
 - Dyrere batteriløsninger

Investeringer i batterier: Nåverdibetraktning

- Investering
- Periodisk inntekt (Gain (y))
- Tilbakebetalingstid (N)
- Internrente (i)

$$NPV = \sum_{k=0}^N \frac{Gain_k}{(1+i)^k} - Investment$$

Med utgangspunkt i en vanlig annuitetsberegning over batteriets levetid:

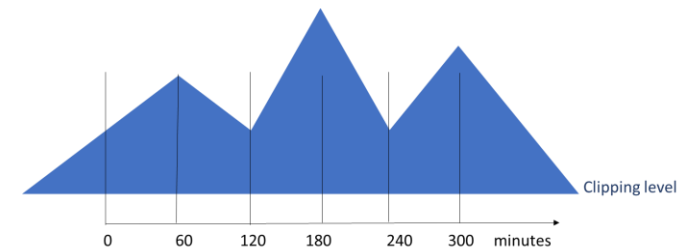
$$I \leq \frac{Gain * (1+i)^{-k}}{i}$$

:

Energikrav knyttet til effektreduksjonen

- Avhengig av hvilket kapasitetstak man setter \rightarrow definerer $y(t)$
- T er antall forekomster av lasttopper innenfor det samme «effekttoget» og som krever utsatt opplading
- $0 \leq C_e \leq 1$ er en generell tapsfaktor

$$E_c = \frac{1}{C_e} \int_{t=0}^T y(t) dt$$



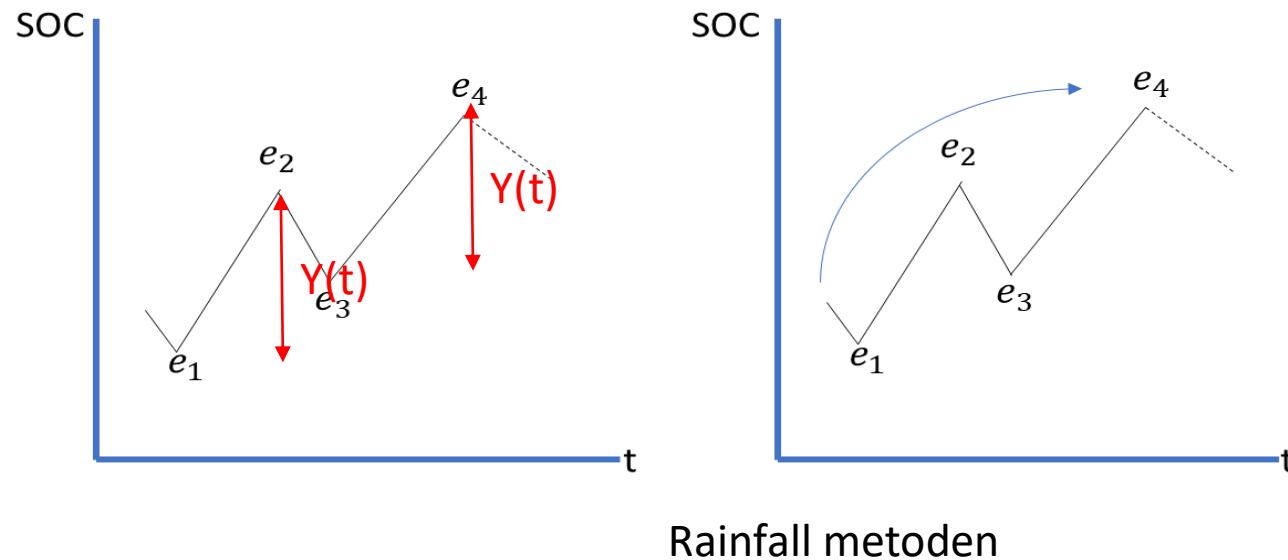
effekttoget

Investeringtaket kan defineres som

- Batteripricing domineres av energikravet €/kWh ($P(y)$)
- Eventuell enhetskostnad i tillegg for effekt reduserer kun $G(y)$
- Da kan maks økonomisk batteristørrelse målt i kWh bestemmes
- Danner grunnlag for å beregne en optimal verdi av effekttak

$$E_{max} \leq \frac{G(y) * (1 - (1 + i)^{-n})}{i * Enhetspris \left(\frac{\text{€}}{\text{kWh}}\right)}$$

Li- Ion: Tilbakebetalingstiden må justeres i forhold til batteriets levetid (Lifeloss beregninger)

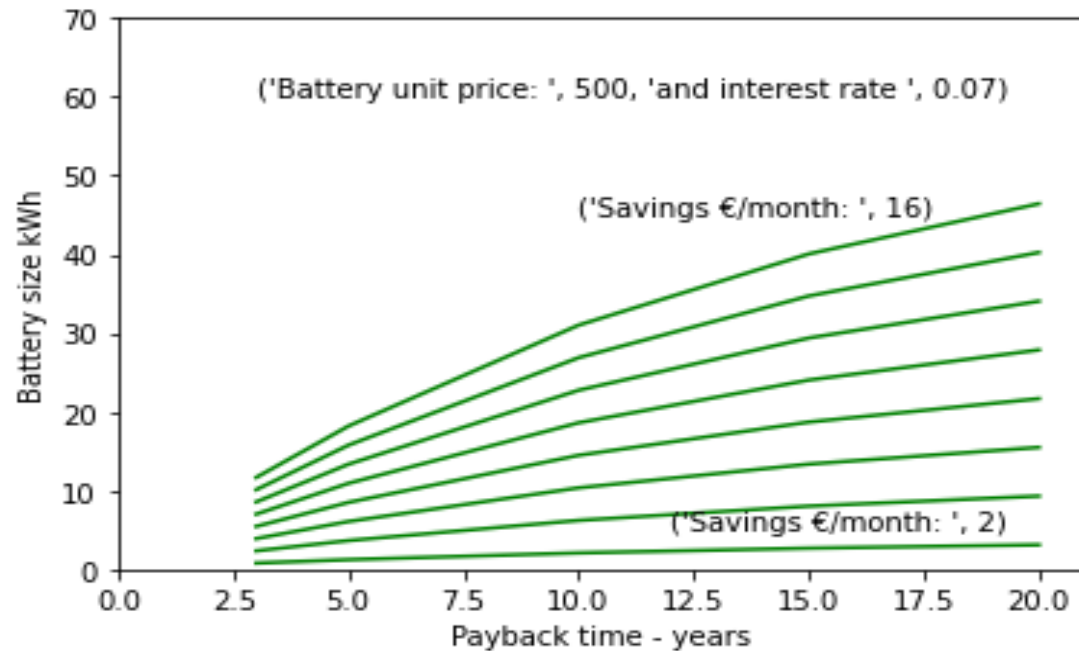


$$\Delta\delta_{t,j} = \frac{e_{t,j} - e_{t-1,j}}{Emax} = \frac{\Delta e_{t,j}}{Emax}$$

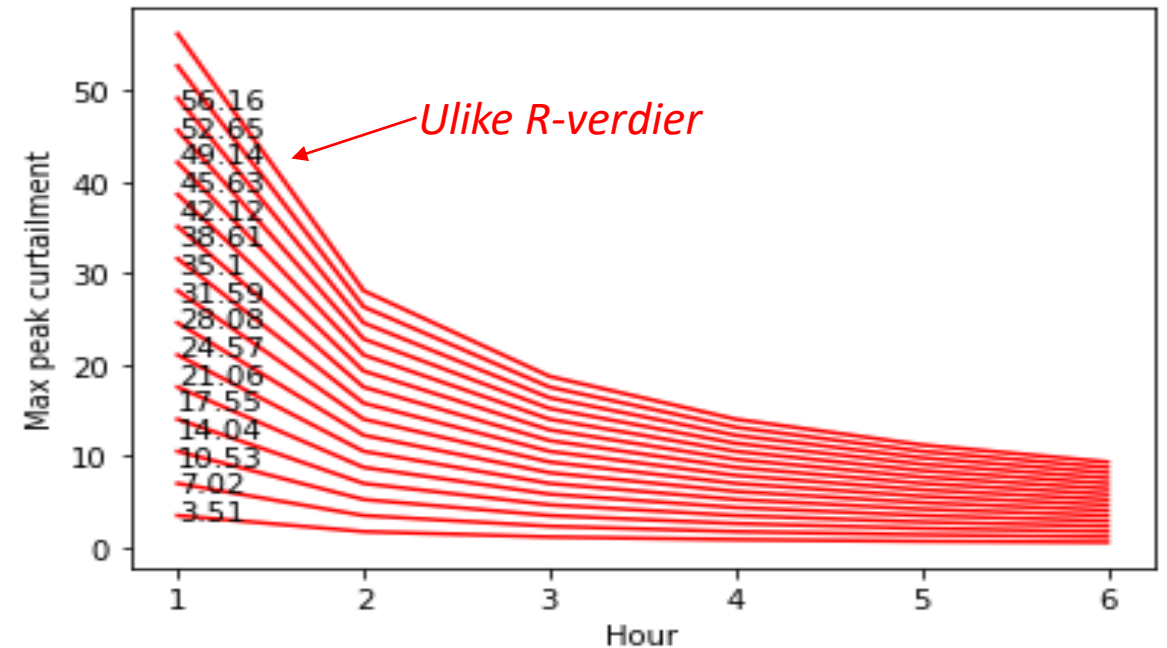
$$\text{Lifeloss: } \Delta\delta_t = \frac{\sum_j \Delta e_{t,j}^{dis}}{Emax}$$

En levetidsreduksjon på 20% på grunn av flere ladesykluser over tid tilsvarer en merinvestering på 12-20% avhengig av rentenivået

Modell: Maks profitabel investering i batteri



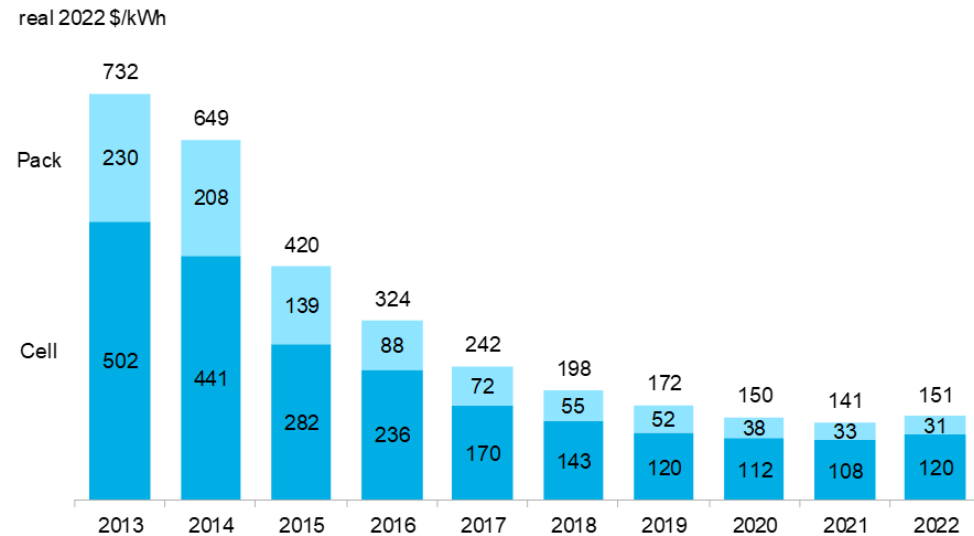
Maks investering i batterier basert på innsparinger ved topplastreduksjoner og kapasitetsprising



Med lav R-faktor blir store batteriinvesteringer raskt ulønnsomme

Hva med alternativene til Li-Ion batterier?

Figure 1: Volume-weighted average lithium-ion battery pack and cell price split, 2013-2022



Source: BloombergNEF. All values in real 2022 dollars. Weighted average survey value includes 178 data points from passenger cars, buses, commercial vehicles and stationary storage.

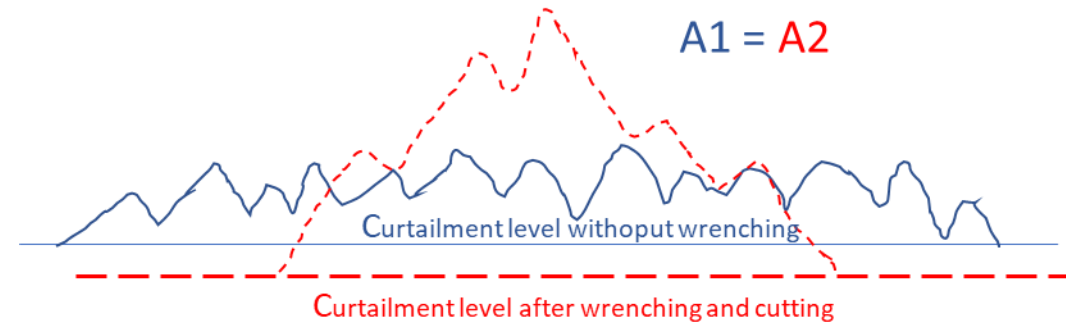
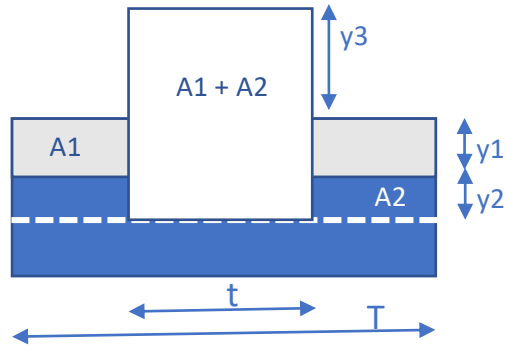
- Hvordan ser situasjonen for Li-Ion batterier ut?
- Faststoff batterier (mindre tilleggsutstyr)
- Flow batterier (gradvis skalering – uforkortet tilbakebetalingstid)

-
- D-R: Nok en gang?
 - V2G/B?

Bloomberg Nov 22:

Lithium-ion Battery Pack Prices Rise for First Time to an Average of \$151/kWh

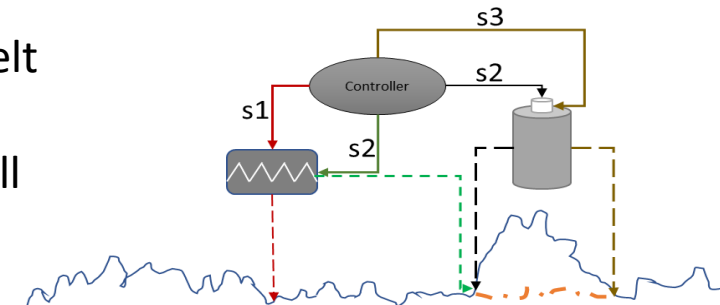
«Wrench and cut»: Samspill mellom batteri og D-R



$$(T - t)(y_1 + y_2) = t * y_3$$

$$t = cT \text{ where } 0 < c \leq 1$$

- Batterier i samspill med d-r øker kapitaliseringsgraden på et batteri –spesielt der hvor R-faktoren er lav
- Demand-reponse over korte perioder (innenfor toleransevinduet) i samspill med batteri kan gjøre investering i batteri mer lønnsom.
- Verdien av d-r kan fastsettes direkte
- Krever nøyaktig styring



V2G/B – ny artikkel

Svalbard: Eksperimenter med en liten flåte av elektriske snøscootere (LEVS) - Sammenligning av V2G/B vs. Batteri

- Med god styring innenfor toleransevinduet blir V2G/B mer økonomisk effektivt (pga «dual use») ca. 3 ganger
- Rainfall metoden gjelder også for mennesker (degradering av menneskelig tålmodighet – «tolerance fatigue»)
- Nytteteoremet til Von Neumann-Morgenstern kan benyttes til å prise menneskelig toleranse/fatigue knyttet til V2G/B deltagelse og definere kontraktsvarighet og varighet av hver aktivering
- (...følg med)



$$P(D|varighet) * Nytte(D) > 1 - P(D|varighet) * Nytte(ikke D)$$

$$P(D|varighet) = f(a)/f(A)$$

D = deltagelse i et V2X regime

f(a) = antall kontraktsfestede aktiveringer

f(A) = forventet behov for fleksibilitet målt i frekvens

Takk for oppmerksomheten

Vi er på CIREC 2023!