

## **DS/EN 1991-1-4 DK NA:2024**

### Nationalt anneks til **Eurocode 1: Last på bygværker – Del 1-4: Generelle laster - Vindlast**

---

#### **Forord**

Dette nationale anneks (NA) er en revision af DS/EN 1991-1-4 DK NA:2015 og erstatter dette fra 2024-01-01.

Der er foretaget ændringer i Tabel 1a DK NA i relation til retningsfaktorens kvadrat.

Dette NA fastsætter betingelserne for anvendelsen af DS/EN 1991-1-4 i Danmark for byggeri efter byggeloven eller byggelovgivningen. Andre parter kan sætte dette NA i kraft med en henvisning hertil.

Et nationalt anneks indeholder nationale bestemmelser, dvs. nationalt gældende værdier eller valgte metoder. Annekset kan endvidere indeholde supplerende, ikke-modstridende information.

I dette NA er angivet:

- Oversigt over mulige nationale valg og punkter, hvortil der er supplerende information
- Nationale valg
- Supplerende, ikke-modstridende information.

## Oversigt over mulige nationale valg og supplerende information

Nedenstående oversigt viser de steder, hvor nationale valg er mulige, og hvilke informative annekser der er gældende/ikke gældende. Endvidere er det angivet, til hvilke punkter der er givet supplerende information. Supplerende information findes sidst i dette nationale annekse.

Punkt	Emne	Nationalt valg <sup>1)</sup>	Supplerende information
1.5(2)	Projektering ved hjælp af prøvning og måling	Uændret	
4.1(1)	National klimatisk information	Intet valg	
4.2(1)P Note 2	Grundværdien for basisvindhastigheden	Nationalt valg	
4.2(2)P Note 1, 2, 3 og 5	Retningsfaktor, årstidsfaktor og modificeret basisvindhastighed	Nationalt valg	
4.3.1(1) Note 1 og 2	Orografifaktor og middelvindhastighed	Uændret	
4.3.2(1)	Ruhedsfaktor	Nationalt valg	
4.3.2(2)	Bestemmelse af terrænrighed	Uændret	
4.3.3(1)	Bestemmelse af orografifaktor	Uændret	
4.3.4(1)	Betydning af nabokonstruktioner	Uændret	
4.3.5(1)	Betydning af tætstående bygninger	Uændret	
4.4(1) Note 2	Turbulensintensitet	Uændret	
4.5(1) Note 1 og 2	Karakteristisk maksimalt hastighedstryk og luftens densitet	Uændret	
5.3(5)	Mangel på korrelation	Nationalt valg	
6.1(1)	Konstruktionsfaktor	Uændret	
6.3.1(1) Note 3	Procedure for bestemmelse af de dynamiske respons	Nationalt valg	
6.3.2(1)	Bestemmelse af flytninger og accelerationer	Nationalt valg	
7.1.2(2)	Asymmetri og vridningspåvirkning	Uændret	
7.1.3(1)	Virkninger af is og sne	Uændret	
7.2.1(1) Note 2	Formfaktorer for vindlasten på arealer mellem 1 m <sup>2</sup> og 10 m <sup>2</sup>	Uændret	
7.2.2(1)	Referencehøjder	Uændret	
7.2.2(2) Note 1	Formfaktorer – vægge	Uændret	
7.2.3(2)	Formfaktorer – flade tage	Uændret	
7.2.3(4)	Formfaktorer – flade tage	Nationalt valg	
7.2.4(1)	Formfaktorer – pulstage	Uændret	
7.2.4(3)	Formfaktorer – pulstage	Uændret	
7.2.5(1)	Formfaktorer – sadel- og trugtage	Uændret	
7.2.5(3)	Formfaktorer – sadel- og trugtage	Uændret	
7.2.6(1)	Formfaktorer – valmtage	Uændret	

Punkt	Emne	Nationalt valg <sup>1)</sup>	Supplerende information
7.2.6(3)	Formfaktorer – valmtage	Uændret	
7.2.7	Formfaktorer – sammenbyggede tage (shedtage)	Uændret	
7.2.8(1)	Formfaktorer – buede tage og kupler	Uændret	
7.2.9(2)	Indvendigt vindtryk – åbningsforhold	Uændret	
7.2.9(6) Note 2	Indvendigt vindtryk – uden dominerende flade		Supplerende information
7.2.10(3) Note 1	Vindtryk på vægge eller tage med mere end ét lag	Uændret	
7.2.10(3) Note 2	Vindtryk på vægge eller tage med mere end ét lag	Nationalt valg	
7.3(6)	Frie tage - pulttage	Uændret	
7.4.1(1)	Fritstående mure og brystninger	Uændret	
7.4.3(2)	Vandret excentricitet for skilte	Uændret	
7.6(1) Note 1	Betydningen af afrundede hjørner	Uændret	
7.7(1) Note 1	Formfaktorer for prismer med kantet tværsnit	Uændret	
7.8(1)	Formfaktorer for prismer med tværsnit som en regulær m-kant ( $m > 4$ )	Uændret	
7.9.2(2)	Formfaktor for vindkraft – overfladeruhed, $k$ , for ældede overflader	Uændret	
7.9.3 Tabel 7.14	Formfaktorer for vertikale cylindre i række	Nationalt valg	
7.10(1) Note 1	Formfaktorer for kugler	Uændret	
7.11(1) Note 2	Reduktionsfaktorer for stilladser	Uændret	
7.13(1)	Reduktionsfaktorer for fri omstrømning ved enderne af cylindre eller prismer	Uændret	
7.13(2)	Slankhed og reduktionsfaktorer	Uændret	
8.1(1) Note 1 og 2	Vindlast på broer	Ikke relevant for bygninger	
8.1(4)	Substitutionsværdi for grundværdi for basisvindhastigheden	Ikke relevant for bygninger	
8.1(5)	Substitutionsværdi for grundværdi for basisvindhastigheden	Ikke relevant for bygninger	
8.2(1) Note 1	Procedure for dynamisk respons på broer	Ikke relevant for bygninger	
8.3(1)	Formfaktorer for vindlast på rækværk etc. på broer	Ikke relevant for bygninger	
8.3.1(2)	Reduktionsfaktor for vindlast på broer	Ikke relevant for bygninger	
8.3.2(1)	Formfaktorer for vindlast på broer	Ikke relevant for bygninger	
8.3.3(1) Note 1	Formfaktorer for vindlast på broer	Ikke relevant for bygninger	

<b>Punkt</b>	<b>Emne</b>	<b>Nationalt valg<sup>1)</sup></b>	<b>Supplerende information</b>
8.3.4(1)	Formfaktorer for vindlast på broer	Ikke relevant for bygninger	
8.4.2(1) Note 1 og 2	Vindlast på bropiller	Ikke relevant for bygninger	
A.2(1)	Inhomogent terræn	Nationalt valg	
E.1.3.3(1)	Luftens densitet	Uændret	
E.1.5.1(1) Note 1 og 2	Valg mellem procedure 1 og 2	Nationalt valg	
E.1.5.1(3)	Valg mellem procedure 1 og 2	Nationalt valg	
E.1.5.2.6(1) Note 1	Antallet af lastcykler	Nationalt valg	
E.1.5.3(2) Note 1	Luftens densitet	Uændret	
E.1.5.3(4)	Indflydelsen af turbulens	Nationalt valg	
E.1.5.3(6)	Peakfaktor	Uændret	
E.3(2)	Stabilitetsparameter	Intet valg	
<sup>1)</sup> <i>Uændret:</i> Anbefalingen i eurocoden følges. <i>Nationalt valg:</i> Der er foretaget et nationalt valg. <i>Ikke relevant for bygninger:</i> Se evt. Vejdirektoratets og Banedanmarks nationale annekser. <i>Intet valg:</i> Eurocoden anbefaler ikke værdier eller metoder men giver mulighed for at fastsætte nationale værdier eller metoder.			

## Nationale valg

### 4.2(1)P Note 2 Basisvindhastighedens grundværdi

Basisvindhastighedens grundværdi  $v_{b,0}$  regnes til 24 m/s overalt i Danmark bortset fra i en randzone i Jylland med lokaliteter, der ligger mindre end 25 km fra Vesterhavet og Ringkøbing Fjord. I randzonen regnes basisvindhastighedens grundværdi til 27 m/s ved kysten lineært aftagende til 24 m/s ved randzonens ophør. Fastlæggelsen af randzonen skal vurderes under hensyntagen til lokale orografiske forhold, eksempelvis de vestjyske fjorde.

### 4.2(2)P Note 1, 2, 3 og 5 Retningsfaktor og årstidsfaktor og modificeret basisvindhastighed

Den modificerede basisvindhastighed ændres ikke.

Retningsfaktorens kvadrat  $c_{dir}^2$  er anført i tabel 1a DK NA, hvor vindretningen angiver midtpunktet i den 30 graders sektor, hvorfra vinden kommer. Retningsfaktoren kan anvendes sammen med terrænvurderingen ved bestemmelsen af den karakteristiske vindhastighed fra den pågældende vindretning, såfremt de retningsbestemte forudsætninger kan påregnes eksisterende lige så længe som konstruktionen.

**Tabel 1a DK NA – Retningsfaktorens kvadrat  $c_{dir}^2$**

	N	NNØ	ØNØ	Ø	ØSØ	SSØ
Vindretning	0°	30°	60°	90°	120°	150°
$c_{dir}^2$	0,8	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6
	S	SSV	VSV	V	VNV	NNV
Vindretning	180°	210°	240°	270°	300°	330°
$c_{dir}^2$	0,7	0,7	0,9	1,0	1,0	0,9

NOTE Retningsfaktorens kvadrat skal mindst regnes til 0,8 for Bornholm og Christiansø.

Årstidsfaktorens kvadrat er anført i tabel 1b DK NA.

**Tabel 1b DK NA – Årstidsfaktorens kvadrat  $c_{season}^2$**

Måned	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
$c_{season}^2$	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0

### 4.3.2(1) Terrænets ruhed

Den anbefalede metode til bestemmelse af ruhedsfaktoren i højden  $z$  givet ved ligning (4.4) benyttes.

Til noten tilføjes efter ”... i tilstrækkelig grad, se (2)” teksten ”Kystnære områder udsat for pålandsvind regnes til terrænkategori I for de pågældende vindretninger”

I tabel 4.1 udvides kategori I med ”samt kystområde eksponeret til åbent hav.”

### **5.3(5) Mangel på korrelation**

Virksomheden af den manglende korrelation mellem udvendige og indvendige vindtryk kan tages i regning ved bestemmelsen af vindlasten.

### **6.3.1(1) Note 3 Procedure for bestemmelse af de dynamiske respons**

Proceduren i annekset C anvendes

### **6.3.2(1) Bestemmelse af flytninger og accelerationer**

Proceduren i annekset C anvendes

### **7.2.3(4) Formfaktorer - flade tage**

Formfaktoren i zone I på -0,2 ændres til -0,5.

### **7.2.10(3) Note 2 Vindtryk på vægge med mere end et lag**

I den første indrykning ("–") tilføjes efter den sidste sætning: "For randområder benævnt "A" på figur 7.5 kan den anførte formfaktor for det permeable ydre lag undervurdere vindlasten. Denne vindlast undervurderes ikke med formfaktoren -0,9".

### **7.9.3 Tabel 7.14, Formfaktorer for vertikale cylindre i række**

Tabel 7.14 kan undervurdere vindlasten for  $a/b < 2,5$ .

### **A.2(1) Inhomogent terræn**

Procedure 1 anvendes. I procedure 1 erstattes "kategori 0" med "kategori I", og "kategori I til III" erstattes af "kategori II og III".

### **E.1.5.1(1) Note 1 og 2, Valg mellem procedure 1 og 2**

Procedure 2 anvendes.

### **E.1.5.1(3) Valg mellem procedure 1 og 2**

Procedure 2 anvendes.

### **E.1.5.2.6(1) Note 1, Antallet af lastcykler – udmattelseslaster**

For de konstruktioner, hvor den karakteristiske maksimale udbøjning bestemt i E.1.5.3 i EN 1991-1-4:2005 er mindre end ca. 10 % af konstruktionens tværmål, kan udmattelseslasterne bestemmes ved hjælp af E.1.5.3 i EN 1991-1-4:2005 med konstanterne  $C_c$  og  $K_a$  som anført nedenfor.

Konstanten  $C_c$ 's afhængighed af vindhastighedsforholdet  $v_m / v_{crit,i}$ , hvor  $v_m$  er 10-minutters middelvindhastigheden, og  $v_{crit,i}$  er resonansvindhastigheden, bestemmes tilnærmelsesvis ved:

$$C_c = C_c(\text{tabel E.6}) \left( \frac{v_m}{v_{crit,i}} \right)^{3/2} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{1 - v_{crit,i}/v_m}{B} \right)^2 \right]$$

$C_c(\text{tabel E.6})$  er anført i tabel E.6 i EN 1991-1-4, og  $B$  kan tilnærmelsesvis regnes til  $B = 0,1$ . 10-minutters middelvindhastigheden  $v_m$  og resonansvindhastigheden  $v_{crit,i}$  bestemmes i den højde over terræn, hvor konstruktionens bevægelse er størst.

Konstruktionens bevægelse undervurderes ikke, hvis den aerodynamiske dæmpningskonstant  $K_a$ 's afhængighed af vindhastighedsforholdet  $v_m/v_{crit,i}$  og turbulensintensiteten  $I_v$  bestemmes ved følgende forenklede og tilnærmede udtryk:

$$K_a = K_{a,max} h(I_v) g \left( \frac{v_m}{v_{crit,i}} \right)$$

Funktionen  $h(I_v)$  er defineret i E.1.5.3 (4) nedenfor. Funktionen  $g$  antager sin største værdi lig med 1 for  $v_m = v_{crit,i}$  og regnes at aftage lineært fra værdien 1 til værdien 0 for  $v_m = 2v_{crit,i}$ .  $g$  regnes til 0 for  $v_m < v_{crit,i}$  og  $v_m > 2v_{crit,i}$ .

Hyppigheden af middelvindhastigheder op til ca. 15-20 m/s kan bestemmes på grundlag af det europæiske vindatlas, se Troen, I.; Petersen, B. & Lundtang, E., 1989, *European Wind atlas*, Risø, Roskilde.

For vind over landterræn med en ruhedslængde på mellem ca. 0,01 m og 0,05 m kan hyppigheden af forskellige turbulensintensiteter tilnærmelsesvis vurderes på basis af en normalfordeling med midelværdien anført i 4.4(1) i EN 1991-1-4 og en spredning, som aftager gradvis fra ca. 0,06 ved middelvindhastigheder mindre end ca. 5 m/s til ca. 0,03 for middelvindhastigheder på ca. 10 m/s. Normalfordelingens sandsynlighedsmasse for negative argumenter regnes her at svare til en turbulensintensitet på 0.

Ved udmattelsesberegninger baseret på ovenstående specifikationer skal variationskoefficienten på spændingsvidderne fra udmattelseslasterne sættes til 30 % i forbindelse med fastlæggelsen af partialkoefficienten, se det nationale annekst til EN 1990.

#### **E.1.5.3(4) Indflydelse af turbulens**

Virningen af rytmisk hvirvelafløsning afhænger af vindens turbulens. For 10-minutters middelvindhastigheder større end ca. 15 m/s bestemmes vindens turbulensintensitet af 4.4 (1) i EN 1991-1-4:2005. For 10-minutters middelvindhastigheder mindre end ca. 10 m/s skal der tages hensyn til rytmisk hvirvelafløsning i turbulensfri vind, hvilket optræder under visse, relativt sjældne meteorologiske forhold.

Konstruktionens bevægelse undervurderes ikke, hvis den aerodynamiske dæmpningskonstant  $K_a$ 's afhængighed af turbulensintensiteten  $I_v$  bestemmes ved følgende forenklede og tilnærmede udtryk:

$$K_a(I_v) = K_{a,\max} h(I_v)$$

hvor  $K_{a,\max}$  er anført i tabel E.6 i EN 1991-1-4:2005. Funktionen  $h$  bestemmes ved  $h(I_v) = 1 - 3I_v$  for  $0 \leq I_v \leq 0,25$  og  $h(I_v) = 0,25$  for  $I_v > 0,25$ . Turbulensintensiteten  $I_v$  bestemmes i den højde, hvor konstruktionens bevægelse er størst.



## **Supplerende, ikke-modstridende information**

### **7.2.9(6) Note2, Indvendigt vindtryk – uden dominerende flade**

Sidst, efter ”..mindst gunstige af +0,2 og -0,3” tilføjes: ”Skillevægge kan i dette tilfælde regnes for en vindlast svarende til formfaktoren 0,4 hidrørende fra trykforskelle i de rum, som væggene adskiller.”

### **Litteratur**

Troen, I.; Petersen, B. & Lundtang, E., 1989, *European Wind Atlas*, Risø, Roskilde.