

RAPPORT – GIGANTIUM SVØMMEHAL

Optimering af ventilationsdrift og energiforbrug ved
installation af Nordicco® HVLS-ventilatorer

DECEMBER 2024

Udarbejdet af Ole Bering Bang
Maskinmester & Udviklingsingeniør, Nordicco A/S



NORDICCO

Resume

Denne tekniske rapport belyser et test-projekt udført af Nordicco A/S, hvor der blev installeret 3 HVLS (High Volume Low Speed) ventilatorer i Gigantiums svømmehal i Aalborg. Formålet med projektet var at forbedre energieffektiviteten og indeklimaet ved at optimere ventilationsanlæggets drift.

Over en periode fra august til december 2024 lykkedes det at reducere ventilationsanlæggets effekt markant fra 27 kW til 16,5 kW, hvilket svarer til en reduktion på næsten 39%. Denne forbedring blev opnået gennem nøje overvågning, dataindsamling og trinvis justering af ventilationsindstillingerne, herunder luftmængder, lufttryk og recirkulationsniveauer. Projektets betydning underbygges af en økonomisk analyse, der viser en årlig energibesparelse på 91.980 kWh, svarende til en økonomisk besparelse på 183.960 kr.

Med en tilbagebetalingstid på ca. 1,9 år og en CO₂-besparelse på 9.565 kg per år understreges projektets økonomiske og miljømæssige bæredygtighed. Feedback fra svømmehallens brugere bekræfter også en forbedring af indeklimaet.

Dette case-projekt tjener dermed som et konkret eksempel på, hvordan målrettet energioptimering kan spille en kritisk rolle i bæredygtig bygningsstyring og energiforvaltning.

Introduktion

Gigantium Aalborg og Nordicco A/S blev enige om at gennemføre et projekt, hvor 3 Northern Air® Aggressive Environment HVLS ventilatorer blev installeret i deres svømmehal: én over vandrutschebanen, én over 25-meter bassinet og én over vippebassinet.

Selve HVLS ventilatorerne blev installeret af Nordiccos samarbejdspartner Jysk Erhverv Klatring og el-arbejdet blev udført af HETEK A/S. Montagearbejdet fandt sted den 29.-30. august 2024. Efter montagen igangsattes der et indreguleringsforløb. Denne rapport vil beskrive både indreguleringsforløbet samt gå i dybden med, hvordan projektets resultater konkret er opnået.

Som en del af projektet blev følgende målere monteret:

- 3 stk. temperatur-, fugtigheds- og CO2-målere placeret i opholdszonerne.
- 3 stk. temperatur- og fugtighedsmålere placeret under loftet.
- 1 stk. effektmåler, som måler effektforbruget på gruppe 2F6 (ventilationsanlæg).

Projektet blev udført af følgende personer:

Gigantium Aalborg

- Henrik Gøthgen
- Knud-Erik Rasmussen
- Dan Peter Pedersen

Nordicco A/S

- Ole Bering Bang
- Mathias Thomsen

Der blev afholdt faste projektmøder hver anden uge igennem forløbet.

Indhold

Resume	1
Introduktion	2
Hypotese.....	4
Teoretisk Forklaring HVLS.....	4
Dimensionering af HVLS-ventilatorer.....	4
Placering af 3 stk Northern Air Aggressive Environment.....	5
Indregulering af Ventilationsanlæg.....	7
Fokusområder	7
Fremgangsmåde.....	7
1. Installation af Northern Air Aggressive Environment-enheder	7
2. Initiale Indstillinger og Observationer	7
3. Første Justeringer	7
4. Løbende Optimeringer	7
5. Overvågning og Feedback	8
6. Afsluttende Resultater	8
Konklusion.	10
Økonomisk konklusion	10
Appendix	11
Logbog Gigantium og Nibe.....	11
Ventilationsanlæg energi grafer.....	14
Luftfugtighed.....	15

Hypotese

Ved at optimere ventilationsanlæggets drift gennem justering af luftmængder, lufttryk, recirkulation og HVLS-ventilatorernes hastighed kan energiforbruget reduceres med mindst 20%, samtidig med at indeklimaet opretholdes eller forbedres i Gigantium svømmehal.

Teoretisk Forklaring HVLS

HVLS (High Volume Low Speed) ventilatorer er designet til at flytte store mængder luft ved en lav hastighed og med et lavt energiforbrug. På grund af den lave hastighed kan luften bevæge sig over lange afstande i en overvejende laminar strømning. Dette bidrager til, at luften bliver mere ensartet opblandet i store rum, hvilket sikrer, at temperaturen og luftkvaliteten bliver mere ensartede på tværs af hele rummet. Dermed kan HVLS-systemer være særligt effektive i store, åbne rum som f.eks. sportsfaciliteter, svømmehaller og store industrielle lokaler, hvor det er vigtigt at opretholde en jævn fordeling af luft for at sikre komfort og energieffektivitet.

Dimensionering af HVLS-ventilatorer

Når Nordicco dimensionerer HVLS ventilatorer, følger vi denne fremgangsmåde.

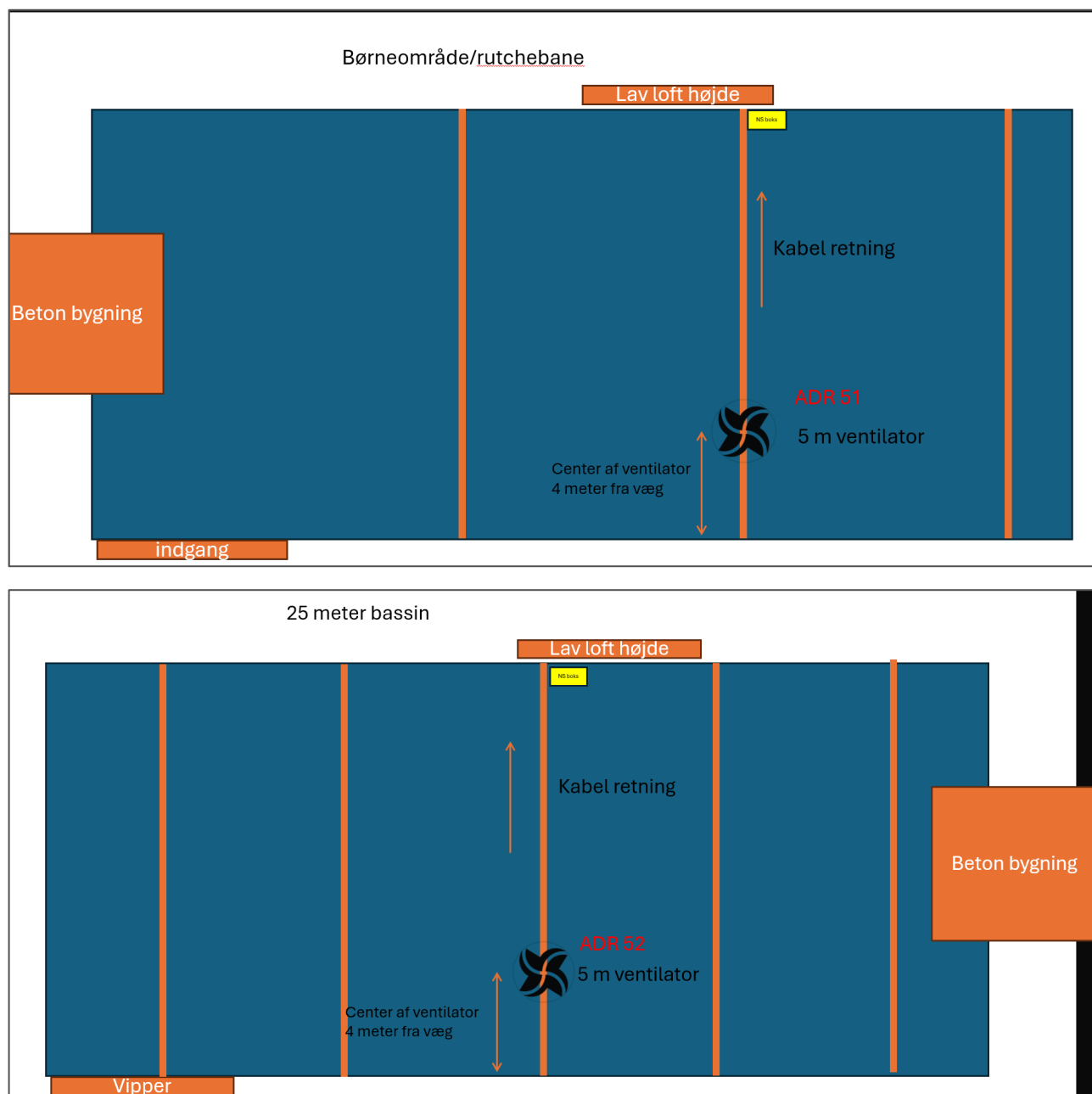
1. Vi vælger den størst mulige ventilator, som rummet tillader. Dette sikrer den bedste opblanding af luft ved den laveste hastighed (energieffektivitet).
2. Vi anbefaler mellem 3 og 5 luftcirkulationer pr. time. For denne specifikke svømmehal vurderer vores Air Movement Model, at der kræves 3 stk. HVLS ventilatorer à 5m i diameter.

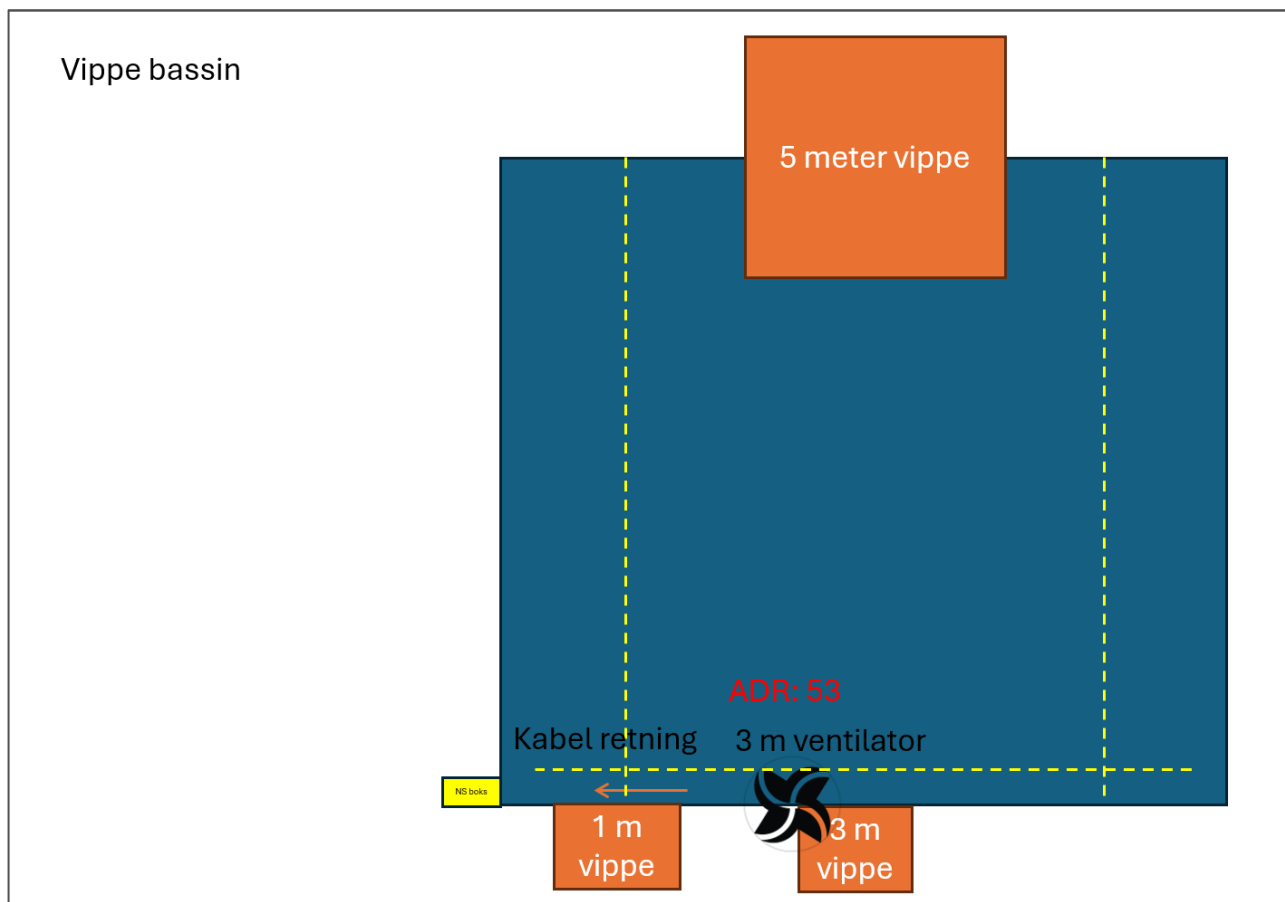
5-meter NORTHERN AIR® PRO					
Air Circulation		5	Times per Hour		
Area		Height		Total Building Volume	
2500 m ²		12 meter		30.000	m ³
Fan Load setting in %					40
Total Air Movement per Nordicco Fan		72.760	m ³ /hr		
Required Number of Nordicco HVLS Fans		3	Units		
Total Air Movement		218.281	m ³ /hr		
Area Covered per Fan		833	m ²		
Energy Efficiency		1819	m ³ /Wh		
Total Effect		120	W		
Operating Hours per Day		24	hrs.		
Total Daily Energy Consumption		2,88	kWh/day		

3. Vores inspektion fastslår den endelige placering af ventilatorerne. Vi bestræber os på at få dem placeret så højt og centralt som muligt, inden for lokalets begrænsninger. I dette specifikke tilfælde bliver ventilatorerne placeret i den ene side, da taget skråner opad.

Placering af 3 stk Northern Air® Aggressive Environment

De følgende 3 skitser viser ventilatorernes placering i henholdsvis børneområdet, svømmebanerne og ved vippebassinet. Placeringen ved vippebassinet er valgt, fordi adgang med lift var nødvendig; klatring i taget var ikke muligt.





Indregulering af Ventilationsanlæg

Fokusområder

- Recirkulerings spjæld niveau (friskluft)
- Tryk PA i ventilation anlæg (ventilationsraten)
- Fugtigheds styring (RH%)
- Fugtigheds niveauer i svømmehal (RH%)
- Temperatur niveauer i svømmehal (°Celsius)
- HVLS-hastighed (%)
- Feedback fra brugere og medarbejdere

Fremgangsmåde

Optimeringen af ventilationssystemet i Gigantium fulgte en struktureret fremgangsmåde, der omfattede installation, justeringer og løbende overvågning for at sikre optimal drift og energibesparelser.

1. Installation af Northern Air® Aggressive Environment ventilatorer

Den 29. august 2024 blev 3 Nordicco ventilatorer, af typen 'Northern Air® Aggressive Environment' installeret i Gigantium svømmehal.

2. Initiale Indstillinger og Observationer

Efter installationen havde ventilationsanlægget følgende indstillinger; friskluftspjæld på min 60%, konstant lufttryk på 45-55 Pa og HVLS-ventilatorer blev indstillet til 70% hastighed (recirkulation, dvs. baglæns rotationsretning). Ventilationsanlægget havde en effekt på 27 kW.

Luftfugtigheden i løbet af natten blev observeret til at blive for lav (figur 6).

3. Første Justeringer

Ved det første opfølgende projektmøde blev der gennemført flere justeringer for at forbedre systemets ydeevne:

- Friskluft spjæld minimums indstilling blev reduceret fra 60% til 50%.
- lufttryk (Pa) blev nedjusteret med 10%.

Disse tiltag medførte en reduktion af ventilation effektforbrug til 24 kW.

4. Løbende Optimeringer

Over de næste måneder blev systemet finjusteret med fokus på balancen mellem energibesparelser og opretholdelse af et behageligt indeklima. Blandt de vigtigste ændringer var:

- Friskluft spjæld minimums indstilling blev reduceret yderligere til 45%.
- Lufttryk blev justeret til et interval mellem 30 og 40 Pa.

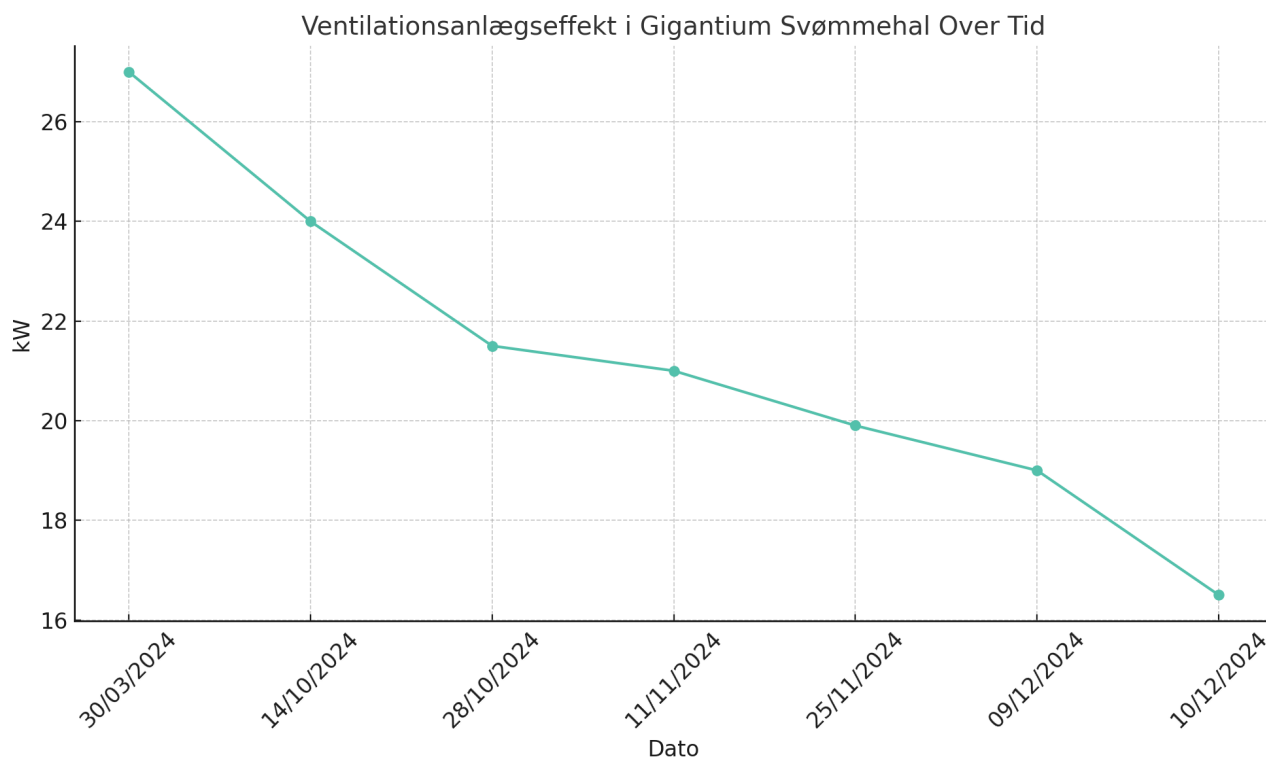
- HVLS-ventilatorenes drift blev reduceret til 60%. Ved udgangen af november 2024 var ventilationsanlæggets effekt reduceret til 19,9 kW.

5. Overvågning og Feedback

Løbende overvågning blev udført for at sikre, at systemet fungerede optimalt. Data fra den digitale styringsplatform Northern Sky® blev analyseret, og justeringer blev foretaget efter behov. Brugerfeedback fra livredderne og andre ansatte indikerede tilfredshed med indeklimaet, hvilket bekræftede effektiviteten af de foretagne ændringer.

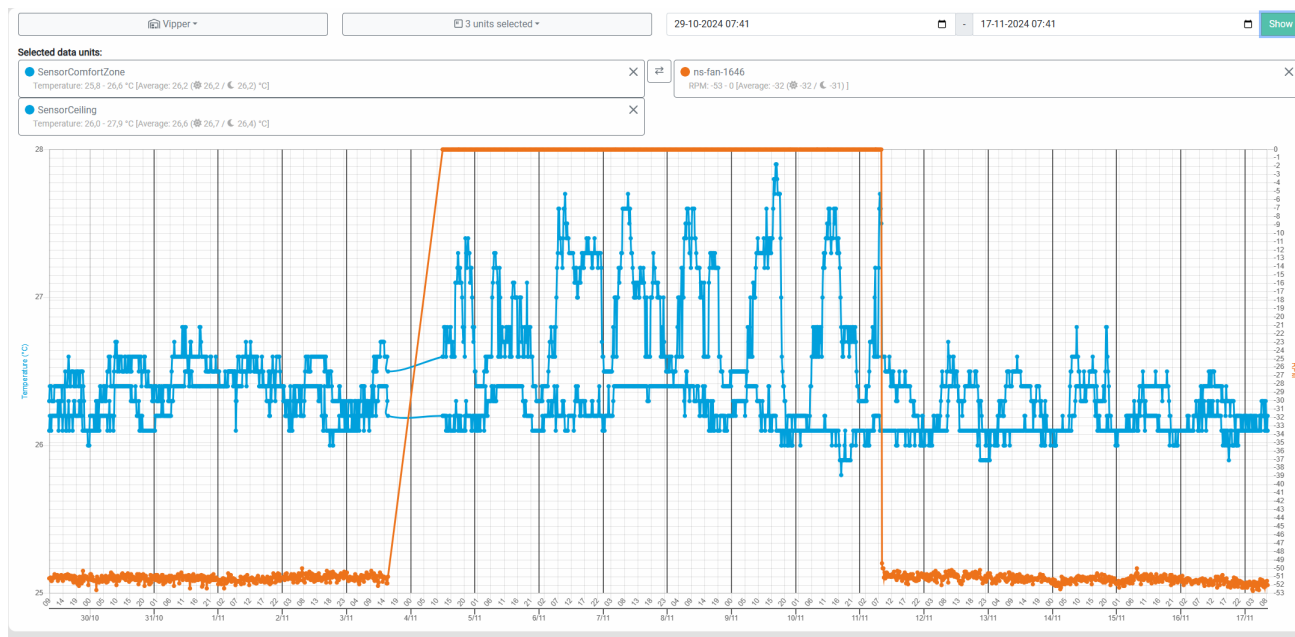
6. Afsluttende Resultater

Ved afslutningen af optimeringsprocessen i december 2024 var ventilationsanlæggets effekt blevet reduceret til 16,5 kW (figur 1). Dette blev opnået uden at kompromittere svømmehallens indeklima eller brugernes komfort.



Figur 1

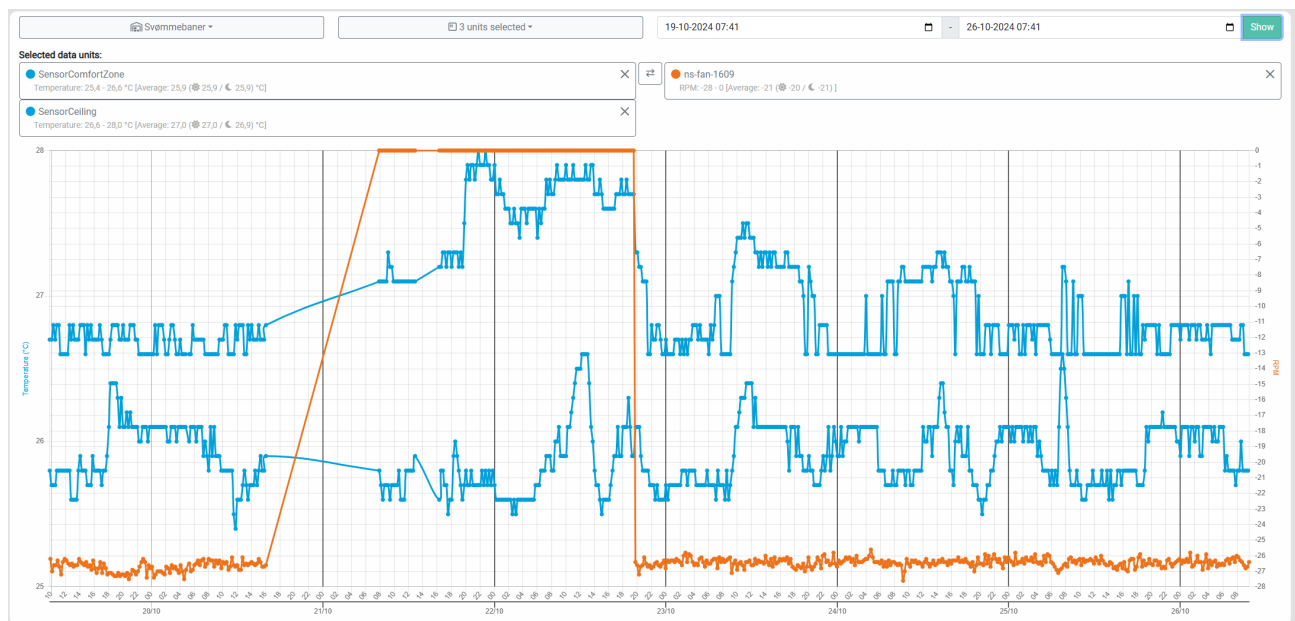
Figur 1 viser ventilationsanlæggets effekt i løbet af projektets indreguleringsperiode.



Figur 2

Figur 2 viser temperaturen ved gulv og loft ved vipperne på de blå kurver. Den orange kurve viser RPM (omdrejninger/min) for HVLS ventilatoren. I midten af grafen, kan man se en periode på en uge, hvor ventilatorerne har været slukket (orange kurve på RPM=0) samtidig med at temperaturforskellen mellem gulv og loft viser større udsving (de blå temperaturkurver).

Dermed ses det tydeligt, at man får en mere ensartet temperatur i rummet, når ventilatorerne er aktive.



Figur 3

Det samme mønster som ved vippeområdet (figur 2) går igen ved svømmebanerne (figur 3).

Konklusion

Konklusionen på projektet i Gigantium Aalborg med installation af HVLS ventilatorer og optimering af ventilationsanlægget viser klare fordele hvad angår energieffektivitet og indeklima.

I løbet af projektets varighed fra august til december 2024 blev det dokumenteret, at ventilationsanlægseffekten kunne reduceres signifikant fra 27 kW til 16,5 kW, svarende til en reduktion på næsten 39%.

Denne reduktion blev opnået gennem en række trinvis indførte justeringer, herunder nedjustering af friskluftindtag og HVLS-ventilatorhastighed samt tilpasninger af lufttrykket.

Resultaterne understøtter hypotesen om, at en finjustering af ventilationssystemets forskellige komponenter kan medføre betydelige energibesparelser uden at gå på kompromis med komforten og luftkvaliteten i svømmehallen. Feedback fra brugerne, herunder livredderne og andre ansatte, har bekræftet, at indeklimaet er blevet opretholdt og endda forbedret, hvilket tydeliggør den positive effekt af HVLS-systemerne.

Figurene i rapporten illustrerer den konkrete forbedring i energieffektivitet og luftkvalitet, hvilket viser en mere ensartet temperaturfordeling og reduktion i energiforbrug.

Projektets succes understreger, at det i den grad er muligt at forbedre energieffektiviteten i eksisterende svømmehaller, samtidig med at et godt indeklima opretholdes, og driftsomkostninger minimeres. Det anbefales derfor, at indtænke denne type hybride systemer, bestående af eksisterende HVAC-anlæg i samspil med HVLS ventilatorer, i indsatsen for at opnå større bæredygtighed i bygningsdriften og økonomisk effektivitet i store anlæg.

Økonomisk Konklusion

Energiopdateringerne i projektet ved Gigantium svarer til en årlig energibesparelse på 91.980 kWh, hvilket giver en økonomisk besparelse på 183.960 kr. baseret på en elpris på 2 kr./kWh, såfremt den nuværende indregulering opretholdes. Med en initial investering på 350.000 kr. resulterer dette i en tilbagebetalingstid på ca. 1,9 år.

Denne beregning tager *ikke* højde for yderligere besparelser fra varmekonsumet, hvilket kunne forbedre den økonomiske gevinst yderligere. Dette understreger, at projektet er økonomisk attraktivt og bidrager til væsentlige besparelser på kort til mellemlangt sigt.

Derudover medfører energibesparelsen en CO₂-besparelse på 9.565 kg CO₂ pr. år.

(<https://energinet.dk/data-om-energi/co2-pr-kwh-el-kommune/>)

Appendix

Logbog Gigantium og Nibe

Logbog: Ventilationsstyring og Energiforbrug i Gigantium og Nibe Svømmehal

Dato: 30-09-2024

- **Arrangement:** Møde d. 30/9-2024
- **Nuværende Indstillinger i Gigantium:**
 - Minimum friskluft: 60%
 - Konstant lufttryk: 45-55 Pa
 - Recirkulering: 2 stk. 5 meter kører 50% i dagtimerne, 1 stk. 3 meter kører 50% i dagtimerne
- **Problemer observeret:**
 - Lav luftfugtighed i svømmehallen, hvilket øger fordampning og varmetab.
 - Konstant høj luftflow resulterer i højere energiforbrug end nødvendigt.
- **Anbefalede Ændringer Efter Mødet:**
 - Reduktion af minimum friskluft til 50%
 - Reduktion af konstant luftflow med 10%
 - Indstilling af alle ventilatorer til 70% recirkulering
 - Energiforbrug: 27 kW
- **Vigtige Noter:**
 - Vigtigt at opretholde undertryk i svømmehallen under indregulering.

Arbejdsopgaver:

- Ole laver logbog
- Mathias indkalder til møde mandag d. 14. oktober kl. 08 og hvert 14. dag derefter.
- Gigantium skal regulere anlægget efter samtale med Nordicco og indsamle relevante data.
- Gigantium indsamler komfortdata.

Dato: 14-10-2024

- **Opdatering:**
 - Gigantium arbejder på at få styr på CTS-systemet.
 - Målet er at reducere friskluft til 15% og kontrollere luftflow for at reducere energiforbruget.
 - Energiforbrug: 24 kW
- **Spørgsmål til Dagsorden:**
 - Skal indeklimaet prioriteres på kommende møder?

Dato: 28-10-2024

- **Opdatering:**
 - Energiforbrug: 21,5 kW
 - Tryk min 32 Pa
 - tryk max 42 Pa
 - friskluft min 45 %
 - Dan arbejder på at få samme fremgangsmåde i Nibe.
 - 20% besparelse indtil videre.

Dato: 11-11-2024

- **Opdatering:**
 - Energiforbrug: KW- 21
 - Tryk min 30 Pa
 - tryk max 40 Pa
 - friskluft min 40%
- Ingen klager i Gigantium. Livredder er tilfredse.
- Strømmen har været gået. Derfor de har været slukket. Livredder har brugt fugtigt kabel.
 - Dan arbejder på at få samme fremgangsmåde i Nibe.
 - Nibe er der sket noget endnu. Venter på ventilations folk.

Dato: 25-11-2024

- **Opdatering:**
 - Energiforbrug: KW 19,9

- HVLS nedsat til 60%
- Ole laver kalender så de selv starter op.
 - Tryk min 30 Pa _ Uændret
 - Tryk max 40 Pa _ Uændret
 - Friskluft min 40% _ Uændret
- Alle er tilfredse.
- Strømmen har været gået. Derfor de har været slukket.
- De kigger på styring til Gigantium svømmehal. Og ser hvordan fugtigheden styres. Da fugtigheden er meget fluktuerende.
 - Dan arbejder på at få samme fremgangsmåde i Nibe. Knud snakker med Benjamin.
 - Nibe er der sket noget endnu. Venter på ventilation folk

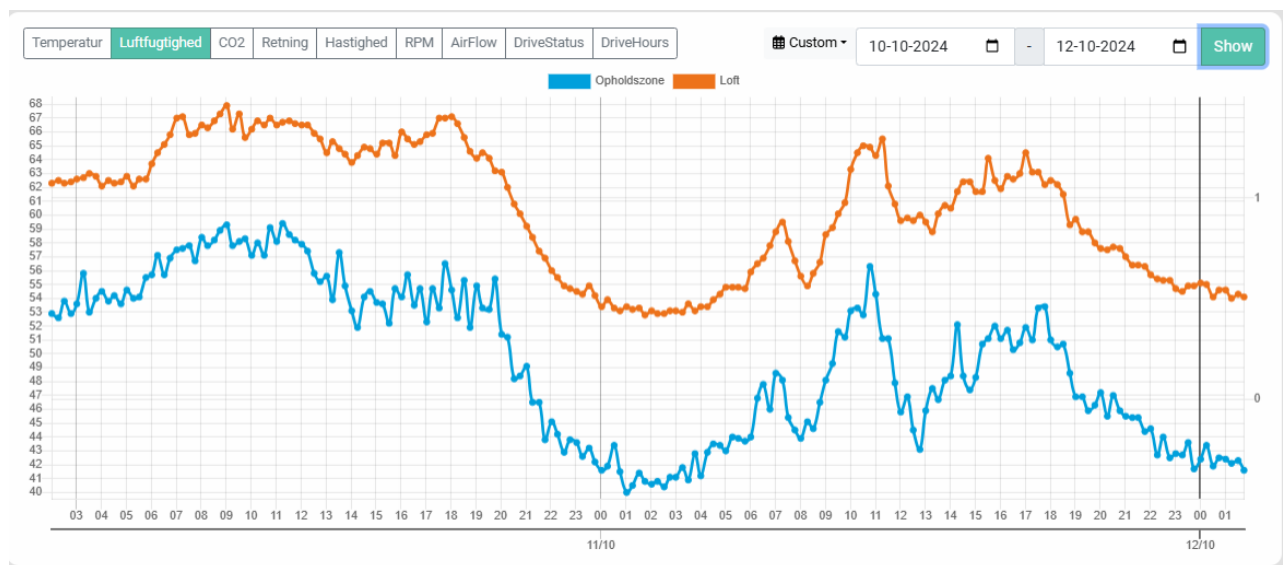
Dato: 09-12-2024

- **Opdatering:**
 - Energiforbrug: KW 19
- HVLS nedsat til 60%
 - Tryk min 30 Pa _ Uændret
 - Tryk max 40 Pa _ Uændret
 - Friskluft min 40% _ Uændret
- Alle er tilfredse.
- De kigger på styring til Gigantium svømmehal. Og ser hvordan fugtigheden styres. Da fugtigheden er meget fluktuerende.
 - Dan arbejder på at få samme fremgangsmåde i Nibe. Henrik snakker med Benjamin.
 - Nibe er der sket noget endnu. Venter på ventilation folk
- 1,2 grader temperatur gradient i cafeteria.
- Folk stille spørgsmål tegn ved Lys i UVC vingerne. Ikke noget som Gigantium så noget problem i.

Dato: 10-12-2024

- **Opdatering:**
 - Energiforbrug: KW 16,5

Luftfugtighed



Figur 6 luftfugtighed over natten, d. 10/10-12/10