

E-KUB

LÅGANs

Energikalkyl för klimathållning och uttorkning under byggproduktion

Version 2025 2.1

Användarmanual



LÅGAN - FÖR ENERGIEFFEKTIVA BYGGNADER

Copyright CIT Renergy

Förord

Energikalkylen E-KUB har tagits fram i ett projekt inom nätverket LÅGAN med finansiering av Energimyndigheten. Projektet genomfördes av CIT Renergy, med programmering av Tommy Sundström och projektledning av Maria Haegermark CIT Renergy.

E-KUB har tagits fram med anledning av behov identifierade i LÅGAN-förstudien *Energieffektiv klimathållning och uttorkning i byggproduktion*. Här efterfrågades ett verktyg som kan ge stöd för entreprenören att planera och handla upp energieffektiv klimathållning och som även kan vara ett stöd i dialogen med byggherren kring möjligheter till en mer effektiv användning av energi och minimerad klimatpåverkan.

Programmet är till stor del baserat på ett Excel-verktyg för optimering av byggtorkning tidigare framtaget av Peter Brander i ett industridoktorandprojekt vid Lunds tekniska högskola. I licentiatuppsatsen *Verktyg för optimering av byggtorkning* ges både en kunskapssammanställning för området och en beskrivning av underlag till och funktioner i framtaget optimeringsverktyg. I stor utsträckning gäller denna bakgrund och beskrivning av funktioner även för E-KUB. Till grund för ingående funktioner ligger även ett förslag på kravspecifikation utformad tillsammans med byggentreprenörer och fastighetsägare i den tidigare förstudien inom LÅGAN.

Vi vill rikta ett varmt tack till alla branschaktörer som medverkat under projektet och i tidigare aktiviteter och därigenom bidragit med sina erfarenheter och synpunkter.

Ett särskilt stort tack till Peter Brander för möjligheten att utveckla ett program inom LÅGAN baserat på hans tidigare arbete.

Göteborg, mars 2025



LÅGAN (samverkan för byggnader med mycket LÅG energiANvändning) är ett samarbete mellan Byggföretagen, Energimyndigheten, Boverket, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF), Installatörsföretagen, byggentreprenörer, byggherrar och konsulter.

LÅGAN stöttar regionala nätverk inom byggande av lågenergibygnader och skapar gemensamma projekt och studier för att utveckla och driva byggande och renovering av lågenergibygnader framåt. LÅGAN ska bidra till att Sverige ska nå sina energimål genom att bostads- och lokalsektorn starkt effektiviserar sin energianvändning och ökar byggtakten av lågenergibygnader.

www.laganbygg.se

Innehåll

1	Inledning	4
1.1	Om E-KUB	4
1.2	Litteraturlista	4
2	Att komma igång	6
2.1	Nedladdning av programmet	6
2.2	Starta ett projekt	6
3	Indata	8
3.1	Projektinformation	8
3.2	Klimatdata	8
3.3	Tidplan och torkklimat	10
3.4	Byggnadens geometri	11
3.5	U-värden	11
3.6	Fuktgenerering	12
3.7	Luftläckage och ventilation	13
4	Resultat	17
4.1	Diagram	17
4.2	Tabeller	20
4.3	Utskrift	20

1 Inledning

1.1 Om E-KUB

E-KUB är avsett att användas för uppskattning av energianvändningen för klimathållning och uttorkning under byggproduktion, under givna förhållanden. Beräkningarna baseras på timvisa data för uteklimat, men ger en månadsvis redovisning av resultat. I programmet ges möjlighet att generera en rapport med projektinformation, indata och resultat.

Programmet kan även användas för att visa vilken inverkan olika val och förutsättningar kan förväntas ha på resultatet. Exempelvis kan programmet användas för att visa hur energibehovet påverkas av när i tid en hög lufttäthet uppnås. Att en god lufttäthet tidigt är avgörande för torksystemets möjligheter att generera bra torkmiljö med rimliga energiinsatser har tidigare påvisats i Brander's licentiatstudie *Verktyg för optimering av byggtorkning*¹. Programmet hanterar inte fukt i byggmaterial, men kan ta hänsyn till fukttillskott till inomhusluften som beräknats med annan programvara.

Programmet kan även vara till hjälp vid en uppföljning av energianvändningen i projekt, med möjlighet att upptäcka och utreda väsentliga avvikelser mellan beräknade nyckeltal och uppmätt data.

Programmet är implementerat i Visual Basic 2012. Det är utformat för att vara enkelt att använda av personer inom byggbranschen med varierande erfarenhet av energiberäkningar, och samtidigt tillräckligt detaljerat för att kunna ge en rimlig prognos.

1.2 Litteraturlista

Rekommenderad läsning inom området:

*Energieffektiv klimathållning och uttorkning under byggproduktion*², förstudie inom LÅGAN som till stor del legat till grund för framtagandet av E-KUB. I förstudien identifierades behov av ett verktyg för beräkning av energianvändning för klimathållning och uttorkning under byggproduktion och ett förslag på kravspecifikation för ett sådant verktyg togs fram tillsammans med byggentreprenörer och fastighetsägare.

*Verktyg för optimering av byggtorkning*¹, licentiatuppsats (TVBM-3148) vid Lunds tekniska högskola, av Peter Brander. I de inledande kapitlen beskrivs dels den generella beslutsprocess som finns i ett byggprojekt, för en bättre förståelse av när och hur påverkan på parametrar i byggtorkningen är möjlig, dels övergripande de ingående parametrarna i en byggtorkning och olika samband mellan dessa. Därefter följer en beskrivning av den tekniska bakgrunden till de beräknings- och beslutsmodeller som använts för att skapa beslutsunderlag till optimeringen i verktyget. Rapporten finns tillgänglig för nedladdning från www.sbuf.se under projekt 11589, och www.byggnadsmaterial.lth.se.

¹ Brander, P. (2009). *Verktyg för optimering av byggtorkning*. Licentiatavhandling, Avdelningen för Byggnadsmaterial. Avd. Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.

² Gerdin, A. & Haegermark, M. (2024). *Energieffektiv klimathållning och uttorkning under byggproduktion*. LÅGAN rapport.

*Byggtorkning - En handbok från Sveriges byggindustrier.*³ Handboken togs fram inom SBUF-projektet 12485 - Undvik fel och fällor vid byggtorkning och är tillgänglig från projektsidan på www.sbuf.se.

*Energianvändning vid klimathållning och avfuktning under byggproduktion*⁴, rapport från en förstudie utförd inom LÅGAN. Rapporten finns tillgänglig på laganbygg.se.

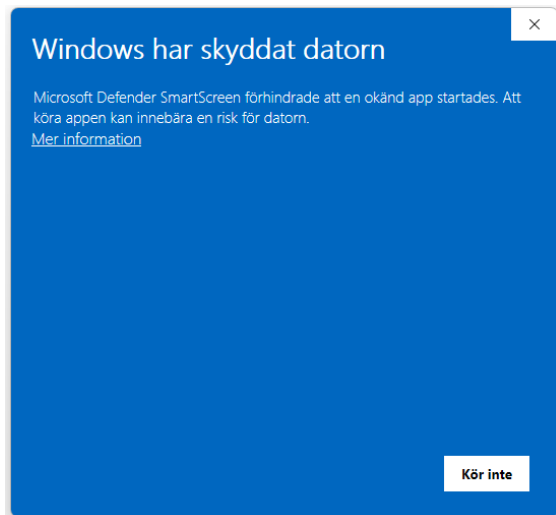
³ Sveriges Byggindustrier (2012). Byggtorkning – En handbok från Sveriges Byggindustrier FoU Syd

⁴ Karlsson, N., Larsson, C., Burke, S. (2019). Energianvändning vid klimathållning och avfuktning under byggproduktion – Förstudie. LÅGAN rapport.

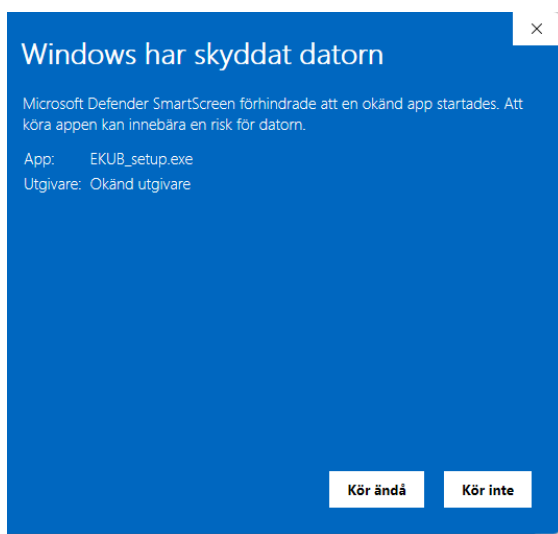
2 Att komma igång

2.1 Nedladdning av programmet

E-KUB hämtas från: laganbygg.se. Beroende på dina säkerhetsinställningar kan du få en varning när du försöker ladda ner programmet och behöver då aktivt välja ”Behåll”. Vid nedladdning av programmet möts du troligen sedan av det här fönstret:



Välj då ”Mer information” och sedan ”Kör ändå”.



Därefter svarar man ”Ja” på frågan ”Tillåter du att...” och ”Ja”/”Next” på de kommande frågorna.

2.2 Starta ett projekt

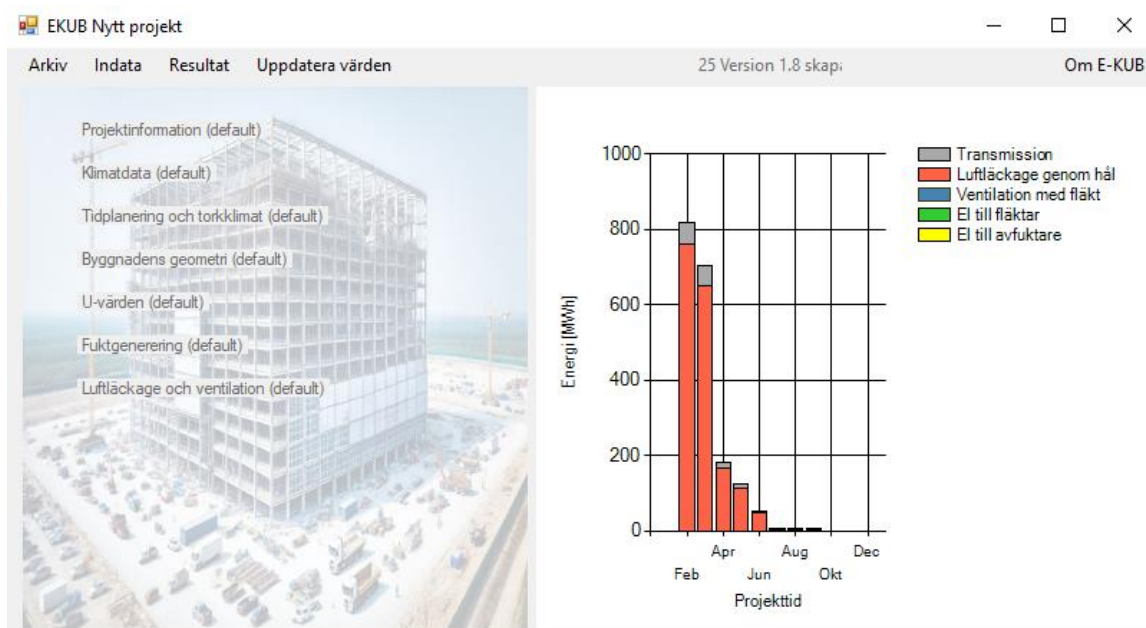
Programmet nås sedan från startmenyn (sök på ”EKUB”) eller från skrivbordet om en genväg skapats vid nedladdning.

När man startar upp E-KUB får man först frågan om man vill starta upp ett nytt projekt eller fortsätta med ett tidigare sparad projekt (Figur 1). Man kan antingen öppna senast sparade projekt direkt eller välja en tidigare sparad fil. Här ses också vilken version av programmet som används.



Figur 1 Uppstart E-KUB

Därefter kommer man till en startsida likt Figur 2. Här visas en lista över de olika delarna av valbara indata i programmet och man ser om och när ändringar har gjorts i respektive del. Där det står angivet "default" har ingen ändring gjorts av användaren. På startsidan visas också ett diagram över resulterande energianvändning för vald torkutrustning.



Figur 2 Startsidan

3 Indata

I rullgardinsmenyn *Indata* hittar du alla indata som ska fyllas i. Det går också att klicka direkt på rubrikerna i listan som visas på startsidan för att komma till respektive del.

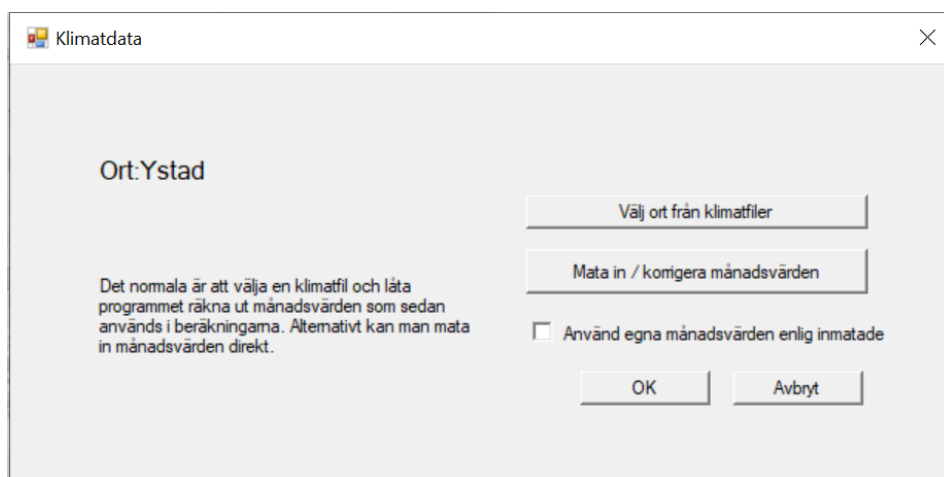
Effektbehov för uttorkning och klimathållning under produktion varierar stort över tid och beror i hög grad på klimatskärmens färdigställandegrad.⁵ För att hantera klimatskärmens utveckling samt variationer i eftersträvat uttorkningsklimat och fuktgenerering över tid har beräkningen delats in i tre faser som ska motsvara olika skeden i uttorkningsprocessen. Kalendertiden för respektive fas bestäms av användaren (under *Indata -Tidplan och torkklimat*) och för ett flertal indata kan olika värden anges för de tre faserna.

3.1 Projektinformation

Informationen som anges i den här delen är allmän information om projektet och inkluderas vid skapande av en rapport. Texten som fylls i för "Projektbeskrivning" inleder även namn på utdatafiler. För att inkludera bilder i rapporten, välj en eller två bilder i rullistan och tryck sedan på "... " för att ladda upp en bild.

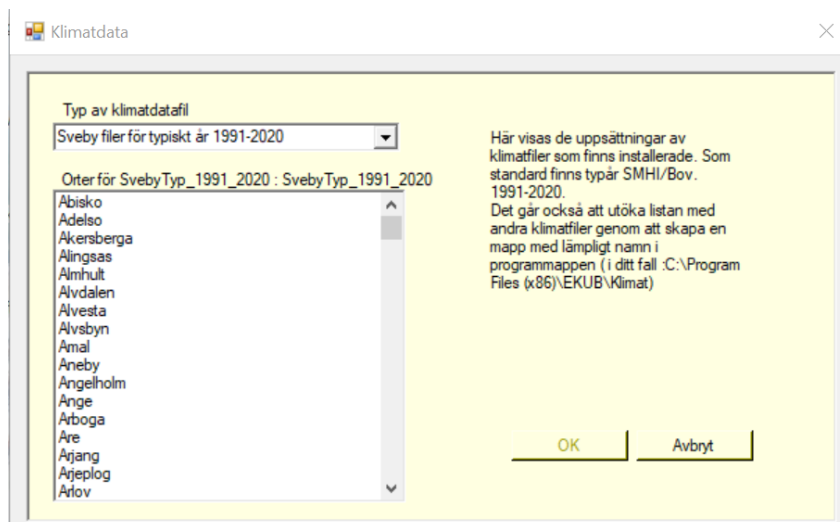
3.2 Klimatdata

I denna del väljer man vilket klimat som ska användas för beräkningarna. Tryck på "Välj ort från klimatfiler" (Figur 3) för att komma till en vy med en lista över de klimatfiler som finns installerade och kopplade till programmet (Figur 4). Med installationen av E-KUB följer klimatfiler för SMHIS normalår 1991-2020 tillgängliga från Sveby. Det går också att utöka listan med andra klimatfiler genom att skapa en mapp med lämpligt namn i programmappen. I programmet visas den för användaren aktuella sökvägen.



Figur 3 Indata: Klimatdata

⁵ Brander, P. (2009). Verktyg för optimering av byggtorkning. [Licentiatavhandling, Avdelningen för Byggnadsmaterial]. Avd Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.



Figur 4 Indata: Klimatdata - val av klimatfil

Tryck på "Mata in/korrigerade månadsvärden" (se Figur 3) i första vyn för klimatdata för att se de månadsvärden som används för beräkningar i programmet (Figur 5). Månadsvärdena är som standard beräknade utifrån vald klimatfil, men det finns även möjlighet att räkna med andra klimatdata genom manuell ändring av månadsvärden. Här visas också indata för två scenarier med något kallare respektive varmare utetemperatur. Dessa används för känslighetsanalyser i beräkningen av energibehov för uppvärmning.

Månadsvärden

Här presenteras månadsvärden framräknade utifrån timdata i vald klimatfil. Det går också att göra justeringar i datan nedan om man önskar titta på ett annat uteklimat. Beräkningar i programmet görs för tre olika uteklimat utifrån månadsvärden presenterade nedan.

Temp mark Medeltemperatur över året. Marktemperaturen förväntas inte variera

Normalt år

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
Temp ute	1,4	1,6	3,0	7,0	10,9	14,1	17,3	17,1	14,0	9,5	6,2	3,4	[°C]
Medelvind	5,5	6,0	5,2	4,6	4,7	4,0	4,3	4,1	4,6	5,2	5,6	5,7	[m/s]
Ånghalt luft	4,6	4,7	5,0	6,0	7,7	9,6	11,6	11,8	9,7	8,0	6,6	5,3	[g/m³]

Graddagar för klimatdatafilen bakom dessa data är 3046 med en balanstemperatur på 17 grader

Varmt år

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
Temp ute	2,2	2,3	3,7	7,5	11,2	14,3	17,3	17,2	14,2	9,9	6,7	4,1	[°C]
Ånghalt luft	4,2	4,3	4,6	5,7	7,4	9,3	11,4	11,6	9,4	7,6	6,2	5,0	[g/m³]

Graddagar för klimatdatafilen korrigerat för varmt år är 2778 med en balanstemperatur på 17 grader

Kallt år

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
Temp ute	0,7	0,8	2,3	6,5	10,6	13,9	17,2	17,0	13,9	9,1	5,6	2,7	[°C]
Ånghalt luft	4,9	5,1	5,4	6,4	8,0	9,9	11,8	12,0	10,1	8,4	7,0	5,7	[g/m³]

Graddagar för klimatdatafilen korrigerat för kallt år är 3097 med en balanstemperatur på 17 grader

Korrigeringen är gjord genom att varannan av de dagar som har en temperatur under 17 grader höjs eller sänks så att temperaturskillnaden mot 17 grader är 10% mindre alternativt större. Detta gör att graddimmarna ändras 5% upp alternativt ned från klimatfilens graddimmor

☐ Använd egna månadsvärden enligt ovan

Figur 5 Indata klimatdata - månadsvärden

Modellen räknar inte med solinstrålning idag vilket gör att beräkningarna hamnar på den säkra sidan. Vintertid är solinstrålningen så liten i stora delar av Sverige att den positiva effekten är försumbar. Sommartid kan det dock ge problem med övertemperaturer.

3.3 Tidplan och torkklimat

Här lägger man in en planering för uttorkningen, både i kalendertid och avseende vilket uttorkningsklimat som ska eftersträvas (Figur 6). För att hantera klimatskärmens utveckling och variation i eftersträvat uttorkningsklimat och fuktgenerering över tid har beräkningen delats in i tre faser som ska motsvara olika skeden i uttorkningsprocessen. Flera andra indata i beräkningen kopplar till de faser som definieras här.

E-KUB kan däremot inte användas för att räkna på uttorkningsförlopp och torktider, utan för detta behövs ett annat program. Tidplan och erforderligt uttorkningsklimat anges därmed här utifrån en föregående analys i annan programvara.

Tidplanering och torkklimat

Antal år ☐ Använd specifika år

Kritisk nivå på relativ fuktighet %

Mata in värde eller avryt ditt val med knapp längst ner till höger

Månad	Fas	Inomhustemperatur
Januari år 1	Före fas 1	Temp = 15 °C
Februari år 1	Fas = 1	Temp = 15 °C
Mars år 1	Fas = 1	Temp = 15 °C
April år 1	Fas = 2	Temp = 18 °C
Maj år 1	Fas = 2	Temp = 18 °C
Juni år 1	Fas = 2	Temp = 18 °C
Juli år 1	Fas = 3	Temp = 22 °C
Augusti år 1	Fas = 3	Temp = 22 °C
September år 1	Fas = 3	Temp = 22 °C
Oktober år 1	Efter fas 3	Temp = 22 °C
November år 1	Efter fas 3	Temp = 22 °C
December år 1	Efter fas 3	Temp = 22 °C

Ändra dessa månader till att gälla fas

Hittade faser är 2

Valda månader är 4 5

Ändra fasen på valda månader

Ändra dessa månader till att ha en inomhustemperatur på [°C]

En hittade temperaturer som är 18

Valda månader är 4 5

Ändra inomhustemperaturen på valda månader

Figur 6 Indata: Tidplanering och torkklimat

Tips: E-KUB kan med fördel användas för att visa på hur förändringar i tidplanen påverkar energibehovet för klimathållning och uttorkning. Viktigt att tänka på är att eventuella förslag på förändringar i tidplan eller klimatparametrar för minskad energianvändning också kräver uppdaterade beräkningar av uttorkningsförloppet.

Tidplan

Tidplanen kan sträcka sig över allt från några månader till flera år. Markera en eller flera rader för att ändra vilken fas månaden tillhör (Figur 6). Välj sedan fas i rullistan och tryck på "Ändra fasen på valda månader".

Som start på Fas 1 anges den månad som uttorkningen avses att påbörjas och Fas 3 slutar lämpligen då erforderlig uttorkning ska ha uppnåtts, och aktiv uttorkning inte längre behövs. Däremellan är det upp till användaren att definiera vad de olika faserna innebär. Det finns heller inget som hindrar att man anger samma indata för två eller alla tre faser, där så anses lämpligt. Beräkningen förutsätter tätt hus i bemärkelsen att det inte kan regna eller snöa in i byggnaden.

Inomhustemperatur

Markera en eller flera rader för att ändra vilken torktemperatur som ska eftersträvas inomhus under respektive månad (Figur 6). Ange en temperatur tryck på "Ändra inomhustemperaturen på valda månader".

Relativ fuktighet

I "Indata - Tidplan och torkklimat" anges även den kritiska nivån för relativ fuktighet som inte bör överstigas i inomhusluften. Samma värde används för alla faser. Detta värde används endast för information i redovisningen av resultat.

3.4 Byggnadens geometri

Här lägger man in invändiga mått på total längd och bredd för klimatskärmen, antal våningar och våningshöjder, samt en taklutning om klimatskärmen följer yttertaket (i annat fall är taklutningen 0). Geometrin för byggnaden är därmed kraftigt förenklad.

I samma fönster anges även fönsterarea, som en andel av total fasadarea, och löpmeter innervägg som ska torkas ut.

Byggnadens geometri

Ange total invändig bredd respektive längd för klimatskärmen.

Bredd [m]
Längd [m]

Ange hur många våningar det finns. Siffran används för att räkna schablonförbrukningar per kvadratmeter golvarea och liknande.

Antal våningar [st]

Ange taklutningen i grader om klimatskärmen följer yttertaket. Annars är lutningen 0 eftersom klimatskärmen innanför yttertaket är horisontell.

Taklutning [grader]

Ange i procent hur stor del av fasadytan som utgörs av fönster.

Fönsterarea [%]

Ange löpmeter innervägg som ska torkas ut. Detta innefattar oftast bärande stomme. Siffran används för beräkning av fuktproduktion.

Innervägg [m]

☐ Samma Höjd

	Höjd per våning	Total höjd (Golv)	Total höjd (Tak)	
Plan 4	2.8	8.4	11.2	[m]
Plan 3	2.8	5.6	8.4	[m]
Plan 2	2.8	2.8	5.6	[m]
Plan 1	2.8	0	2.8	[m]

OK Avbryt

Figur 7 Indata: Byggnadens geometri

3.5 U-värden

Här anges U-värden för tak, ytterväggar, golv och fönster för de tre faserna. Endast en typ av konstruktion kan hanteras per byggnadsdel. Antingen lägger användaren själv in U-värden direkt för de olika delarna, eller så gör man en beräkning av U-värden utifrån hur respektive byggnadsdel

är uppbyggd genom att välja "beräknat värde" i rullistan och sedan trycka på "Beräkna" (Figur 8). Då öppnas ett fönster där man kan ange konstruktionen för olika byggnadsdelar. Programmet räknar fram U-värden utifrån av användaren inmatade värden för materialets tjocklek och värmekonduktivitet (λ -värde). Det går att hämta λ -värden för vanliga material genom att klicka på "Hämta material" (Figur 9).

Figur 8 Indata: U-värden

Figur 9 Indata: U-värden - Beräkning av U-värde

3.6 Fuktgenerering

Här läggs fuktgenerering i rummet samt eventuell avfuktning in för de olika faserna (Figur 9). Fuktavgivningshastigheten från yttervägg, tak, bjälklag undersida, bjälklag ovansida respektive grund anges i gram per kvadratmeter och timme. Programmet är begränsat till en typ av respektive yta. Möjlighet finns även att lägga in en ytterligare fuktkälla (chock) för att simulera exempelvis flytavjämning eller sprutspackling på en mindre yta. Beräkningar av fuktavgivningshastigheten kan inte göras i programmet.

I konstanta torkmiljöer avtar torkhastigheten efterhand. I programmet finns en mycket förenklad funktion för att simulera detta genom att ange en procentuell minskning av fuktavgivningshastigheten per månad.

Tips: Läs mer om drivkrafter för uttorkning och torkmiljö i kapitlet 4.5 *Materialtorkning* i licentiatuppsatsen *Verktyg för optimering av byggtorkning* (Brander, 2009).

Genom att lägga till fuktupptagning för en avfuktare kan man titta på vad en aktiv avfuktning kan göra för torkmiljön. I programmet är det endast möjligt att lägga in en konstant avfuktning (i kg/dygn) per fas. Tänk på att avfuktarens kapacitet varierar med aktuella förhållanden (omgivande temperatur och RF) och se kapacitetskurvor från leverantören om du ska bedöma hur många maskiner som behöver sättas in.

Figur 10 Indata: Fuktgenerering

3.7 Luftläckage och ventilation

Här anges infiltration genom oplanerade och planerade håligheter samt planerad ventilation med fläktar.

Tryckbilden, luft rörelser och luftomsättning för en byggnad är generellt mycket svåra att bedöma, och ännu mer så för en byggnad under produktion. Tryck- och flödesbilden i en byggnad där klimatskärmen inte är färdig och ordinarie installationer inte är i drift skiljer sig på flera sätt mot en färdig byggnad. Dels är infiltrationen genom klimatskärmen via anblåsning mångdubbelt större innan huset blivit lufttätt. Dels är det interna luftläckaget inom huskroppen stort, vilket gör att skorstensverkan får stor effekt i högre byggnader. Vidare kan tryckbilden även påverkas radikalt av torkmaskiner om de för luft genom klimatskärmen.

Tips: Luftbalansen i en byggnad under uttorkning är med andra ord komplex och det är bra att känna till att programmet innehåller en rad förenklingar som skulle kunna ha mycket stor betydelse för utfallet. Samtidigt är uppskattningen av håligheter, vilket ska anges av användaren, sannolikt bland de mest svårbedömda parametrarna för den som genomför beräkningen, med stora osäkerheter i indata som följd. Utförande av en egen känslighetsanalys genom att variera indata för luftläckaget och se hur det påverkar energibehovet rekommenderas.

Hål i klimatskärmen består vid byggtorkning av tre olika typer:

1. Temporära hål beroende på att klimatskärmen inte är färdigställd
2. Planerade ventilationshål som ska finnas i drift (som ej är provisoriskt tätade)
3. Hål beroende på imperfektioner i klimatskärmen.

Imperfektioner medför normalt sett ett litet tillskott till totala hålarean i tidiga skeden av byggtorkningen men kan vara huvudsakliga källan till infiltrationen mot slutet. Hur stora de ofrivilliga läckageöppningarna tillåts vara i det färdiga huset beror på vilket fokus projektet haft på lufttäta konstruktioner.

Tips: Läs mer om håligheter och luftbalansen för en byggnad under uttorkning i kapitel 4.1 i licentiatuppsatsen *Verktyg för optimering av byggtorkning* (Brander, 2009).

Luftläckage

I programmet hanteras håligheter i klimatskärmen genom ett generellt spaltläckage för fasad (yttervägg exkl. fönster), fönster och tak (inaktiverad i nuvarande programversion). Luftläckaget beräknas i programmet utifrån total spaltlängd, spaltbredd och spaltdjup för respektive byggnadsdel.

Figur 11 Indata: Luftläckage och ventilation

I indatafönstret "Luftläckage och ventilation" (Figur 11) anges en "Sektionsstorlek" för respektive byggnadsdel, vilken används för beräkning av total spaltlängd. En sektion av en byggnadsdel motsvarar en yta som det finns en spalt kring. Hela byggnadsdelen antogs av programmet vara uppbyggt av sektioner av angiven storlek, och total spaltlängd beräknas som den sammanlagda skarvlängden mellan dessa sektioner. Läckagearean fördelas därmed jämnt mellan våningsplanen.

Sektionsstorlek för fasader: Beroende på fasadsystem erhålls fler eller färre skarvar i fasaden. I denna flik visas en bild av indelningen av fasaden i sektioner, med skarvar emellan, utifrån vald sektionsstorlek (Figur 11).

Sektionsstorlek för fönster: Här anges längd och bredd för ett genomsnittligt (eller vanligen förekommande) fönster i byggnaden.

I samma fönster anges också spaltbredd och spaltdjup för respektive byggnadsdel och fas. Spaltbredder antas för de verkliga spalter som finns och är troligen olika i olika faser av uttorkningen. Exempel på spalter under olika skeden:

- För fönster kan luftspalten i tidiga lägen utgöras av drevningsmånen runt fönstren, för att avslutas med fogade fönster där det kan vara som mest lite interntläckage i fönsteromfattningen om mjukfogning utförts rätt.
- Vindskydd i väggar kan i de tidigaste lägena innebära läckage vid alla skivskarvar. Efter plastfoliemontage blir det utmed plastfoliens anslutning till vägg, golv, tak som det kan finnas springor.

I fliken *Info* kan man se resulterande hålarea utifrån angivna spaltmått genom att trycka på "Uppdatera siffror" (Figur 12). För en mycket förenklad simulering av större håligheter i byggnaden kan spaltbredden för exempelvis fasad ökas tills en viss total hålarea uppnås.

Luftläckage och ventilation

Fasader | Fönster | Tak | Fläktar | Info

Areor på otätheter	Fasad	Fönster	Summa	
Våning 4	15,33	2,15	17,57	[m²]
Våning 3	15,33	2,15	17,48	[m²]
Våning 2	15,33	2,15	17,48	[m²]
Våning 1	15,33	2,15	17,48	[m²]

Uppdatera siffror

Ventilation är mycket svårbedömt innan klimatskalet är färdigt och ordinarie installationer är i drift. Dels är interntläckaget inom huskroppen stort vilket gör att skorstensverkan får stor effekt i högre byggnader. Dels är infiltrationen genom klimatskåmen via anblåsning mångdubbelt större innan huset blivit lufttätt. tryckbilderna kan även påverkas radikalt av torkmaskiner om de för luft genom klimatskalet.

Formfaktorer

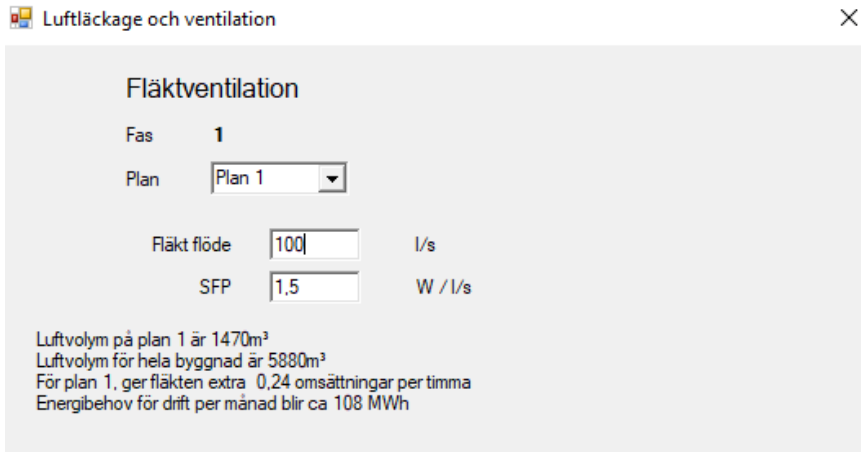
Ok Avbryt

Figur 12 Indata: Luftläckage och ventilation - Info

Under "Formfaktorer" (Figur 12) visas de formfaktorer som används i beräkningen. Det finns här också möjlighet att göra en manuell justering av dessa.

Ventilation

I fliken ”Ventilation” kan man lägga till ventilation med fläktar. Ett luftflöde läggs in per fas och våningsplan. Flödet läggs in i liter per sekund, men i samma vy visas också vilken omsättning per timma som detta motsvarar (Figur 13). För beräkning av fläktel efterfrågas även SFP W/(l/s) för fläkten eller aggregatet.



Luftläckage och ventilation

Fläktventilation

Fas **1**

Plan **Plan 1**

Fläkt flöde l/s

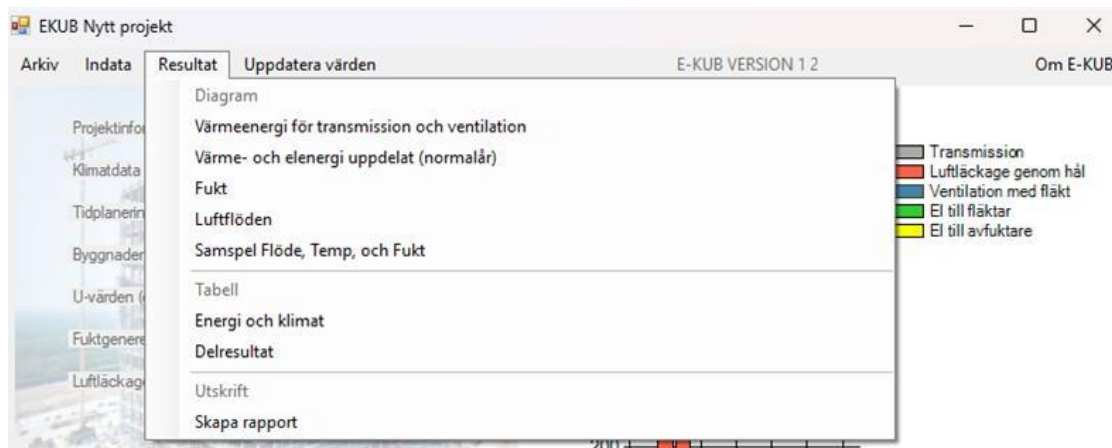
SFP W / l/s

Luftvolym på plan 1 är 1470m³
Luftvolym för hela byggnad är 5880m³
För plan 1, ger fläkten extra 0,24 omsättningar per timma
Energiebehov för drift per månad blir ca 108 MWh

Figur 13 Indata: Ventilation

4 Resultat

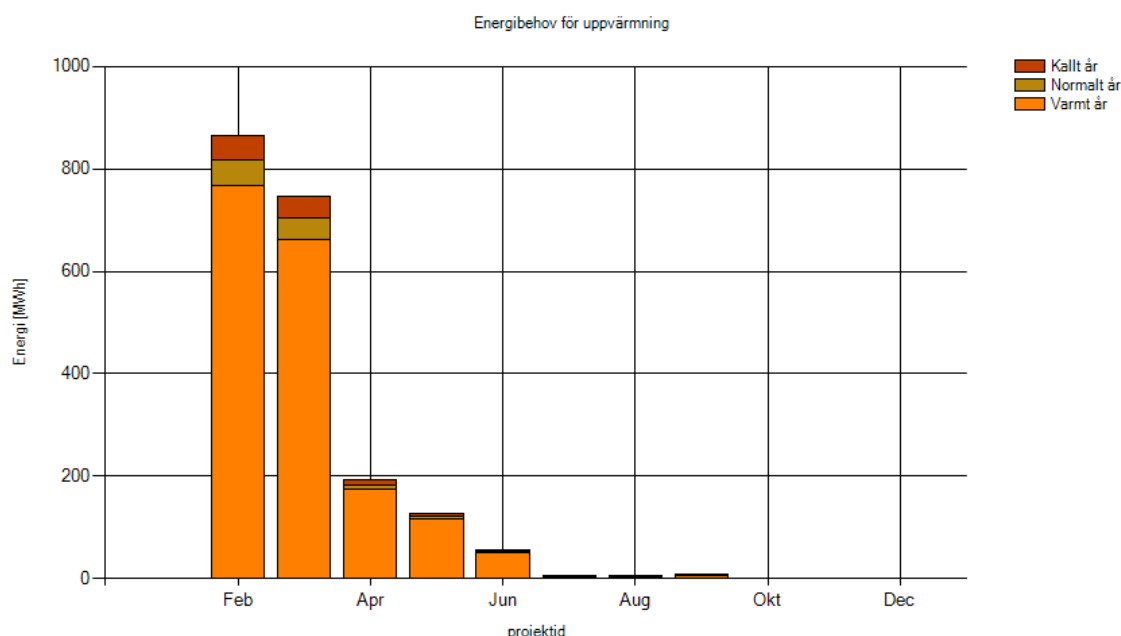
I rullgardinsmenyn *Resultat* på programmets startsida (Figur 14) hittar man månadsvisa resultat i diagram och tabellform. I tabellform redovisas även ett flertal parametrar som används i beräkningen, såsom areor och volym för byggnaden och olika tryck, delflöden, fuktgenerering och temperaturer. Det finns i programmet även möjlighet att skapa en rapport och att ladda ner indata i en Excel-fil.



Figur 14 Startside - Meny Resultat

4.1 Diagram

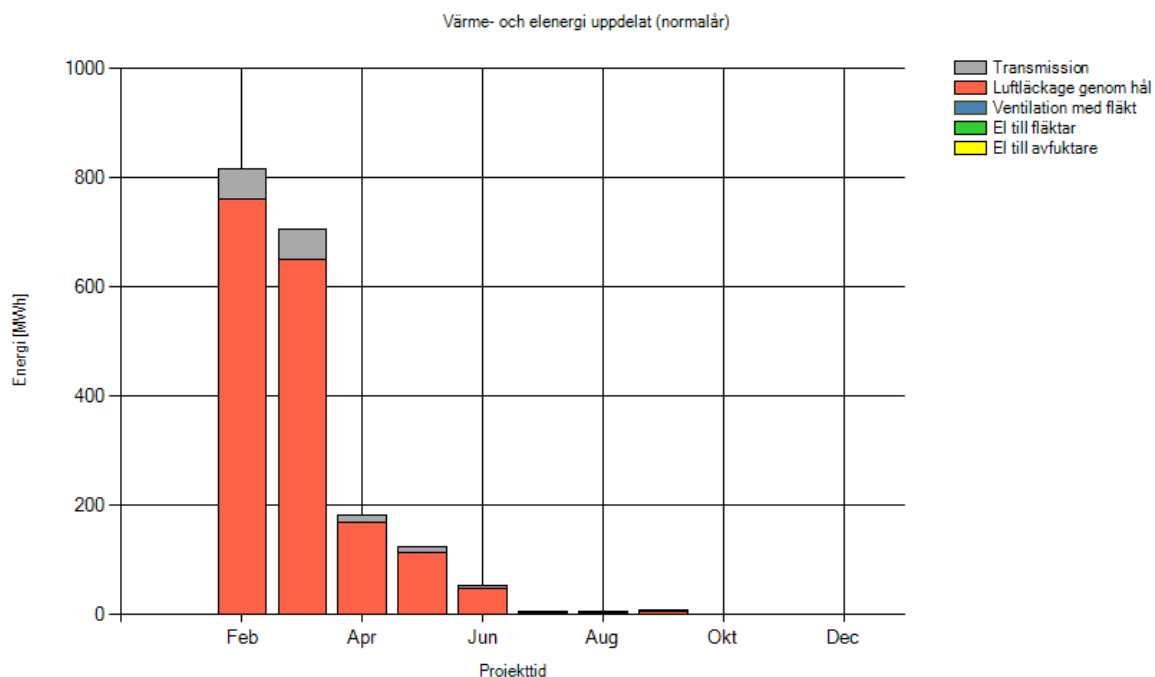
Utifrån valda indata ges följande månadsvisa resultat i grafer. Resultatet visas för hela projektiden, det vill säga för de månader som av användaren definierats som fas 1-3 i ”Indata – Tidplan och torkklimat”.



Figur 15 Resultat: Diagram Värmeenergi för transmission och ventilation (inkl. luftläckage)

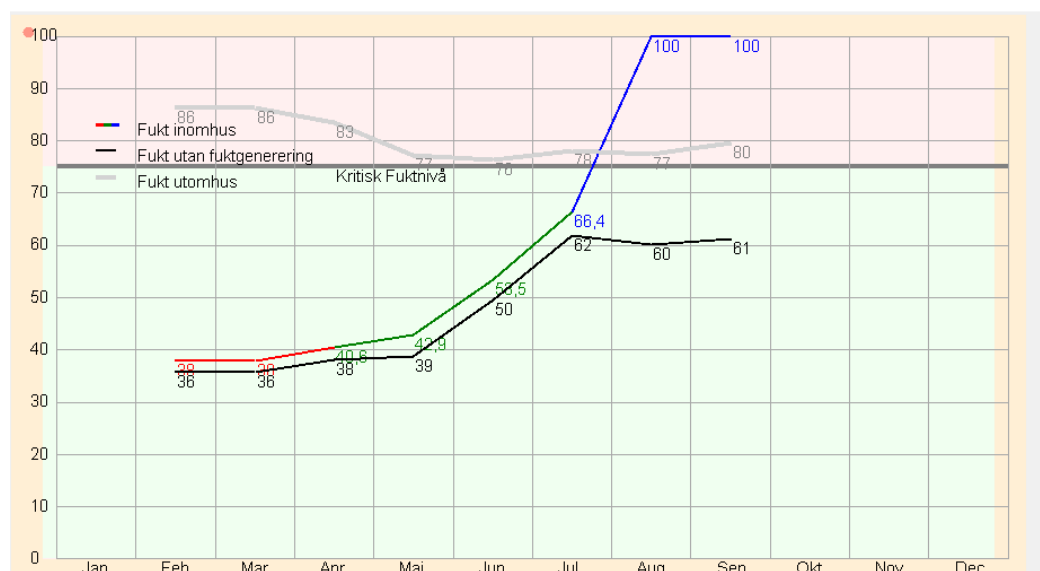
Värmeenergi för transmission och ventilation (Figur 15): Här visas totalt energibehov för uppvärmning beräknat utifrån klimatskärmens egenskaper och värmeförluster från frivillig och ofrivillig ventilation (luftläckage). Resultatet visas dels för valt klimat (”Normalt år”), samt för två

scenarier med lite kallare respektive varmare klimat ("Kallt år" respektive "Varmt år"). Ytterligare känslighetsanalyser med avseende på klimat, exempelvis mer eller mindre vind, kan göras genom manuell justering av indata.



Figur 16 Resultat: Diagram Värme- och elenergi uppdelat

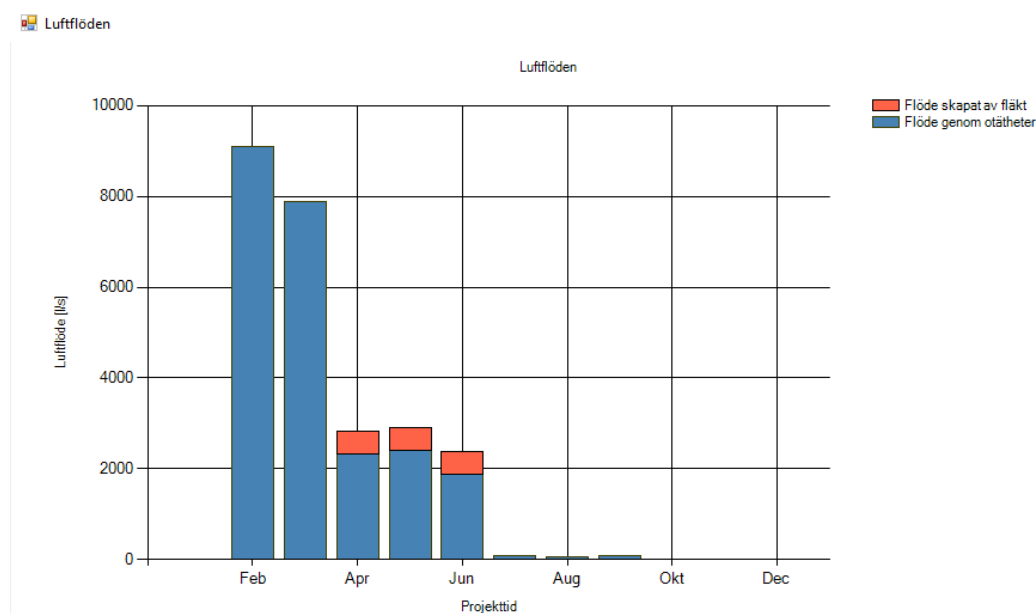
Värme- och elenergi uppdelat (Figur 16): Här visas dels värmeförluster genom transmission, ofrivilligt luftläckage genom hål respektive ventilation med fläktar, dels elenergi för drift av fläktar respektive avfuktare. Resultat visas för beräkningar med valt klimat.



Figur 17 Resultat: Diagram Fukt

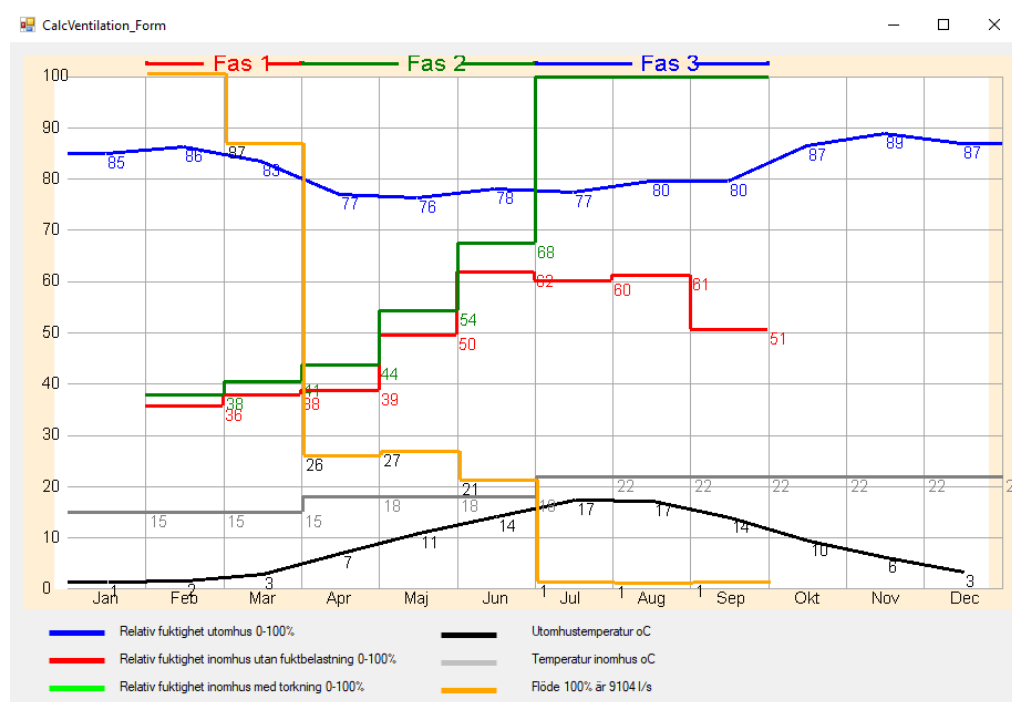
Fukt (Figur 17): Här redovisas förväntad relativ fuktighet (RF) i luften i torkmiljön (Figur 10) med eller utan av användaren angiven fuktgenerering och avfuktning. I diagrammet ses också en linje för kritisk fuktnivå som angetts av användaren under "Indata – Tidplan och torkklimat", samt den relativa fuktigheten i utomhusluften. Resultande relativ fuktighet i inomhusluften blir en

kontroll på hur relevant indata för uttorkningen blir. Om RF blir högt kommer uttorkningshastigheten att sjunka radikalt. Antingen får du påverka torkmiljön via avfuktning, ökad rumstemp eller mer ventilation. Alternativt får du iterera fram ny fuktproduktion som matchar de framräknade RF-nivåerna.



Figur 18 Resultat: Diagram Luftflöden

Luftflöden (Figur 18): Här visas totalt luftflöde skapat av fläktar och luftläckage genom otätheter.

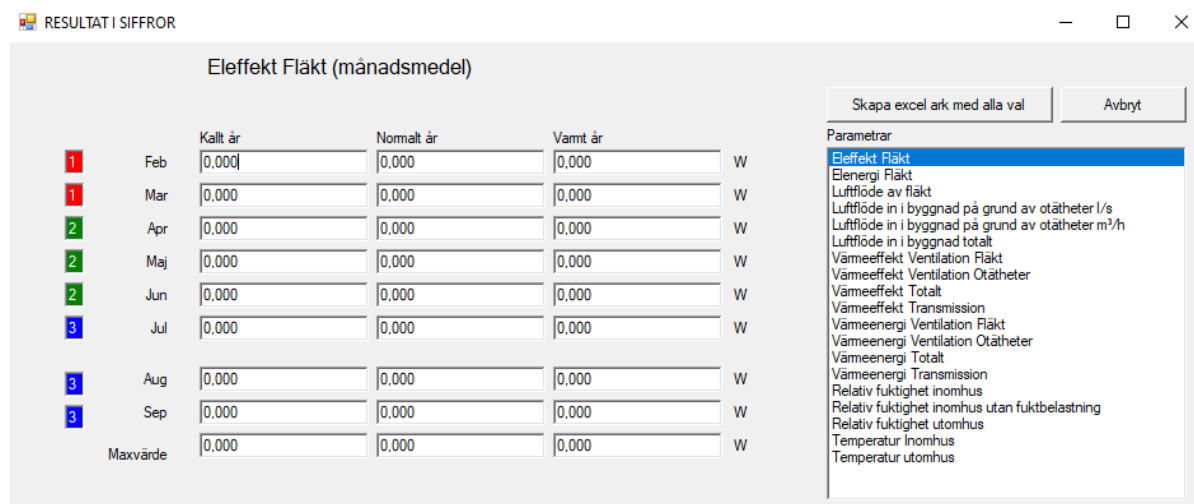


Figur 19 Resultat: Diagram Samspel flöde, temperatur och fukt

Samspel Flöde, Temp och Fukt (Figur 19): Här visas luftflöde, temperaturer och relativ fuktighet i samma diagram för att underlätta en jämförelse och överblick över dessa parametrar. Diagrammet sträcker sig över ett eller flera helår, med tydliggörande av projektiden med indelning i tre faser (enligt Indata – Tidplan och torkklimat) ovanför graferna.

4.2 Tabeller

I Resultatmenyn finns även två olika tabeller. I den första, ”Energi och klimat”, finner man de huvudsakliga beräkningsresultaten. I den andra, ”Delresultat”, redovisas andra värden som kan vara till hjälp för användaren, såsom areor, men också vissa antagna värden och delresultat som kan vara intressanta om man önskar att få en närmare inblick i beräkningsgången.



Figur 20 Resultat: Tabell Energi och klimat

Energi och klimat (Figur 20): Här återfinns resultat av energiberäkningarna i siffror per månad, samt total-, max- eller medelvärden för hela projektiden. Längst till vänster tydliggörs vilken fas (1-3) som månaden tillhör.

Välj i listan till höger i vyn vad du vill studera närmare. Sammanfattningsvis kan man se följande resultat:

- Värmeenergi per månad och totalt för projektiden (fas 1-3) uppdelat på transmission, ventilation med fläktar och luftläckage.
- Månadsmedeleffekter för dessa parametrar.
- Elenergi och månadsmedeleffekt för fläktar.
- Luftflöden per månad och medelvärden för hela projektiden.
- Temperatur och luftfuktighet inomhus och utomhus, per månad och medelvärden för hela projektiden.

Delresultat: Här redovisas i tabellform ett flertal värden som används i beräkningen. Man hittar här i huvudsak två typer av värden:

- Värden som kan vara till nytta för användaren i framtagande av nyckeltal: såsom tempererad golvarea och rumsvolym.
- Delresultat och antaganden som är avsedda för den som önskar att närmare studera beräkningsgången, vilken bygger på Peter Branders Excelverktyg framtaget i licentiatuppsatsen *Verktøy for optimering av byggtorkning*. Här ingår exempelvis vindtryck, skorstenstryck, luftdensitet och delflöden.

4.3 Utskrift

I resultatmenyn finns slutligen även valet ”Skapa Rapport”, med möjlighet att generera en rapport i word- eller pdf-format med projektinformation, indata och resultat, samt möjlighet att ladda ner indata i en Excel-fil.