



Ventilationsberegner - vejledning

Vejledning til Teknologisk Instituts ventilationsberegner



Maj 2025

Ventilationsberegner - vejledning

Vejledning til Teknologisk Instituts ventilationsberegner

God og rigtig ventilation er ikke alene et spørgsmål om komfort, indeklima og arbejdsmiljø. Det er i høj grad også et spørgsmål om energiøkonomi og klimaeffekt. Der kan spares rigtigt meget på energiregningen og CO₂-udslippet ved at tænke og handle energirigtigt, når ventilationsanlægget skal projekteres eller trænger til en renovering/udskiftning.

Der er udviklet et beregningsværktøj der kan anvendes til at foretage ventilationstekniske beregninger, hvor bl.a. energiforbrug til varme, køling og el beregnes med udgangspunkt i data om ventilationsanlægget som luftmængder, lufttemperaturer, ventilatortyper, regulering (CAV, VAV), lufthastigheder i aggregatet og konfiguration (varmefflade, kølefflade, type af varmegenvinding, filtertyper).

Energiforbruget i ventilationsanlæg vil enten være knyttet til konditionering af luften (opvarmning, køling og fugtregulering) i de enkelte anlægskomponenter eller til lufttransporten, herunder transport af partikler (ventilatordriften).

Energiforbruget til luftkonditioneringen afhænger hovedsageligt af friskluftmængden, behovet til temperaturer og relativ fugtighed samt varmebelastningen i rummet.

Energiforbruget til lufttransport afhænger primært af luftmængderne og tryktabet i anlægget, sekundært af virkningsgraden for ventilatorer, motorer og frekvensomformere.

Formålet med beregningsværktøjet er at give brugerne et solidt overblik over, hvad de forskellige parametre betyder for energiforbruget og hvilke konsekvenser ændringer af disse har.

I denne brugervejledning ses eksempler på beregninger med beregningsværktøjet.

Beregningsværktøjet er programmeret i Labview.

Indledning

Formålet med denne vejledning er at guide læseren i anvendelsen af det program, der er udviklet for ventilationsanlæg i forbindelse med Teknologisk Instituts resultatkontrakt EK1-1: Fremtidens Energiprodukter og Energisystem.

Beregningsværktøjet er beregnet til optimering af ventilationssystemer med radialventilatorer med bagudkrummede skovle (B-hjul) og varmegenvinding.

Da beregningsværktøjet indgår i en større samling af lignende internationale værktøjer, er det valgt at tekster etc. er på engelsk.

Anvendelse af beregningsværktøjet

Installation

Programmet er udført i LabVIEW, programmeringssproget fra National Instruments, der installeres med den installer der kan hentes sammen med det øvrige projektmateriale. De brugere der har installeret andet beregningsværktøj, der er baseret på LabVIEW behøver ikke anvende installeren. Der klikkes på den medfølgende installer for at downloade LabVIEW programmet. Følg anvisningerne for at installere programmet på din PC.

Når installationen er færdig, har du LabVIEW run-time på din PC sammen med den udviklede applikation DTI-VentCalc.exe.

Nedenfor er en vejledning i anvendelsen af programmet, der kan anvendes til beregning på både kommende og eksisterende ventilationssystemer.

Indhold

- Varmeberegner
- Køleberegner
- Avanceret varme- og køleberegner
- Simple calc
- VGV calc
- Report
- Case

Varmeberegner

Nedenstående data skal indtastes i beregningsværktøjet:

- Nuværende driftstid (start- og stopmåned, dage fra og dag til)
- Indblæst luftmængde
- Udsuget luftmængde
- Indblæsningstemperatur
- Udsugningstemperatur
- Temperaturvirkningsgrad for varmegenvindingen

For at kunne beregne varmeforbruget benytter beregningskernen DRY-vejrdata (lufttemperatur) på timebasis, så varmeforbruget kan beregnes ud fra angivet start og stoptidspunkt.

DRY vejrdataene benyttes til at beregne gradtimer. Disse gradtimer indgår i beregninger af varmeforbrug før og efter og dermed varmebesparelsen.

Ved en reduktion af luftmængden er der ikke direkte proportional sammenhæng mellem reduktionen af luftmængden og varmebesparelsen. Dette skyldes, at reduktionen af luftmængden vil påvirke temperaturvirkningsgraden for varmegenvindingen. Dette enten i positiv eller negativ grad.

Hvor meget temperaturvirkningsgraden for varmegenvindingen påvirkes, afhænger både af reduktionen af luftmængden samt af typen af varmegenvindingsenhed (krydsveksler, modstrømsveksler, roterende veksler eller væskekoblede veksler). Beregningskernen beregner, via ϵ , NTU, $U \times A$ varmevekslerberegninger, denne påvirkning.

Først vælges den indblæste og udsugede luftmængde, indblæsnings- og udsugningstemperaturen samt varmegenvindingstypen og temperaturvirkningsgraden.

Måned	Flow (%)
Januar	25
Februar	25
Marts	50
April	75
Maj	75
Juni	100
Juli	100
August	100
September	75
Oktober	75
November	50
December	25

Figur 1. Indtastning af varmedata

Når der klikkes på "Skift ugeskema" får man mulighed for at vælge de ønskede driftstider pr. dag (se figur 2).

Med hensyn til driftstiderne kan man vælge følgende:

- Individuelle dage (start- og stoptidspunkt vælges for hver dag)
- Alle dage ens
- Ens hverdage (start- og stoptidspunkt vælges for en hverdag samt for weekenden)

Figur 2. Ugeskema

Når de ønskede driftstider pr. dag er valgt, får man beregnet varmekonsumet i før-situationen (se figur 3).

Figur 3. Varmeberegning før

Køleberegner

Nedenstående data skal indtastes i beregningsværktøjet:

- Nuværende driftstid (start- og stopmåned, dage fra og dag til)
- Indblæst luftmængde
- Udsuget luftmængde
- Indblæsningstemperatur
- Overfladetemperatur på køleflade

For at kunne beregne køleforbruget benytter beregningskernen DRY-vejrdata (lufttemperatur, dugpunkt og relativ fugtighed) på timebasis, så køleforbruget kan beregnes ud fra angivet start og stop tidspunkt.

DRY-vejrdataene benyttes til at beregne vanddampes mætningstryk, absolutte vandindhold og entalpier. Disse data bruges til at beregne køleforbruget til henholdsvis tør og våd køling, som vil forekomme over året.

Der er således opstillet en række entalpi-balancer for at beregne køleforbruget.

Først vælges den indblæste og udsugede luftmængde, indblæsningstemperaturen samt overfladetemperaturen på kølefladen.

Figur 4. Indtastning af køledata

Når de ønskede driftstider pr. dag er valgt, får man beregnet varmekonsumet i før-situationen (se figur 5).

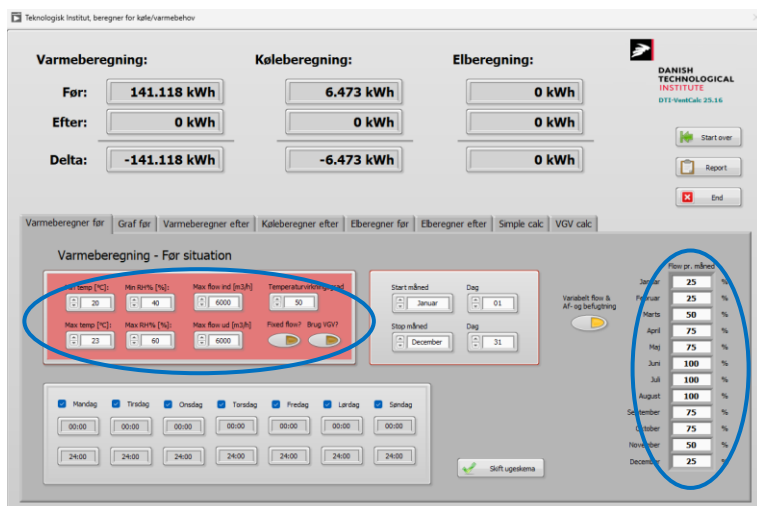
Figur 5. Køleberegning før

Avanceret varme- og køleberegner

Nedenstående data skal indtastes i beregningsværktøjet:

- Nuværende driftstid (start- og stopmåned, dage fra og dag til)
- Indblæst luftmængde
- Udsuget luftmængde
- Indblæsningstemperatur (interval)
- Relativ fugtighed (interval)

Indblæsningstemperaturen må ligge mellem 18 og 24 °C mens den relative fugtighed må ligge mellem 30 og 70 %. Hvis der vælges temperaturer eller relative fugtigheder udenfor disse intervaller, bliver beregningerne for usikre.

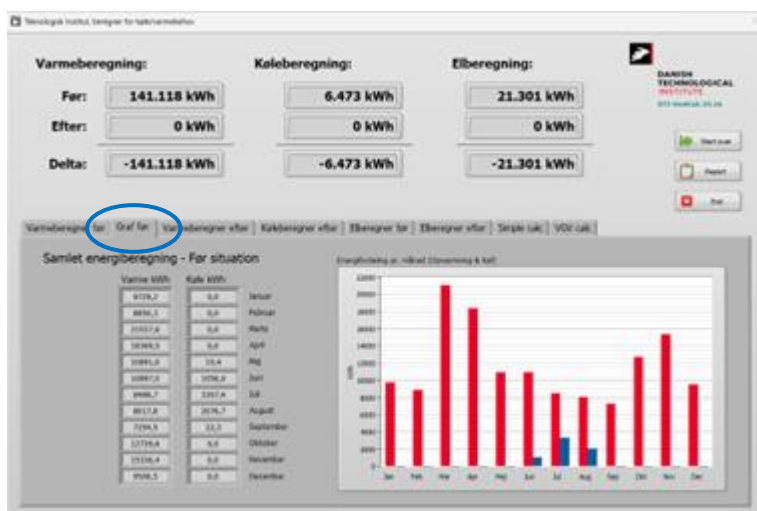


Figur 6. Valg af intervaller for indblæsningstemperatur og fugtighed

Med hensyn til den avancerede varme- og køleberegner kan man vælge følgende:

- Fixed flow? (konstant eller variabelt flow)
Hvis der vælges et variabelt flow, skal man udfylde tabellen til højre i figur 6. Her kan man indtaste flowet i procent pr. måned.
- Brug VGV? (her beregnes med og uden varmegenvinding)
Her får man beregnet varmeforbruget med og uden varmegenvinding. Man får så mulighed for at se den energimæssige konsekvens ved at etablere varmegenvinding.

I figur 7 ses, at man kan klikke på "Graf før". Her får man vist energifordelingen pr. måned for varme og køling.



Figur 7. Graf før

El-beregner

Nedenstående data skal indtastes i beregningsværktøjet:

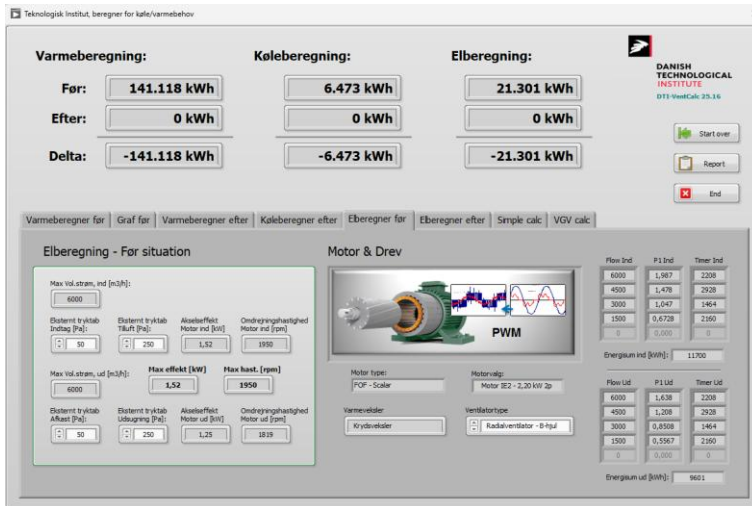
- Nuværende driftstid (start- og stopmåned, dage fra og dag til)
- Indblæst luftmængde
- Udsuget luftmængde
- Eksterne tryktab før aggregatet (indblæsning og udsugning)
- Eksterne tryktab efter aggregatet (indblæsning og udsugning)
- Type varmegenvindingsenhed som benyttes
- Type ventilator som benyttes
- Type motor som benyttes

Figur 8. Maks. effekt som bestemmer hvilken minimum motorstørrelse der bør vælges

Der vælges en motor, som ligger tæt på maks. effekten. Man må ikke vælge en motor, der er for lille, men man må heller ikke vælge en der er alt for stor. Hvis man gør det, kommer værktøjet med en advarsel.

I dette tilfælde er maks. effekten 1,52 kW, så der er valgt en to-polet 2,2 kW IE2 motor.

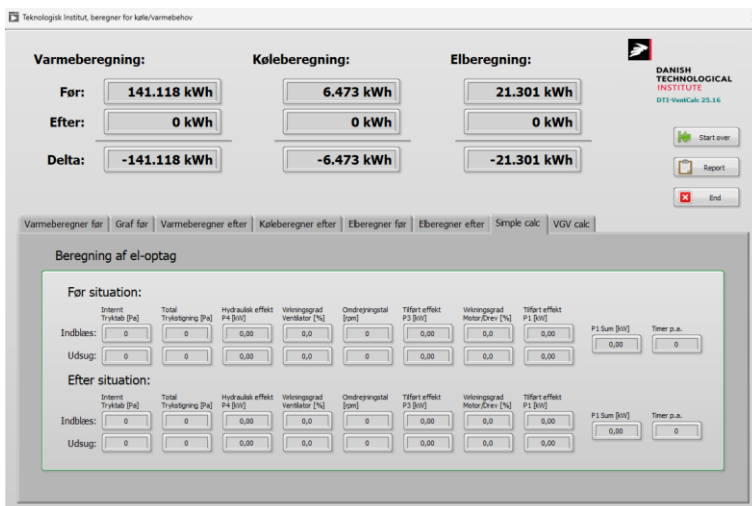
Figur 9. Valg af motor (størrelse, effektivitetsklasse og antal poler)



Figur 10. Elforbrug i før-situationen

Simple calc

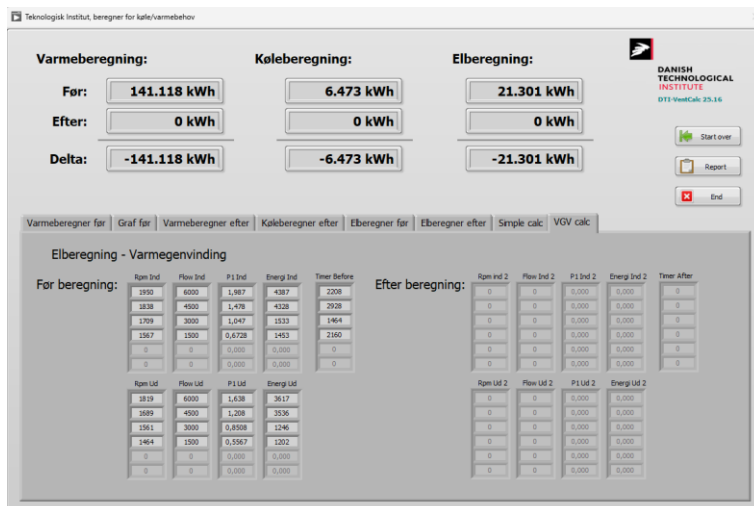
Simple calc viser beregninger af elforbrug, når der vælges den simple varme- og køleberegner.



Figur 11. Simple calc

VGV calc

VGV calc viser beregninger af elforbrug, når der vælges den avancerede varme- og køleberegner.



Figur 12. VGV calc

Report

Når man klikker på knappen "Report" får man mulighed for følgende:

- Mulighed for udskrift til printer
- Mulighed for "Gem som PDF-fil" (standardiseret slutrapport)

Grænser

I beregneren er der indlagt grænser for flow, tryk, temperatur m.m. Hvis der indtastes data der ligger over eller under de tilladte værdier, vil de sidst indtastede tilladte værdi vises. Grænser for flow, tryk, temperatur m.m. ses nedenfor:

- Flow: Fra 1.500 m³/h til 50.000 m³/h
- Eksternt tryk tab: Fra 50 Pa til 1.000 Pa
- Omdrejningstal: Fra 500 rpm til 5.000 rpm
- Indblæsningstemperatur: Fra 18 °C til 23 °C
- Relativ fugtighed: Fra 30 % til 70 %
- Overfladetemperatur køleflade: Fra 5 °C til 15 °C

Case

Ventilationssystem i kontorejendom

I en kontorejendom består ventilationssystemet af et ældre ventilationsaggregat med ældre ventilatorer med fremkrummede skovle og varmegenvinding.

Den indblæste og udsugede luftmængde er 16.000 m³/h og temperaturvirkningsgraden for varmegenvindingen er 50 %. Indblæsnings- og udsugningstemperaturen er 20 °C. Anlægget er et CAV-anlæg og er i drift fra mandag til fredag i tidsrummet fra kl. 6.00 til kl. 18.00.

Effekttaget for indblæsningsventilatoren er målt til 6,5 kW mens effekttaget for udsugningsventilatoren er målt til 7,5 kW.

Det årlige varmeforbrug er beregnet til 93.827 kWh mens det årlige elforbrug til ventilatordrift er beregnet til 43.680 kWh.

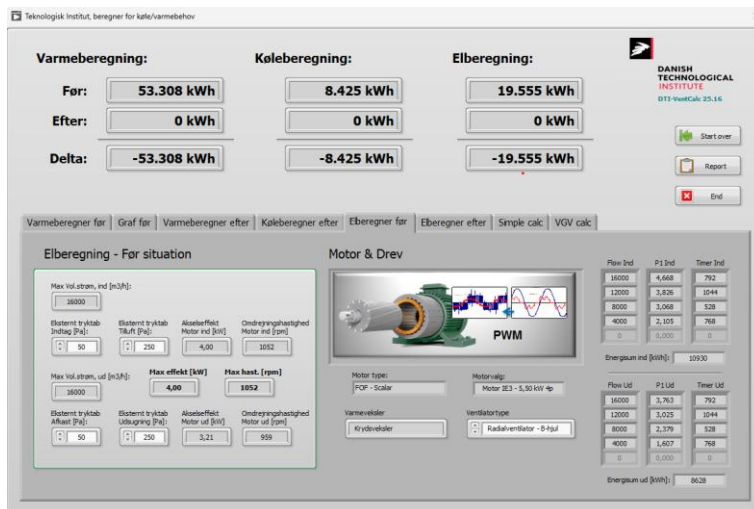
Ventilationsaggregatet udskiftes til et moderne aggregat (HVAC) med energieffektive ventilatorer og motorer samt varmegenvinding med roterende veksler.

Temperaturvirkningsgraden for varmegenvindingen er 80 %.

Aggregatet er med behovsstyring (VAV) og indblæsningstemperaturen samt den relative fugtighed styres efter at opretholde en indblæsningstemperatur mellem 20 og 23 °C samt en relativ fugtighed mellem 40 og 60 %.

Flow pr. måned	%
Januar	25
Februar	25
Marts	50
April	75
Maj	75
Juni	100
Juli	100
August	100
September	75
Oktober	75
November	50
December	25

Figur 13. Indtastning af data for ventilationssystem



Figur 14. Beregning energiforbrug til varme, køling og ventilatordrift

Som det ses, er varmemeforbruget reduceret fra 93.827 kWh til 53.308 kWh. Der er et ekstra forbrug til køling på 8.425 kWh. Elforbruget til ventilatordrift er reduceret fra 43.680 kWh til 19.555 kWh.

Udbytte af ventilationsberegneren

Energiforbruget til ventilationsystemer i kontor-, handel- og servicebygninger udgør en betydelig del af det samlede energibudget, ofte som en af de største poster sammen med opvarmning og belysning. Ventilationstekniske anlæg (HVAC) kan i erhvervsbygninger stå for alt fra 30 % til op mod 50 – 70 % af det samlede energiforbrug, afhængigt af systemets effektivitet, vedligeholdelse og bygningstype.

Der findes en række produktspecifikke beregningsværktøjer, men de indeholder ikke alle de funktioner, der er nødvendige for at kunne foretage de ønskede beregninger på HVAC-anlæg.

Med denne ventilationsberegner fås et avanceret men stadig meget brugervenligt beregningsværktøj til ventilationssystemer, der kan være med til at sikre et sundt indeklima og et lavt energiforbrug.

Med ventilationsberegneren fås:

- en avanceret beregner til beregning af energiforbruget til luftkonditionering hvor intervaller for indblæsningstemperatur og relativ fugtighed kan indtastes,
- en avanceret beregner til beregning af energiforbruget til luftkonditionering som er baseret på det seneste DRY referenceår,
- en avanceret ventilatorberegner der kan beregne elforbrug til forskellige ventilatortyper samt CAV- og VAV-regulering,

Målgruppe

Beregningsværktøjet henvender sig til industrien, rådgivere, leverandører/grossister, undervisningsinstitutioner m.fl.

Formidling

Der afholdes et webinar med præsentation af beregningsværktøjet.

Der forventes deltagelse af 50 personer på webinarret. Herudover gøres målgruppen opmærksom på beregningsværktøjet gennem LinkedIn og indlæg for medlemmer af TEKNIQ, VELTEK samt FAV. Endelig præsenteres beregningsværktøjet ved artikler i Ingeniøren og Maskinmesteren. Beregningsværktøjet (samt desuden den fælles brugerplatform inkl. de supplerende, eksisterende værktøjer) vil blive gjort tilgængeligt på Teknologisk Instituts hjemmeside.