

Delrapport 1

Dimensionering av ackumulatortank

Daniel Ingemarsson

Innehåll

1	Modellbeskrivning	2
1.1	Antaganden	2
1.2	Formler	3
2	Resultat	4
2.1	Volym och eventuella dimensioner	4
3	Diskussion	5
3.1	Osäkerheter och förenklingar	5
3.2	Rimlighet	5
3.3	Framtida analys	5
4	Slutsats	6

1. Modellbeskrivning

En akumulator tank möjliggör funktionen att spara energi som värme för en CHP motor vid stadsbussdepån. Lagringen av varmvattnet används för att uppnå temperaturkraven mellan 70-120°C satta enligt nätägaren Vattenfall. Fjärrvärmens kan därmed skickas ut under tider där Vattenfall bedömer att behovet finns.

1.1 Antaganden

Antaganden i modellen baseras utifrån dimensionerad eleffekt beskrivet i huvudrapporten vilket konverterades till värmeeffekt och resulterade i ett värde på 6MW.

Enligt Tallus [2015] påverkar H/D förhållandet både bottenstrycket och värmeförluster omgivningen för en trycklös akumulator tank. Sambandet följer att ett större H/D förhållande innebär större lagrad nyttig energi men ytan förhållande till volymen ökar och därmed större förluster. Ett värde mellan 1,5 till 2 anses vara optimalt.

I fallet av att temperaturen som skickas ut på nätet bör hållas stabilt väljs förhållandet 2. Detta beror på att man vill ha temperaturskikt områden i tanken så att det varma vattnet kan upprätthålla riktlinjerna av 80°C framledningstemperatur.

Utöver detta redovisas resterande antaganden nedan.

Tabell 1: Indata och antaganden för dimensionering av akumulator tank.

Parameter	Symbol	Värde	Enhet
Dimensionerande värmeeffekt	P	6	MW
Tid för effektbehov (lagringstid)	t	6	h
Densitet (vatten)	ρ	1000	kg/m ³
Specifik värmekapacitet	c_p	4,18	kJ/(kg·K)
Maximal temperatur (framledning)	$T_{\max}$	80	°C
Minimal temperatur (retur)	$T_{\min}$	40	°C
Temperaturskillnad	$\Delta T = T_{\max} - T_{\min}$	40	°C

Enligt tabell 1 har lagringstiden suttit till 6 timmar med motivering att man vill lagra värmen där värmeproduktionen är som högst och behovet som lägst. Denna tidpunkt sammanträffar under natten i samband med driftmönstret. Antaganden angående fram och returledningstemperatur baseras på temperaturen man vill skicka ut på nätet för att nå temperaturkraven och uppskattning av lokala returvattnets temperatur..

1.2 Formler

Dimensioneringen av akumulator tanken utfördes genom formeln nedan utifrån antagande om att primära delen av driften sker under nattetid vilket man vill spara till dagtid.

$$V_{tank} = \frac{Q_{behov}}{\rho \cdot c_p \cdot (T_{max} - T_{min})} \quad (1)$$

där

V_{tank} = akumulator tankens volym [m^3]

Q_{behov} = dimensionerande energibehov [J]

ρ = densitet för vatten, 1000 kg/ m^3 [Nordling and Österman, 2020]

c_p = specifika värmekapaciteten för vatten, 4,18 kJ/(kg · K) [Nordling and Österman, 2020]

För att beräkna höjd och diameter storlek användes volymekvationen nedan givet ett H/D förhållande = 2.

$$V = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 (2D) = \pi \frac{D^2}{4} \cdot 2D = \frac{\pi}{2} D^3 \quad (2)$$

Omvolvering ger diametern:

$$D = \sqrt[3]{\frac{2V}{\pi}} \quad (3)$$

Höjden beräknas som:

$$h = 2D \quad (4)$$

2. Resultat

I denna avsnitt redovisas resultatet av dimensioneringen genom att sammanställa volym samt höjd och diameter dimensioner.

2.1 Volym och eventuella dimensioner

Genom ekvation 1 i metodavsnittet har ackumulatorvolymen beräknats och sammanställts enligt tabellen nedan.

Tabell 2: Dimensionerad ackumulatorvolym baserat på indata.

Parameter	Symbol	Värde	Enhet
Energibehov	$Q_{\text{behov}} = P \cdot t$	36	MWh
Omräknat till kWh	Q_{behov}	36 000	kWh
Akkumulatorvolym	$V_{\text{tank}} = \frac{Q_{\text{behov}}}{c_p \cdot \rho \cdot \Delta T}$	780	m³

Dimensioneringen av höjd och diameter utgår från ekvationerna 2 , 3 och 4 i metodavsnittet. Beräkningarna resulterar i de heltalsavrundade dimensionerna nedan.

Tabell 3: Geometriska specifikationer för val av ackumulatortankmodell.

Geometrisk parameter	Symbol	Värde	Enhet
Dimensionerande tankvolym	V_{tank}	780	m³
Höjd-till-diameter-förhållande	H/D	2,0	-
Beräknad diameter (bredd)	D	10,0	m
Beräknad höjd	H	20,0	m

3. Diskussion

I detta avsnitt diskuteras osäkerheter i modellen, storleksrimlighet och ett kunskapsgap vilket kan motivera en framtida analys.

3.1 Osäkerheter och förenklingar

I denna analys antas det inte finnas en blandzon i ackumulatortanken där 80°C kan upprätthållas. I ett verkligt scenario kan det förekomma en skiktzon med blandning av både varm och kallvatten vilket potentiellt försvårar integrering vid feldesign.

3.2 Rimlighet

Storleken av 780 m³ stor ackumulatortank samt dimensionerna av 20 m höjd och 10 m diameter bedöms vara en rimlig storleksordning efter dialog med Vattenfall ¹.

3.3 Framtida analys

För att få en tydligare bild över ackumulatortankens effektivitet och temperaturen som hålls i tanken krävs ytterligare analys av isoleringsmaterial. Effekten av väderförhållanden påverkar även energiflödet ut från tanken vilket kräver simulering beroende på årstid och extremväder.

En ekonomisk utvärdering av lönsamheten som erhålls från en ackumulatortank lösning behövs för att motivera ett investeringsbeslut. Möjligheten är starkt beroende av prissättningen som Vattenfall är villig att ge genom samarbetet av SamEnergi.

¹Jonas Sjöstedt (Fjärrvärmeexpert på Vattenfall) besvarade frågor angående rimlig storleksordning på dimensionerad ackumulatortank.

4. Slutsats

I denna delrapport har dimensionering av ackumulatortank genomförts baserat på antagande angående värmebehov på 36MWh, kylvattenstemperatur på 40°C och utgående vattentemperatur på 80°C. Resultatet gav en ackumulatorvolym på 780 m³, höjd 20 m och diameter 10 m. Vattenfall bekräftar detta genom bedömning av att dimensioneringen är rimlig. Ytterligare analys krävs angående lönsamhet och väderpåverkan.

Referenser

- C. Nordling and J. Österman. *Physics Handbook for Science and Engineering*. Studentlitteratur, Lund, 2020.
- E. Tallus. Dimensionering av ackumulatortank: Undersökning hur en ackumulatortank kan införas till Övertorneå fjärrvärmenät samt dess ekonomiska innebörd, 2015. URL <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-101368>. Hämtad: 2026-04-21.