# Beräkning av självdragsventilation med PNVB1255 2023-05-17

Denna bruksanvisning bör läsas i pappersform samtidigt som PNVB1255 körs på en dator. Kalkylbladets celler och rader är blåmarkerade här i texten och Excel använder decimalkomma.

Beräkningsmodell med strömningsvägar

Luftflöden beräknas i ett centraliserat självdragssystem med uteluftsdon i alla rum och frånluftdon i kök, badrum, duschrum och toalett. Beräkningsmodellen har minst två och upptill tolv strömnings-vägar med minst en upptill fem seriekopplade komponenter utifrån med givet yttre tryck och in till en rumsvolym med ett sökt inre tryck. Identiska strömningsvägar kan summeras till en. Fler kompon-enter än fem i en strömningsväg kan med kalkylbladet seriekopplas till fem komponenter.

Alla indata och beräkningsresultat redovisas på kalkylbladet med färgkodning vitt för alla indata, ljusbrunt för huvudresultat, gult för mellanresultat, grönt för beräkning av inre tryck med intervall-halvering i tolv steg och blått för resten. Antalet indataceller är 160. En byggnad med två hål beskrivs 10 indata. Ett småhus med fyra rum, kök, badrum och duschrum kan beskrivas med 54 indata enligt nedan 21 för sju strömningsvägars namn, fasadriktning/vindfaktor och anslutningsnivå, 5 för fem dörrar, 8 för fyra fasader med uteluftsdon, 18 för tre frånluftskanaler och 2 för temperatur inne och ute. Vita indatarutor finns i området B4:M28.



Figur 1 Excel-ark för program PNVB1255 med indata för ett småhus med sjuströmningsvägar.

Fyra grunddata är inne- och utetemperaturen B4:B5, vind m/s F4 och vindriktning 0-360 o F5. 90 o är vind från öster mot väster. Vindens dynamiska tryck *ρv*2/2 [Pa] ges i F6. Luftens densitet [kg/m3] ges i D4:D5 och vertikal termisk tryckändring Δ*ρg* [Pa/m] i D6. Om finns en temperaturskillnad inne-ute eller att strömningsvägarna påverkas olika av vind, anges detta med ok i H4 annars fås nollflöden.

Strömningsvägars yttre anslutningar

De tolv strömningsvägarna definieras i området på B7:M31 med tretton rader indata blandat med tolv rader beräkningsresultat. Ingående strömningsvägar namnges på rad 7 och omärkta ström-ningsvägar kan användas för hjälpberäkning. Beräknade luftflöden och tryckfall redovisas för varje strömningsväg på rad 8-9. Luftflödet genom bostaden *q* [l/s] ges i B6 lika med alla inflöden eller alla utflöden. En strömningsväg kan förses med en hjälpfläkt på rad 10 lika med fläktens tryckstegring Δpx Pa vid nollflöde plus en extra komponent med tryckfall Δpx Pa för flödet qx l/s enligt Figur 2.



Figur 2 Fläktkurva för hjälpfläkt och dess indata Δpx Pa och qx l/s.

Vindfaktor direkt i (-1,1) eller indirekt med fasadriktning med 1-360 o ges på rad 11. 180 o anger att fasaden vetter mot söder. 0 o ger vindfaktor noll, medan 360 o ger fasad åt norr. Beräknad vindfaktor ges på rad 12. Vindfaktorn f(α) beräknas med vinkeln α o mellan fasadens normal och vindriktning enligt (1) och redovisas i Figur 3. Vindfaktorn är 0.8 för lovart, -0.5 för strykande vind och -0.6 för lä samt i medeltal -0.2. Ändrad vindriktning kräver inga andra ändringar än själva vindriktningen.

 f(α) = -0.2 + 0.7 cos(α) +0.3 cos(2α) (-) (1)

Det yttre trycket rad 14 beräknas med termisk tryckändring Pa/m D6 och nivå på fasad/tak över plus-höjd rad 13 samt med vindtryck Pa F6 och vindfaktor rad 12.



Figur 3 Vindfaktorfunktion

Strömningsvägars komponenter

Indata till strömningsvägarnas fem komponenter finns på rad 15-29 med fem beräknade delareor. Det finns fem typer av komponenter angivna med talpar a och b på raderna a och b i kalkylbladet följt av resultatet en delarea A dm2. En strömningsvägs beräknade delareor (*Ai1-Ai5*) seriekopplas till en serie-area *Ai* på rad 30 enligt (4). Flödet genom en strömningsväg beräknas med den framräknade seriearean och tryckskillnaden mellan den yttre förutsättningen och det inre trycket. De tal som matas in i a och b har olika tecken och enheter beroende på komponenttyp enligt nedan.

1. a = 0 b = 0 Outnyttjad komponent
2. a = 0 b > 0 Fri area b dm2 area A=b
3. a > 0 b < 40 Rak kanal med diameter a mm och längd b m < 40 m area A=A(6)
4. a > 0 b > 40 Kanalböj med diameter a mm och vinkel b o > 40 o area A=A(7)
5. a > 0 b < 0 Kanalkomponent med diameter a mm och lokalförlustfaktor –b area A=A(8)
6. a < 0 b > 0 Kvadratiskt tryckfall -a Pa vid flödet b l/s area A=A(5)

Talpar med a = < 0 och b < 0 ger arean 0 dm2. Alla komponenter beräknas med ett kvadratiskt samband med standardsorter mellan tryckfall Δp Pa, flöde q m3/s, lufthastighet v m/s och genomströmningsarea A m2 enligt (2). Mer passande sorter används i fortsättningen för flöde l/s och för area dm2. Parallell- och seriekoppling av genomströmningsareor Ai dm2 görs enligt (3-4) till A dm2.

 Δp = ρ ( q/A )2/2 = ρ v2/2 (Pa) (2)

 A = Σ Ai parallell (dm2) (3)

 1/A2 = Σ 1/Ai2 serie (dm-4) (4)

Arean A m2 för ett flödesmotstånd beräknas som (5) efter omskrivning av (2). Areorna för en rak kanal, kanalböj och kanalkomponent beräknas enligt (6-8) i förhållande till kanalens tvärsarea Ao = πa2/40000 dm2 där diameter a har sorten mm. Friktionstalet λ nedan är 0.03 (något högt). En rak kanal, en kanalböj och en kanalkomponent får alla en beräknad area A lika med tvärsnittsytan Ao om längden är b = a / 30 m, vinkeln är b = 300 o och förlustfaktorn är b = -1.

 A = b / 2000.5 (-a / ρ)0.5 (dm2) (5)

 A = Ao / (1000 λ b / a)0.5 rak kanal (dm2) (6)

 A = Ao / (b / 300)0.5 kanalböj (dm2) (7)

 A = Ao / (-b)0.5 kanalkomponent (dm2) (8)

Flödet för en strömningsväg qi l/s beräknas med dess seriearea Ai dm2, dess yttre tryck pi Pa och inre tryck pz Pa utifrån (2) och här enligt (9).

 qi = Ai sign(pi-pz) (200 abs(pi-pz)/ρ)0.5 (l/s) (9)

Kalkylarkets namnfria strömningsvägar kan användas för beräkna delareor och seriekopplade del-areor utan att huvudberäkningen påverkas. Parallellkoppling av komponenter i en strömningsväg görs genom summering av med kalkylarket framräknade ingående delareor. Seriekoppling av komponenter är ett sätt att minska antalet till fem i en strömningsväg.

Beräkningskrav och kontroll

Beräkningskrav är minst två strömningsvägar. Resultatet blir nollflöde för alla strömningsvägar, om alla yttre anslutningstryck rad 14 är lika. Detta inträffar för fall med lika anslutningsnivå rad 13 eller samma temperatur inne som ute och ingen vindpåverkan, vilket är lufthastighet 0 m/s eller alla vindfaktorer rad 12 är lika.

Själva beräkningsuppgiften är att summan av alla inflöden måste vara lika med summan av alla ut-flöden. Flödena för de olika strömningsvägarna *qi* [l/s] rad 8 bestäms efter intervallhalvering av inre tryck *pz* [Pa] M4. Användaren kan ange ett inre tryck skilt från noll i L4. Beräknade summaflöden redovisas i L5:M5 för inre tryck enligt L4:M4. En storleksoberoende testkvot mellan summaflödet och det absoluta summaflödet beräknas och redovisas i L6:M6. Testkvoter absolut mindre än 0,01 är godtagbart.

Neutrallagrets nivå för fall utan vind 0 m/s beräknas med det inre trycket i M4 och den termiska tryckgradienten i D6 och redovisas i H6.

Ett småhus

Småhuset är redovisat med Excelark i Figur 1. Småhuset har tre sovrum och allrum med fasadläckage och uteluftdon. Fasadytorna är 12.5, 20, 12.5 respektive 37.5 m2. Tätheten vid 50 Pa är 1 l/sm2, vilket ger flödena 12.5, 20, 12.5 respektive 37.5 l/s. Alla dons tryckfall har skalats upp till 50 Pa och motsvarande flöden blir 16, 16, 16 respektive 32 l/s. De fyra otäta fasaderna med uteluftsdon kan beskrivas med samma tryckfall 50 Pa för summaflödena 28.5, 36, 28.5 respektive 69.5 l/s. Kök, badrum och duschrum har luftkanaler 200, 200 och 100 mm alla med utloppsförlustfaktor 1 (fri utströmning) och längd 2.5 m samt inloppsdon med tryckfall 5 Pa vid flöden 30, 20 respektive 10 l/s. Strömningsvägarnas areor blir 0.29, 0.35, 0.29, 0.76, 0.97, 0.62 och 0.30 dm2. Anslutningsnivå är för de sju strömningsvägarna 1, 1, 1, 1, 5, 5 och 5 m. Vindfaktor för kök, badrum och duschrum är -0.5 för alla tre. Fasadriktning för tre sovrum och allrum är varvet runt 90 öster, 180 söder, 270 väster och 360 norr. Småhusets strömningsvägar redovisas nedan med namn, fasadriktning eller vindfaktor, anslutningsnivå och komponenters talpar. Dörrars överluftspalt är 0.8 eller 1.6 dm2. Allrum och kök har inga dörrar och bildar den inre gemensamma volymen.

Sovrum 1 90 ° 1 m -50:28,5 0:0,8

Sovrum 2 180 ° 1 m -50:36 0:0,8

Sovrum 3 270 ° 1 m -50:28,5 0:0,8

Allrum 360 ° 1 m -50:37,5

Kök -0,5 5 m 200:-1 200:2,5 -5:30

Badrum -0,5 5 m 200:-1 200:2,5 -5:20 0:1,6

Duschrum -0,5 5 m 100:-1 100:2,5 -5:10 0:1,6

En hjälpfläkt för kök enligt Figur 2 med tryckstegring 80 Pa och högsta flöde 40 l/s vid noll tryck-stegring ändrar raden ovan till raden nedan där frånluftsdonet -5:30 ersätts med -80:40 och hjälpfläkten blir -80 Pa, vilket ger ökar utsug.

Några arbetsuppgifter

Kalkylarkets exempel, ett småhus med tre sovrum, allrum, kök, badrum och duschrum med 20°C inne, 10°C ute och vindhastighet 0 m/s är utgångsfall för alla arbetsuppgifter. Vad blir totalflödet? Vilka av strömningsvägarnas flöden påverkas mest? Några ledtrådar ges för en del uppgifter. Återställ till utgångsfallet före nästa uppgift. De sju flöden för sovrum 1-3, allrum, kök, badrum och duschrum är för utgångsfallet är 4.81, 5.59, 4.04, 11.80, -15.07, -7.91 och -3.20 l/s.

1-4 Utgångsfallet för fyra olika utetemperatur 10, -20, 17.5 och 30 °C. 20.9 l/s.

 Temperaturskillnaden är fyra gånger större än utgångsfallet. 44.4 l/s

 Temperaturskillnaden är fyra gånger mindre än utgångsfallet. 10.2 l/s

 Som utgångsfallet fast tvärt om. 20.4 l/s

5 Utgångsfallet med vindhastighet 10 m/s och vindriktning norr 0 °. 84.0 l/s

6 Utgångsfallet med vindhastighet 20 m/s och vindriktning norr 0 °. 171.2 l/s

7 Utgångsfallet med vindhastighet 5 m/s och vindriktning norr 0 °. 43.8 l/s

8 Som uppgift 7 och vindriktning öster 90 °. 28.4 l/s

9 Som uppgift 7 och vindriktning söder 180 °. 28.1 l/s

10 Som uppgift 7 och vindriktning väster 270 °. 28.4 l/s

 Allrummet har nordfasad och har två uteluftsdon, vilket förklarar skillnaderna.

11 Utgångsfallet. Ta bort tre sovrumsdörrar. 21.4 l/s

12 Utgångsfallet. Ta bort två hygienrumsdörrar. 21.1 l/s

13 Utgångsfallet. Ta bort alla fem dörrar. 21.7 l/s

14 Utgångsfallet. Halvera alla överluftsareor i de fem dörrarna. 19.2 l/s

 Överluftareorna 0.8 eller 1.6 dm2 märks inte utom för badrummet.

15 Som uppgift 7 och med vindfaktor -1 för kök, badrum och duschrum. 63.6 l/s

16 Utgångsfallet med kanal 160, 160 och 100 för kök, bad och dusch. 20.3 l/s

17 Utgångsfallet med kanal 160, 160 och 125 för kök, bad och dusch. 20.4 l/s

18 Utgångsfallet med kanal 160, 160 och 160 för kök, bad och dusch. 20.4 l/s

19 Utgångsfallet. Testa hjälpfläkt 25 Pa vid 30 l/s för köket. 29.0 l/s

20 Utgångsfallet. Testa hjälpfläkt 25 Pa vid 20 l/s för badrummet. 26.4 l/s

21 Utgångsfallet. Testa hjälpfläkt 25 Pa vid 10 l/s för duschrummet. 23.5 l/s

 Hjälpfläktar anges som -25 Pa. Bara utgående dontryckfall ändras till -25 Pa.