

Bruerveiledning for Protan Vindlast 1.2

08.09.2008

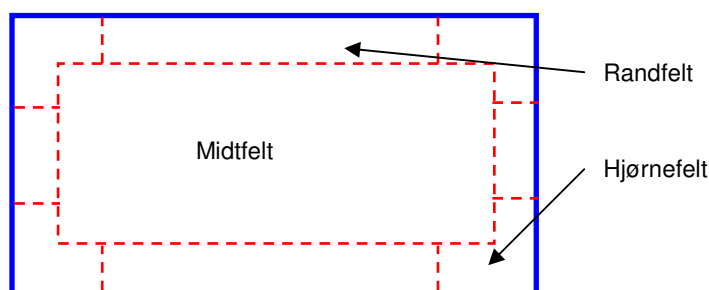
Innhold

1. Om Protan Vindlast 1.2.....	3
2. Regneark Bygg.....	4
2.1 Byggested.....	4
2.2 Distrikt.....	4
2.3 Takformer.....	4
Flatt tak.....	4
Pult tak.....	4
Sal tak.....	5
Buet tak.....	5
Kuppel.....	5
2.4 Prosedyre for ikke-rektangulære tak.....	6
3. Regneark Terreng.....	6
3.1 Terrengkategorier.....	6
Terrengkategori 0.....	6
Terrengkategori I.....	7
Terrengkategori II.....	7
Terrengkategori III.....	7
Terrengkategori IV.....	8
3.2 Topografi.....	8
Flatt terreng.....	8
Forhøyning.....	8
Skråning.....	9
Regulær ås.....	9
Leside av bratt terreng.....	9
4. Regneark Vindlast.....	10
5. Regneark Tekking.....	10
6. Regneark Konstruksjon.....	11
6.1 Virkningsgrad for utvendig last.....	11
6.2 Formfaktor for utvendig last.....	11
6.3 Virkningsgrad for innvendig last.....	11
6.4 Formfaktor for innvendig last.....	12
6.5 Sikkerhetsfaktor.....	12
6.6 Dimensjonerende vindlast.....	12
6.7 Regler.....	12
6.8 Manuell justering av festeavstand.....	13
7. Regneark Resultat.....	13
8. Regneark Skisse av flatt tak.....	13
9. Referanser.....	13

1. Om Protan Vindlast 1.2

Protan Vindlast 1.2 er et excel-basert program (Excel versjon 2003). Det brukes til å lage en spesifikasjon for mekanisk innfesting av Protan takbelegg for de ulike takformene: Flatt tak, pult tak, sal tak, buet tak eller kuppel. Alle takene antas rektangulære, bortsett fra kuppel som er sirkulær. Programmet beregner det antall festemidler som kreves for å forankre takbelegget til bærende konstruksjon samt størrelsen på de ulike vindsonene som opptrer på et tak. Følgende vindsoner behandles individuelt:

- Midtfelt
- Randfelt
- Hjørnefelt
- Mønefelt (bare for sal tak).



Programmet beregner totalt antall festemidler for hver sone samt størrelsen på hver sone.

Programmet består av følgende syv regneark (som ligger i samme arkfane-baserte Excel arbeidsbok):

- *Bygg*
- *Terreng*
- *Vindlast*
- *Tekking*
- *Konstruksjon*
- *Resultat*
- *Skisse flatt tak.*

Under bruk av programmet så kan brukeren fritt hoppe mellom de ulike regnearkene. Det gjøres ved å klikke på arkfanene nederst i programmet. Man trenger altså ikke å fylle ut hvert regneark i en bestemt rekkefølge. Dette er meget praktisk.

Inndatafelt er blå. Resultater markeres i gule felt gjennom hele programmet. Unntaket er *Resultat*-regnearket som har hvit bakgrunn da det er denne som skrives ut som dokumentasjon. Dersom felt skifter farge til rødt, så er det et tegn på at resultatet er utenfor en tillatt grense.

Merk også at alle felt med en rød markør øverst til høyre har en veiledende kommentar. Denne kommentaren kommer til syne ved å klikke på den røde markøren.

Programmet er basert på TPF nr. 5 [ref. 1] med tilhørende standarder. Protan har intet ansvar for eventuelle skader eller tap, direkte eller indirekte forårsaket som følge av bruk av programmet. Resultatene skal alltid vurderes av en ekspert.

2. Regneark Bygg

2.1 Byggested

Nødvendige inndata er:

- Prosjekt
- Bygg
- Adresse
- Postboks
- Poststed.

2.2 Distrikt

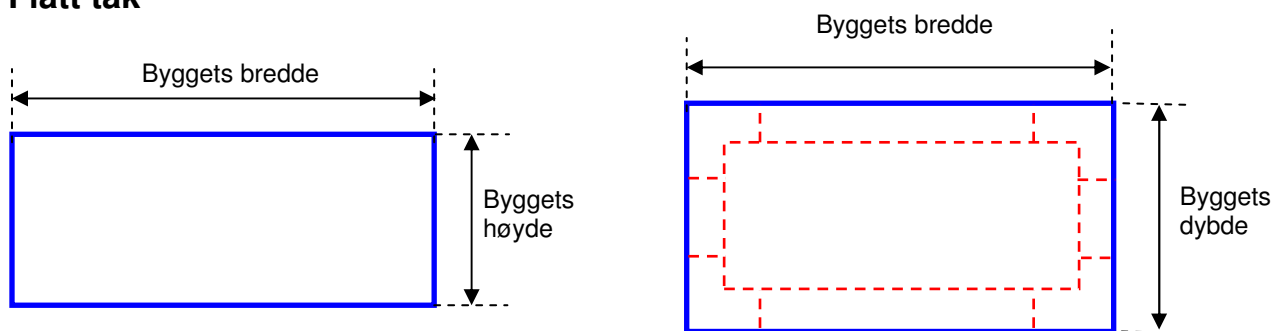
Her velges byggestedets kommune og høyde over havet. Til hver kommune er det definert en referansevindhastighet. Dette er den gjennomsnittlige vindhastigheten målt over 10 minutter, 10 meter over flatt terreng med terrengkategori II. Returperioden for denne vindhastigheten er 50 år. Det betyr at en slik "gjennomsnittsvind" vil opptre en gang hvert femtiende år. Typiske verdier er 22-32 m/s.

2.3 Takformer

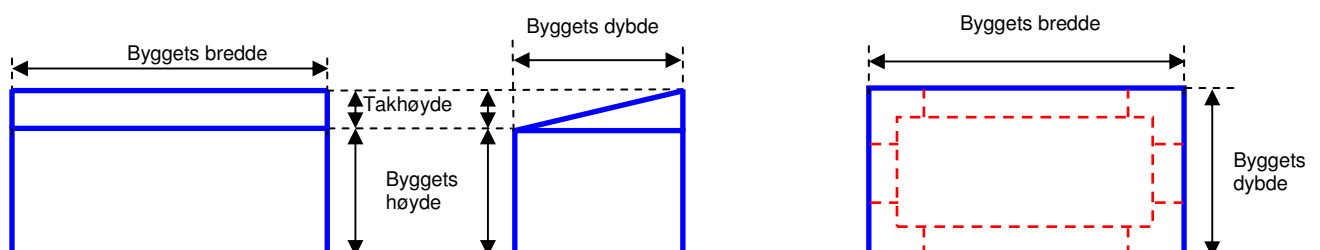
De ulike takformene som programmet håndterer, er vist nedenfor. Legg spesielt merke til definisjonen av takhøyde.

For buet tak og kuppel er takets areal en del av nødvendige inndata. Merk også at buet tak og kuppel ikke har hjørnefelt, men kun randfelt.

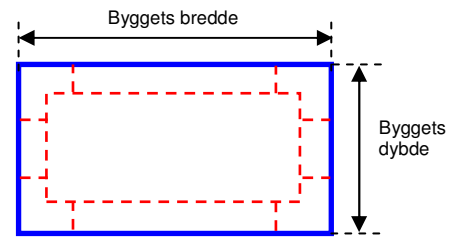
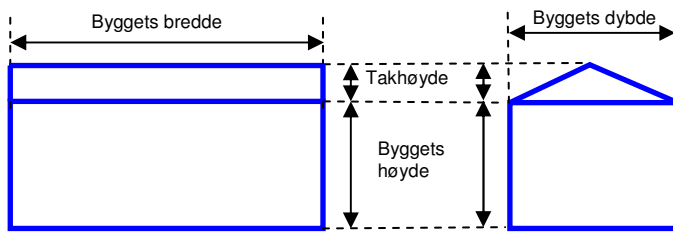
Flatt tak



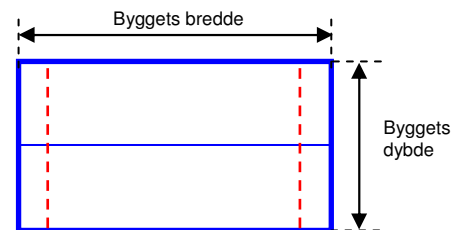
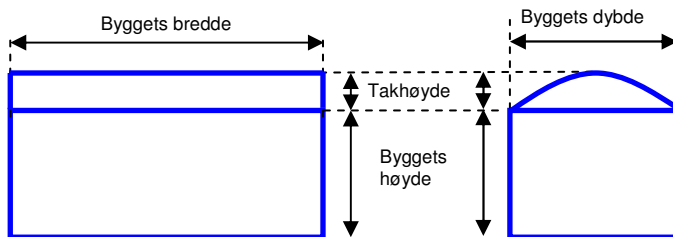
Pult tak



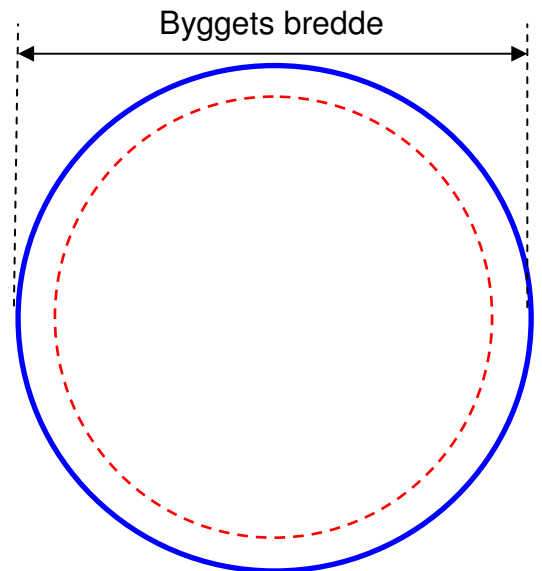
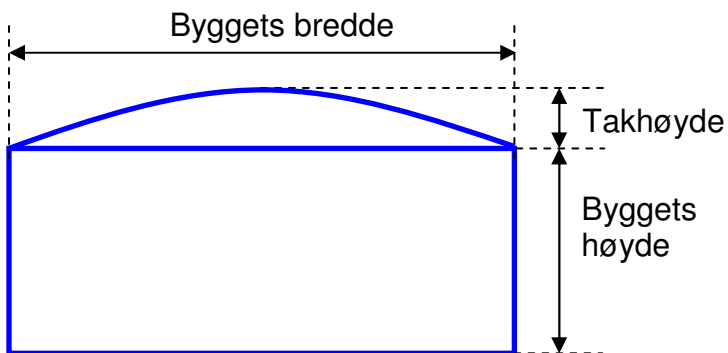
Sal tak



Buet tak



Kuppel



2.4 Prosedyre for ikke-rektangulære tak

I dette programmet er alle takformene (utenom kuppel) antatt rektangulære. Dette er en forenkling, men de fleste tak er gjerne rektangulære med fire hjørnefelt, fire randfelt og ett midtfelt. For slike tak er det dermed enkelt å definere byggets dimensjoner (bredde og dybde samt høyde/takhøyde) som vist i figurene i kap. 2.3. Husk at buet tak ikke har hjørnefelt.

For tak som er ikke-rektangulære, kan følgende prosedyre brukes:

1. Bestem «takets areal».
2. Bestem «byggets bredde». Dette er lengden for byggets bredeste fasade.
3. Beregn den tilsynelatende «byggets dybde» ved å ta «takets areal» fra punkt 1 og dele på «byggets bredde» fra punkt 2.
4. Bruk «byggets bredde» fra punkt 2 og «byggets dybde» fra punkt 3 som inndata i programmet (regneark *Bygg*).
5. Programmet gir nå et resultat som antar fire hjørnefelt og fire randfelt. Dette er ikke gyldig for et ikke-rektangulært tak, som vil ha flere hjørne- og randfelt. Dette betyr at programmet ikke vil beregne antall festemidler helt nøyaktig, men resultatet vil allikevel være en brukbar tilnærming.
6. Dersom en helt nøyaktig beregning er nødvendig, må brukeren benytte hhv. beregnet randfeltbredde og hjørnefeltlengde fra regnearket *Bygg* for manuell beregning av arealer for hjørnefelt, randfelt og midtfelt. Da er det til slutt mulig å beregne totalt antall festemidler ved å bruke «antall fester pr. m²» fra regneark *Resultat* for hver vindsoner ved å multiplisere med hver soners areal. Dette er litt omstendelig, men fullt mulig.

3. Regneark Terreng

3.1 Terrengkategorier

Terrengkategori 0

Åpent opprørt hav.



Terrengkategori I

Kystnær, opprørt sjø. Åpne vidder og strandsoner uten trær eller busker.



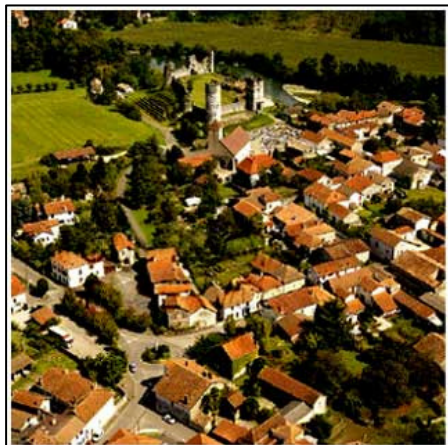
Terrengkategori II

Landbruksområde, område med spredte små bygninger eller trær.



Terrengkategori III

Sammenhengende småhusbebyggelse, industriområder eller skogsområder.



Terrengkategori IV

Byområder der minst 15% av arealet er dekket av bygninger og deres gjennomsnittshøyde overskrider 15 m. Granskogområder.

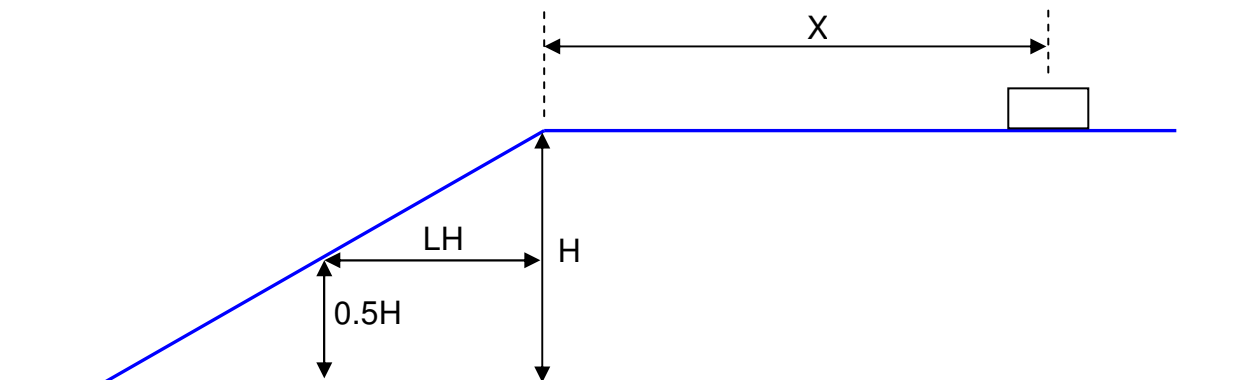


3.2 Topografi

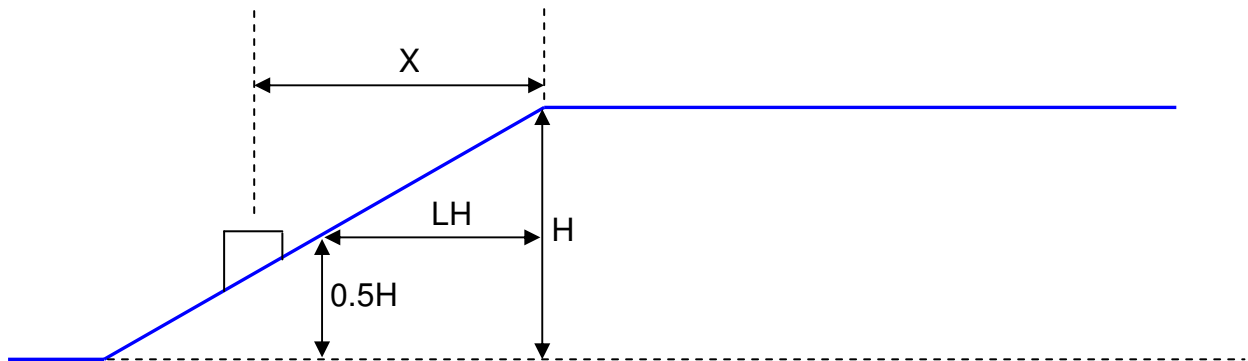
Flatt terreng

Denne velges når terrenget er flatt.

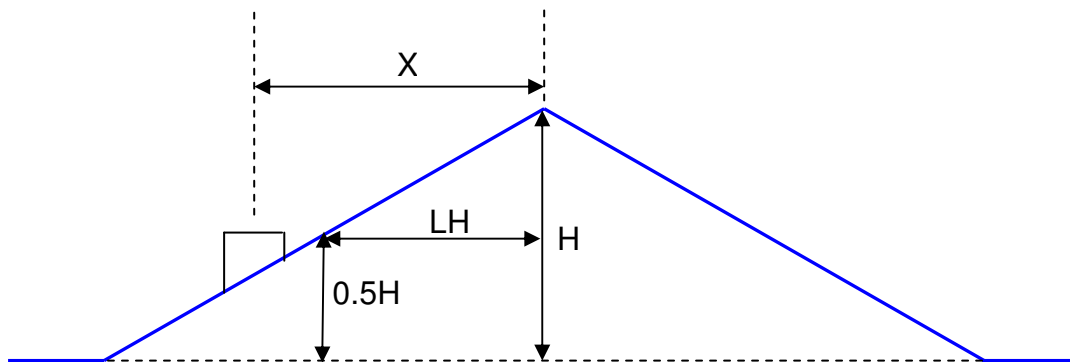
Forhøyning



Skråning

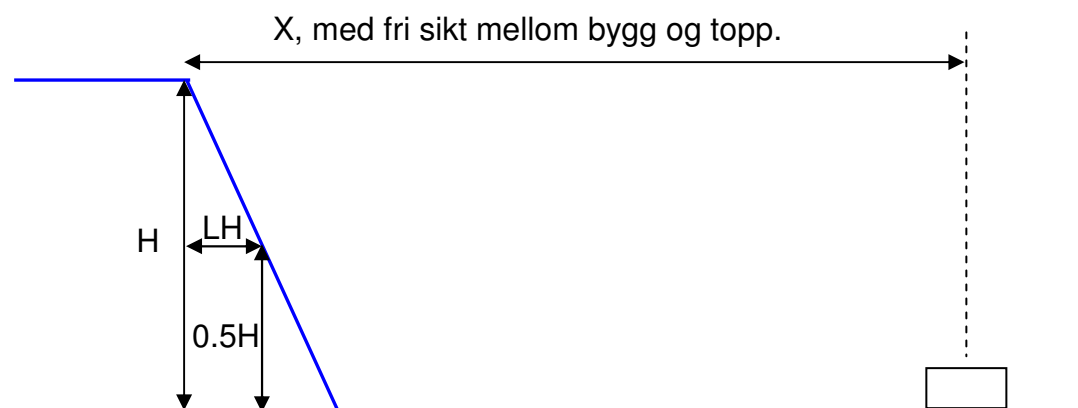


Regulær ås



Leside av bratt terreng.

Helningen må minst være på 30° . Det skal være fri sikt mellom bygget og det bratte terrenget (f. eks. en fjelltopp). Denne topografien er normalt bare relevant i terrengkategori I og II, men kan også velges for III og IV for spesielle tilfeller hvor lokal kunnskap om terreng og vær tilsier det. For disse tilfellene skal terrengkategori II velges i stedet for III eller IV.



4. Regneark Vindlast

Her har man to valg:

- Bruk automatisk beregning av vindlast.
- Bruk manuell innlesing av vindlast.

Valg av den førstnevnte (automatisk) er standard i programmet. Her blir vindkasthastighetstrykket (q_{kast}) beregnet automatisk basert på inndata fra regnearkene *Bygg* og *Terreng*.

Valg av sistnevnte (manuell) kan gjøres dersom vindkasthastighetstrykket (q_{kast}) allerede er beregnet for bygget. Denne verdien kan da brukes direkte i programmet. For slike tilfeller er det ikke nødvendig med å lese inn data i regnearket *Terreng*.

5. Regneark Tekking

Takbelegg og festemidler velges for følgende soner:

- Midtfelt
- Hjørne- og randfelt (samt mønefelt for sal tak).

Bærende underlag og takskruetype velges for hele taket under ett.

Basert på brukerens valg av ovenstående beregnes dimensjonerende kapasitet for systemet for hhv. midtfelt, randfelt og hjørnefelt (samt mønefelt for sal tak).

Brukeren kan velge mellom følgende takbelegg:

- Protan SE
- Protan EXG
- Protan EX
- Protan SE med flipp
- Protan FP.

Og følgende bredder:

- 0,5 m
- 0,67 m
- 1,0 m
- 2,0 m
- Annen bredde.

For Protan SE med flipp kan man velge mellom:

- Flak med langsgående flipp (flippavstand må spesifiseres).
- Rulleflipp (flippavstand må spesifiseres).

Man kan velge mellom følgende bærende underlag:

- Stål 0,65 mm
- Stål 0,7 mm
- Stål 0,8 mm
- Stål 0,9 mm eller tykkere

- Betong
- BetongC55
- Lettklinker 700 kg/m³
- Porebetong 450 kg/m³
- Porebetong 500 kg/m³
- Tre.

Basert på disse valgene genereres det lister over passende festemidler og takskruer i Combobox-listene i regnearket. Merk at det for både festemidler og takskruer kan velges «Manuell verdi» i Combobox-listene. Her leses i så fall inn betegnelse og kapasitet for festemiddelet eller takskruen.

6. Regneark Konstruksjon

6.1 Virkningsgrad for utvendig last

Dersom takets underkonstruksjon inklusiv vegger og parapeter er luft-tett samt isolasjonstykkelsen mindre eller lik 100 mm, så settes virkningsgraden for utvendig last lik 0,8. Dette betyr at det virker en liten vakuumbetongkraft som prøver å suge takbelegget fast til underlaget. Denne lille kraften virker i motsatt retning av den mye større ytre vindlasten.

For alle andre tilfeller settes virkningsgraden for utvendig last lik 1.

6.2 Formfaktor for utvendig last

Formfaktoren for utvendig laster avhenger av takformen og vindsonen (midtfelt, randfelt, hjørnefelt eller mønefelt). Disse faktorene er oppgitt i tabellen i regnearket *Konstruksjon*.

6.3 Virkningsgrad for innvendig last

Dersom takets underkonstruksjon inklusiv vegger og parapeter er luft-tett, så settes virkningsgraden for innvendig last lik 0.

For alle andre tilfeller, regnes det at takkonstruksjonen er utsatt for luftlekkasjer innenfra bygget, og virkningsgraden for innvendig last settes lik 1.

Dersom takets bærende underlag består av korrugerte stålplater bør gjerne virkningsgraden for innvendig last settes lik 1 fordi det vil alltid være noen luftlekkasjer gjennom ståldekket og dampsperran. Dersom dampsperran installeres med forseglede overlapper (sveiset eller forseglet med butylklebebånd) og uten perforeringer, så kan denne virkningsgraden allikevel settes lik 0.

6.4 Formfaktor for innvendig last

Det må kontrolleres om det eksisterer en innvendig vindlast i bygget. For eksempel kan luftlekkasjer ved parapet forårsake en innvendig vindlast som vil virke på takbelegget nedenfra. For å forenkle, ser vi på kun to tilfeller i det følgende:

- 1) For en tett bygning uten noen dominerende vindfasader: Da settes formfaktoren for innvendig last lik 0,2. Dette gjelder for de fleste bygg.
- 2) For en bygning med permanente åpninger, og med minst en dominerende vindfasade: Da settes formfaktoren for innvendig last lik 0,7. Dette gjelder for spesielle bygg slik som åpne lagerbygg.

Dersom to fasader (vegger eller tak) begge har åpninger som er større enn 30% av det totale fasadearealet, skal bygget regnes som et frittstående tak. Dette programmet kan ikke brukes for slike tilfeller.

Merk at for visse spesielle tilfeller skal en tett bygning allikevel ha en formfaktor på 0,7. Dette gjelder tak med korrugerte stålplater med takutspring som rekker langt utenfor veggene. Selv om bygningen er tett vil takbelegget bli påkjent en innvendig vindlast som har sin årsak i luftlekkasjer i utspringene.

En fasade er en dominerende vindfasade dersom den har et areal av åpninger som er minst to ganger summen av arealet av åpninger i de andre fasadene til bygningen.

6.5 Sikkerhetsfaktor

I vindlastberegningen benyttes en sikkerhetsfaktor på 1,5 (ugunstig, dominerende variabel last) og en reduksjonsfaktor på 0,9 (pålitelighetsklasse 2).

6.6 Dimensjonerende vindlast

Følgende ligning brukes til å beregne den dimensjonerende vindlasten (q_d):

$$q_d = 1,5 \cdot 0,9 \cdot (-f_1 \cdot c_{pe} + f_2 \cdot c_{pi}) \cdot q_{kast}$$

f_1 er virkningsgraden for utvendig last, f_2 er virkningsgraden for innvendig last, c_{pe} er formfaktoren for utvendig last, og c_{pi} er formfaktoren for innvendig last. Merk at c_{pe} er et negativt tall. q_{kast} er vindkasthastighetstrykket. 1,5 er sikkerhetsfaktoren, og 0,9 er reduksjonsfaktoren.

6.7 Regler

For en dimensjonerende last mindre eller lik 3000 Pa, er minimum antall festemidler pr. m² lik 1. For en dimensjonerende last større enn 3000 Pa, er minimum antall festemidler pr. m² lik 2.

For alle tilfeller er minimum tillatt radavstand og festeavstand lik 0,2 m.

For en dimensjonerende last mindre eller lik 3000 Pa, er maksimum tillatt rad- og festeavstand lik:

- 1,0 m for hjørnefelt, randfelt og mønefelt.
- Ingen krav for midtfelt.

For en dimensjonerende last større enn 3000 Pa, er maksimum tillatt rad- og festeavstand lik:

- 0,6 m for hjørnefelt, randfelt og mønefelt.
- 1,0 m for midtfelt.

Hvis feltene for rad- eller festeavstand blir røde i tabellen i regnearket *Konstruksjon*, betyr det at de beregnede verdiene er utenfor tillatte grenser (over eller under er også vist i tabellen). Det er opp til brukeren av programmet å vurdere om dette er akseptabelt eller ikke. Hensikten med dette er å tillate brukeren selv å utføre fornuftige tekniske vurderinger. Dette kan være nyttig dersom beregningene er så vidt utenfor tillatt område.

6.8 Manuell justering av festeavstand

I regnearket *Konstruksjon* er det to valgmuligheter:

- Bruk automatisk beregning av antall festemidler.
- Bruk manuell justering av festeavstand.

Valg av førstnevnte (automatisk) er standardvalget i programmet. Her blir festeavstandene beregnet automatisk. Noen ganger vil automatisk beregnede festeavstander bli meget upraktisk, spesielt på korrugerte stålplater. For slike tilfeller bør brukeren velge sistnevnte (manuell). Dermed kan festeavstanden bestemmes manuelt.

Hvis de tillatte øvre grensene for festeavstand blir overskredet blir feltene markert røde. Det er opp til brukeren av programmet å vurdere om dette er akseptabelt eller ikke. Hensikten med dette er å tillate brukeren selv å utføre fornuftige tekniske vurderinger. Dette kan være nyttig dersom beregningene er så vidt utenfor tillatt område.

7. Regneark Resultat

På denne siden er alle inndata og alle resultater oppsummert i tabeller. Denne siden kan skrives ut som vindlast-dokumentasjon for taktekingen. Nederst på siden er det avsatt et felt for signatur på en utskrift. På utskriften vises en Protanlogo i øvre, høyre hjørne.

Dersom det oppstår problemer med å skrive ut resultatsiden på en enkelt A4 side, så må margoppsettet endres i «Utskriftsformat» som finnes i Excel Fil menyen.

8. Regneark Skisse av flatt tak

Dette er en meget enkel takplan som viser spesifikasjonene for de ulike vindsonene på taket (midtfelt, randfelt og hjørnefelt). Denne skissen gjelder utelukkende for ett flatt, rektangulært tak.

9. Referanser

- 1) TPF nr 5 (Festing av fleksible takbelegg, dimensjonering og utførelse), www.tpf-info.org.