

ISBN 978-87-90856-28-1



9 788790 856281

Rapporten gennemgår udviklingen af reglerne for snelast i danske normer fra 1916 til i dag.

Udviklingen af normreglerne er dels beskrevet i hovedtræk og dels ved en detaljeret gennemgang af laster på typiske tagkonstruktioner – i nogle tilfælde illustreret med eksempler.

Alle normtekster fra 1916 til og med 2010 er gengivet i bilag. Rapporten er faglig referenc til vejledningen Forebyg sneskader på haller (2011), som Træinformation har udarbejdet for Erhvervs- og Byggestyrelsen.



Danske normregler for snelast 1916-2010

Danske normregler for snelast 1916-2010



TRÆINFO
rapport

Træinformation

Indhold

Indledning	3
Normudvikling	4
Typiske tagkonstruktioner	6
Bilag: Normtekster	12
Husbygningskonstruktioner, 1916	12
Husbygningskonstruktioner, 1930	13
DS 410, 1. udgave, 1945	14
Tillæg fra 1959 til DS 410, 1. udgave ..	15
DS 410, 2. udgave, 1977 og 3. udgave, 1982	16
Tillæg fra 1988 til DS 410, 3. udgave	17
DS 410, 4. udgave, 1998	24

Indledning

Dette notat beskriver udviklingen i snelastreglerne i danske normer fra 1916 til i dag.

Først beskrives udviklingen af normreglerne i hovedtræk. Derefter omtales lasten på typiske tagkonstruktioner, i nogle tilfælde illustreret med eksempler.

Normteksterne til og med 1998 er gengivet i bilag.

Notatet er baggrundsmateriale Erhvervs- og Byggestyrelsens vejledning *Forebyg sneskader på haller og store tage*, udgivet maj 2011, som udpeger en række tilfælde og perioder hvor normreglerne ikke har været tilstrækkelige. Styrelsen har derfor i gang sat et arbejde med at forbedre reglerne.

Information om nogle af de senere års mange sneskader kan findes i følgende publikationer:

- Snelast på tage. Udredning vedr. sneskader ifm. Snestormen februar 2007 (SBI 2008:21). Statens Byggeforskningsinstitut, 2008.
- Undersøgelse af årsager til tagkollaps i forbindelse med snefald vinteren 2010. Dansk Standard 2010.
- Undersøgelse af årsager til tagkollaps i forbindelse med snefald vinteren 2010. Anneks. Dansk Standard 2010.
- Kollaps af Club Danmark Hallen. Undersøgelsesrapport (SBI 2011:10). Statens Byggeforskningsinstitut, 2011.

Erhvervs- og Byggestyrelsen har udgivet følgende vejledninger om at forebygge sneskader:

- Er din bygning snesikker. 2010.
- Sådan rydder du dit tag for sne. 2010.
- Forebyg sneskader på haller og store tage. 2011.

Normudvikling

Før 1988

Indtil 1988 angiver DS 410 og dennes forløber, Normer for beregning af Husbygningkonstruktioner, stort set kun lasten fra jævnt fordelt sne på saddeltage som funktion af taghældningen. Lasten er 0,75 kN/m² indtil en vis hældning, der har varieret mellem godt 20° og 30°. Derefter aftager den og bliver nul mellem 50° og 60°. Lasten skal behandles som fri last, så der ses bort fra snelasten hvor den er til gunst.

For andre tagtyper regnes med lasten på saddeltage svarende til den aktuelle hældning.

Den projekterende skal selv skønne hvor der er risiko for sneophobning. Fra 1945 angives at snesække antages halvt fyldt med sne med densiteten 1,5 kN/m³.

Partialkoefficientsystemet introduceres i 1977 og først fra det tidspunkt betegnes laster og styrker som karakteristiske i normerne.

Fra 1977 skal kun halvdelen af snelasten regnes som fri last og nedglidning fra højere tage nævnes. Sneophobning som følge af lævirkning omtales ikke. Den samlede last begrænses til 3 kN/m².

I 1982 fordobles tyngden af sneen i snesække til 3 kN/m³, formentlig som konsekvens af en lang række sneskader i slutningen af 1970'erne.

1988-2009

I 1988 bliver DS 410 ændret radikalt vedrørende sne med udgivelsen af et tillæg. Der indføres terrænværdi og formfaktorer som vi kender det i dag. Snelasten gøres til en bunden last, til gengæld gøres lasten på sadeltage usymmetrisk.

Der indføres specifikke formfaktorer for pulttage, cylinderformede tage, trugformede tage og shedtage samt for lægiverer og nedglidning af sne fra højere tage. Tyngden af sne sættes til 2 kN/m³.

Lasten på cylinderformede (buedede) tage er væsentlig større end på saddeltage, hvilket kan skyldes at saddeltage sædvanligvis har forholdsvis lille spændvidde mens cylinderformede tage oftest har store spændvidder. Formfaktoren for pulttage med hældning over 15° er sat meget lavt i 1988.

Det er ikke formuleret krav om at den projekterende selv skal vurdere om der er behov for at vurdere andre tilfælde end de beskrevne.

Principperne bevares i 1998-normen, men nogle formfaktorer justeres. Blandt andet bringes lasten på pulttage på niveau med reglerne fra før 1988.

Fra 2009

Eurocoden for snelast, EN 1991-1-3, med tilhørende Nationalt Anneks har været gældende i Danmark siden 2009. Principperne afviger ikke væsentligt fra de foregående normer, men formfaktorerne ændres i både op- og nedadgående retning.

En væsentlig ændring er dog at lasten på saddeltage igen bliver symmetrisk, idet halvdelen af snelasten på den ene tagflade skal betragtes som fri. Dette svarer til reglerne fra før 1988.

I det danske nationale anneks til EN 1991-1-3 er det angivet at halvdelen af snelasten skal betragtes som fri på konstruktioner, der er følsomme for lastfordelingen. Der tænkes på fx udkragede konstruktioner, herunder Gerberdragere, pulttage og TT-betonelementer med mellemlygende lette udfyldningselementer.

Det skal bemærkes at formfaktorerne for specielt lægiverer efter dansk opfattelse langt fra er korrekte og derfor ikke skal bruges ukritisk. Erhvervs- og Byggestyrelsen har iværksat et arbejde med at forbedre disse.

Typiske tagkonstruktioner

Saddeltage

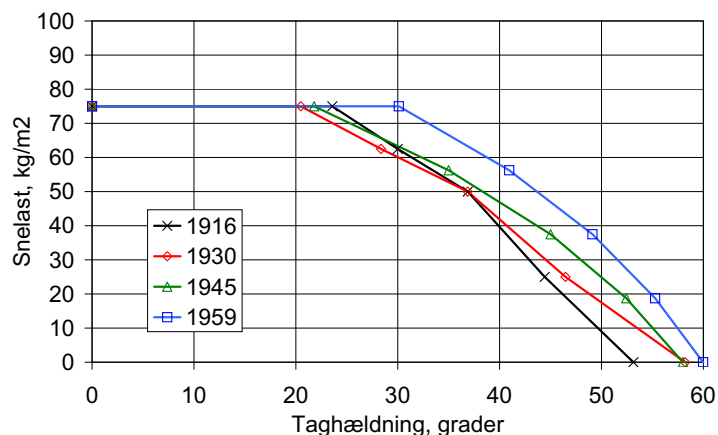
Snelasten ved små taghældninger har været praktisk taget uændret siden 1916, men taghældningen hvor den begynder at aftage er ændret lidt.

Figur 1 viser lasten mens den blev angivet i kg/m^2 og figur 2 mens den er angivet i kN/m^2 . Lasten i 1959 og 1977 er reelt ens. De krumme kurver skyldes at der i 1916 og 1930 interpoleres lineært med sinus til taghældning, mens der anvendes tangens i 1945, 1959 og 1977. Siden 1982 er der interpoleret med vinklen i grader.

Formfaktoren for små taghældninger har, siden den blev indført i 1988, været 0,8. Terrænværdien var $1,0 \text{ kN}/\text{m}^2$ i 1988, men blev reduceret til $0,9 \text{ kN}/\text{m}^2$ i 1998. I 1988 og 1998 er lasten bundet, men usymmetrisk. For pulttage anvendes formfaktoren for den mindst belastede tagflade.

Lasten efter Eurocode er symmetrisk som før 1988 og identisk med 1998a i figur 2.

Siden 1977 er det angivet at hvor sneen er hindret i at glide ned af fx snefang skal der regnes med lasten for fladt tag.



Figur 1 Snelast på saddeltage og andre tage med konstant hældning i normerne fra 1916 til 1959. Der er løbende ændret ved hvordan lasten aftager fra $75 \text{ kg}/\text{m}^2$ til nul.

Cylindertage

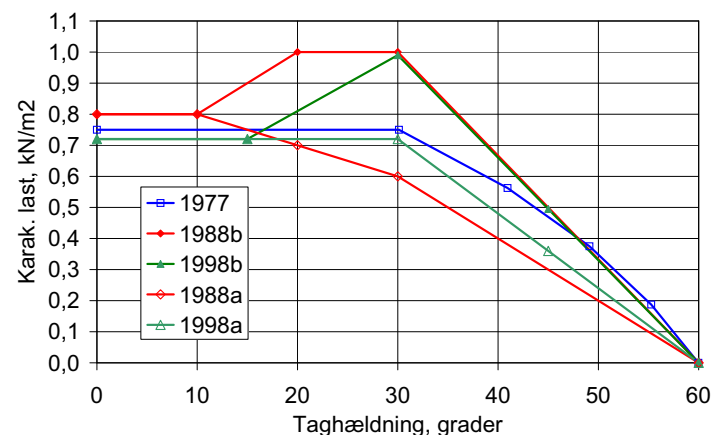
I 1945 angives »For andre tagformer end saddeltage skal der regnes med den til hver hældning svarende snebelastning«. Formuleringen dækker tilsyneladende over både pulttage og tage med varierende hældninger som cylindertage.

Dette er forsvundet i 1977, hvor formfaktoren gælder for tagflader med fald mod frie kanter, altså også pulttage, men næppe cylindertage.

I 1988 omtales cylindriske tagflader. Hvor hældningen er større end 60° er lasten nul. Ved mindre hældninger regnes dels med en jævnt fordelt snelast (formfaktor 0,8 for alle hældninger), dels en trekantformet, usymmetrisk last der er størst ved tagkanten (eller hvor hældningen bliver 60°). Formfaktor kan blive op til 2,3, størst for stejle tage.

Den væsentligste ændring i 1998 er at den trekantformede, usymmetriske last har maksimum i fjerdedelspunkterne i stedet for ved tagkanterne.

Eurocoden er identisk med 1998-normen, men i det danske nationale annekset er det usymmetriske tilfælde fra 1988 tilføjet. Tilføjjelsen skyldtes skader på haller med sidebygninger uden højdeforskel mellem tagene og er næppe relevant for fritliggende bygninger.



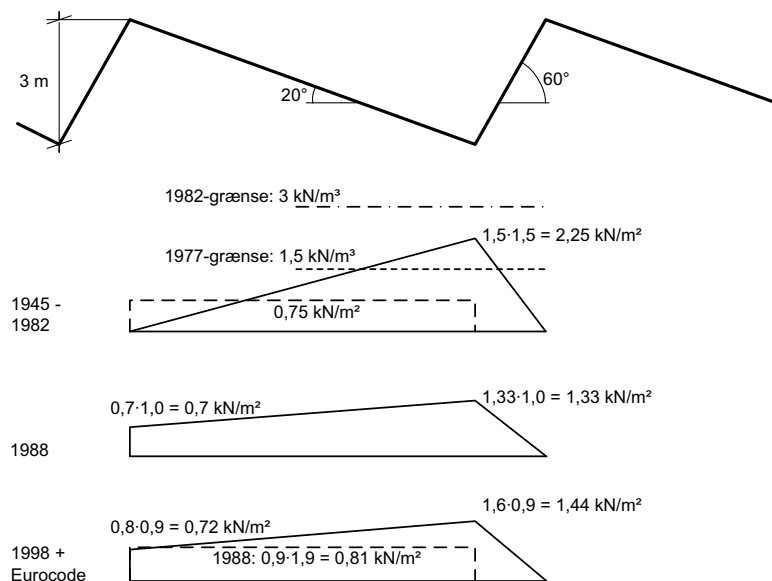
Figur 2 Snelast på saddeltage i normerne fra 1977 til 1998. I 1988 og 1998 er lasten bundet men usymmetrisk. a og b angiver lasten på den mindst henholdsvis hårdest belastede tagflade.

Shedtage

Denne tagform nævnes første gang i 1930. I 1945 angives at man skal regne for to lasttilfælde. I det ene regnes snesækken halvt fyldt med sne med densiteten 150 kg/m^3 . Lasten er trekantformet og nul ved tagryggene. I det andet tilfælde regnes med lasten for saddeltage med den aktuelle taghældning.

I 1977 begrænses snedybden i snesækken til 1 m med tyngden $1,5 \text{ kN/m}^3$, altså højst $1,5 \text{ kN/m}^2$. Man skal også undersøge for en jævnt fordelt last på $0,75 \text{ kN/m}^2$, svarende til lasten på et vandret tag. I 1982 fordobles tyngden af sneen i snesækken til 3 kN/m^3 . Eksemplet i figur 3 viser udviklingen, idet der er anvendt $100 \text{ kg} = 1 \text{ kN}$.

I 1988 indføres en særlig formfaktor for trugformede tage og shedtage, der kan være mellem 0,8 og 1,6 (fra 30° og opefter). Der er lidt forskellige regler for trugformede tage og shedtage, men der er kun et lasttilfælde. For shedtage anvendes formfaktorerne svarende til den mindste af de to taghældninger. Med terrænværdien $1,0 \text{ kN/m}^2$ bliver maksimallasten tæt på værdien fra 1977 når mindste taghældning er omkring 30° , men lidt mindre hvis taghældningen er 20° som i eksemplet i figur 3. Stramningen i 1982 er således opgivet.



Figur 3 Lasten på et shedtag efter forskellige normer. Når der ses bort fra stramningen i 1982 er der kun lille forskel på normerne.

I 1998 gives kun formfaktorer for trugformede tage med ens hældning af tagfladerne. Tagene skal også regnes som saddeltage med den usymmetriske last for disse.

I Eurocoden er der igen kun et lasttilfælde fordi lasten på saddeltage er symmetrisk. Formfaktorerne er som i 1998, men det specificeres at lasten i bunden af truget skal bestemmes for middelhældningen. Det er formentlig også det de projekterende har gjort når 1998-normen er brugt. I eksemplet i figur 3 er middelhældningen brugt.

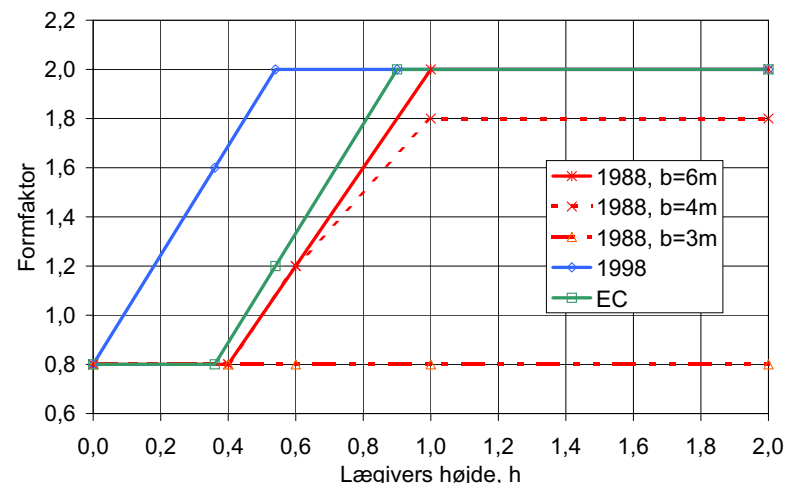
Lægiver

Lævirkning beskrives første gang i 1988. Den har siden været behandlet ret ens. Den samlede formfaktor som funktion af lægiverens højde, inklusiv et bidrag fra jævnt fordelt last på 0,8, kan højst blive 2,0. Størrelsen som funktion af lægiverens højde er vist på figur 4.

Efter 1998-normen er der lævirkning for alle højder af lægiveren. Efter 1988-normen og Eurocode starter lævirkningen først når lægiveren er højere end snedybden ved jævnt fordelt last.

Bredden af lægiveren (på tværs af vindretningen) indgår også i 1988-normen, mens det i 1998 angives at formfaktoren kun gælder hvis dens bredde er mindst tre gange højden.

Lastbidraget antages at være trekantformet og bliver nul i afstanden to gange lægiverens højde, fra 1998 dog mindst 5 m.



Figur 4 Samlet formfaktor ved en lægiver på et fladt tag. Maksimalværdien 2,0 nås for højder omkring 1 m, efter 1998-normen for højden 0,54 m.

Nedglidning

Krav om hensyntagen til nedglidning af sne fra et højere tag optræder første gang i 1977-normen. En noget kryptisk vejledningstekst skal formentlig forstås som i 1988-tillægget. Her angives en formel for nedglidning som antager at snemængden der glider ned på det lave tag svarer til det formfaktoren for det høje tage er reduceret med ift. 0,8. Lastbidraget for nedglidning vokser derfor hastigt med taghældningen.

I 1998 ændres nedgildningen til at udgøre halvdelen af snemængden på det høje tag når hældningen er over 15°. Nedglidningslasten bliver størst for taghældninger på 15° til 30°, altså modsat de foregående normer. Dette princip er bevaret i Eurocode.

Fordelingen af den snemængde, der antages gledet ned, er i princippet ens i normerne fra 1988 og til nu. Som udgangspunkt antages den fordelt trekantformet over en længde svarende til to gange højdeforskellen mellem tagene, fra 1998 dog mindst 5 m og højst 15 m. Indførelsen af mindsteværdien udjævner lastfordelingen betydeligt for når højdeforskellen er under 2 m.

Samlet last på sidebygninger

Lave bygninger nær højere bygninger kan få øget snelast dels som følge af nedglidning, dels fordi den høje bygning virker som lægiver. I 1977 behandles dog kun nedglidning.

I 1988 og 1998 adderes ovennævnte bidrag fra lævirkning og nedglidning, blot med den begrænsning at den samlede formfaktor ved fladt tag ikke kan blive over 4,0 (3,2 + 0,8 for jævnt fordelt snelast på det flade tag). Det er i begge normer uklart om begrænsningen på 2,0 for lævirkning og jævnt fordelt last vist i figur 4 gælder samtidig.

I Eurocode er der ingen begrænsning af den samlede formfaktor, men formfaktoren for læ fra en bygning kan være op til 4,0 i stedet for 2,0 som vist i figur 4. Der er desuden indført en anden begrænsning, der er omvendt proportional med højdeforskellen. (Formlen der giver 2,0 gælder kun for en lægiver på et tag). Resultatet stemmer dårligt overens med erfaringer.

Ændret taghældning uden højdeforskel

Når tagets hældning reduceres uden spring i taghøjden, fx ved en tilbygning, opstår der en snesæk.

Før 1988 har det været op til den projekterende om der skulle regnes med ekstra last.

Fra 1988 giver reglerne for nedglidning i princippet et ekstra lastbidrag. Lasten vil dog vokse momentant ved knækket og efter 1988-reglerne, før indførelsen af mindstelængden 5 m, vil den endog blive en linjelast. Lasten er næppe anvendt i praksis.

Der kommer ikke noget bidrag fra lævirkningen da højdeforskellen mellem tagene måles til tagkanten af den høje bygning, ikke til kappen.

I det nationale annekst til EN 1991-1-3 fra 2009 er tilfældet uden højdeforskel behandlet analogt med et trugformet tag. Det giver ekstra last på begge dele af taget. Resultanten er nær resultanten ved anvendelse af reglerne for nedglidning.

Bilag: Normtekster

I dette bilag gengives de væsentligste normtekster vedrørende snelast fra 1916 og op til 1998.

De ældre normer, til og med tillæg fra 1959, kan findes på www.danskbyggeskik.dk. Samme sted er meget anden ældre litteratur om byggeri gjort frit tilgængelig.

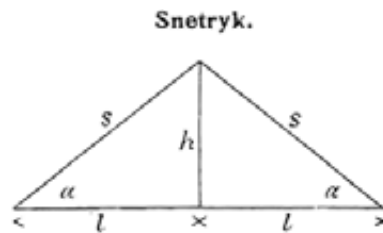
De nyere normer er gengivet med tilladelse fra Dansk Standard.

De gengivne normer er:

- Normer for beregning af Husbygningskonstruktioner. Dansk Ingeniørforening. 1916.
- Normer for beregning af Husbygningskonstruktioner. Dansk Ingeniørforening. Revideret udgave 1930. (Gengivet efter 6. oplag, 1944).
- Normer for Bygningskonstruktioner. 1. Belastningsforskrifter. Dansk Ingeniørforening og Dansk Standardiseringsråd. DS 410, 1. udgave. Marts 1945.
- Ændringer til Normer for Bygningskonstruktioner. 1. Belastningsforskrifter. DS 410, 1. udgave. (Godkendt december 1959, gengivet efter 5. oplag, november 1960).
- Dansk Ingeniørforenings norm for last på konstruktioner. DS 410, 3. udgave. Juni 1982. Teknisk Forlag.
- Ændring til Dansk Ingeniørforenings norm for last på konstruktioner. DS 410, 3. udgave. (Godkendt 1988, gengivet efter 9. oplag, 1994).
- Norm for last på konstruktioner. DS 410, 4. udgave, 1998. Dansk Standard.

Husbygningskonstruktioner, 1916

5.



Snetrykket pr. m² af Tagets Horizontalprojektion regnes til:

75 kg, naar $\frac{h}{s}$ er lig eller mindre end 0,40	
50 - , - - - -	0,60
0 - , - - - - - større	0,80

For mellemliggende Værdier af $\frac{h}{s}$ interpoleres (se 7).

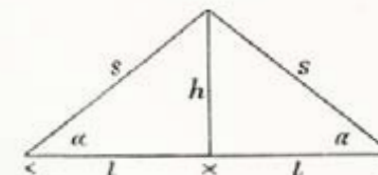
Snetrykket skal behandles som en bevægelig Belastning, d. v. s. i alt Fald saaledes, at der tages Hensyn til Belastning paa kun den ene eller den anden Halvdel af Taget, naar dette er farligere end Totalbelastning.

Husbygningskonstruktioner, 1930

I 1930 er ændret lidt på taghældningerne, hvor lasten ændres og sne-sække ved shedtage nævnes.

5.

Snetryk.



Snetrykket pr. m² af Tagets Horizontalprojektion regnes til:

75 kg, naar $\frac{h}{s}$ er lig eller mindre end 0,35	
50 - , - - - -	0,60
0 - , - - - - - større	0,85

For mellemliggende Værdier af $\frac{h}{s}$ interpoleres (se § 7).

Snetrykket skal behandles som en bevægelig Last, d. v. s. i alt Fald saaledes, at der tages Hensyn til Last paa kun den ene eller den anden Halvdel af Taget, naar dette er farligere end Totallast. Ved Shedtage og lignende Tage skal der regnes med Dannelse af Snesække.

DS 410, 1. udgave, 1945

§ 6. Snebelastning

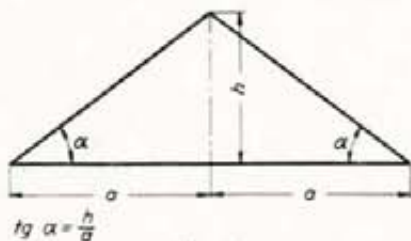


Fig. 1

Snebelastningen s pr. m^2 af Tagets Horizontalprojektion sættes til følgende Værdier:

For $\frac{h}{a} \leq 0,4$, $s = 75 \text{ kg/m}^2$

For $\frac{h}{a} \geq 1,6$, $s = 0$

For mellemliggende Værdier af $\frac{h}{a}$ interpoleres retlinet, dvs. $s = 100 - 62,5 \frac{h}{a} \text{ kg/m}^2$, eller:

$\frac{h}{a}$	0	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
s	75	75	69	63	56	50	44	38	31	25	19	13	6	0

Snebelastningen skal behandles som en bevægelig Belastning, ialt Fald saaledes, at der tages Hensyn til Belastning paa kun den ene eller den anden Halvdel af Taget, naar dette er farligere end Totalbelastning. Saafremt det giver en farligere Belastning, skal der ved Shedtage og lignende Tage regnes med Dannelse af Snesække med mindst halv Fyldning, dvs. saaledes at Snesækken i ethvert Punkt mindst regnes fyldt til halv Højde. Sneens Vægt kan sættes til 150 kg/m^3 .

For andre Tagformer end Sadeltage skal der regnes med den til hver Hældning svarende Snebelastning.

Tillæg fra 1959 til DS 410, 1. udgave

Taghældningen hvor snelasten begynder at aftage øges fra ca 22° til 30° , i øvrigt uændret fra 1945.

Snebelastning s pr. m^2 af tagets horizontalprojektion sættes til følgende værdier:

for $\alpha \leq 30^\circ$, $\frac{h}{a} \leq 0,58$ $s = 75 \text{ kg/m}^2$

for $\alpha \geq 60^\circ$, $\frac{h}{a} \geq 1,73$ $s = 0$

for mellemliggende værdier af $\frac{h}{a}$ interpoleres retlinet, d. v. s.

$s = (112,5 \div 65 \frac{h}{a}) \text{ kg/m}^2$, eller

$\frac{h}{a}$	0	0,58	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,73
s	75	75	74	67	61	54	48	41	35	28	22	15	9	2	0

DS 410, 2. udgave, 1977 og 3. udgave, 1982

DS 410, 2. udgave, 1977 er identisk med 3. udgave, 1. oplag, bortset fra at tyngden af sne er ændret fra 1,5 kN/m³ i 2. udgave til 3,0 kN/m³ i 3. udgave.

16.3 Snelast

Snelasten på tage og lignende regnes ækvivalent med en lodret, jævnt fordelt fladelast s regnet per m² af tagets horisontalprojektion.

Normalt kan halvdelen af fladelasten for sne regnes som bunden last, medens den resterende snelast skal regnes som fri last. Ved udkragede tage, terrasser og lignende må snelasten på den øvrige konstruktion dog ikke regnes stabiliserende.

Inden for en sneophobning regnes hele snelasten som bunden last.

16.3.1 Karakteristiske værdier

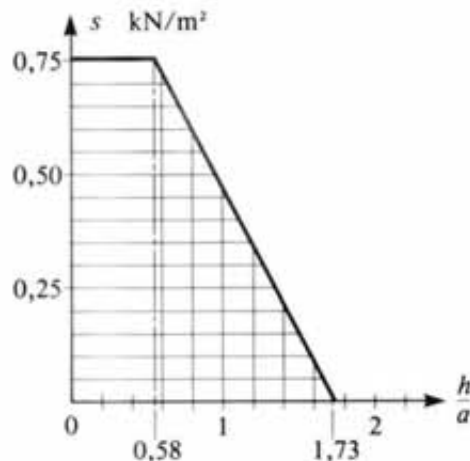
Den karakteristiske værdi af snelasten s bestemmes i afhængighed af tagfladens fald mod fri kanter

$$s = 0,75 \text{ kN/m}^2 \quad \text{for } \frac{h}{a} \leq 0,57 \quad (\alpha \leq 30^\circ)$$

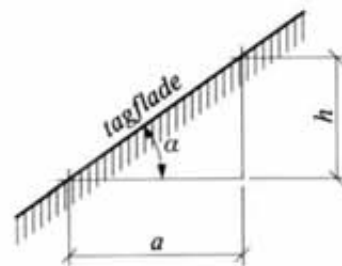
$$s = \frac{1}{8} \left(9 - 5,2 \frac{h}{a} \right) \text{ kN/m}^2 \quad \text{for } 0,58 \leq \frac{h}{a} \leq 1,73$$

$$s = 0 \quad \text{for } \frac{h}{a} \geq 1,73 \quad (\alpha \geq 60^\circ)$$

$$\psi = 0,5$$



Figur 16.3.1 a



Figur 16.3.1 b

På hældende tagflader med snefangere eller andre opbygninger, der hindrer sneen i at skride ned, sættes s altid mindst lig med 0,75 kN/m².

vejledning: Snelast på tagflader med hældning h/a større end 0,58 regnes reduceret på grund af nedskridning af en del af den sne, der falder på tagfladen. For tagflader med hældning h/a større end 1,73 regnes al sneen at skride ned fra tagfladen.

16.3.2 Ophobning af sne

For tage af en sådan udformning, at sne ved skred fra en tagflade vil skride ned på en lavere beliggende tagflade, skal snelasten på den lavere beliggende tagflade forøges under hensyntagen hertil.

Ved ophobning af sne i hulninger og fordybninger, inklusive eventuelle nedskridninger, kan der lokalt samles så store snemængder, at snelasten væsentligt overskrider den angivne jævnt fordelte karakteristiske snelast s på 0,75 kN/m².

Forøgelsens størrelse samt udstrækningen af det område, på hvilket snelasten skal regnes forøget, må fastsættes i hvert enkelt tilfælde.

vejledning: Snelast ved ophobninger fastsættes sædvanligvis således, at den karakteristiske last i gennemsnit for den del af taget, som sneen må antages at hidrøre fra, ikke overstiger 0,75 kN/m². Lokalt kan ophobningen forudsættes ikke at overstige 3,0 kN/m². For shedtage og lignende kan hensyn til ophobning ske ved at regne med snesække fyldt til halv højde, dog maksimalt 1 m. Ved fyldning til halv højde regnes sneens overflade i ethvert punkt således at være beliggende midtvejs mellem tagfladen og en konturplan, der opadtil afgrænser hulningen. Shedtage undersøges desuden for $s = 0,75 \text{ kN/m}^2$ på samtlige tagflader uafhængig af taghældningen. Sneens specifikke tyngde kan sættes til 3,0 kN/m³.

↑
1,5 kN/m³ i 2. udgave

Tillæg fra 1988 til DS 410, 3. udgave

Tillægget bringer reglerne i overensstemmelse med ISO 4355.

I det oprindelige tillæg var maksimalværdien af μ i punkt 16.3.2 fejlagtigt angivet til 2/3. Det blev rettet til 2,3 kort efter udgivelsen.

En del typografiske fejl er løbende blevet korrigeret.

16.3 Snelast

Snelast på tage og lignende angives som en lodret fladelast per arealenhed af tagets horisontalprojektion.

Den karakteristiske værdi af snelasten s , bestemmes som $s = \mu s_0$ hvor

μ er en formfaktor,

s_0 er sneens karakteristiske terrænværdi.

Formfaktoren afhænger blandt andet af konstruktionens form, af vindens indflydelse med hensyn til såvel fygning som drivedannelse og af eventuel mulighed for nedskridende sne fra højereliggende flader.

Ved sneens terrænværdi forstås den akkumulerede snemængde på en uforstyrret del af terrænet.

Sneens karakteristiske terrænværdi er $s_0 = 1,0 \text{ kN/m}^2$, $\psi = 0,5$. På hældende tagflader med snefangere eller opbygninger, der hindrer sneen i at skride ned, skal μ mindst sættes lig med 0,8.

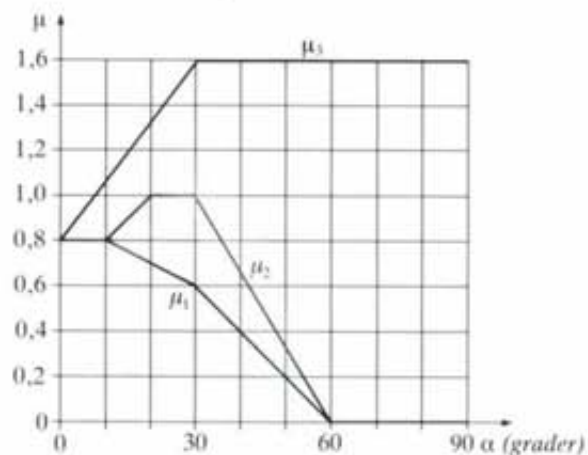
Lasten regnes som bunden last. Dog må snelasten ikke regnes at virke stabiliserende ved udkragede tage, terrasser og lignende.

For sne i naturlig lejring kan sneens specifikke tyngde γ_s regnes til $2,0 \text{ kN/m}^3$.

16.3.1 Formfaktorer for plane tagflader

Formfaktorerne μ_1 , μ_2 og μ_3 for plane tagflader i afhængighed af taghældningen α er givet i tabel 16.3.1 og afbildet i figur 16.3.1 a.

For tagflader med hældning mindre end 5° kan formfaktoren μ_3 fastsættes som angivet for vandrette flader.



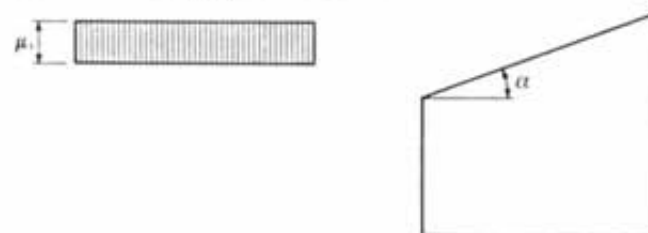
Figur 16.3.1 a. Formfaktorerne afhængighed af taghældningen

Tabel 16.3.1 Formfaktorer for plane tagflader

taghældning	$0 < \alpha < 10^\circ$	$10 < \alpha < 20^\circ$	$20 < \alpha < 30^\circ$	$30 < \alpha < 60^\circ$	$60 < \alpha < 90^\circ$
μ_1	0,8	$0,9 - \frac{\alpha}{100}$	$0,9 - \frac{\alpha}{100}$	$1,2 - \frac{\alpha}{50}$	0
μ_2	0,8	$0,6 + \frac{\alpha}{50}$	1,0	$2,0 - \frac{\alpha}{30}$	0
μ_3	$0,8 + \frac{2\alpha}{75}$	$0,8 + \frac{2\alpha}{75}$	$0,8 + \frac{2\alpha}{75}$	1,6	1,6

Pulttage

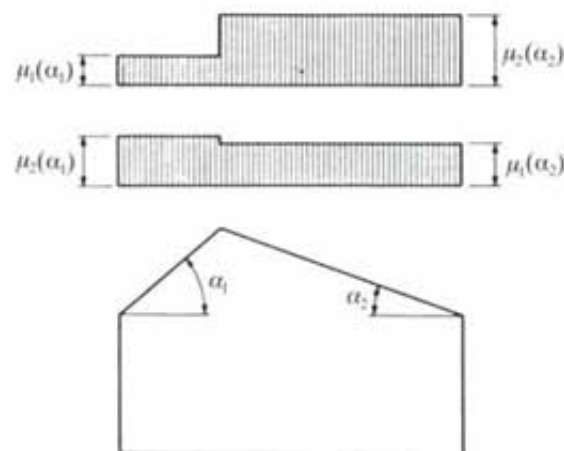
Der undersøges ét lasttilfælde med jævnt fordelt last bestemt ud fra formfaktoren μ_1 , jf figur 16.3.1 b.



Figur 16.3.1 b. Formfaktorer på pultag

Sadeltage

Der undersøges to lasttilfælde, begge bestående af en jævnt fordelt last på hver tagflade bestemt ud fra μ_1 og μ_2 , jf figur 16.3.1 c.



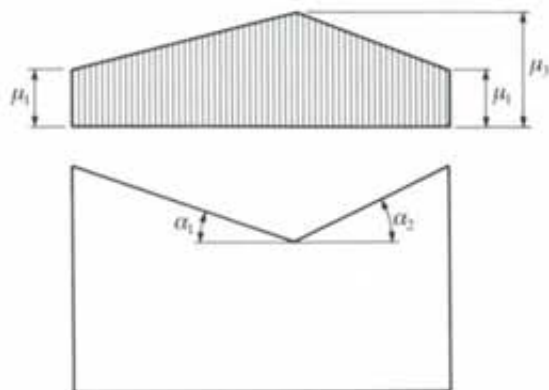
Figur 16.3.1 c. Formfaktorer på sadeltag.

Trugformede tage

Der undersøges ét lasttilfælde med lasten bestemt ud fra μ_1 og μ_3 , jf figur 16.3.1 d.

Som α benyttes middelværdien

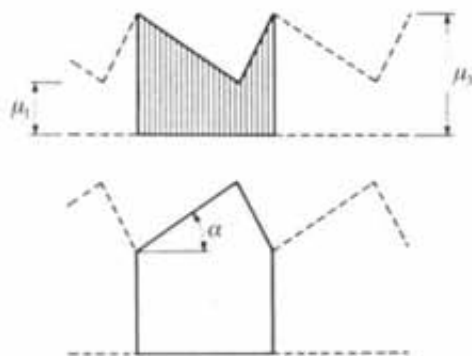
$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$$



Figur 16.3.1 d. Formfaktorer på trugformet tag.

Shedtage

Der undersøges ét lasttilfælde med lasten bestemt af μ_1 og μ_3 , jf figur 16.3.1 e.



Figur 16.3.1 e. Formfaktorer på shedtag.

16.3.2 Cylindriske tagflader

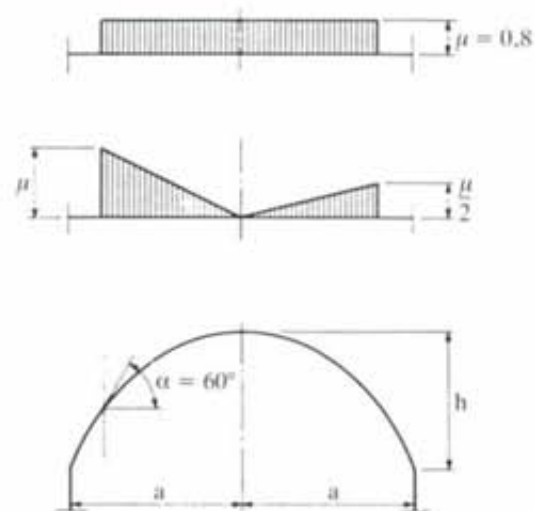
Der undersøges to lasttilfælde.

Lasttilfælde 1

På de dele af tage, hvor $\alpha \leq 60^\circ$, regnes med en jævnt fordelt last svarende til $\mu = 0,8$. For $\alpha > 60^\circ$ er $\mu = 0$. Jf figur 16.3.2.

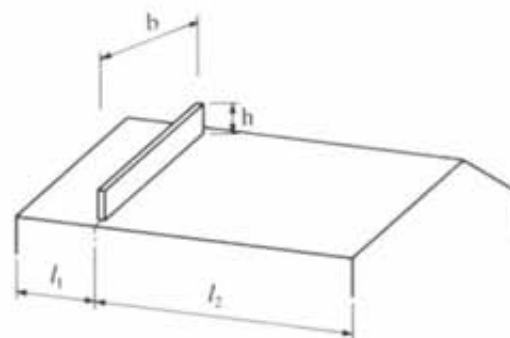
Lasttilfælde 2

På hver af de to halvdele af taget, hvor $\alpha \leq 60^\circ$, regnes med en trekantformet last, som er nul i kippen, og μ henholdsvis $\mu/2$ hvor $\alpha = 60^\circ$, jf figur 16.3.2. μ sættes til $0,3 + 5 h/a$, dog højst 2,3. For $\alpha > 60^\circ$ er $\mu = 0$.



Figur 16.3.2 Formfaktorer på cylindrisk tagflade.

16.3.3 Sneophobning hidrørende fra lægiver



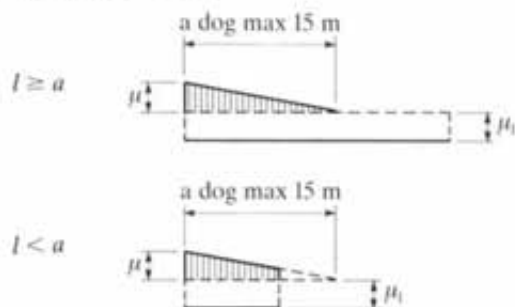
Figur 16.3.3 a. Tagflade med lægiver

Sneophobning hidrørende fra en lægiver med højde h større end 0,4 m (målt lodret) og bredde b større end 3,0 m (målt vandret) fordeles trekantformet med en horisontal udstrækning a på begge sider af lægiveren. a bestemmes som den mindste værdi af $2(h - 0,4 \text{ m})$ eller $(b - 3,0 \text{ m})$, dog højst 15 m.

Sneophobning ved lægiveren bestemmes ud fra

$$\mu = \frac{\gamma_s a}{2 s_0}$$

idet dog $\mu \leq 1,2$.



Figur 16.3.3 b. Formfaktorer ved lægiver.

Hvis der forekommer to eller flere lægivere, adderes virkningerne herfra.

Last fra sneophobningen adderes til den snelast, som i øvrigt er bestemt ud fra tagfladens form og hældning, som antydnet i figur 16.3.3 b.

Sneophobning ved lægiver medregnes ikke i de lasttilfælde, hvor den virker til gunst.

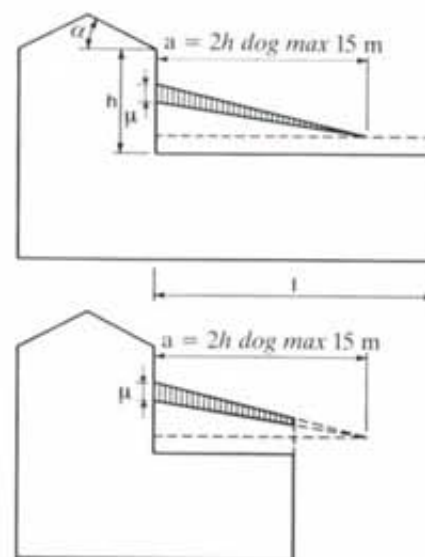
16.3.4 Snelast fra nedskridning

På en lavereliggende tagflade fastlægges mængden af nedskreden sne som den snemængde, der ikke forbliver på den højereliggende tagflade. Snemængden fastlægges således ud fra den højereliggende flades areal og formfaktoren $(0,8 - \mu_s)$. Der ses dog bort fra nedskridninger fra tage med hældning mindre end 10° .

Sneen fra nedskridningen fordeles trekantformet over en strækning $a = 2h$, dog højst $a = 15 \text{ m}$, jf figur 16.3.4.

Såfremt $l \geq a$ fordeles den nedskredne sne trekantformet. I afstanden a fra det højereliggende tag er der ikke ekstra last fra nedskreden sne.

Hvis $l < a$ er snefordelingen den samme, men der ses bort fra den sne, som falder uden for tagets frie kant.



Figur 16.3.4. Formfaktorer ved nedskridning

Ud over sne fra nedskridning skal der regnes med sneophobning ved lægivning, således som angivet i punkt 16.3.3, samt den snelast, som i øvrigt er bestemt ud fra tagfladens form og hældning. Den samlede virkning fra nedskridning og læ begrænses således, at μ ved den tilstødende facade højst bliver 3,2.

I tilfælde af flere omgivende højereliggende tagflader adderes virkningerne herfra.

7 Naturlast – sne

(1)P Dette kapitel indeholder regler for fastsættelse af karakteristisk snelast på konstruktioner.

(2)P Snelast regnes som bunden, variabel last. Snelasten må dog ikke regnes at virke stabiliserende ved udkragede tage, terrasser og lignende. Lastkombinationsfaktoren er $\psi = 0,5$.

(3) Grundlaget for beregning af snelast er sneens terrænværdi i afsnit 7.1. Ved fastlæggelse af snelast på konstruktioner, se afsnit 7.2, tages hensyn til den jævnt fordelte sne ophobet under rolige vejrforhold og til snemønstre fremkaldt af vinden. Snemønstre afhænger af konstruktionens form og tages i regning ved hjælp af formfaktorerne i afsnit 7.3.

(4) De grundlæggende definitioner af sneens terrænværdi og formfaktorer følger definitionerne anvendt i DS/ENV 1991-2-3, Eurocode 1, Snelast.

7.1 Sneens terrænværdi

(1)P Ved sneens terrænværdi forstås den akkumulerede snemængde på en uforstyrret del af terrænet. Årsmaksimum for sneens terrænværdi beskrives ved en ekstremværdifordeling, som fastlægger terrænværdier svarende til forskellige sandsynligheder p for årlig overskridelse.

(2)P Sneens karakteristiske terrænværdi, s_k , er defineret som den terrænværdi, der overskrides med en årlig sandsynlighed på 0,02.

(3)P Sneens karakteristiske terrænværdi afhænger af årstiden og beregnes af

$$s_k = c_{\text{års}} s_{k,0}$$

Her er

$s_{k,0}$ grundværdi for sneens terrænværdi

$c_{\text{års}}$ årstidsfaktor for sneens terrænværdi. Der kan på den sikre side benyttes beregninger med $c_{\text{års}} = 1$.

(4)P Grundværdien for sneens terrænværdi regnes til $s_{k,0} = 0,9 \text{ kN/m}^2$.

(5) Årstidsfaktoren, $c_{\text{års}}$, er anført i tabel V 7.1.

Tabel V 7.1 – Årstidsfaktoren $c_{\text{års}}$

måned	januar	februar	marts	april	maj	juni
$c_{\text{års}}$	1,0	1,0	1,0	0,5	0,0	0,0
måned	juli	august	september	oktober	november	december
$c_{\text{års}}$	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	1,0

(6)P Sneens modificerede terrænværdi $s_{k,p}$ er defineret som den terrænværdi, der overskrides med en årlig sandsynlighed p forskellig fra 0,02. Den bestemmes af:

$$s_{k,p} = \frac{1 - K \ln(-\ln(1 - p))}{1 - K \ln(-\ln(0,98))} s_k$$

hvor parameteren K fastlægger variationskoefficienten i ekstremværdifordelingen for terrænværdiens årsmaksimum.

(7) Parameteren K er af størrelsesordenen 0,30 svarende til ekstremværdifordelingens variationskoefficient på 0,33.

(8) For ikke-permanente lav-risiko konstruktioner, se DS 409, bestemmes den regningsmæssige snelast således, at sandsynligheden for overskridelse i brugstiden er lig med sandsynligheden for at overskride den regningsmæssige snelast på en permanent konstruktion over 50 år. Ved bestemmelsen af den modificerede terrænværdi i (6)P for en ikke-permanent lavrisikokonstruktion vil det normalt være på den sikre side at sætte forholdet s_d/s_k mellem den regningsmæssige og den karakteristiske terrænværdi lig med partialkoefficienten 1,5 for snelast, og parameteren K lig med 0,30. For en brugstid på 1 år bliver den modificerede terrænværdi i (6)P da lig med $s_{k,p} = 0,71 s_k$ svarende til en årlig overskridelsessandsynlighed på $p = 0,24$. Kortere end et års brugstid indregnes ved at sætte årstidsfaktoren til den største månedsværdi inden for den ikke-permanente lavrisikokonstruktionens brugstid, se tabel V 7.1.

(9) For alle konstruktioner i byggefasen kan varigheden af kortvarige kritiske byggesituationer indgå ved fastsættelsen af den karakteristiske terrænværdi sammen med:

- muligheden for at forudsige kraftigt snefald
- nødvendig tid til at beskytte eller forstærke konstruktionen i tilfælde af varsel om kraftigt snefald
- muligheden for at fjerne sne fra konstruktionen.

7.2 Snelast

7.2.1 Snelast på tage

(1)P Den karakteristiske snelast s på et tag bestemmes af

$$s = c_i C_e C_t s_k$$

Her er

c_i formfaktor for snelast anført i afsnit 7.3

C_e beliggenhedsfaktoren. Der kan på den sikre side benyttes $C_e = 1$

C_t termisk faktor. Der kan på den sikre side benyttes $C_t = 1$

s_k sneens karakteristiske terrænværdi, se afsnit 7.1.

(2)P Lasten forudsættes at virke lodret og henføres til vandret projektion af tagarealet.

(3)P Lasterne er givet for naturlige aflejringsformer og tager ikke hensyn til skævheder forårsaget af kunstig fjernelse eller omfordeling af sne på et tag. I sådanne tilfælde tages passende lastarrangementer i betragtning.

(4) Sne kan lejre sig på et tag i mange forskellige mønstre afhængigt af tagets form og dets termiske egenskaber, overfladens ruhed, varmemængden under taget, nærhed af nabobygninger, det omgivende terræn og det lokale meteorologiske klima, herunder vindforhold, temperaturvariationer og sandsynligheden for nedbør i form af regn eller sne. Derudover kan der ske ophobning af sne fra forskellige retninger eller fra et eller flere snefald inden for et enkelt vejrssystem.

(5) Formfaktorerne for snelast er angivet i afsnit 7.3 under antagelse af en beliggenhedsfaktor på 1,0. En reduktion af snelasten på taget kan indføres ved værdier af beliggenhedsfaktoren mindre end 1,0 for at tage hensyn til virkningen af kraftigere vindforhold.

(6) Ved normal varmeisolering forudsættes den termiske faktor at være lig med 1,0. En reduktion af snelasten på taget kan indføres ved værdier af den termiske faktor mindre end 1,0 for at tage hensyn til virkning af varmetab gennem taget. For glastage kan DS/INF 106:1995 anvendes til bestemmelse af den termiske faktor.

7.2.2 Snelast på snefangere og forhindringer

(1)P Friktionskoefficienten mellem sneen og taget forudsættes at være lig med 0. Den nedadskridende snemasse udøver således en kraft F_s i glidningsretningen, som per enhed af tagets længderetning er lig med:

$$F_s = s b \sin \alpha$$

Her er

s snelasten på taget anført i 7.2.1 (1)P

b vandret afstand fra snefanger eller forhindring til tagryggen

α taghældningen målt fra vandret.

(2)P Snelasten på taget tages fra 7.2.1 (1)P og skal svare til den mest ugunstige, fordelte snelast.

7.3 Formfaktorer

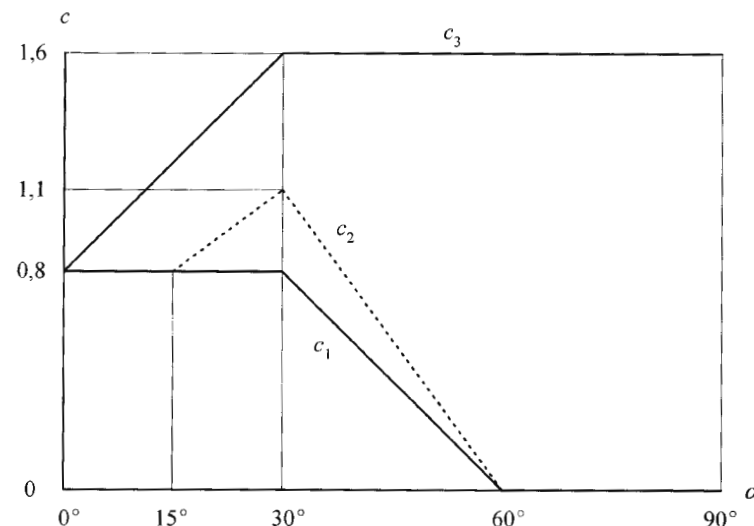
(1) Formfaktorerne angivet i 7.3.1-7.3.4 er baseret på følgende 3 hovedkategorier af lastarrangementer:

- lastarrangement, der stammer fra et jævnt fordelt snelag over hele taget, hvilket forekommer ved snefald med meget lidt vind
- lastarrangement, der stammer fra et i udgangssituationen ujævnt fordelt snelag, fra lokal fygning ved forhindringer eller fra omfordeling af sne, der påvirker lastfordelingen på hele taget. Sidstnævnte kan skyldes fygning, der flytter sne fra vindsiden på et sadeltag til læsiden

- lastarrangement, der stammer fra omfordeling af sne fra den højere beliggende del af bygningen på grund af nedskridning.

7.3.1 Tagflader

(1) Værdierne af formfaktorerne for sne på tagflader er vist i figur V 7.3.1 og tabel V 7.3.1. Disse formfaktorer anvendes for pulttage, sadeltage og tage med flere tagrygge som vist i 7.3.1.1-7.3.1.3.



Figur V 7.3.1 – Formfaktorer for snelast på tagflader

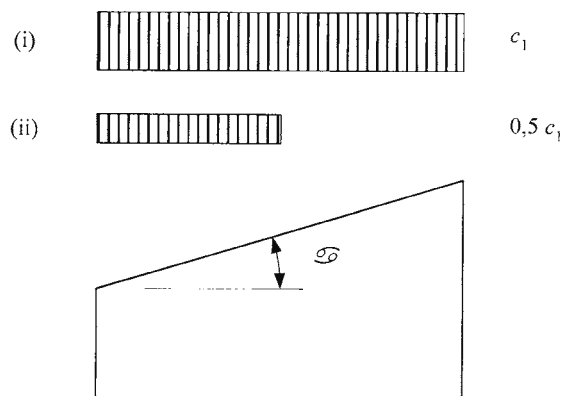
Tabel V 7.3.1 – Formfaktorer for snelast på tagflader

taghældning:	$0^\circ \leq \alpha \leq 15^\circ$	$15^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$
Formfaktor c_1	0,8	0,8	$0,8 \frac{60 - \alpha}{30}$	0
Formfaktor c_2	0,8	$0,8 + 0,6 \frac{\alpha - 15}{30}$	$1,1 \frac{60 - \alpha}{30}$	0
Formfaktor c_3	$0,8 + 0,8 \frac{\alpha}{30}$	$0,8 + 0,8 \frac{\alpha}{30}$	1,6	1,6

7.3.1.1 Pulttage

(1) Formfaktorerne for snelast på pulttage er vist i figur V 7.3.1.1. Det forudsættes, at sneen ikke er forhindret i nedskridning fra taget. Hvis den nederste kant af taget er afsluttet med et brystværn, snehegn eller anden forhindring, sættes formfaktoren c_1 for snelast til mindst 0,8.

- (2) Der undersøges to lastarrangementer
- lastarrangement med jævnt fordelt snelast, se figur V 7.3.1.1 (i)
 - lastarrangement med halv lastintensitet virkende på den mest ugunstige halvdel af taget, se figur V 7.3.1.1 (ii).

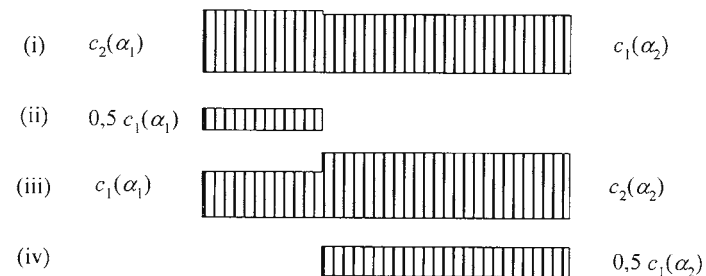


Figur V 7.3.1.1 – Formfaktorer for snelast på pulttage

7.3.1.2 Sadeltage

(1) Formfaktorerne for snelast på sadeltage er vist i figur V 7.3.1.2. Det antages, at sneen ikke er forhindret i nedskridning fra taget. Hvis en tagkant er afsluttet med et brystværn, snehegn eller anden forhindring, sættes formfaktorerne c_1 og c_2 for snelasten på den side af taget til mindst 0,8.

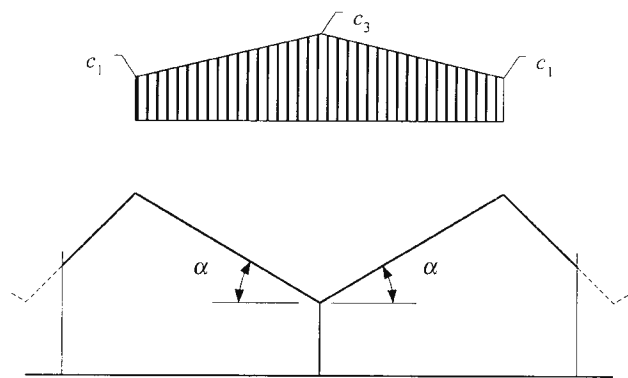
(2) Det mest ugunstige lastarrangement vist i figur V 7.3.1.2 anvendes.



Figur V 7.3.1.2 – Formfaktorer for snelast på sadeltage

7.3.1.3 Tage med flere tagrygge (trugformede tage, shedtage)

(1) For tage med flere tagrygge forudsættes der enten jævnt fordelt eller skæv snelast udledt af afsnit 7.3.1.2 eller fygningsslast som vist i figur V 7.3.1.3 afhængigt af den mest ugunstige virkning.



Figur V 7.3.1.3 - Formfaktorer for snelast stammende fra fygning på tage med flere tagrygge

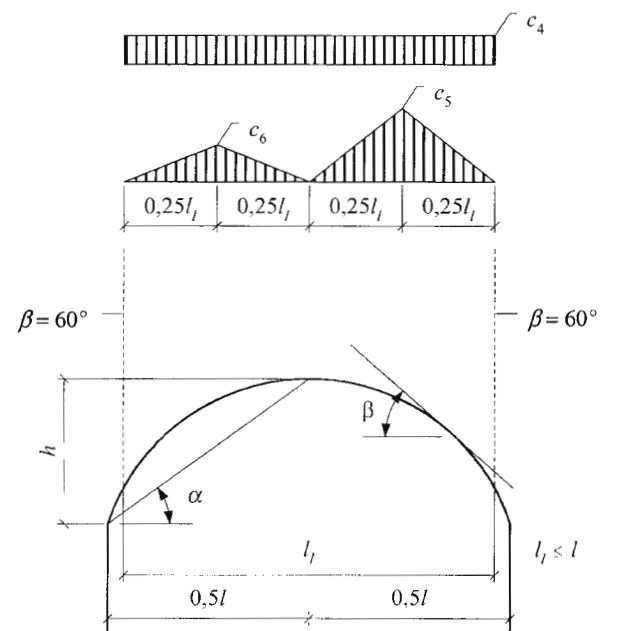
7.3.2 Cylindriske tage

(1) For cylindriske tage forudsættes enten jævnt fordelt eller skæv snelast som vist i figur V 7.3.2a afhængigt af den mest ugunstige virkning. Cylindriske tage omfatter alle cylindriske skaller af enhver form med konveks enkeltkrumning. Værdierne af formfaktorerne for snelast er opsummeret i figur V 7.3.2b. Det forudsættes, at sneen ikke er forhindret i nedskridning fra taget.

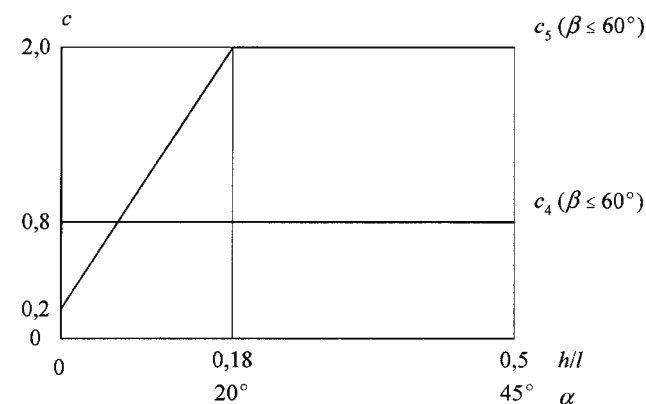
(2) Vinklen β mellem tagets tangent i et givet punkt og vandret plan fremgår af figur V 7.3.2a. For $\beta \leq 60^\circ$ er formfaktorerne

$$\begin{aligned} c_4 &= 0,8 \\ c_5 &= 0,2 + 10h/l & c_5 \leq 2,0 \\ c_6 &= 0,5 c_5 \end{aligned}$$

(3) For $\beta \geq 60^\circ$ er formfaktorerne $c_4 = c_5 = c_6 = 0$.



Figur V 7.3.2a – Formfaktorer for snelast på cylindrisk tag



Figur V 7.3.2b – Formfaktorer for snelast på cylindriske tage med forskelligt forhold mellem højde og spændvidde

7.3.3 Sneophobning hidrørende fra lægiver

(1) Under vindforhold kan der ske drivedannelser på ethvert tag, hvor der er forhindringer, da disse giver områder med aerodynamisk lævirkning, hvor sneen kan ophobes, se figur V 7.3.3. Da vinden kan komme fra flere retninger, regnes sneophobning at virke samtidig på begge sider af lægiveren, hvis dette er til ugunst. Sneophobning medregnes ikke i de lasttilfælde, hvor den virker til gunst.

(2) Formfaktorer for snelast er anført i figur V 7.3.3. Formfaktoren ved lægiveren sættes til:

$$c = c_1 + c_s$$

Her er

c_1 formfaktoren for snelast svarende til taget uden lægiver, se 7.3.1

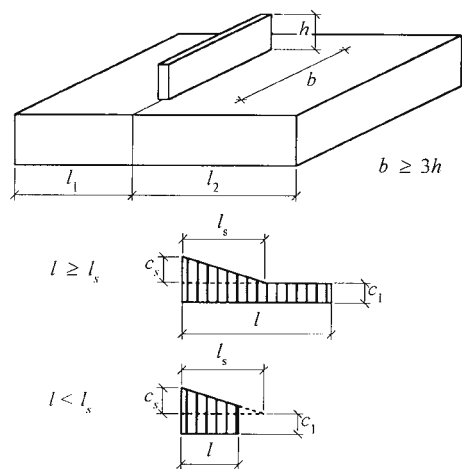
c_s formfaktoren for sneophobning ved lægiveren, se (3)

(3) Formfaktoren for sneophobning ved lægiveren sættes til:

$$c_s = \frac{\gamma h}{s_k} \quad c_s \leq 1,2$$

hvor γ er sneens specifikke tyngde, der for denne beregning sættes til 2 kN/m^3 .

(4) Længden af snedriven sættes til $l_s = 2h$ med begrænsningen $5 \text{ m} \leq l_s \leq 15 \text{ m}$. Hvis $l < l_s$ bestemmes formfaktoren ved tagets afslutning ved retliniet interpolation som vist i figur V 7.3.3.



Figur V 7.3.3 – Formfaktorer for snelast ved lægiver

7.3.4 Spring i taghøjden

(1) Ved spring i taghøjden forudsættes jævnt fordelt eller skæv snelast på alle tagfladerne som bestemt i 7.3.1. På den lavere beliggende tagflade regnes der ved facaden mod det højere beliggende tag desuden med last fra snedriven som vist i figur V 7.3.4.

(2) Snedriven på den lavere beliggende tagflade skyldes sneophobning hidrørende fra lævirkning og sne, som skrider ned fra det højere beliggende tag. Formfaktoren for snelasten ved facaden mod det højere beliggende tag bestemmes som følger:

$$c = c_1 + c_s + c_n \quad c_s + c_n \leq 3,2$$

Her er

c_1 formfaktor for snelast svarende til det lavere beliggende tag, se 7.3.1

c_s formfaktor for snelast forårsaget af sneophobning ved lægiver, se 7.3.3

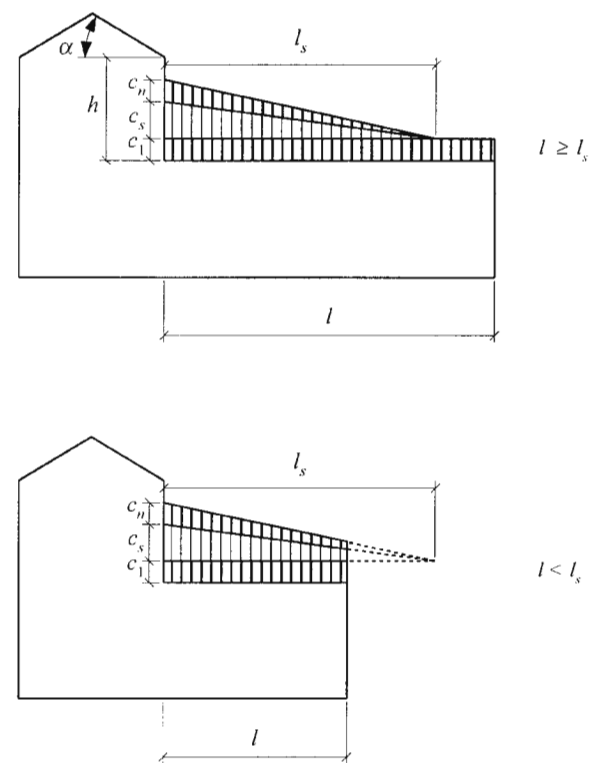
c_n formfaktor for snelast forårsaget af nedskridning, se (3).

(3) Formfaktoren for snelast forårsaget af nedskridning bestemmes som følger:

for $\alpha \leq 15^\circ$ $c_n = 0$

for $\alpha > 15^\circ$ c_n bestemmes således, at den nedskridende smængde er lig med halvdelen af den maksimale smængde på den tilstødende højere beliggende tagflade beregnet i henhold til 7.3.1.

(5) Længden af snedriven sættes til $l_s = 2h$ med begrænsningen $5 \text{ m} \leq l_s \leq 15 \text{ m}$. Hvis $l < l_s$, bestemmes formfaktoren ved tagets afslutning ved retliniet interpolation som vist i figur V 7.3.4.



Figur V 7.3.4 - Formfaktorer for snelast ved spring i taghøjde

Manuskript: Jørgen Munch-Andersen, Træinformation
Redaktion: Træinformation
Grafisk tilrettelægning: Træinformation
Forsidefoto: John Dalsgaard Sørensen
Tegninger: Træinformation
Omslag og grafik: IW, Ida Wang
Dtp: Gøtze Grafisk, Herning

Copyright © 2011: Træinformation
1. udgave, juni 2011

Eftertryk kun tilladt efter aftale med
Træinformation
Lyngby Kirkestræde 14
2800 Kgs. Lyngby
Telefon 45 28 03 33
Telefax 45 28 03 30
traeinfo@traeinfo.dk
www.traeinfo.dk

ISBN: 978-87-90856-28-1