

Aarhus Universitet

Dokumentation

Vejrdata Applikation

Thea Broholt & Steffen Petersen
12-05-2022

1. Indledning

Simulering af bygningers indeklimate og energiforhold benyttes ofte i forbindelse med byggeri til at foretage designvalg som skal sikre det gode indeklima med et lavt energiforbrug. Disse simuleringer udføres som regel under et givent vejrforhold; i design situationen er der ofte tale om 'design vejrdata' som er et forsøg på at sammensætte et vejrdatasæt som repræsenterer vejrforhold på en bestemt geografisk lokation. I Danmark har man ét design vejrdata år (DRY2013) som dækker hele Danmark. I virkeligheden kan det faktiske vejr for en bestemt lokation – selv i Danmark – variere fra år til år, og det er derfor urimeligt at sammenligne forholdene fra en simulering af et byggeri foretaget med DRY for det faktiske målte forbrug for et givent år. Ønsker man en nogenlunde fair sammenligning mellem et simuleret forbrug og et faktisk forbrug er det derfor nødvendigt at udskifte DRY datasættet i simuleringer med målt vejrdata for det år man har ønsker sammenligne.

Denne rapport dokumenterer en online applikation der kan genere vejrfiler ud fra historisk vejrdata til forskellige simuleringsværktøjer for en brugerbestemt lokation i et brugerbestemt år. Der kan genereres to formater: en time-baseret vejrfil i formatet .epw, som bl.a. bruges i EnergyPlus og ICEbear, og et .xml format som benyttes i Be18. Applikationen er udviklet på Aarhus Universitet i forbindelse med projektet BeREAL støttet af Elforsk. Det overordnede formål med projektet er at 'lukke hullet mellem beregnet og reelt energiforbrug' i bygninger. Det konkrete formål med denne applikation er at muliggøre en minimering af usikkerheden mellem det beregnede og faktiske energiforbrug grundet vejrforhold.

Applikationen bygger på informationer omkring vejrforhold i en database indeholdende dataset på timebasis for et "grid" på 40x40km for Europa (Victoria, M. & Andersen, G. 2018). Dette data er herefter behandlet og formatteret så det er i overensstemmelse med de førnævnte vejrdatafil-formater.

Ud over en generel indføring i applikationen indeholder denne rapport en beskrivelse af hvilken behandling data er underlagt før de formateres til de givne fil-formater, samt verificeringer af benyttede metoder hertil.

Aarhus Universitet, 2018

Forfatterne:

Thea Broholt, civilingeniør, forskningsassistent på institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet.

Steffen Petersen, civilingeniør, phd., lektor på institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet.

Indhold

1. Brugerinput i Vejr Data Applikation	3
2. Generering af epw-filer.....	3
2.1 Epw-filens indhold	3
2.2 Beregning af direkte og diffus solindstråling.....	4
3. Generering af be18 xml.....	8
3.1 Be18-filens indhold	8
3.2 Solindstråling.....	8
3.3 Vinkelfaktorer	17
3.4 Illuminans	21
3.5 Nattetimer	24
3.6 Skyggefaktorer	25
3.7 Afskærmningsfaktor	39
3.8 Varmepumpe dækningsgrad.....	42
3.9 Udetemperatur	42
3.10 Jordtemperatur.....	42
3.11 Vindhastighed.....	42
4. Referencer	43

1. Brugerinput i Vejrdata Applikation

Applikationen behøver følgende information fra brugeren for at generere de ønskede vejrfiler:

- Lokation for ønsket vejrdata (by, land)
- Ønsket periode (angiv begyndelsesmåned)
- Ønsket vejr-data type (Klik på knap til epw-filer eller Be18-filer)

Ud fra den givne lokation vurderes det hvilken vejrstation i databasen, der ligger tættest på, og herfra bliver der hentet data.

Perioden for det ønskede vejrdata vil altid svare til et helt år, altså 8760 timer, men ikke nødvendigvis i perioden januar-december. Brugeren definerer kun startmåneden, og slutmåneden vil da fremgå et år herefter.

For Be18-vejrdatafiler vil data altid fremgå i rækkefølgen januar-december. Dvs. hvis man som bruger for eksempel har valg perioden: juni 2017 – maj 2018, vil vejrfilen indeholde følgende data: januar 2018 – maj 2018, og juni 2017 – december 2017. Dette giver ikke den helt korrekte dynamik i Be18, men er nødvendigt for at programmet fungerer (desuden er dynamikken meget simpel i Be18, så dette greb har meget lidt indflydelse på resultaterne). Man skal være opmærksom på dette greb hvis man f.eks. ønsker at sammenligne med faktisk data der har en opløsning på lavere end et år.

For .epw-filerne sammensættes vejrdata kronologisk for perioden.

Navnet på den genererede .epw eller .xml vil svare til lokationen angivet af brugeren: "land_by" samt de år hvori den ønskede periode befinder sig, f.eks. 'Denmark_Aarhus_2016_and_2017' for et splittet år, eller 'Denmark_Aarhus_2016' for et givent år. Inde i filen vil lokationen (logitude/latitude) for den faktiske vejrstation fremgå.

2. Generering af epw-filer

I følgende afsnit beskrives kort indholdet af en epw-vejrfile fra applikationen, samt hvilke beregninger der er foretaget på data fra databasen, for at udfylde vejrfilen.

2.1 Epw-filens indhold

Epw-filen indeholder data på timebasis i løbet af et år, dvs. 8760 værdier for hvert input i filen. På baggrund af databasens indhold, vil den generede epw-fil indeholde følgende input:

- År, måned, dag, time og minut - Direkte fra databasen
- Udetemperaturen [°C] - Direkte fra databasen
- Relative luftfugtighed [%] - Direkte fra databasen
- Global solindstråling [W/m²] - Direkte fra databasen
- Direkte solindstråling [W/m²] - Beregnet ud fra Global solindstråling
- Diffus solindstråling [W/m²] - Beregnet ud fra Global solindstråling
- Vindhastighed [m/s] - Direkte fra databasen

Vindretningen er pt. ikke en del af vejrdatasættet, men kan tilføjes i fremtidig udvikling.

Derudover indeholder filen enkelte input, som beskriver lokationen for vejrstationen:

- Længdegrad/Breddegrad - Direkte fra databasen
- Tidszone - Bestemt ud fra længdegrad/breddegrad

2.2 Beregning af direkte og diffus solindstråling

Den direkte og diffuse solindstråling er bestemt ved brug af en splitmodel, som opdeler den globale solindstråling. Den benyttede splitmodel er beskrevet i Victoria, M. & Andersen, G. 2018. Modellen benytter klarhedsindekset til at bestemme en faktor, som beskriver hvor stor en del af den globale solindstråling der er diffust.

OBS! Den globale solindstråling indeles kun hvis solhøjden er større end eller lig med 0.02, svarende til ca. 1°

$$F = \begin{cases} \min(1, 1.02 - 0.254K_t + 0.0123 \sin(\gamma_s)), & \text{hvis } 0 \leq K_t \leq 0.3 \\ \min(0.97, \max(0.1, 1.4 - 1.749K_t + 0.177 \sin(\gamma_s))), & \text{hvis } 0.3 < K_t \leq 0.78 \\ \max(0.1, 0.486K_t - 0.182 \sin(\gamma_s)), & \text{hvis } K_t > 0.78 \end{cases} \quad (2.2.1)$$

Hvor	F	er en faktor til opdeling af global solindstråling [-] OBS! kan max være 1	
	K_t	er klarhedsindekset [-]	(2.2.5)
	γ_s	er solhøjden (≥ 0.02) [radianer]	(2.2.7)

Den diffuse del af den globale solindstråling beregnes da ud fra denne faktor.

$$DHI = \max(0, GHI \cdot F) \quad (2.2.2)$$

Hvor	DHI	er diffus solindstråling på horisontal flade [W/m^2]	
	GHI	er global solindstråling på horisontal flade [W/m^2]	Givet i database
	F	er faktor til opdeling af global solindstråling [-]	(2.2.1)

Herefter kan den direkte solindstråling på en horisontal flade bestemmes, som den resterende del af den globale solindstråling.

$$Dir = GHI - DHI \quad (2.2.3)$$

Hvor	Dir	er direkte solindstråling på horisontal flade [W/m ²]	
	GHI	er global solindstråling på horisontal flade [W/m ²]	Givet i databasen
	DHI	er diffus solindstråling på horisontal flade [W/m ²]	(2.2.2)

I vejrfilen indgår ikke den direkte solindstråling på en horisontal flade, i stedet indeholder filen den direkte solindstråling på en flade normal til strålens retning.

$$DNI = \max \left(0, \frac{Dir}{\sin(\gamma_s)} \right) \quad (2.2.4)$$

Hvor	DNI	er direkte solindstråling på flade i strålens normal [W/m ²]	
	Dir	er direkte solindstråling på horisontal flade [W/m ²]	(2.2.3)
	γ_s	er solhøjden [radianer]	(2.2.7)

2.2.1 Klarhedsindekset

Klarhedsindekset er et forhold mellem den globale solindstråling på en horisontal flade og solindstrålingen yderst i atmosfæren, og beskriver derved atmosfærens effekt på solindstrålingen (Victoria, M. & Andersen, G., 2018).

$$K_t = \frac{GHI}{B_0(1 + 0.033 \cos(J))\sin(\gamma_s)} \quad (2.2.5)$$

Hvor	K_t	er klarhedsindekset [-]	
	GHI	er global solindstråling på horisontal flade [W/m ²]	Givet i databasen
	B_0	er solkonstanten (≈ 1367) [W/m ²]	
	J	er dagsvinklen [radianer]	(2.2.6)
	γ_s	er solhøjden [radianer]	(2.2.7)

2.2.2 Dagsvinklen

Dagsvinklen er en vinkel som angiver den aktuelle dag i løbet af et år (Duffie, J. & Beckman, W., 2013).

$$J = (d_n - 1) \frac{2\pi}{365} \quad (2.2.6)$$

Hvor J er dagsvinklen [radianer]
 d_n er dagsnummeret af året

2.2.3 Solhøjden

Solhøjden er vinklen mellem et horisontalt plan og en linje i solens retning (Scharmer, K. & Greif, J., 2000).

$$\gamma_s = \sin^{-1}(\sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \cos(\omega)) \quad (2.2.7)$$

Hvor γ_s er solhøjden [radianer]
 φ er breddegraden [radianer] Givet i databasen
 δ er deklinationen [radianer] (2.2.8)
 ω er timevinklen [radianer] (2.2.9)

2.2.4 Deklination

Deklinationen beskriver solens position i forhold til jorden (ud fra ækvator). (Victoria, M. & Andersen, G., 2018)

$$\delta = 23.45 \sin\left(\frac{360(d_n + 284)}{365} \frac{\pi}{180}\right) \frac{\pi}{180} \quad (2.2.8)$$

Hvor δ er deklinationen [radianer]
 d_n er dagsnummeret af året

2.2.5 Timevinklen

Timevinklen er en vinkel, som angiver den aktuelle time i løbet af en dag (Scharmer, K. & Greif, J., 2000).

$$\omega = 15(LAT - 12) \frac{\pi}{180} \quad (2.2.9)$$

Hvor ω er timevinklen [radianer]
 LAT er soltid i timer, decimaltal [-] (2.2.10)

2.2.6 Soltid

Decimaltal som beskriver soltiden, da denne ikke nødvendigvis er den samme som den tid vi kender på uret. Solen står ikke lige højt på himlen kl. 12 alle dage om året (Scharmer, K. & Greif, J., 2000). Det antages, at det timebaseret data fra databasen repræsenterer en middelværdi over en time.

$$LAT = LMT + ET + \frac{(\lambda - \lambda_R)}{15} - c \quad (2.2.10)$$

Hvor LAT er soltid i timer, decimaltal [-]
 LMT er civiltiden – midt time [timer]
 ET er ligningen for tid [timer] (2.2.11)
 λ er længdegraden [°] Givet i databasen
 λ_R er tidszonen i grader:
 tidzonen · 15
 c er korrektion for sommertid:
 sat til 0

2.2.7 Ligning for tid

Ligningen for tid beskriver variationen mellem den tid vi ser på uret og soltiden. Da solen som nævnt ikke altid står lige højt på himlen kl. 12 hver dag i løbet af året (Duffie, J. & Beckman, W., 2013).

$$ET = (229.18(0.000075 + 0.001868 \cos(J) - 0.032077 \sin(J) - 0.014615 \cos(2J) - 0.04089 \sin(2J))) / 60 \quad (2.2.11)$$

Hvor ET er ligningen for tid [timer]
 J er dagsvinklen [radianer] (2.2.6)

3. Generering af Be18 xml-fil

Nedenfor beskrives kort indholdet af Be18 vejrfilen, hvorefter beregningsmetoderne til formattering af databasens data til Be18 xml formatet beskrives. Filerne genereres højst sandsynligt ikke på nøjagtig samme måde som DRY filen der leveres standard med Be18 er blevet genereret, da metodikken for Be18 ikke er beskrevet/dokumenteret i nogen officielle dokumenter fra udviklerne (SBI). I stedet sammenlignes DRY2013 vejrfilen fra Be18 med en vejrfil fra Applikationen baseret på timedata fra DRY2013. Forskellen mellem data er lille og har minimal indflydelse på resultaterne; det er op til brugeren af applikationen om man tror mest på metoden fra SBI eller metoden beskrevet her.

3.1 Be18-filens indhold

En Be18 vejrfil indeholder måneds-gennemsnitlige værdier i løbet af et år, dvs. 12 værdier for hvert input i filen. Filen indeholder følgende input:

- Solindstråling [kW/m²] - Direkte, diffust og reflekteret fra jorden
- Vinkelfaktorer [-]
- Illuminans [Lux]
- Skyggefaktorer [-] - Horisont, udhæng, sidefiner, murhul
- Afskærmningsfaktor [-] - Styringsfaktor
- Varmepumpe dækningsgrad [-]
- Udetemperatur [°C]
- Jordtemperatur [°C]
- Vindhastighed [m/s]
- Nattetimer

3.2 Solindstråling

Solindstrålingen er en samlet værdi, som består af det direkte bidrag fra solen, det diffuse bidrag fra himlen, samt det reflekterede bidrag fra jorden. For hver måned er der angivet en summeret værdi for solindstrålingen på vinduesfladen. Der er opgivet flere værdier, som tager højde for vinduets hældning og orientering. I vejrfilen findes 5 værdier for hver hældning på følgende måde:

- 90° (lodret) - (nord, nordvest/nordøst, vest/øst, sydvest/sydøst, syd)
- 75° - (nord, nordvest/nordøst, vest/øst, sydvest/sydøst, syd)
- 60° - (nord, nordvest/nordøst, vest/øst, sydvest/sydøst, syd)
- 45° - (nord, nordvest/nordøst, vest/øst, sydvest/sydøst, syd)
- 30° - (nord, nordvest/nordøst, vest/øst, sydvest/sydøst, syd)
- 15° - (nord, nordvest/nordøst, vest/øst, sydvest/sydøst, syd)
- 0° (horisontal mod himlen)

Som det fremgår af ovenstående, skelnes der ikke mellem øst og vest.

3.2.1 Beregning

Solindstrålingen på et vindue er som nævnt en månedlig summeret værdi.

$$Q_{sol} = \frac{1}{1000} \sum_{m,dr} (I_{dir} + I_{dif} + I_{ref}) \quad (3.2.1)$$

Hvor	Q_{sol}	er månedlig solindstråling (uden skygger) [kWh/m ²]	
	I_{dir}	er direkte solindstråling på vinduets normal [W/m ²]	(3.2.2)
	I_{dif}	er diffuse solindstråling på vinduets normal [W/m ²]	(3.2.4)
	I_{ref}	er reflekteret solindstråling fra jorden på vinduets normal [W/m ²]	(3.2.12)

Den direkte solindstråling er beregnet ud fra solens indfaldsvinkel og den direkte solindstråling på en flade i normalen til strålen.

$$I_{dir} = DNI \cos(\theta) \quad (3.2.2)$$

Hvor	I_{dir}	er timebaseret direkte solindstråling på vinduets normal [W/m ²]	
	DNI	er direkte solindstråling på flade i strålens normal [W/m ²]	(2.2.4)
	θ	er solens indfaldsvinkel på vinduet [radianer]	(3.2.3)

Der findes flere metoder til at bestemme indfaldsvinklen. Da det ikke fremgår præcis hvilken metode der er brugt til Be18, er følgende metode benyttet, da denne er hyppigt anvendt og veldokumenteret (Duffie, J. & Beckman, W., 2013).

$$\theta = \cos^{-1}(\sin(\delta) \sin(\varphi) \cos(\beta) - \sin(\delta) \cos(\varphi) \sin(\beta) \cos(\alpha) + \cos(\delta) \cos(\varphi) \cos(\beta) \cos(\omega) + \cos(\delta) \sin(\varphi) \sin(\beta) \cos(\alpha) \cos(\omega) + \cos(\delta) \sin(\beta) \sin(\alpha) \sin(\omega)) \quad (3.2.3)$$

Hvor	θ	er solens indfaldsvinkel på vinduet [radianer]	
	δ	er deklinationen [radianer]	(2.2.8)
	φ	er breddegraden [radianer]	Givet i databasen
	β	er vinduets hældning [radianer]	
	α	er vinduets orientering [radianer]	
	ω	er timevinklen [radianer]	(2.2.9)

Den diffuse solindstråling er beregnet ved brug af Perez modellen (Perez, et. al., 1990).

$$I_{dif} = DHI \left(\frac{(1 - F_1)(1 + \cos(\beta))}{2} + F_1 f_{circumSolar} + F_2 \sin(\beta) \right) \quad (3.2.4)$$

Hvor	I_{dif}	er timebaseret diffus solindstråling på vinduets normal [W/m^2]	
	DHI	er diffus solindstråling på horisontal flade [W/m^2]	(2.2.2)
	F_1	er en koefficient som beskriver himlens klarhed omkring solen [-]	(3.2.7)
	F_2	er en koefficient som beskriver himlens klarhed i horisonten [-]	(3.2.7)
	$f_{circumsolar}$	er en faktor [-]	(3.2.5)

Circumsolar faktoren $f_{\text{circumsolar}}$ er givet ved:

$$f_{\text{circumsolar}} = \begin{cases} 1, & \text{hvis } \frac{a}{b} > 0 \text{ og } \cos(\xi) < 0.087 \text{ og } \beta < 2 \\ \frac{a}{b}, & \text{i alle andre tilfælde} \end{cases} \quad (3.2.5)$$

Hvor a og b er koefficienter [-] (3.2.6)

ξ er solens zenit [radianer] (3.2.7)

β er vinduets hældning [radianer]

Koefficienterne a og b er givet ved:

$$a = \max(0, \cos(\theta)) \quad \& \quad b = \max(0.087, \cos(\xi)) \quad (3.2.6)$$

Hvor a & b er koefficienter [-]

θ er solens indfaldsvinkel på vinduet [radianer] (3.2.3)

ξ er solens zenit [radianer] (3.2.7)

Solens zenit er vinklen mellem en lodret linje og en linje i solens retning.

$$\xi = \frac{\pi}{2} - \gamma_s \quad (3.2.7)$$

Hvor ξ er solens zenit [radianer]

γ_s er solhøjden [radianer] (2.2.7)

Koefficienterne F_1 og F_2 beskriver himlens klarhed i henholdsvis området lige omkring solen, samt området omkring horisonten.

$$F_1 = F_{11} + F_{12}\Delta + F_{13}\xi \quad \& \quad F_2 = F_{21} + F_{22}\Delta + F_{23}\xi \quad (3.2.8)$$

Hvor	F_1	er koefficient som beskriver himlens klarhed omkring solen [-]	
	F_2	er koefficient som beskriver himlens klarhed i horisonten [-]	
	F_{11}, \dots	er koefficienter [-]	(Figur 3.2.1)
	Δ	er himlens lyshed [-]	(3.2.9)
	ξ	er solens zenit [radianer]	(3.2.7)

Figur 3.1 viser koefficienter $F_{11}, F_{12}, F_{13}, \dots$, som er bestemt af R. Perez. De givne koefficienter i figuren er beskrevet i EnergyPlus, 2016, og er opdateret værdier ift. koefficienterne givet i Perez, et. al., 1990. Koefficienterne afhænger af himlens klarhed.

$$\varepsilon = \frac{\frac{DHI + DNI}{DHI} + \kappa\xi^3}{1 + \kappa\xi^3} \quad (3.2.9)$$

Hvor	ε	er himlens klarhed [-]	
	DHI	er diffus solindstråling på horisontal flade [W/m^2]	(2.2.2)
	DNI	er direkte solindstråling på flade i strålens normal [W/m^2]	(2.2.4)
	ξ	er solens zenit [radianer]	(3.2.7)
	κ	er en konstant på 1.041 [-]	

ε Range	1.000-1.065	1.065-1.230	1.230-1.500	1.500-1.950	1.950-2.800	2.800-4.500	4.500-6.200	> 6.200
F_{11}	-0.0083117	0.1299457	0.3296958	0.5682053	0.8730280	1.1326077	1.0601591	0.6777470
F_{12}	0.5877285	0.6825954	0.4868735	0.1874525	-0.3920408	-1.2567284	-1.5999137	-0.3272588
F_{13}	-0.0620636	-0.1513752	-0.2210958	-0.2951290	-0.3616149	-0.4118494	-0.3589221	-0.2504286
F_{21}	-0.0596012	-0.0189325	0.0554140	0.1088631	0.2255647	0.2877813	0.2642124	0.1561313
F_{22}	0.0721249	0.0659650	-0.0639588	-0.1519229	-0.4620442	-0.8230357	-1.1272340	-1.3765031
F_{23}	-0.0220216	-0.0288748	-0.0260542	-0.0139754	0.0012448	0.0558651	0.1310694	0.2506212

Figur 3.2.1 Koefficienter for diffus solindstråling, udarbejdet af R. Perez (EnergyPlus, 2016)

Himlens lyshed er givet ved en faktor, som afhænger af den diffuse solindstråling, samt forhold i luften og atmosfæren.

$$\Delta = \frac{DHI \cdot m}{I_o} \quad (3.2.10)$$

Hvor	Δ	er himlens lyshed [-]	
	DHI	er diffus solindstråling på horisontal flade [W/m^2]	(2.2.2)
	I_o	er udenjordisk horisontal solstråling [W/m^2]	(3.2.12)
	m	er den relative optiske luftmasse [-]	(3.2.10)

Den relative optiske luftmasse beskriver hvordan solens stråler absorberes og distribueres af partikler i luften.

$$m = \frac{1}{\sin(\gamma_s) + 0.50572(\gamma_{s,deg} + 6.07995)^{-1.6364}} \quad (3.2.11)$$

Hvor	m	er den relative optiske luftmasse [-]	
	γ_s	er solhøjden i radianer [radianer]	(2.2.7)
	$\gamma_{s,deg}$	er solhøjden i grader [°]	

Den udenjordiske solstråling beskriver solindstrålingen lige inden den trænger gennem atmosfæren.

$$I_o = I_{sc}(1 + 0.033 \cos(J)) \quad (3.2.12)$$

Hvor	I_o	er udenjordisk horisontal solstråling [W/m ²]	
	I_{sc}	er solkonstanten (≈ 1367) [W/m ²]	
	J	er er dagsvinklen [radianer]	(2.2.6)

Refleksioner fra jorden er beregnet ud fra den globale solindstråling og vinduets hældning.

$$I_{ref} = GHI \rho (1 - \cos(\beta)) 0.5 \quad (3.2.12)$$

Hvor	I_{ref}	er timebaseret reflekteret solindstråling fra jorden på vinduets normal [W/m ²]	
	GHI	er global solindstråling på en horisontal flade [W/m ²]	Direkte fra databasen
	P	jordens reflektants (albedo) [-] (typisk givet ved 0.2)	
	β	er vinduets hældning [radianer]	

3.2.2 Verificering

Til verificering sammenlignes en DRY2013 vejrfil fra Be18, med en genereret be18 vejrfil, fra Applikationen, baseret DRY2013 data. For at verificere metoderne til at beregne solindstrålingen, bliver DNI og DHI i første omgang trukket direkte fra DRY2013 data (se tabel 3.2.1). For at se den samlede forskel i metoder sammenlignes også resultater, hvor DNI og DHI er beregnet ved splitmodellen beskrevet i afsnit 2.2 (se tabel 3.2.2).

Tabel 3.2.1 Sammenligning af månedlig solindstråling for udvalgte måneder, direkte brug af DNI og DHI fra DRY2013 data.
 Be18 = be18 vejrdata, App = genereret be18 vejrdata ved brug af applikation

Månedlig solindstråling, Q_{sol} [kWh/m ²]													
		jan		feb		mar		juni		juli		aug	
[°]		Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App
90	n	5.47	5.86	11.54	12.02	24.22	24.88	57.53	58.84	60.27	62.83	41.62	42.88
	nv	5.49	5.86	12.39	12.51	30.14	30.01	74.64	74.80	82.05	78.58	60.64	57.39
	v	9.73	9.35	22.29	21.41	52.56	52.15	95.95	97.24	107.02	102.15	92.26	85.09
	sv	22.22	21.79	39.33	38.49	79.26	79.53	99.31	101.11	108.79	105.70	111.57	105.35
	s	29.13	30.13	49.64	51.66	93.68	96.16	92.41	92.68	98.08	99.05	113.65	117.04
75	n	6.24	6.60	12.95	13.39	26.39	26.99	64.36	65.75	67.64	70.30	44.31	45.55
	nv	6.27	6.60	14.00	14.12	33.72	33.39	85.64	86.17	93.57	89.36	68.69	64.44
	v	10.99	10.59	25.14	24.42	59.48	59.17	112.02	113.59	123.28	117.51	106.57	97.77
	sv	23.56	23.17	43.02	42.37	88.84	89.28	120.76	122.56	130.46	126.50	131.72	124.76
	s	30.24	31.23	53.16	55.26	103.97	106.56	117.84	117.95	124.32	125.43	138.26	141.92
60	n	6.97	7.28	14.27	14.66	28.32	28.90	75.05	76.39	78.46	81.10	48.08	49.13
	nv	7.00	7.30	15.57	15.59	37.29	37.00	97.77	98.51	105.35	100.66	77.70	72.53
	v	11.92	11.51	27.33	26.58	64.82	64.56	126.42	128.24	136.93	130.90	118.61	109.52
	sv	23.67	23.37	44.64	44.18	94.31	94.79	138.86	140.59	148.25	144.18	146.89	140.16
	s	29.66	30.59	53.84	55.89	108.74	111.31	139.18	139.38	146.31	147.35	156.09	159.91
45	n	7.60	7.87	15.40	15.74	29.92	30.45	102.24	103.58	105.39	107.93	63.37	63.85
	nv	7.64	7.90	17.12	17.14	41.34	41.11	112.90	114.12	119.07	114.41	89.53	83.74
	v	12.54	12.11	28.78	28.32	68.46	68.25	138.65	140.45	147.67	142.14	128.22	119.67
	sv	22.56	22.37	44.04	43.79	95.24	95.58	152.31	153.90	161.01	157.25	156.02	150.43
	s	27.45	28.27	51.64	53.54	107.67	110.08	154.71	154.77	162.18	163.29	165.93	169.63
30	n	8.08	8.32	16.28	16.57	33.38	33.87	127.04	128.15	131.52	133.87	94.58	95.66
	nv	8.18	8.38	19.11	19.19	47.71	47.68	132.18	133.10	137.35	133.68	106.98	101.74
	v	12.83	12.61	29.56	29.29	70.53	70.54	148.49	149.70	155.91	151.27	135.55	128.81
	sv	20.29	20.25	41.27	41.26	91.58	92.23	160.18	161.32	167.98	164.96	158.41	154.44
	s	23.75	24.42	46.71	48.34	100.84	102.96	163.28	163.44	170.77	171.88	166.97	170.35
15	n	8.42	8.60	19.97	20.41	52.79	53.53	146.13	146.96	151.71	153.74	121.83	123.54
	nv	9.23	9.37	23.27	23.50	58.80	59.06	148.77	149.49	154.58	153.42	127.38	125.38
	v	12.90	12.86	29.94	30.01	71.62	71.94	155.63	156.32	162.15	159.73	141.14	138.07
	sv	17.01	17.14	36.53	36.97	83.67	84.50	162.15	162.68	169.16	167.71	154.10	152.94
	s	18.80	19.30	39.39	40.67	88.71	90.43	164.43	164.69	171.57	173.00	159.20	162.07
0	-	12.96	13.27	30.17	31.03	72.12	73.34	158.21	158.72	164.60	166.20	143.15	145.41

Da der kan forekomme forskelle i metoder til bestemmelse af solindstråling, samt forskelle i afrunding, er det forventeligt at der vil være en vis forskel mellem resultaterne. Den største forskel i resultaterne fra tabel 3.2.1 er 9.09 kWh/m² for en hældning på 60° og en orientering mod vest. Standardafvigelsen er 1.9 kWh/m². Det er vurderet, at disse resultater er acceptable, hvorfor metoden til bestemmelse af solindstråling antages at være brugbar.

Tabel 3.2.2 Sammenligning af månedlig solindstråling for udvalgte måneder, ved brug af splitmetode fra afsnit 2.2.
 Be18 = be18 vejrdata, App = genereret be18 vejrdata ved brug af applikation

Månedlig solindstråling, Q_{sol} [kWh/m ²]													
		jan		feb		mar		juni		juli		aug	
[°]		Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App
90	n	5.47	5.54	11.54	11.03	24.22	22.92	57.53	61.59	60.27	66.09	41.62	44.84
	nv	5.49	5.54	12.39	12.38	30.14	33.76	74.64	85.49	82.05	87.41	60.64	63.16
	v	9.73	11.92	22.29	25.41	52.56	64.38	95.95	107.71	107.02	111.43	92.26	92.80
	sv	22.22	25.89	39.33	45.14	79.26	93.85	99.31	105.19	108.79	110.02	111.57	110.36
	s	29.13	32.05	49.64	55.59	93.68	102.15	92.41	92.74	98.08	98.58	113.65	114.47
75	n	6.24	6.26	12.95	12.21	26.39	24.52	64.36	68.34	67.64	73.33	44.31	47.98
	nv	6.27	6.26	14.00	13.92	33.72	36.94	85.64	97.32	93.57	98.80	68.69	70.90
	v	10.99	13.16	25.14	28.46	59.48	71.45	112.02	124.58	123.28	127.45	106.57	106.03
	sv	23.56	27.15	43.02	48.98	88.84	103.70	120.76	127.24	130.46	131.40	131.72	129.93
	s	30.24	33.10	53.16	59.19	103.97	112.78	117.84	118.08	124.32	124.74	138.26	138.69
60	n	6.97	6.94	14.27	13.30	28.32	25.89	75.05	78.67	78.46	83.61	48.08	51.80
	nv	7.00	6.96	15.57	15.26	37.29	40.10	97.77	109.38	105.35	110.15	77.70	79.29
	v	11.92	13.88	27.33	30.30	64.82	75.93	126.42	138.92	136.93	140.74	118.61	117.66
	sv	23.67	26.93	44.64	50.23	94.31	108.17	138.86	145.42	148.25	149.15	146.89	144.94
	s	29.66	32.26	53.84	59.50	108.74	117.17	139.18	139.59	146.31	146.46	156.09	156.33
45	n	7.60	7.51	15.40	14.22	29.92	26.95	102.24	105.40	105.39	109.53	63.37	66.08
	nv	7.64	7.58	17.12	16.70	41.34	43.56	112.90	123.84	119.07	123.15	89.53	90.21
	v	12.54	14.10	28.78	31.46	68.46	77.85	138.65	149.93	147.67	151.00	128.22	126.93
	sv	22.56	25.25	44.04	48.78	95.24	106.82	152.31	158.41	161.01	161.75	156.02	154.23
	s	27.45	29.61	51.64	56.49	107.67	115.01	154.71	154.94	162.18	162.06	165.93	165.92
30	n	8.08	7.96	16.28	14.90	33.38	30.16	127.04	129.37	131.52	134.46	94.58	96.53
	nv	8.18	8.09	19.11	18.72	47.71	49.47	132.18	140.42	137.35	140.18	106.98	106.73
	v	12.83	14.05	29.56	31.56	70.53	77.85	148.49	157.10	155.91	158.16	135.55	134.20
	sv	20.29	22.23	41.27	44.77	91.58	100.29	160.18	165.01	167.98	168.40	158.41	156.75
	s	23.75	25.32	46.71	50.36	100.84	106.45	163.28	163.58	170.77	170.49	166.97	166.96
15	n	8.42	8.24	19.97	18.97	52.79	51.21	146.13	147.47	151.71	153.29	121.83	123.05
	nv	9.23	9.21	23.27	23.22	58.80	60.14	148.77	153.17	154.58	156.02	127.38	127.02
	v	12.90	13.61	29.94	31.16	71.62	75.71	155.63	160.58	162.15	163.23	141.14	140.16
	sv	17.01	18.08	36.53	38.60	83.67	88.63	162.15	164.97	169.16	169.24	154.10	153.11
	s	18.80	19.67	39.39	41.54	88.71	92.08	164.43	164.59	171.57	171.31	159.20	159.28
0	-	12.96	13.07	30.17	30.63	72.12	72.88	158.21	158.46	164.60	164.76	143.15	143.62

Da der er tilføjet endnu nogle usikkerheder ved valg af metode til at opdele den globale solindstråling i direkte og diffus solindstråling, samt ekstra mulige afrundingsforskelle, er det forventeligt at der vil forekomme større forskel i resultaterne. I tabel 3.2.2 er forskellene, som forventet, større end i tabel 3.2.1. Den største forskel er 14.86 kWh/m², for en vindueshældning på 75° og en orientering mod sydvest. Standardafvigelsen er 3.45 kWh/m². Det vurderes, at disse resultater stadig er lave nok til, at split-modellen accepteres, som en brugbar metode.

I de følgende afsnit vil verificeringen ske ved brug af DNI og DHI direkte fra DRY2013 data, for at eliminere den ekstra usikkerhed ved brug af splitmodellen.

3.3 Vinkelfaktorer

I Be18 beregnes den transmitterede solindstråling på baggrund af en g -værdi opgivet af brugeren. Denne g -værdi beskriver rudens egenskaber, når solindstrålingen kommer vinkelret ind på fladen (fra normalen). Men den transmitterede solindstråling afhænger af solens faktiske placering (er vinkelafhængig), hvorfor der benyttes en korrektionsfaktor for indfaldsvinklen.

Vinkelfaktoren er i vejrfilen opgivet afhængig af vinduets hældning og orientering, på samme måde som solindstrålingen, se afsnit 3.2.

3.3.1 Beregning

Vinkelkorrektionsfaktoren er givet ved forholdet mellem en korrigeret solindstråling og den samlede solindstråling ind på normalen af ruden:

$$F_{\theta} = \frac{Q_{\theta}}{Q_{sol}} \quad (3.3.1)$$

Hvor	F_{θ}	er korrektionsfaktor for indfaldsvinklen [-]	
	Q_{sol}	er månedlig solindstråling på normalen af vinduet (uden skygger) [kWh/m ²]	(3.2.1)
	Q_{θ}	er månedlig vinkelkorrigeret solindstråling (uden skygger) [kWh/m ²]	(3.3.2)

Den månedlige vinkelkorrigerede solindstråling afhænger af en korrektionsfaktor for hvert af de tre bidrag; direkte bidrag fra solen, diffuse bidrag fra himlen og det reflekterede bidrag fra jorden. Til at bestemme disse korrektionsfaktorer er der benyttet samme metode, som i BSim.

$$Q_{\theta} = \frac{1}{1000} \sum_{m,dr} (f_{dir,\theta} I_{dir} + f_{dif,\theta} I_{dif} + f_{ref,\theta} I_{ref}) \quad (3.3.2)$$

Hvor	Q_{θ}	er månedlig vinkelkorrigeret solindstråling (uden skygger) [kWh/m ²]	
	$f_{dir,\theta}$	er vinkelkorrektionsfaktor for direkte bidrag [-]	(3.3.3)
	$f_{dif,\theta}$	er vinkelkorrektionsfaktor for diffust bidrag (= 0.84) [-]	
	$f_{ref,\theta}$	er vinkelkorrektionsfaktor for reflekteret bidrag (= 0.84) [-]	
	I_{dir}	er timebaseret direkte solindstråling på vinduets normal [W/m ²]	(3.2.2)
	I_{dif}	er timebaseret diffus solindstråling på vinduets normal [W/m ²]	(3.2.4)
	I_{ref}	er timebaseret reflekteret solindstråling fra jorden på vinduets normal [W/m ²]	(3.2.12)

Vinkelkorrektionsfaktoren for det direkte bidrag afhænger af solens indfaldsvinkel på vinduet for hver time.

$$f_{dir,\theta} = 1 - 0.04 \frac{\theta_{deg}}{100} - \left(2.933 - 2.13 \left(\frac{\theta_{deg}}{100} \right)^6 \right) \left(\frac{\theta_{deg}}{100} \right)^6 \quad (3.3.3)$$

Hvor	$f_{dir,\theta}$	er vinkelkorrektionsfaktor for direkte bidrag [-]	
	θ_{deg}	er solens indfaldsvinkel på vinduet [°]	(3.2.3)

Den overordnede vinkelkorrektionsfaktor i Be18, er opdelt i to faktorer, hvoraf den ene er en konstant, mens den anden er den vinkelfaktor som indgår i vejrfilen. Det vides ikke hvorfor denne opdeling foretages.

(3.3.4)

$$F_{\theta} = F_W F_a \Leftrightarrow F_a = \frac{F_{\theta}}{F_W}$$

Hvor	F_{θ}	er korrektionsfaktor for indfaldsvinklen [-]
	F_W	er en konstant (= 0.86) [-]
	F_a	er den vinkelfaktor som indgår i vejrfilen [-]

3.3.2 Verificering

Verificeringen sker på samme måde som i forrige afsnit. Som nævnt, er det valgt at verificeringen foregår ved at benytte DNI og DHI direkte fra DRY2013 dataet, frem for brug af opdeling af den globale solindstråling, som beskrevet i afsnit 2.2. Dette er valgt for at kunne vurdere beregningsmetoden, uden at tilføje ekstra usikkerheder ved brug af splitmodellen. Resultaterne er givet i tabel 3.3.1.

Tabel 3.3.1 Sammenligning af månedlige vinkelfaktorer for udvalgte måneder, direkte brug af DNI og DHI fra DRY2013 data.
 Be18 = be18 vejrdata, App = genereret be18 vejrdata ved brug af applikation

Månedlige Vinkelfaktorer, F_a [-]													
		jan		feb		mar		juni		juli		aug	
[°]		<i>Be18</i>	<i>App</i>	<i>Be18</i>	<i>App</i>	<i>Be18</i>	<i>App</i>	<i>Be18</i>	<i>App</i>	<i>Be18</i>	<i>App</i>	<i>Be18</i>	<i>App</i>
90	n	0.93	0.98	0.90	0.98	0.86	0.98	0.83	0.94	0.83	0.94	0.78	0.95
	nv	0.93	0.98	0.89	0.96	0.86	0.95	0.91	0.98	0.91	0.99	0.85	0.97
	v	0.91	0.93	0.94	0.97	0.95	1.00	0.95	1.01	0.96	1.01	0.95	1.00
	sv	1.01	1.02	1.01	1.03	1.00	1.03	0.94	0.98	0.95	0.99	0.97	1.00
	s	1.05	1.09	1.04	1.07	1.01	1.04	0.91	0.94	0.91	0.94	0.94	0.98
75	n	0.96	0.98	0.94	0.98	0.91	0.98	0.87	0.93	0.86	0.92	0.83	0.94
	nv	0.95	0.98	0.92	0.96	0.89	0.94	0.94	0.99	0.95	0.99	0.90	0.97
	v	0.92	0.93	0.95	0.97	0.97	1.00	0.98	1.02	0.99	1.03	0.97	1.02
	sv	1.01	1.02	1.01	1.03	1.01	1.04	0.98	1.02	0.99	1.02	1.00	1.03
	s	1.05	1.09	1.04	1.07	1.02	1.05	0.97	0.99	0.96	0.99	0.99	1.02
60	n	0.97	0.98	0.96	0.98	0.94	0.98	0.88	0.91	0.87	0.90	0.86	0.92
	nv	0.97	0.98	0.93	0.95	0.91	0.93	0.96	0.99	0.97	0.99	0.93	0.97
	v	0.92	0.93	0.96	0.97	0.97	1.00	0.99	1.03	0.99	1.03	0.98	1.02
	sv	1.01	1.02	1.01	1.03	1.02	1.04	1.00	1.03	1.00	1.03	1.02	1.04
	s	1.04	1.08	1.04	1.07	1.03	1.05	1.00	1.02	0.99	1.01	1.01	1.04
45	n	0.98	0.98	0.97	0.98	0.96	0.98	0.86	0.87	0.85	0.86	0.81	0.81
	nv	0.98	0.97	0.93	0.94	0.91	0.92	0.97	0.99	0.97	0.99	0.93	0.95
	v	0.90	0.92	0.95	0.96	0.97	1.00	0.99	1.03	0.99	1.03	0.97	1.02
	sv	0.99	1.00	1.00	1.02	1.01	1.04	1.01	1.04	1.01	1.03	1.02	1.04
	s	1.03	1.06	1.03	1.05	1.02	1.05	1.01	1.03	1.00	1.02	1.02	1.05
30	n	0.99	0.98	0.99	0.98	0.94	0.93	0.93	0.94	0.91	0.92	0.83	0.83
	nv	0.98	0.97	0.92	0.91	0.89	0.89	0.97	0.99	0.97	0.98	0.93	0.95
	v	0.88	0.89	0.93	0.94	0.95	0.98	0.99	1.03	0.98	1.02	0.97	1.02
	sv	0.95	0.96	0.98	1.00	1.00	1.02	1.01	1.04	1.01	1.03	1.02	1.04
	s	0.99	1.02	1.00	1.03	1.01	1.03	1.01	1.03	1.01	1.03	1.02	1.05
15	n	0.99	0.98	0.88	0.88	0.81	0.84	0.98	1.00	0.96	0.98	0.93	0.94
	nv	0.94	0.93	0.86	0.87	0.86	0.88	0.99	1.01	0.98	0.99	0.95	0.97
	v	0.85	0.86	0.89	0.90	0.92	0.95	0.98	1.03	0.97	1.01	0.95	1.01
	sv	0.89	0.89	0.94	0.95	0.97	0.99	1.01	1.03	1.00	1.02	1.01	1.03
	s	0.91	0.92	0.95	0.97	0.98	1.00	1.01	1.03	1.00	1.02	1.01	1.04
0	-	0.84	0.83	0.87	0.87	0.92	0.93	1.00	1.02	0.99	1.00	0.98	1.01

Da usikkerhederne akkumuleres ved at der både findes usikkerheder i metoden til at bestemme direkte, diffust og reflekteret solindstråling på vinduet, usikkerheder i metode til bestemmelse af vinkelfaktorer, samt usikkerheder ved afrundinger, er det forventeligt, at der vil forekomme afvigelser i resultaterne. Generelt stiger og falder størrelsen på vinkelfaktorerne ens med hældning og orientering på ruden. Den største afvigelse på 0.17 findes på et nordvendt lodret vindue. Men generelt er forskellene mindre, standardafvigelsen er 0.02. Det er vurderet, at denne afvigelse er acceptabel, og metoden til bestemmelse af vinkelfaktorer er derved godkendt.

3.4 Illuminans

Illuminansen i Be18 vejrfilen er en værdi givet i Lux, som repræsenterer illuminansen på en horisontal flade. I vejrfilen er der opgivet 24 værdier for hver måned. Disse værdier repræsenterer en middelværdi for hver time i løbet af en dag. Dvs. For en hel måned findes alle illuminanser i time 1, herefter findes en middelværdi for disse, og denne benyttes i vejrdatabasen. Det samme sker for time 2, 3... osv. Op til 24.

3.4.1 Beregning

Illuminansen på en horisontal flade bestemmes ud fra den diffuse solindstråling på en horisontal flade, ved at benytte metoden beskrevet i Perez, et. al., 1990.

$$L_h = DHI(a(\varepsilon) + b(\varepsilon) W + c(\varepsilon) \cos(\xi) + d(\varepsilon) \ln \Delta) \quad (3.4.1)$$

Hvor	L_h	er den horisontale diffuse illuminans [Lux]	
	DHI	er diffus solindstråling på horisontal flade [W/m^2]	(2.2.2)
	a,b,c,d	er faktorer afhængig af himlens klarhed [-]	(tabel 3.4.1)
	ε	er himlens klarhed [-]	(3.2.8)
	W	er luftens indhold af udfældeligt vand [cm]	(3.4.2)
	Δ	er himlens lyshed [-]	(3.2.9)
	ξ	er solens zenit [radianer]	(3.2.6)

Faktorerne som afhænger af himlens klarhed er givet i tabel 3.4.1.

Tabel 3.4.1 Faktorer afhængig af himlens klarhed

	a	b	c	d
$1 \leq \varepsilon \leq 1.065$	97.24	-0.46	12.00	-8.91
$1.065 < \varepsilon \leq 1.23$	107.22	1.15	0.59	-3.95
$1.23 < \varepsilon \leq 1.5$	104.97	2.96	-5.53	-8.77
$1.5 < \varepsilon \leq 1.95$	102.39	5.59	-13.95	-13.90
$1.95 < \varepsilon \leq 2.8$	100.71	5.94	-22.75	-23.74
$2.8 < \varepsilon \leq 4.5$	106.42	3.83	-36.15	-28.83
$4.5 < \varepsilon \leq 6.2$	141.88	1.90	-53.24	-14.03
$6.2 < \varepsilon$	152.23	0.35	-45.27	-7.98

Luftens indhold af udfældeligt vand afhænger alene af dugpunktstemperaturen.

$$W = e^{0.07T_d - 0.075} \quad (3.4.2)$$

Hvor W er luftens indhold af udfældeligt vand [cm]

T_d er dugpunktstemperaturen [°C] (3.4.3)

Dugpunktstemperaturen bestemmes ud fra udetemperaturen, samt den relative luftfugtighed.

$$T_d = 243.5 \frac{\gamma}{17.67 - \gamma} \quad (3.4.3)$$

Hvor T_d er dugpunktstemperaturen [°C]

γ er afhængig af den relative fugtighed og udetemperaturen [-]

$$\gamma = \ln\left(\frac{RH}{100}\right) + 17.67 \frac{T_u}{243.5 + T_u}$$

Hvor RH er relativ luftfugtighed [-] Direkte fra databasen

T_u er den udvendige lufttemperatur [°C] Direkte fra databasen

3.4.2 Verificering

Verificeringen er foretaget på samme måde som i afsnit 3.3.2, resultaterne er givet i tabel 3.4.2.

Tabel 3.4.2 Sammenligning af månedlige illuminanser for udvalgte måneder, direkte brug af DNI og DHI fra DRY2013 data.
Be18 = be18 vejrdata, App = genereret be18 vejrdata ved brug af applikation

Illuminans , L _h [Lux]												
	jan		feb		mar		juni		juli		aug	
[t]	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	3648.92	3606.58	3115.00	3088.70	0	0
6	0	0	0	0	0	0	8082.17	7964.05	8411.82	8400.80	3937.84	3840.58
7	0	0	0	0	894.78	911.41	14732.71	14241.24	12838.38	13128.06	11785.17	11001.77
8	0	0	467.23	456.88	5877.11	5940.32	21841.27	20508.89	17994.91	18292.06	13367.84	13782.69
9	237.82	257.95	3814.51	4012.22	11694.70	11651.94	25668.02	24374.25	24014.71	23738.07	16794.48	17059.72
10	2951.43	3136.56	7510.33	7747.52	16799.65	16561.02	29885.78	27216.22	28298.16	27703.07	21204.95	20978.94
11	5569.02	5826.25	11222.48	11555.16	19714.78	19456.15	32183.45	29490.90	30893.13	29773.27	22495.96	22369.68
12	7159.22	7519.69	14334.47	14561.86	22631.28	21911.56	34816.00	31021.97	34201.48	33333.51	25196.12	24475.13
13	7849.51	8177.77	15063.77	15477.56	21451.20	20834.69	36919.08	33007.75	36706.90	34825.62	28203.71	27022.30
14	6942.44	7138.40	12731.83	13241.48	19527.01	19337.56	34752.50	31681.76	34707.06	33599.20	27279.48	26057.60
15	4637.86	4792.82	10060.38	10603.56	18355.82	17839.88	33738.72	30304.60	30099.11	29593.19	26167.10	24949.08
16	1942.26	1984.26	6940.53	7016.28	14535.57	14289.47	29043.58	26505.16	26534.31	25695.65	21239.71	20406.18
17	32.05	36.17	3205.77	3066.17	9479.76	9127.72	23702.56	21697.13	21205.27	21030.16	16185.88	16128.70
18	0	0	105.70	112.70	4438.27	3953.84	17638.07	16287.04	15959.39	15877.27	13311.55	12393.91
19	0	0	0	0	127.67	134.97	11232.54	10412.16	10501.66	10421.59	8332.56	7193.15
20	0	0	0	0	0	0	6114.57	5531.70	7072.02	6379.91	931.88	793.93
21	0	0	0	0	0	0	1831.32	1556.91	800.74	685.36	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Som det var tilfældet i de foregående afsnit, er det forventeligt med afvigelser i resultater grundet afrundingsforskelle og mulige afvigelser i metode. Dog stiger og falder værdierne ens for hver time, og de procentmæssige afvigelser er ikke store. Den største faktiske afvigelse er 3911.33 Lux, i time 13, hvor Lux-niveauet generelt er højest. Standardafvigelsen er 748.85 Lux, hvilket kan virke som et stort tal, men i betragtning af tallenes størrelser generelt, er det vurderet til en acceptabel afvigelse. Metoden er derfor vurderet brugbar til bestemmelse af illuminansen.

3.5 Nattetimer

Nattetimerne fremgår som en enkelt værdi for hver måned. Denne er bestemt ud fra Lux-niveauet, da nattetimerne svarer til summen af de timer, hvor Lux-niveauet er 0 for hver måned.

3.5.1 Verificering

Verificering sker på samme vis som hidtil, resultaterne er vist i tabel 3.5.1.

Tabel 3.5.1 Sammenligning af månedlige nattetimer for udvalgte måneder, direkte brug af DNI og DHI fra DRY2013 data.
Be18 = be18 vejrdata, App = genereret be18 vejrdata ved brug af applikation

Månedlige nattetimer, hn [timer]												
	jan		feb		mar		juni		juli		aug	
	<i>Be18</i>	<i>App</i>	<i>Be18</i>	<i>App</i>	<i>Be18</i>	<i>App</i>	<i>Be18</i>	<i>App</i>	<i>Be18</i>	<i>App</i>	<i>Be18</i>	<i>App</i>
hn	15	15	13	13	11	11	7	7	7	7	9	9

Som det ses, er der ingen forskel i resultater fra vejrfilet fra Be18 og den genererede vejrfilet. Dette ville heller ikke være forventeligt, da der ikke benyttes en specifik metode til at bestemme en særlig værdi, men blot summeres op over timer hvor illuminansen er 0.

3.6 Skyggefaktorer

Skyggefaktorerne beskriver generelt den skyggepåvirkning som udvendig solafskærmning påfører vinduet. Der findes fire forskellige typer;

- Horizon - Fjerne skygger, som for eksempel modstående bygninger
- Overhang - Nære skygger fra udhæng over vinduet
- South/North - Nære skygger fra side-finner til højre og venstre for vinduet
- Depth - Nære skygger fra vindueshul

I Be18 korrigeres der for skyggepåvirkningen, ved at multiplicere skyggefaktorerne med den vinkelkorrigerede solindstråling.

$$Q_{sk} = Q_{\theta} F_h F_{ud} F_{syd} F_{nord} F_{mur} \quad (3.6.1)$$

Hvor	Q_{sk}	er månedlig skyggekorrigeret solindstråling [kWh/m ²]	
	Q_{θ}	er månedlig vinkelkorrigeret solindstråling (uden skygger) [kWh/m ²]	(3.3.2)
	F_h	er skyggefaktoren ”horizon” [-]	(3.6.2)
	F_{ud}	er skyggefaktoren ”overhang” [-]	(3.6.2)
	F_{syd}	er skyggefaktoren ”south” [-]	(3.6.2)
	F_{nord}	er skyggefaktoren ”north” [-]	(3.6.2)
	F_{mur}	er skyggefaktoren ”depth” [-]	(3.6.2)

I Be18 antages det, at ingen skyggefaktorer afhænger af hinanden, altså at der ikke forekommer overlap mellem skyggerne på vinduet, selvom dette i virkeligheden vil være tilfældet. Men ud fra denne antagelse, kan skyggefaktorerne generelt bestemmes ved:

$$F = \frac{Q_{sk}}{Q_{\theta}} \quad (3.6.2)$$

Hvor	F	er en hvilken som helst skyggefaktor [-]	
	Q_{sk}	er månedlig skyggekorrigeret solindstråling [kWh/m ²]	(3.6.3)
	Q_{θ}	er månedlig vinkel korrigeret solindstråling (uden skygger) [kWh/m ²]	(3.3.2)

Generelt bliver skyggerne i vejrfilen beskrevet ved vinkler, og størrelserne på skyggefaktorerne er givet for forskellige hældninger og orienteringer på vinduet. Dog varierer det fra skyggefaktor til skyggefaktor hvor mange forskellige hældninger på vinduet der er medregnet.

3.6.1 Beregning

Helt generelt bestemmes den månedlige skyggekorrigerede solindstråling ud fra skyggepåvirkningen af de enkelte bidrag for solindstrålingen; direkte, diffuse og fra jorden reflekteret bidrag.

$$Q_{sk} = \frac{1}{1000} \sum_{m,dr} (I_{dir} f_{s,dir} f_{dir,\theta} + I_{dif} f_{s,dif} f_{dif,\theta} + I_{ref} f_{s,ref} f_{ref,\theta}) \quad (3.6.3)$$

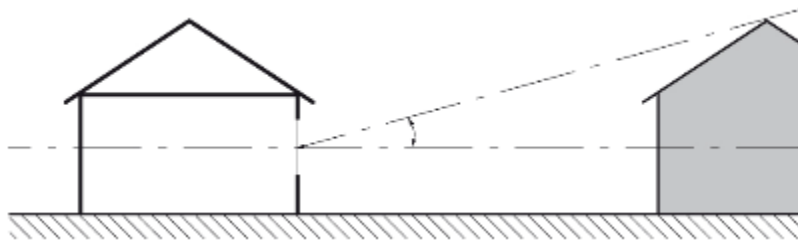
Hvor	Q_{sk}	er månedlig skyggekorrigeret solindstråling [kWh/m ²]	
	I_{dir}	er timebaseret direkte solindstråling på vinduets normal (for hver time) [W/m ²]	(3.2.2)
	$f_{s,dir}$	er den timebaseret skyggefaktor for direkte solindstråling [-]	beskrevet nedenfor
	$f_{dir,\theta}$	er vinkelkorrektionsfaktor for direkte bidrag [-]	(3.3.3)
	I_{dif}	er timebaseret diffus solindstråling på vinduets normal (for hver time) [W/m ²]	(3.2.4)
	$f_{s,dif}$	er timebaseret skyggefaktor for diffus solindstråling [-]	Beskrevet nedenfor
	$f_{dif,\theta}$	er vinkelkorrektionsfaktor for diffus bidrag (= 0.84) [-]	
	I_{ref}	er timebaseret reflekteret solindstråling fra jorden på vinduets normal (for hver time) [W/m ²]	(3.2.12)
	$f_{s,ref}$	er timebaseret skyggefaktor for reflekteret solindstråling [-]	beskrevet nedenfor
	$f_{ref,\theta}$	er vinkelkorrektionsfaktor for reflekteret bidrag (= 0.84) [-]	

Den timebaserede skyggefaktor for den direkte solindstråling bestemmes for alle typer, undtagen murhullet, ved at vurdere som solen er placeret bagved den blokerende skyggeflade (skyggefaktoren er 0) eller foran den blokerende skyggeflade (skyggefaktoren er 1).

For den timebaserede skyggefaktor på diffust og reflekteret bidrag, varierer beregningsmetoden mellem de enkelte skyggetyper. I det følgende beskrives beregningsmetoden for hver skyggetype.

Horizon

Ifølge SBI Anvisning 213, er horisontvinklen givet mellem vandret plan og skyggende genstand foran vinduet, se figur 3.6.1.



Figur 3.6.1 Horisontvinklen til beregning af skyggefaktoren for "horizon"
(SBI Anvisning 213)

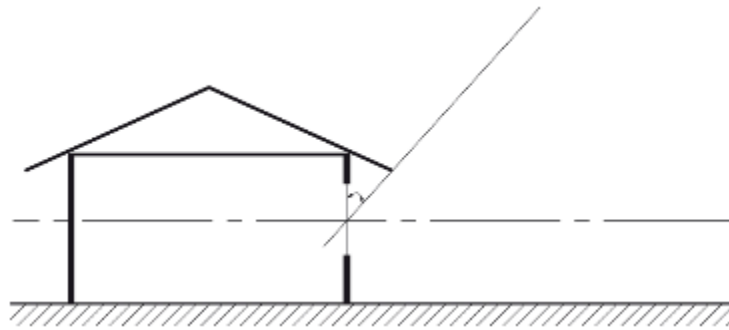
Skyggefaktoren for det direkte bidrag, er bestemt ud fra en antagelse af, at den blokerende skyggeflade er uendelig lang. Derved undersøges det om solen er "over" eller "under" den blokerende skyggeflade, ved at undersøge om solhøjden (vinkel) er større end horisontvinklen (skyggefaktoren sættes til 1). Hvis solhøjden er mindre end horisontvinklen, er solen bagved den blokerende skyggeflade, og skyggefaktoren sættes til 0.

For den diffuse og reflekterede del fra jorden antages det at den mængde solindstråling som den blokerende skyggeflade dækker vil være lige så stor som den mængde skyggefladen vil reflektere, derfor sættes diffus og reflekterede skyggefaktorer altid lig 1 for denne type skygge.

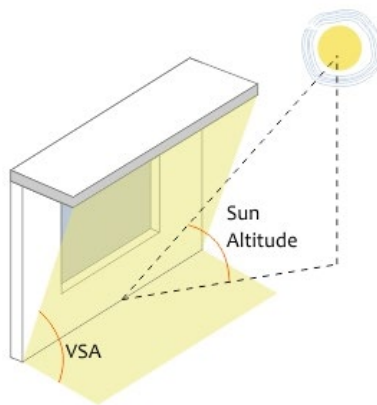
Overhang

Vinklen til at beskrive udhænget er ifølge SBI Anvisning 213 givet ved vinklen mellem vinduets plan og forkanten af udhænget, målt fra midten af vinduet, se figur 3.6.2.

Til at vurdere hvornår solen er "foran" eller "bagved" udhænget, benyttes den vertikale skyggevinkel (VSA). Denne tager højde for, at solen kan være bag udhænget, selv ved lidt lavere solhøjde. VSA er illustreret i figur 3.6.3.



Figur 3.6.2 Vinkel til beskrivelse af størrelse af udhæng, til bestemmelse af skyggefaktoren "overhang" (SBI Anvisning 213)

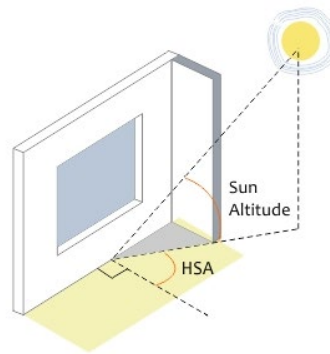


Figur 3.6.3 Illustration af forskel mellem solhøjden (sun altitude) og vertikal skyggevinkel (VSA) (Nzeb.in)

Den vertikale skyggevinkel afhænger af den horisontale skyggevinkel (HSA), som er illustreret i figur 3.6.4.

$$VSA = \tan^{-1}\left(\frac{\tan(\gamma_s)}{\cos(HSA)}\right) \quad \& \quad HSA = \alpha_s - \alpha \quad (3.6.4)$$

Hvor	VSA	er vertikal skyggevinkel [radianer]	
	γ_s	er solhøjden [radianer]	(2.2.7)
	HSA	er horisontal skyggevinkel [radianer]	
	α_s	er solazimut [radianer]	(3.6.5)
	α	er vinduets orientering [radianer]	



Figur 3.6.4 Illustration af den horisontale skyggevinkel (HSA)
(nzeb.in)

Solazimut er vinklen mellem en horisontal linje mod syd (0°) og en linje i solens retning i et horisontalt plan. Denne er bestemt ved (Scharmer, K. & Greif, J. 2000).

$$\cos(\alpha_s) = \frac{\sin(\varphi) \sin(\gamma_s) - \sin(\delta)}{\cos(\varphi) \cos(\gamma_s)} \quad (3.6.5)$$

$$\sin(\alpha_s) = \frac{\cos(\delta) \sin(\omega)}{\cos(\gamma_s)}$$

$$\alpha_s = -\cos^{-1}(\cos(\alpha_s)), \quad \text{hvis } \sin(\alpha_s) < 0$$

$$\alpha_s = \cos^{-1}(\cos(\alpha_s)), \quad \text{hvis } \sin(\alpha_s) > 0$$

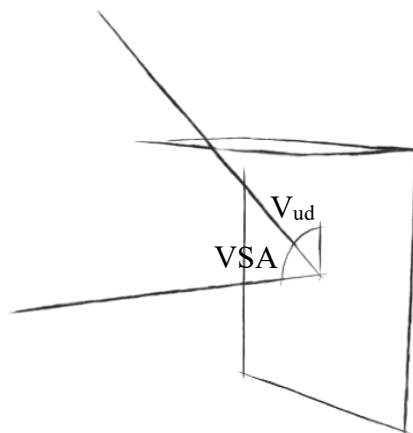
Hvor	α_s	er solazimut [radianer]	
	φ	er breddegraden [radianer]	Givet i databasen
	γ_s	er solhøjden [radianer]	(2.2.7)
	δ	er deklinationen [radianer]	(2.2.8)
	ω	er timevinklen [radianer]	(2.2.9)

Når VSA er bestemt, kan det vurderes om solen er ”foran” eller ”bagved” udhænget.

$$f_{s,dir,ud} = 1, \text{ Hvis } VSA > 0 \ \& \ VSA < (90 + \beta) \ \& \ VSA < (90 - V_{ud}) \ \& \ \gamma_s > 0 \quad (3.6.6)$$

Hvor	$f_{s,dir,ud}$	er skyggefaktor for udhæng for det direkte bidrag [-]	
	VSA	er vertikal skyggevinkel [°]	(3.6.4)
	β	er vinduets hældning [°]	
	V_{ud}	er vinklen som beskriver udhængets størrelse [°]	
	γ_s	er solhøjden [radianer]	(2.2.8)

I formel 3.6.6 tages der højde for flere forskellige ting, $VSA > 0$ og $\gamma_s > 0$ sikrer, at undersøgelsen kun foretages i timer hvor solen er stået op. $VSA < (90 + \beta)$ undersøger om solen er ”foran” eller ”bagved” vinduet, mens $VSA < (90 - V_{ud})$ undersøger om solen er ”foran” eller ”bagved” udhænget. Det er nødvendigt at foretage en smule vinkelgympastik, da VSA er en vinkel mellem vandret og solens placering, mens V_{ud} er vinklen mellem vinduets plan og udhængets yderkant. Hertil kommer, at vinduets plan varierer med hældningen af vinduet. Vinkelforholdene er forsøgt illustreret på et lodret vindue i figur 3.6.5.



Figur 3.6.5 Vinkelforhold for VSA og V_{ud} på lodret vindue med 45° udhæng

Efter flere forsøg på at nå frem til samme resultat, som i Be18 vejrfilen, er det vurderet, at der er foretaget en reduktion i den diffuse og reflekterede solindstråling, altså vil $f_{dif,ud}$ og $f_{ref,ud}$ ikke blot være lig 1. Den metode, som har givet bedste resultater, er beskrevet i det følgende.

Det antages at udhænget vil skygge for en andel af himlen, hvorved den diffuse skyggefaktor bliver mindre end 1. For et lodret vindue, med 45° udhæng, antages det at udhænget skygger for halvdelen af himlen foran vinduet. Når vinduet tiltes, vil andelen af himlen som tilfører energi til vinduet blive mindre. Ligeledes vil andelen af himlen som tilfører energi til vinduet blive mindre når udhænget bliver større. Dvs. beregningen for $f_{s,dif,ud}$ vil være som angivet i formel 3.6.7, hvor der først tages højde for det reducerede tilskud grundet udhænget størrelse, mens en faktor ganges på, som tager højde for at tilskuddet bliver mindre med vindueshældningen.

$$f_{s,dif,ud} = \left(1 - \frac{V_{ud}}{90}\right) \frac{\beta}{90} \quad (3.6.7)$$

Hvor	$f_{s,dif,ud}$	er skyggefaktor for udhæng for det diffuse bidrag [-]
	β	er vinduets hældning [°]
	V_{ud}	er vinklen som beskriver udhængets størrelse [°]

Denne metode betyder at vinklen mellem vinduet og udhængets yderkant bliver mindre og mindre når vinduet tiltes (dvs. ved et vandret vindue vil vinduet ligge oppe under udhænget). Dette kan virke som et usandsynligt design, og vejledningen i SBi Anvisning 213 kan virke misvisende i forhold til denne beregningsmetode. Men ud fra resultaterne, virker det som om det er denne metode der er benyttet til Bel8 vejrfilerne, og derfor er det denne metode der benyttes i applikationen.

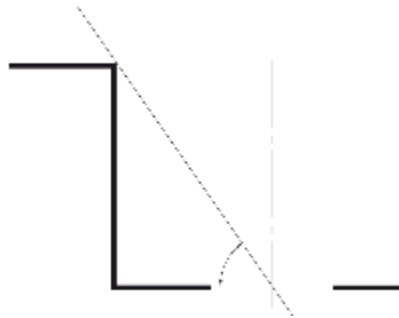
Det antages, at der vil været en del af den reflekterede solindstråling fra jorden, som vil blive reflekteret i udhænget og give et ekstra tilskud, dog vil dette tilskud blive mindre, når vinduet tiltes. Sammenhængen er beskrevet i formel 3.6.8.

$$f_{s,ref,ud} = 1 + (0.2 \left(1 - \frac{V_{ud}}{90}\right) \frac{\beta}{90}) \quad (3.6.8)$$

Hvor	$f_{s,ref,ud}$	er skyggefaktor for udhæng for det reflekteret bidrag fra jorden [-]
	β	er vinduets hældning [°]
	V_{ud}	er vinklen som beskriver udhængets størrelse [°]

South/North

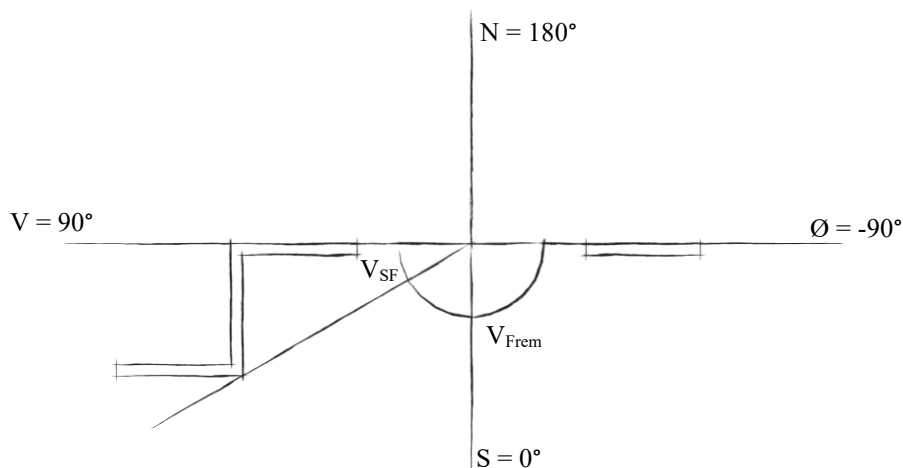
Til at beskrive sidefinnerne benyttes igen en vinkel, ifølge SBI Anvisning 213 er denne givet ved vinklen mellem en linje fra forkanten af skyggen til midten af vinduet og vinduets plan, se figur 3.6.6.



Figur 3.6.6 Illustration til bestemmelse af skyggefaktoren "South/North" for en sidefinne til venstre for vinduet (SBI 213)

Til at vurdere hvornår solen er "foran" eller "bagved" sidefinnen, bruges den horisontale skyggevinkel (HSA), som er illustreret i figur 3.6.4, og beregnet i formel 3.6.4. Det bestemmes hvad HSA skal ligge imellem for at solen er synlig for vinduet, ved at indsætte værdier i formlen. I det følgende er givet et beregningseksempel.

På et sydvendt vindue, med en sidefinne på 30° til højre for vinduet, vil situationen være som illustreret i figur 3.6.7.



Figur 3.6.7 Illustration af vindue orienteret mod syd med sidefinne til højre på 30° .
 V_{SF} er vinklen til beskrivelse af sidefinne, V_{Frem} er vinklen der beskriver området for hvornår solen er "fremme"

På illustrationen ses det, at solen er fremme når azimuth er mellem 60° og -90° (for et sydvendt vindue). Beregnes HSA for en sådan situation, skal HSA være mellem:

$$(-90 - 0) < HSA_S < (60 - 0) \quad (3.6.9)$$

Hvor HSA_S er horisontal skyggevinkel, for sydvendt orientering [-] (3.6.4)

Depth

Vindueshullet beskrives ifølge SBI Anvisning 213, ved falsens dybde i forhold til vinduets bredde eller højde afhængig af, hvad der er mindst. Forholdet beregnes i procent.

Skyggefaktoren for det direkte bidrag beregnes ved:

$$f_{dir,vh} = 1 - \frac{X_{hul}}{\tan^{-1}(\frac{\pi}{2} - \theta)}, \quad \text{hvis } \theta < \frac{\pi}{2} - \tan(X_{hul}) \quad (3.6.10)$$

$$f_{dir,vh} = 0, \quad \text{hvis } \theta \geq \frac{\pi}{2} - \tan(X_{hul})$$

Hvor $f_{dir,vh}$ er skyggefaktoren for vindueshullet for det direkte bidrag [-]

X_{hul} er forhold mellem falsens dybde og vinduets bredde eller højde, afhængig af hvad der er mindst [-]

θ er solens indfaldsvinkel på vinduet [radianer] (3.2.3)

For det diffuse og det reflekterede bidrag antages det at den del der bliver afskærmet svarer til den ekstra del der bliver reflekteret fra vindueshullet, hvorfor $f_{dif,vh}$ og $f_{ref,vh}$ sættes lig 1.

3.6.2 Verificering

Verificeringen foretages på samme måde, som i de foregående afsnit.

Horizon

Verificeringen foretages på horisontvinkler på 10°, 30° og 60° i vejrfilen findes der også værdier for 20° og 45°.

Tabel 3.6.1 Sammenligning af månedlige skyggefaktorer "horizon" for udvalgte måneder, direkte brug af DNI og DHI fra DRY2013 data.
Be18 = be18 vejrdata, App = genereret be18 vejrdata ved brug af applikation

Månedlige skyggefaktorer "horizon 10°", F _h [-]													
[°]		jan		feb		mar		juni		juli		aug	
		Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App
90	n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.93	0.96	0.92	0.98	0.97
	nv	1.00	1.00	0.98	0.99	0.94	0.95	0.97	0.95	0.97	0.94	0.96	0.94
	v	0.78	0.79	0.90	0.90	0.93	0.92	0.98	0.97	0.98	0.96	0.98	0.96
	sv	0.78	0.75	0.94	0.93	0.96	0.95	1.00	0.99	1.00	1.00	0.99	0.99
	s	0.75	0.68	0.95	0.92	0.99	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
45	n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.97	0.96	0.96	0.98	0.98
	nv	1.00	1.00	0.98	0.99	0.94	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97	0.96	0.97
	v	0.78	0.86	0.90	0.94	0.93	0.95	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
	sv	0.78	0.79	0.94	0.95	0.96	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99
	s	0.75	0.72	0.95	0.94	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0	-	0.87	0.96	0.96	0.99	0.97	0.99	0.98	1.00	0.98	1.00	0.98	1.00
Månedlige skyggefaktorer "horizon 30°", F _h [-]													
90	n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.88	0.88	0.86	0.97	0.96
	nv	1.00	1.00	0.97	0.99	0.87	0.90	0.78	0.81	0.74	0.78	0.75	0.79
	v	0.71	0.75	0.63	0.67	0.58	0.60	0.82	0.84	0.77	0.81	0.73	0.77
	sv	0.41	0.41	0.43	0.45	0.55	0.52	0.92	0.93	0.88	0.91	0.84	0.86
	s	0.36	0.32	0.38	0.36	0.54	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.96
45	n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.86	0.88	0.83	0.97	0.91
	nv	1.00	1.00	0.97	0.97	0.87	0.86	0.78	0.88	0.74	0.85	0.75	0.83
	v	0.71	0.78	0.63	0.67	0.58	0.62	0.82	0.90	0.77	0.87	0.73	0.84
	sv	0.41	0.48	0.43	0.48	0.55	0.54	0.92	0.94	0.88	0.93	0.84	0.90
	s	0.36	0.39	0.38	0.41	0.54	0.51	1.00	0.98	1.00	0.96	0.96	0.91
0	-	0.69	0.86	0.68	0.73	0.73	0.68	0.89	0.94	0.88	0.91	0.88	0.90
Månedlige skyggefaktorer "horizon 60°", F _h [-]													
90	n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.88	0.88	0.86	0.97	0.96
	nv	1.00	1.00	0.97	0.99	0.87	0.90	0.68	0.72	0.65	0.71	0.69	0.77
	v	0.71	0.75	0.63	0.67	0.56	0.59	0.56	0.59	0.52	0.59	0.48	0.57
	sv	0.41	0.41	0.43	0.45	0.43	0.44	0.56	0.60	0.53	0.59	0.42	0.50
	s	0.36	0.32	0.38	0.36	0.39	0.40	0.60	0.66	0.60	0.66	0.41	0.46
45	n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.80	0.88	0.76	0.97	0.89
	nv	1.00	1.00	0.97	0.97	0.87	0.86	0.68	0.75	0.65	0.72	0.69	0.68
	v	0.71	0.78	0.63	0.67	0.56	0.56	0.56	0.75	0.52	0.72	0.48	0.60
	sv	0.41	0.48	0.43	0.48	0.43	0.44	0.56	0.82	0.53	0.77	0.42	0.58
	s	0.36	0.39	0.38	0.41	0.39	0.41	0.60	0.88	0.60	0.80	0.41	0.55
0	-	0.69	0.86	0.68	0.73	0.66	0.59	0.68	0.49	0.66	0.49	0.62	0.40

I Be18 vejrfilen er der ikke er forskel på resultaterne for et lodret vindue og et vindue der hælder 45°, helt samme tendens findes ikke i applikationens vejrfil. Dog er der generelt samme tendens for skyggefaktorens variation med orientering og vindueshældning, samt størrelsen på skyggefaktorerne. Forskellene i resultaterne er generelt lave, med en standardafvigelse på 0.05, og største forskel på 0.28. Resultaterne har generelt størst variation når vinduet er vandret mod himlen, hvilket kan tyde på forskelle i metoden for en sådan situation. Da der ikke foreligger nogen dokumentation for hvordan Be18 beregner skyggefaktorer, antages det, at den benyttede metode er rimelig, både i forhold til resultater i sammenligning med Be18 vejrfilen, og metoden generelt.

Overhang

Verificeringen er foretaget for begge typer af udhæng; 45° og 63°, men kun for udvalgte vindueshældninger; 90°, 45° og 0°, i vejrfilen findes der også værdier for hældninger på 75°, 60°, 30° og 15°.

Tabel 3.6.2 Sammenligning af månedlige skyggefaktorer ”overhang” for udvalgte måneder, direkte brug af DNI og DHI fra DRY2013 data. Be18 = be18 vejrdato, App = genereret be18 vejrdato ved brug af applikation

Månedlige skyggefaktorer ”overhang 45°”, F _{ud} [-]													
		jan		feb		mar		juni		juli		aug	
[°]		Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App
90	n	0.76	0.64	0.76	0.65	0.76	0.68	0.76	0.71	0.76	0.70	0.76	0.72
	nv	0.76	0.64	0.76	0.66	0.76	0.69	0.74	0.68	0.74	0.68	0.73	0.71
	v	0.78	0.71	0.77	0.71	0.75	0.75	0.71	0.72	0.72	0.73	0.71	0.70
	sv	0.82	0.73	0.78	0.76	0.74	0.75	0.64	0.60	0.65	0.62	0.66	0.66
	s	0.84	0.72	0.80	0.72	0.73	0.72	0.57	0.72	0.58	0.72	0.58	0.34
45	n	0.34	0.29	0.34	0.30	0.34	0.31	0.31	0.28	0.31	0.28	0.34	0.30
	nv	0.34	0.29	0.34	0.30	0.35	0.33	0.34	0.30	0.35	0.32	0.33	0.33
	v	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.46	0.36	0.40	0.38	0.42	0.38	0.38
	sv	0.55	0.56	0.49	0.57	0.45	0.54	0.32	0.32	0.34	0.34	0.36	0.39
	s	0.60	0.63	0.53	0.66	0.46	0.67	0.28	0.15	0.28	0.14	0.34	0.15
0	-	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.01	0	0
Månedlige skyggefaktorer ”overhang 63°”, F _{ud} [-]													
90	n	0.56	0.49	0.56	0.52	0.56	0.55	0.56	0.56	0.55	0.55	0.56	0.61
	nv	0.56	0.49	0.56	0.52	0.56	0.53	0.53	0.51	0.53	0.51	0.52	0.55
	v	0.58	0.52	0.57	0.51	0.55	0.55	0.49	0.47	0.49	0.48	0.48	0.47
	sv	0.66	0.64	0.58	0.58	0.51	0.48	0.39	0.31	0.40	0.32	0.40	0.31
	s	0.71	0.72	0.61	0.74	0.48	0.27	0.40	0.35	0.39	0.34	0.29	0.24
45	n	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.13	0.19	0.19	0.19	0.18	0.21	0.22
	nv	0.20	0.20	0.20	0.21	0.21	0.12	0.20	0.19	0.20	0.20	0.19	0.21
	v	0.26	0.26	0.25	0.25	0.24	0.21	0.19	0.21	0.21	0.22	0.20	0.21
	sv	0.41	0.50	0.32	0.40	0.26	0.23	0.13	0.10	0.14	0.11	0.16	0.12
	s	0.48	0.59	0.37	0.62	0.26	0.12	0.11	0.10	0.11	0.10	0.09	0.08
0	-	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.01	0	0

Generelt er de procentmæssige forskelle i resultaterne for udhæng større end i de forrige afsnit, standardafvigelsen er på 0.05 og den største forskel er 0.25, som findes i februar måned for et 63° udhæng, hvor vinduet er orienteret mod syd, og har en hældning på 45°. Generelt er der større

variationer mod de sydlige orienteringer. Der kan være variation i de metoder Be18 benytter i forhold til orienteringer eller lign. Men da der ikke foreligger nogen dokumentation for hvordan værdierne i Be18 vejrfilen er beregnet, er den beskrevne metode det bedste bud på hvordan det bør beregnes.

South/North

Verificeringen er foretaget for alle typer sidefinner; Syd 30°, 60° og 90°, samt nord 30°, 60° og 90°.

Tabel 3.6.3 Sammenligning af månedlige skyggefaktorer "south" for udvalgte måneder, direkte brug af DNI og DHI fra DRY2013 data.
Be18 = be18 vejrdata, App = genereret be18 vejrdata ved brug af applikation

Månedlige skyggefaktorer "South 30°", F_{syd} [-]													
[°]		jan		feb		mar		juni		juli		aug	
		Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App
90	n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.95	0.97	0.97	0.99	0.98
	nv	1.00	1.00	0.98	0.99	0.94	0.94	0.94	0.97	0.92	0.97	0.91	0.95
	v	0.87	0.91	0.88	0.95	0.91	0.96	0.97	1.00	0.97	0.99	0.94	0.96
	sv	0.88	0.85	0.92	0.91	0.94	0.93	0.98	0.98	0.98	0.97	0.96	0.95
	s	0.97	0.90	0.96	0.95	0.95	0.91	0.96	0.97	0.96	0.95	0.95	0.94
45	n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.78	0.97	0.81	0.99	0.90
	nv	1.00	1.00	0.98	0.97	0.94	0.88	0.94	0.79	0.92	0.82	0.91	0.77
	v	0.87	0.88	0.88	0.89	0.91	0.85	0.97	0.90	0.97	0.88	0.94	0.80
	sv	0.88	0.86	0.92	0.89	0.94	0.88	0.98	0.87	0.98	0.86	0.96	0.83
	s	0.97	0.91	0.96	0.95	0.95	0.91	0.96	0.92	0.96	0.89	0.95	0.90
0	-	0.96	0.86	0.96	0.73	0.95	0.59	0.96	0.51	0.96	0.51	0.95	0.41
Månedlige skyggefaktorer "South 60°", F_{syd} [-]													
90	n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.95	0.95	0.95	0.99	0.98
	nv	1.00	1.00	0.98	0.99	0.91	0.90	0.89	0.83	0.87	0.80	0.85	0.80
	v	0.80	0.75	0.81	0.69	0.85	0.75	0.95	0.92	0.95	0.93	0.90	0.87
	sv	0.80	0.68	0.87	0.82	0.90	0.86	0.97	0.94	0.97	0.95	0.94	0.89
	s	0.95	0.81	0.93	0.81	0.92	0.78	0.94	0.90	0.94	0.88	0.91	0.79
45	n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.78	0.95	0.80	0.99	0.90
	nv	1.00	1.00	0.98	0.97	0.91	0.86	0.89	0.67	0.87	0.66	0.85	0.65
	v	0.80	0.78	0.81	0.69	0.85	0.66	0.95	0.76	0.95	0.79	0.90	0.69
	sv	0.80	0.70	0.87	0.78	0.90	0.79	0.97	0.82	0.97	0.83	0.94	0.74
	s	0.95	0.83	0.93	0.83	0.92	0.78	0.94	0.82	0.94	0.78	0.91	0.73
0	-	0.93	0.86	0.93	0.73	0.93	0.59	0.94	0.51	0.94	0.51	0.93	0.41
Månedlige skyggefaktorer "South 90°", F_{syd} [-]													
90	n	0.95	1.00	0.95	1.00	0.95	1.00	0.89	0.95	0.90	0.95	0.94	0.98
	nv	0.95	1.00	0.93	0.99	0.84	0.90	0.72	0.72	0.68	0.71	0.69	0.77
	v	0.69	0.75	0.62	0.67	0.63	0.59	0.82	0.76	0.82	0.76	0.71	0.63
	sv	0.54	0.41	0.66	0.55	0.73	0.64	0.88	0.88	0.88	0.89	0.81	0.76
	s	0.80	0.55	0.77	0.64	0.76	0.69	0.84	0.84	0.83	0.81	0.77	0.69
45	n	0.95	1.00	0.95	1.00	0.95	1.00	0.89	0.78	0.90	0.80	0.94	0.90
	nv	0.95	1.00	0.93	0.97	0.84	0.86	0.72	0.60	0.68	0.61	0.69	0.63
	v	0.69	0.78	0.62	0.67	0.63	0.56	0.82	0.62	0.82	0.64	0.71	0.50
	sv	0.54	0.48	0.66	0.56	0.73	0.59	0.88	0.74	0.88	0.76	0.81	0.61
	s	0.80	0.59	0.77	0.67	0.80	0.69	0.84	0.75	0.83	0.71	0.77	0.63
0	-	0.81	0.86	0.81	0.73	0.80	0.59	0.84	0.51	0.83	0.51	0.80	0.41

Tabel 3.6.4 Sammenligning af månedlige skyggefaktorer ”north” for udvalgte måneder, direkte brug af DNI og DHI fra DRY2013 data.
 Be18 = be18 vejrdata, App = genereret be18 vejrdata ved brug af applikation

Månedlige skyggefaktorer ”North 30°”, F _{nord} [-]													
		jan		feb		mar		juni		juli		Aug	
[°]		Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App
90	n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.96	0.97	0.94	0.99	0.98
	nv	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	v	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00
	sv	1.00	0.90	1.00	0.95	0.99	0.96	0.95	0.97	0.94	0.97	0.96	0.98
	s	0.97	0.90	0.96	0.95	0.95	0.94	0.96	0.97	0.96	0.95	0.95	0.94
45	n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.79	0.97	0.78	0.99	0.89
	nv	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	1.00	0.91	1.00	0.93	1.00	0.90
	v	1.00	0.98	1.00	0.98	1.00	0.96	0.99	0.94	0.99	0.94	1.00	0.93
	sv	1.00	0.91	1.00	0.95	0.99	0.95	0.95	0.95	0.94	0.94	0.96	0.94
	s	0.97	0.91	0.96	0.95	0.95	0.94	0.96	0.91	0.96	0.89	0.95	0.91
0	-	0.99	0.86	0.99	0.73	0.98	0.59	0.97	0.51	0.97	0.51	0.98	0.40
Månedlige skyggefaktorer ”North 60°”, F _{nord} [-]													
90	n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.92	0.95	0.91	0.99	0.98
	nv	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	v	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.8	0.99	0.98	0.98	1.00	1.00
	sv	1.00	0.90	0.99	0.95	0.98	0.94	0.92	0.86	0.90	0.84	0.93	0.87
	s	0.95	0.83	0.93	0.82	0.92	0.82	0.94	0.87	0.94	0.88	0.91	0.84
45	n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.77	0.95	0.77	0.99	0.89
	nv	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	1.00	0.91	1.00	0.93	1.00	0.90
	v	1.00	0.98	1.00	0.98	1.00	0.96	0.8	0.94	0.98	0.93	1.00	0.93
	sv	1.00	0.91	0.99	0.95	0.98	0.93	0.92	0.86	0.90	0.84	0.93	0.87
	s	0.95	0.85	0.93	0.83	0.92	0.82	0.94	0.78	0.94	0.80	0.91	0.84
0	-	0.99	0.86	0.98	0.73	0.97	0.59	0.95	0.51	0.95	0.51	0.96	0.40
Månedlige skyggefaktorer ”North 90°”, F _{nord} [-]													
90	n	0.95	1.00	0.95	1.00	0.95	1.00	0.89	0.92	0.90	0.91	0.94	0.98
	nv	0.95	1.00	0.95	1.00	0.95	1.00	0.95	1.00	0.95	1.00	0.95	1.00
	v	0.95	1.00	0.95	1.00	0.95	1.00	0.88	0.84	0.89	0.82	0.93	0.93
	sv	0.95	0.90	0.93	0.83	0.87	0.77	0.77	0.71	0.74	0.69	0.77	0.69
	s	0.80	0.68	0.77	0.67	0.76	0.67	0.84	0.82	0.83	0.82	0.77	0.74
45	n	0.95	1.00	0.95	1.00	0.95	1.00	0.89	0.77	0.90	0.77	0.94	0.89
	nv	0.95	1.00	0.95	1.00	0.95	0.97	0.95	0.91	0.95	0.93	0.95	0.90
	v	0.95	0.98	0.95	0.98	0.95	0.96	0.88	0.84	0.89	0.83	0.93	0.89
	sv	0.95	0.91	0.93	0.87	0.87	0.80	0.77	0.72	0.74	0.69	0.77	0.71
	s	0.80	0.71	0.77	0.69	0.76	0.67	0.84	0.72	0.83	0.74	0.77	0.70
0	-	0.91	0.86	0.89	0.73	0.88	0.59	0.87	0.51	0.86	0.51	0.87	0.40

Generelt ses det i tabel 3.6.3 og 3.6.4, at tendensen i Be18 vejrfilen, er at skyggefaktoren for et lodret vindue og et vindue med en hældning på 45° er ens. Denne tendens er ikke gældende i vejrdataet genereret gennem applikationen, hvilket kan skyldes forskel i metode. Ligeledes forekommer der indimellem forholdsvis store variationer i resultaterne, især i sommermånederne for en 90° sidefinne og vandret vindue. Den største forskel for ”south” sidefinnen er 0.54 og for ”north” er den 0.58, mens standardafvigelsen er henholdsvis 0.1 og 0.1. Med disse lave standardafvigelser, og med mangel på

dokumentation for hvordan be18 foretager deres beregninger, er det vurderet, at den benyttede metode skaber brugbare resultater.

Depth

Verificeringen foretages for alle typer skygger; 10%, 20% og 30%.

Tabel 3.6.5 Sammenligning af månedlige skyggefaktorer "depth" for udvalgte måneder, direkte brug af DNI og DHI fra DRY2013 data.
Be18 = be18 vejrdata, App = genereret be18 vejrdata ved brug af applikation

Månedlige skyggefaktorer "Depth 10%", F_{mur} [-]													
		jan		feb		mar		juni		juli		aug	
[°]		Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App
90	n	0.98	1.00	0.98	1.00	0.98	1.00	0.95	0.97	0.95	0.96	0.97	0.99
	nv	0.98	1.00	0.97	0.99	0.95	0.97	0.95	0.95	0.94	0.95	0.93	0.95
	v	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93
	sv	0.93	0.91	0.94	0.92	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.93	0.92	0.91
	s	0.96	0.92	0.94	0.91	0.92	0.91	0.91	0.92	0.91	0.92	0.89	0.89
45	n	0.98	1.00	0.98	1.00	0.98	1.00	0.95	0.91	0.95	0.90	0.97	0.93
	nv	0.98	1.00	0.97	0.99	0.95	0.95	0.95	0.93	0.94	0.93	0.93	0.92
	v	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93	0.92	0.94	0.93	0.94	0.93	0.93	0.92
	sv	0.93	0.91	0.94	0.92	0.93	0.92	0.92	0.93	0.92	0.93	0.92	0.92
	s	0.96	0.91	0.94	0.92	0.92	0.92	0.91	0.93	0.91	0.92	0.89	0.91
0	-	0.96	0.92	0.96	0.91	0.95	0.90	0.93	0.92	0.93	0.91	0.93	0.89
Månedlige skyggefaktorer "Depth 20%", F_{mur} [-]													
90	n	0.94	1.00	0.94	1.00	0.94	1.00	0.89	0.94	0.89	0.92	0.93	0.97
	nv	0.94	1.00	0.93	0.99	0.89	0.95	0.88	0.90	0.87	0.90	0.86	0.91
	v	0.84	0.88	0.85	0.87	0.86	0.86	0.88	0.88	0.88	0.88	0.86	0.87
	sv	0.86	0.82	0.87	0.84	0.86	0.84	0.83	0.85	0.83	0.85	0.83	0.83
	s	0.91	0.84	0.87	0.83	0.84	0.82	0.81	0.84	0.81	0.84	0.78	0.79
45	n	0.94	1.00	0.94	1.00	0.94	1.00	0.89	0.81	0.89	0.80	0.93	0.89
	nv	0.94	1.00	0.93	0.98	0.89	0.91	0.88	0.86	0.87	0.86	0.86	0.84
	v	0.84	0.88	0.85	0.86	0.86	0.85	0.88	0.87	0.88	0.87	0.86	0.84
	sv	0.86	0.82	0.87	0.84	0.86	0.84	0.83	0.86	0.83	0.86	0.83	0.84
	s	0.91	0.83	0.87	0.84	0.84	0.84	0.81	0.86	0.81	0.85	0.78	0.82
0	-	0.91	0.87	0.90	0.82	0.88	0.80	0.86	0.84	0.86	0.83	0.85	0.79
Månedlige skyggefaktorer "Depth 30%", F_{mur} [-]													
90	n	0.88	1.00	0.89	1.00	0.89	1.00	0.82	0.91	0.82	0.89	0.87	0.96
	nv	0.88	1.00	0.87	0.99	0.82	0.92	0.81	0.86	0.80	0.85	0.78	0.87
	v	0.75	0.83	0.77	0.81	0.78	0.80	0.81	0.82	0.81	0.82	0.70	0.80
	sv	0.78	0.73	0.80	0.76	0.79	0.76	0.74	0.78	0.74	0.78	0.74	0.75
	s	0.86	0.76	0.80	0.74	0.75	0.72	0.72	0.77	0.72	0.77	0.68	0.69
45	n	0.88	1.00	0.89	1.00	0.89	1.00	0.82	0.75	0.82	0.74	0.87	0.87
	nv	0.88	1.00	0.87	0.97	0.82	0.88	0.81	0.79	0.80	0.80	0.78	0.78
	v	0.75	0.83	0.77	0.80	0.78	0.77	0.81	0.80	0.81	0.80	0.70	0.76
	sv	0.78	0.73	0.80	0.77	0.79	0.77	0.74	0.79	0.74	0.79	0.74	0.76
	s	0.86	0.74	0.80	0.75	0.75	0.76	0.72	0.79	0.72	0.78	0.68	0.74
0	-	0.84	0.86	0.83	0.75	0.81	0.71	0.78	0.76	0.78	0.74	0.77	0.69

Resultaterne viser, at der er ens tendens for stigende og faldende værdier ift. orientering og hældning af vindue i de to vejrfiler. Dog ses det, at jo dybere murhul, jo større variation i resultater. Den største variation er 0.12, mens den samlede standardafvigelse er 0.03. Dermed vurderes det, at forskellene i resultater er små nok til at blive accepteret som akkumuleret forskelle i metoder og afrundingsforskelle.

3.7 Afskærmningsfaktor

I Be18 tages der højde for, at solafskærmningen kan være aktiv og inaktiv, f.eks. ved at brugeren af bygningen trækker persienner for og fra. Måden Be18 tager højde for den aktive solafskærmning, er ved at fratække den afskærmede solindstråling fra den månedlige skyggekorrigerede solindstråling:

$$Q_{sol,tot} = Q_{sk} - Q_{afs} \quad (3.7.1)$$

Hvor	$Q_{sol,tot}$	er resulterende soltilskud [kWh/m ²]	
	Q_{sk}	er månedlig skyggekorrigeret solindstråling [kWh/m ²]	(3.6.1)
	Q_{afs}	er det afskærmede solindstråling [kWh/m ²]	(3.7.2)

Det resulterende soltilskud, er dermed korrigeret for indfaldsvinkel, skygger og solafskærmning. Den afskærmede solindstråling bestemmes i Be18 ved:

$$Q_{afs} = (1 - F_c)(1 - f_{afs})Q_{sk} \quad (3.7.2)$$

Hvor	Q_{afs}	er det afskærmede solindstråling [kWh/m ²]	
	F_c	er solafskærmningsfaktoren givet af brugeren i be18 [-]	
	f_{afs}	er afskærmningsfaktoren (styringsfaktoren) givet i vejrdato filen [-]	(3.7.3)
	Q_{sk}	er månedlig skyggekorrigeret solindstråling [kWh/m ²]	(3.6.1)

I vejrdatabasen tages der højde for vinduets hældning og orientering, som det er sket i de tidligere afsnit, dog forefindes der kun værdier for tre vindueshældninger; 90° (lodret), 45° og 0° (horisontalt mod himlen)

3.7.1 Beregning

Afskærmningsfaktoren (styringsfaktoren) fortæller hvor meget solinstråling der kommer ind på vinduet, når afskærmningen er inaktiv (OFF), i forhold til den samlede mængde solindstråling:

$$f_{afs} = \frac{Q_{\theta,OFF}}{Q_{\theta}} \quad (3.7.3)$$

Hvor	f_{afs}	er afskærmningsfaktoren (styringsfaktoren) givet i vejrdatabasen [-]	
	$Q_{\theta,OFF}$	er månedlig vinkel korrigeret solindstråling (uden skygger) når afskærmningen er inaktiv [kWh/m ²]	(3.7.4)
	Q_{θ}	er månedlig vinkel korrigeret solindstråling (uden skygger) [kWh/m ²]	(3.3.2)

Ifølge SBI Anvisning 213, antages solafskærmningen altid at være aktiv, når der er direkte sol på vinduet. Dog har det vist sig efter flere beregningsforsøg, at Be18 vejrdatabasen indeholder en vis form for tolerance. Det er valgt i Applikationen at benytte en tolerance på 400 W/m² på det direkte bidrag før solafskærmningen antages aktiv.

$$Q_{\theta,OFF} = \sum_{timer} q_{\theta,OFF} \quad (3.7.4)$$

Hvor	$Q_{\theta,OFF}$	er månedlig vinkel korrigeret solindstråling (uden skygger) når afskærmningen er inaktiv [kWh/m ²]
	$q_{\theta,off}$	er timemæssige vinkel korrigeret solindstråling (uden skygger) når afskærmningen er inaktiv [W/m ²]

$$q_{\theta,OFF} = q_{\theta} , \text{ hvis } f_{dir,\theta} I_{dir} < 400 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

Hvor	q_{θ}	er timemæssige vinkel korrigeret solindstråling (uden skygger) [W/m ²]	
	$f_{dir,\theta}$	er vinkelkorrektionsfaktor for direkte bidrag [-]	(3.3.3)
	I_{dir}	er direkte solindstråling på vinduets normal [W/m ²]	(3.2.2)

3.7.2 Verificering

Verificeringen er foretaget på samme måde som i de tidligere afsnit, resultaterne er vist i tabel 3.7.1.

Tabel 3.7.1 Sammenligning af månedlige afskærmningsfaktorer for udvalgte måneder, direkte brug af DNI og DHI fra DRY2013 data. Be18 = be18 vejrdato, App = genereret be18 vejrdato ved brug af applikation

Månedlige Afskærmningsfaktore (styringsfaktorer), f_{afs} [-]													
		jan		feb		mar		juni		juli		aug	
[°]		Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App
90	n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	nv	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.0	0.84	0.99	0.83	1.00	0.90	1.00
	v	0.99	1.00	0.86	0.97	0.77	0.92	0.70	0.78	0.68	0.78	0.67	0.81
	sv	0.75	0.79	0.66	0.62	0.61	0.62	0.70	0.89	0.69	0.81	0.61	0.68
	s	0.64	0.61	0.60	0.53	0.58	0.55	0.76	1.00	0.75	0.99	0.63	0.72
45	n	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	nv	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.72	0.87	0.72	0.89	0.79	0.98
	v	1.00	1.00	0.88	1.00	0.75	0.89	0.59	0.64	0.59	0.67	0.58	0.62
	sv	0.81	0.92	0.70	0.64	0.58	0.57	0.53	0.58	0.54	0.61	0.49	0.47
	s	0.72	0.68	0.63	0.56	0.54	0.51	0.52	0.58	0.53	0.60	0.48	0.43
0	-	0.48	1.00	0.49	1.00	0.52	0.98	0.57	0.65	0.56	0.69	0.56	0.61

Som det fremgår af resultaterne, varierer disse mere mod syd end mod nogen anden orientering. I vintermånederne (jan-mar) varierer resultaterne også en del for det horisontale vindue. Dette kunne tyde på, at Be18 benytter forskellige former for tolerancer alt efter orientering og hældning i nogle perioder. Men da det ikke er muligt at gætte sig frem til, hvad der er foregået i Be18 beregningerne, er det bestemt, at den valgte tolerance på 400 W/m² før solafskærmningen antages aktiv, er en fair vurdering, når man sammenligner resultaterne generelt. Her er den maksimale afvigelse 0.52, mens standardafvigelsen er 0.11.

3.8 Varmepumpe dækningsgrad

Det har ikke været muligt at bestemme hvordan be18 beregner raten for varmepumpens dækningsgrad, hvorfor der blot er benyttet værdierne direkte fra DRY2013 vejrfilen for be18. Dette vil ikke blive behandlet yderligere i denne dokumentation.

3.9 Udetemperatur

Udetemperaturen er en månedlig middeltemperatur, dvs. middelværdien for alle timeværdierne for udetemperaturen hver måned er blevet bestemt.

3.9.1 Verificering

Resultaterne er vist i tabel 3.9.1. Verificeringen er foretaget ved brug af samme metode, som i de forrige afsnit.

Tabel 3.9.1 Sammenligning af månedlige udetemperaturer for udvalgte måneder, direkte brug af DNI og DHI fra DRY2013 data. Be18 = be18 vejrdata, App = genereret be18 vejrdata ved brug af applikation

Månedlige udetemperatur, tu [C°]												
	jan		feb		mar		juni		juli		aug	
	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App
tu	0.67	0.67	0.44	0.44	-0.74	-0.74	14.23	14.23	17.78	17.78	17.88	17.88

Der forventes stort set ingen forskel i resultaterne, da den timemæssige udetemperatur er taget direkte fra DRY2013 filen, hvorfor den eneste forskel der ville kunne forekomme, er forskel i afrunding ved beregning af middelværdierne. Det ses på resultaterne at de er ens, som forventet.

3.10 Jordtemperatur

Det fremgår ikke hvordan be18 beregner jordtemperaturen, hvorfor der blot er benyttet værdierne direkte fra DRY2013 vejrfilen for be18. Dette vil ikke blive behandlet yderligere i denne dokumentation.

3.11 Vindhastighed

Vindhastigheden er ligesom udetemperaturen en månedlig middeltemperatur, dvs. middelværdien for alle timeværdierne for vindhastigheden hver måned er blevet bestemt.

3.11.1 Verificering

Resultaterne er vist i tabel 3.11.1. Verificeringen er foretaget ved brug af samme metode, som i de forrige afsnit.

Tabel 3.11.1 Sammenligning af månedlige vindhastighed for udvalgte måneder, direkte brug af DNI og DHI fra DRY2013 data. Be18 = be18 vejrdata, App = genereret be18 vejrdata ved brug af applikation

Månedlige vindhastighed, ws [m/s]												
	jan		feb		mar		juni		juli		aug	
	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App	Be18	App
tu	4.16	4.16	4.35	4.35	4.20	4.20	4.41	4.41	3.65	3.65	4.41	4.41

Endnu engang forventes stort set ingen forskel i resultater, da disse alene vil kunne forekomme ved afrundingsfejl, når det findes en middelværdi for tallene direkte fra DRY2013 filen. Resultaterne viser således også, da der ikke er afvigelse i resultaterne.

4. Referencer

Duffie, J. & Beckman, W. 2013, "Solar Engineering of Thermal Processes", Fourth Edition, *John Wiley & Sons*.

EnergyPlus 2016, "EnergyPlus™ Version 8.6 Documentation – Engineering Reference". *U.S. Department of Energy*, pp. 189-223

Nzeb.in, "Shading – Recommendations", *Web*. Besøgt: d. 19/7-2018, URL: <http://www.nzeb.in/knowledge-centre/passive-design/shading/>

Perez R. et. Al. 1990, "Modeling daylight availability and irradiance components from direct and global irradiance", *Solar Energy*, vol. 44, pp. 271-289.

SBi Anvisning 213, 2005-2018, "SBi-anvisning 213: Bygningers energibehov beregningsmanual", *Statens byggeforskningsinstitut, Aalborg universitet København*.

Scharmer, K. & Greif, J. 2000, "The European Solar Radiation Atlas – Vol. 1: Fundamentals and Maps", *Les Presses de l'École des Mines*.

Victoria, M. & Andersen, G. 2018, "Using validated reanalysis data to investigate the impact of the configuration of PV systems at high penetration levels in European countries", *Department of Engineering, Aarhus University*, pp. 14.