

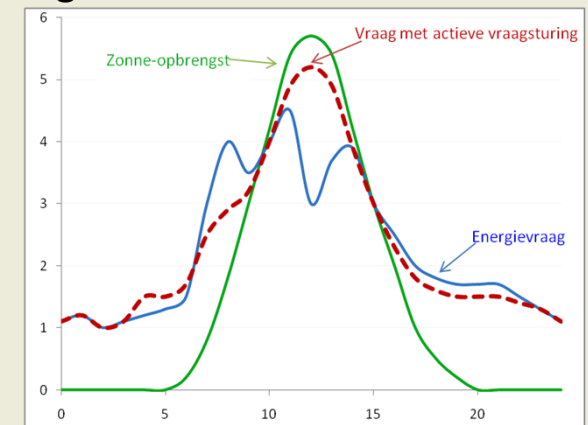
# Tetra: Meer hernieuwbare energie door Demand Side Management

Bert Vande Meerssche  
KHKempen



# Inhoud TETRA DSM

- Situatieschets
  - Tot 10 kW terugdraaiende teller: maximale opbrengst zonder specifieke aanpassingen
    - geleverde en aangekochte elektriciteit even duur
    - het net mag gratis als buffer gebruikt worden
  - Boven 10 kW:
    - Injectie en afname moeten apart gemeten worden
    - in het net geïnjecteerde energie wordt aan marktconforme voorwaarden verkocht
- +/- 1/3<sup>de</sup> van eigen aankoop prijs: elektriciteitsvolumes zijn immers te klein en de productieprofielen te grillig
- Doelstelling TETRA: vraag en productie (PV, WKK) lokaal beter op elkaar afstemmen
  - de installatie voor hernieuwbare energie is sneller terugverdiend.
  - Spanningsstijging op distributienet en netverliezen worden beperkt
  - Het biedt een boost in de realisatie van de Europese 20/20/20 doelstelling tegen 2020.
  - Realiseren door actieve vraagsturing (DSM)



# Inhoud TETRA DSM

- Demonstratie mogelijkheden DSM via 2 proefopstellingen
  - KHKempen: Focus op PV
  - KHLim: Focus op WKK (in combinatie met PV)
- Onderzochte belastingen:
  - Koude: diepvries, airconditioning,
  - Warmte: warmtepomp,
  - Opslag: laptop, elektrische voertuigen
  - Uitstelbare start: ventilatie, (af)wasmachine, transportband,
  - Verlichting
- Nood aan
  - Predictie PV-productie
  - Predictie verbruik (dynamische lastprofielen)
- Output:
  - Praktische demonstratie actieve vraagsturing
  - Matrix welke last op welke energiebron afstembaar is
  - Draaiboek voor implementatie van vraagsturing

# Potentieel actieve vraagsturing

- Subsidie regelgeving rond PV wordt minder interessant (12 november 2010)
  - Tot en met 2012 gegarandeerd gedurende 20 jaar, vanaf 2013 gedurende 15 jaar
  - Vanaf 2016: 90€/MWh; gegarandeerd gedurende 15 jaar
  - Een bloedbad van vijf keer Opel (Tijd 15/11/2010)
  - Sector zonnepanelen vreest einde na aanpassing subsidiesysteem
- Hoe minder GSC, hoe interessanter DSM
- Hoe hoger de injectie zonder DSM, hoe interessanter DSM

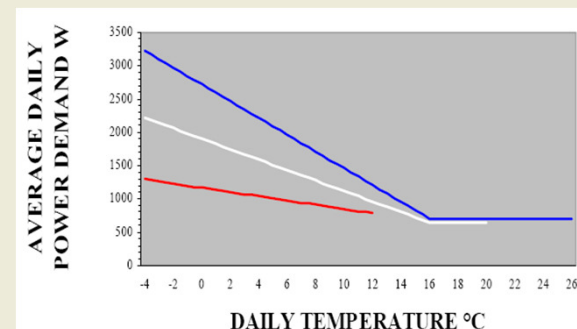
Economisch potentieel vraagsturing voor installatie van 50 kW

	Huidige regelgeving		Toekomstige situatie	
gsc (€/MWh)	450		90	
elektriciteit (€/MWh)	0,10		0,12	
installatiekost (€/kWp)	4500		1500	
	<b>zonder DSM 1/3de injectie</b>	<b>met DSM nul injectie</b>	<b>zonder DSM 1/3de injectie</b>	<b>met DSM nul injectie</b>
terugverdientijd (jaar)	9,3	8,9	8,9	7,7
opbrengst na 20 jaar (€)	240.147	259.577	85.876	109.192
winst door vraagsturing	<b>19.430€; 0,4 jaar</b>		<b>23.316€; 1,2 jaar</b>	

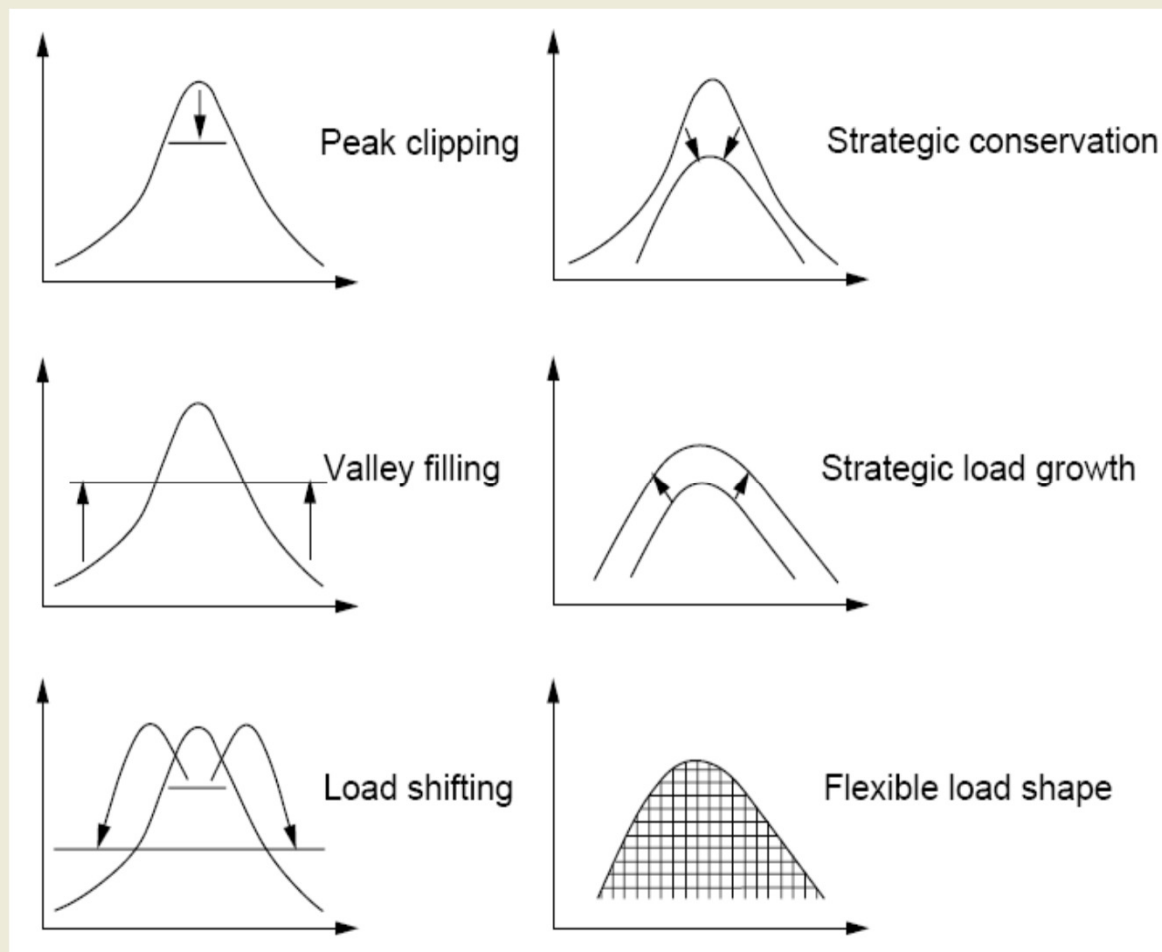
# Potentieel actieve vraagsturing

- Vaak groot regelbaar vermogen in het gebruik.
  - IEA DSM Research Report No 1 en No 5 Task XV
    - Reeds aanzienlijk potentieel in projecten rond peak shaving, load shedding
    - prijs initiatieven
      - Time of use
      - Critical peak pricing
      - Real time pricing
    - Direct load control (bv airco)
  - Rebound effect:  
na de uitschakelperiode (of periode met hoge prijs) een hogere piek dan zonder DSM
  - Nog geen projecten met dynamische lastkarakteristieken → buffercapaciteit optimaal inzetten
- Ook huishoudens in toekomst?
  - Drempel 10 kW wordt mogelijk verlaagd in toekomst
  - Driefasige aansluiting reeds verlaagd naar 5kVA (C10/11)
  - Smart-a project (IEE)

Bron: IEA DSM



# Doelen van DSM



*Abaravicius & Pyrko, 2006*

# Doelen van DSM

- Ook rationeel energiegebruik is DSM
  - IEA DSM meldt bv 15% lagere piek door gebruik van CFL IN Polen
- Tetra DSM focus = flexible load shape
  - Uitgaande van PV-predictie en eventueel RTP
    - Analyse van bruikbaarheid van de predictie van hernieuwbare bronnen voor DSM
  - Binnen de aanvaardbare grenzen van de toestellen
    - Huidige toestand van de gebruiker
    - Geldende normen en reglementering
  - Balancing op kwartierbasis
  - Economische en energetische analyse

# Potentieel per belasting

- Profielen vraagkant opstellen:
  - Controleerbare lasten met energie buffer
    - Diepvrieskist, ijskast
    - HVAC: Airconditioning, ventilatie, warmtepomp, (μ)WKK
    - Sanitair warm water
    - Laptop
    - Elektrische voertuigen ('Grid to Vehicle' maar ook 'Vehicle to Grid'?)
  - Controleerbare lasten met uitstelbare start
    - (af)wasmachine, ...
    - industrieel proces zoals transportband, pompen, ...
  - Verlichting
    - Voornamelijk oncontroleerbaar maar verschil in comfortniveau mogelijk
  - Oncontroleerbare lasten
    - Gebruik is enkel afhankelijk van eindgebruiker
      - Huishoudelijk: computer, TV, radio, strijkijzer,
      - Industriële productieprocessen

# Diepvrieskist: dynamische lastkarakteristiek



- Potentieel volgens smart-a:

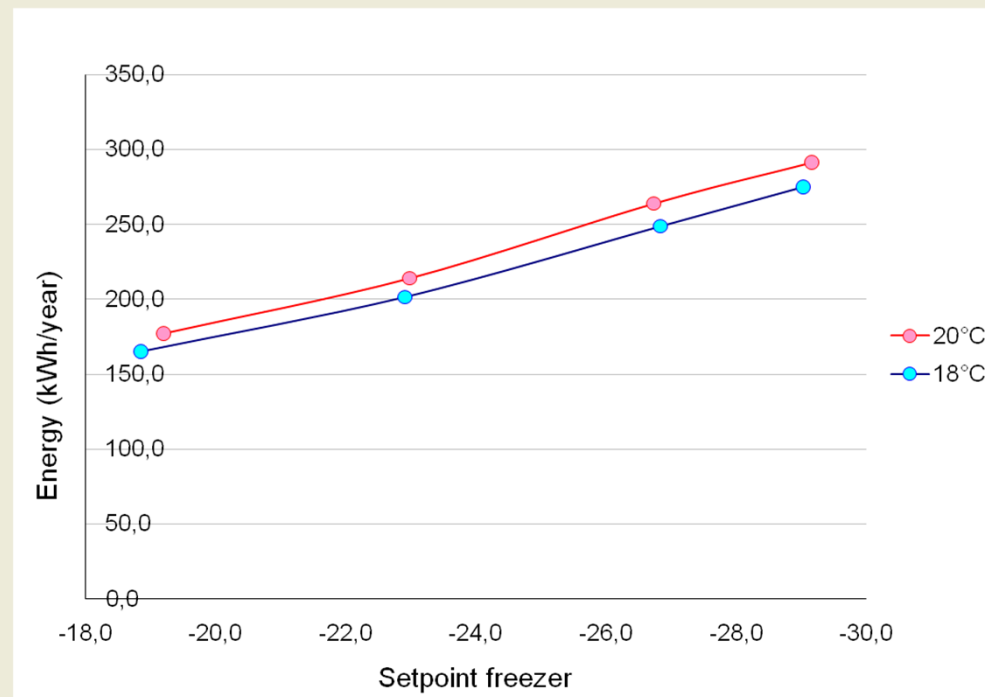
- Slechts een kwartier uitstellen
- Slechts een effect van  $1/3^{\text{de}}$  van totaal geïnstalleerd vermogen van vriezers
- Rebound effect na vervallen van uitschakelsignaal

- Eigen praktische bepaling potentieel

- Diepvrieskist met energieklaas A++ (Liebherr GTP3126) in een geklimatiseerde ruimte
- Temperatuur wordt gemeten via thermokoppels en gelogd op een 5s basis
- Elektrisch vermogen wordt ook op 5s basis gemeten
- Vullingsgraad gesimuleerd met waterflessen
- Gebruikersgedrag (openen) wordt gesimuleerd dmv een persluchtcilinder
  - Automatisch gedurende een bepaalde tijd op specifieke tijdsintervals
  - Manueel

# Diepvrieskist: resultaten

- Omgevingstemperatuur +2°C → energieverbruik +6%
- Wettelijk : T < -18°C
- $\text{kWh}_{-28^\circ\text{C}} = \text{kWh}_{-18^\circ\text{C}} * 1.65$



# Diepvrieskist: resultaten

- Invloed van de vullingsgraad
    - Bepaald voor een omgevingstemperatuur van 18°C
    - Leeg of (half)vol met water
      - Leeg toestel: een verwaarloosbare buffer
      - Gevulde vriezer: kan energievraag met 30 uur uitstellen, maar heeft daarvoor 20 uur nood aan energie
      - Half gevulde vriezer: buffer capaciteit bedraagt ongeveer de helft van dat van een volledig gevulde
- Vullingsgraad blijkt de meest bepalende parameter voor de buffer capaciteit

## Cooling parameters

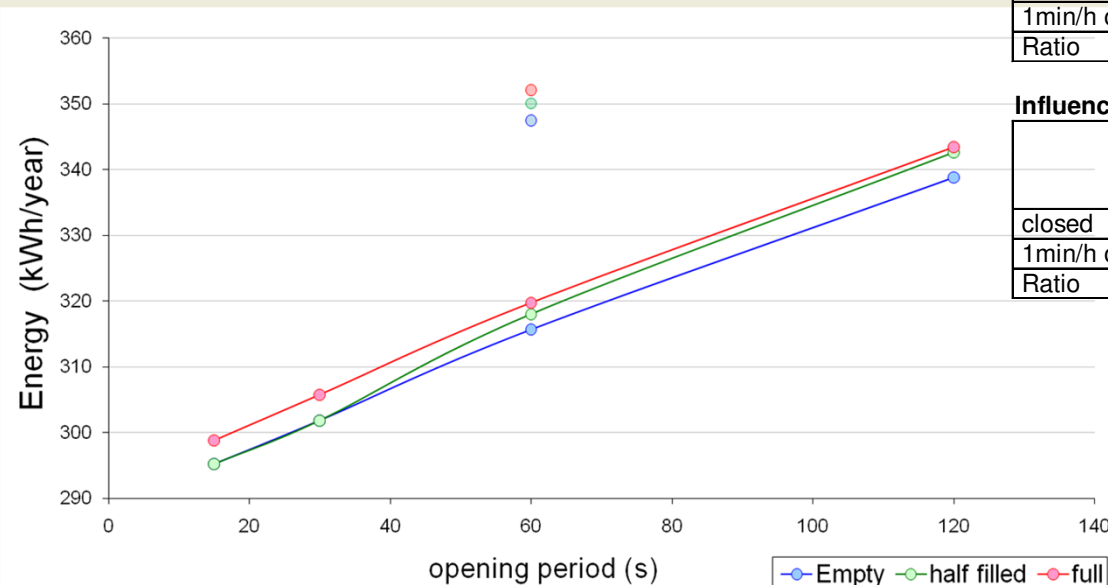
	Start T	End T	$\Delta T$	$\Delta$ time	°C/hour
Empty	-21,2°C	-31,2°C	-10,0 °C	41'	-14,5°C/h
Half filled	-19 °C	-29,3°C	-10,3 °C	11h32'	-0,89°C/h
Full	-18,9°C	-28,9°C	-10,0 °C	20h48'	-0,48°C/h

## Warming parameters

	Start T	End T	$\Delta T$	$\Delta$ time	°C/hour
Empty	-27°C	-17,9°C	9,1°C	57'	9,593°C/h
Half filled	-26,3°C	-17,9°C	8,4°C	15h47'	0,532°C/h
Full	- 27,9°C	-18,3°C	9,6°C	30h36'	0,312°C/h

# Diepvrieskist: resultaten

- Invloed van gebruikersgedrag
  - Automatisering: eenzelfde gedrag per meting.
  - De openingstijd heeft een belangrijke invloed voor alle vullingsgraden: van 275 kWh (-28°C, dicht) tot 340 kWh (2 minuten open per uur)
  - Energieverbruik is hoger wanneer de vriezer frequenter wordt geopend
    - 4 keer 15s > 1 keer 60s
  - 1 minuut per uur openen
    - Opwarmtijd -12%
    - Koeltijd +20%



**Influence of consumer behaviour on cooling time**

	Half filled		Full	
	Δ time cooling	°C/hour	Δ time cooling	°C/hour
closed	11h32'	- 0,89°C/h	20h48'	- 0,48°C/h
1min/h open	13h49'	- 0,74°C/h	24h42'	- 0,41°C/h
Ratio	1,2		1,19	

**Influence of consumer behaviour on warming time**

	Half filled		Full	
	Δ time warming	°C/hour	Δ time warming	°C/hour
closed	15h46'	0,532°C/h	30h36'	0,312°C/h
1min/h open	13h41'	0,614°C/h	27h11'	0,351°C/h
Ratio	0,87		0,89	

# Evaluatie diepvrieskist

- Potentieel > aangenomen in smart-a
- Energieverbruik op jaarbasis?
  - $kWh_{-28^{\circ}C} = kWh_{-18^{\circ}C} * 1.65$ , maar het totale energieverbruik kan beperkt worden tot 20% voor een buffercapaciteit van 15 uur (aanvaardbaar in vergelijking met andere opslagtechnieken).
- Energetisch enkel zinvol als de buffercapaciteit gebruikt wordt om meer hernieuwbare bronnen op het net toe te laten
  - Maximaal koelen met eigen geproduceerde (hernieuwbare) energie
  - optimaliseer de energievraag voor ogenblikken zonder eigen productie (goedkoopste ogenblikken)
- Economische evaluatie dag/nacht-regeling
  - Winst varieert tussen 2 and 4 € per jaar (7,5% and 16%)
  - Voldoende om de extra kosten voor de intelligentie terug te betalen?

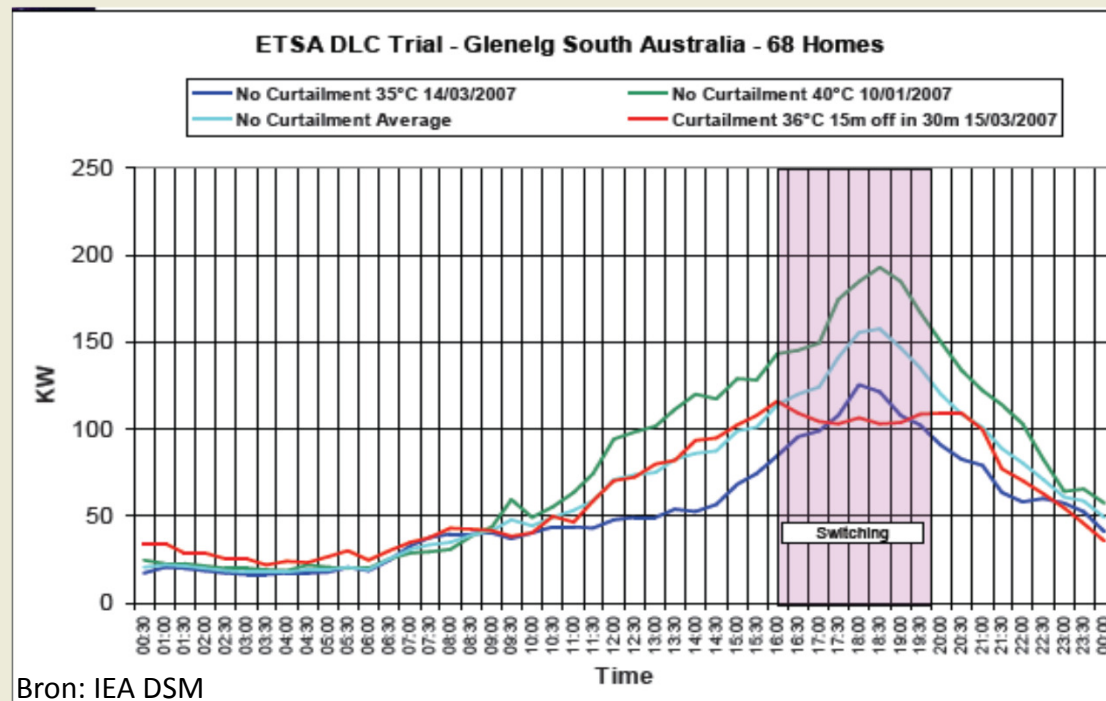
Energy cost (€)		empty	full
Cost single tariff	Supplier 1	28,10	28,13
	Supplier 2	30,16	30,20
	Supplier 3	32,41	32,45
Cost double tariff	Supplier 1	25,46	25,50
	Supplier 2	27,19	27,22
	Supplier 3	29,88	29,91
Cost double tariff with strategy	Supplier 1	25,06	21,37
	Supplier 2	26,93	25,08
	Supplier 3	29,59	27,66

# HVAC

- Ventilatie
  - Wordt niet bekeken in smart-a
  - Potentieel wordt binnen TETRA nog onderzocht
- Elektrisch verwarmen
  - Smart-a:
    - groot potentieel maar reeds grotendeels gebruikt
    - energetisch betere manieren voor warmte
  - Tetra:
    - Doelstelling 2050: CO<sub>2</sub>-arm (80% reductie) → verwarmen niet met fossiele brandstof
    - Elektrisch verwarmen is volwaardige oplossing en biedt ruime flexibiliteit
    - Laag energiehuis met warmtepomp: enkel 's nachts verwarmen kan.
- Airconditioning
  - Smart-a
    - “Only very few information about actual running hours is available” → +/- 500 uur per jaar koelen en 4.6 kW geïnstalleerd vermogen per eenheid
    - 10% van de gebruikers voor DSM → conservatief
    - Uitstel van 10% tot maximaal 1 uur, daarna door recovery naar 110%.

# HVAC (2)

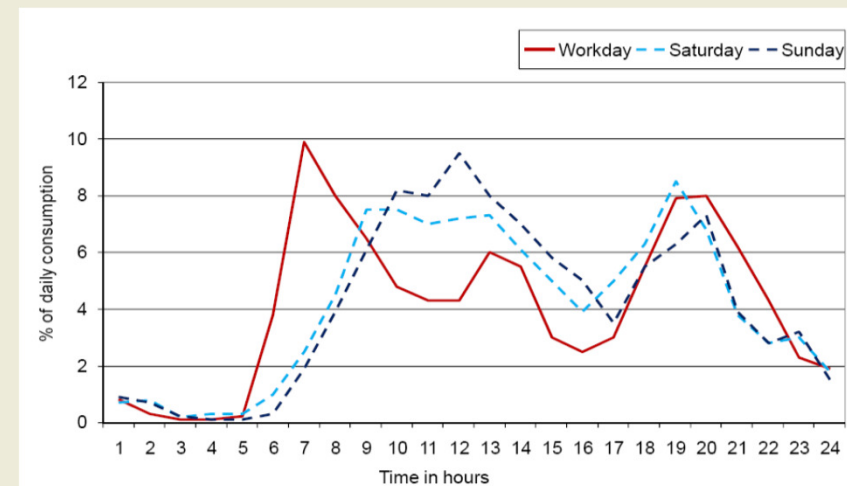
- Airconditioning
  - IEA DSM: aanzienlijk potentieel voor peak shaving
    - 1 kW per toestel (capaciteit residentieel 3,84 kW; KMO's 6,38 kW)
    - Zonder klachten voor 'cycling control' → potentieel > 10%?
    - 40 kW op 250 kW geïnstalleerd



Bron: IEA DSM

# Sanitair warm water: Smart-a

- +/- 1,2 miljoen Belgen elektrische boiler
- 2 – 6 kW
- 40 à 70 l per dag
- Nullastverlies 1,8 – 2,6 kWh (grote boiler)
- Groot potentieel
  - 50l met 50°C delta T geeft 2,9 kWh regelbare energie
- Profielen moeilijk te bepalen
- Elektriciteit voor verwarming?
  - Indien geen zon op zonneboiler



# Batterij

- Wordt niet behandeld in Smart-a
- Toepassingen
  - Laptop
  - Elektrische voertuigen
- 80-20 regeling
  - Bv laptop
    - 1h24' constante stroom
    - 1h36' constante spanning



# Uitstelbare start

- Vaatwasser
  - Volgens Smart-a het grootste potentieel van de huishoudelijke toestellen en grootte “user acceptance”
    - Uitstel van 3 uur (met een geschat maximum van **19 uur**) bij 20% van de eigenaars, waarna een recovery period
    - Gebruik: 40% van de huishoudens, 4 keer per week, meestal tijdens late namiddag / avond
- Andere
  - Wasmachine
  - Transportband
  - Pompen



# Tetra: Meer hernieuwbare energie door Demand Side Management

- Huidige stand
  - Testopstellingen gerealiseerd
  - Verschillende communicatiemethoden worden gebruikt
  - Lasten aangepast aan DSM → smart appliances?
  - Real time control geïmplementeerd
- Verdere stappen
  - Real time control evalueren
  - Implementeren predictie control en evalueren
  - Batterijen implementeren
    - Elektrische voertuigen: partners?
  - Gebruiker blijft eindcontrole houden

# Opstelling K.H.Kempen

