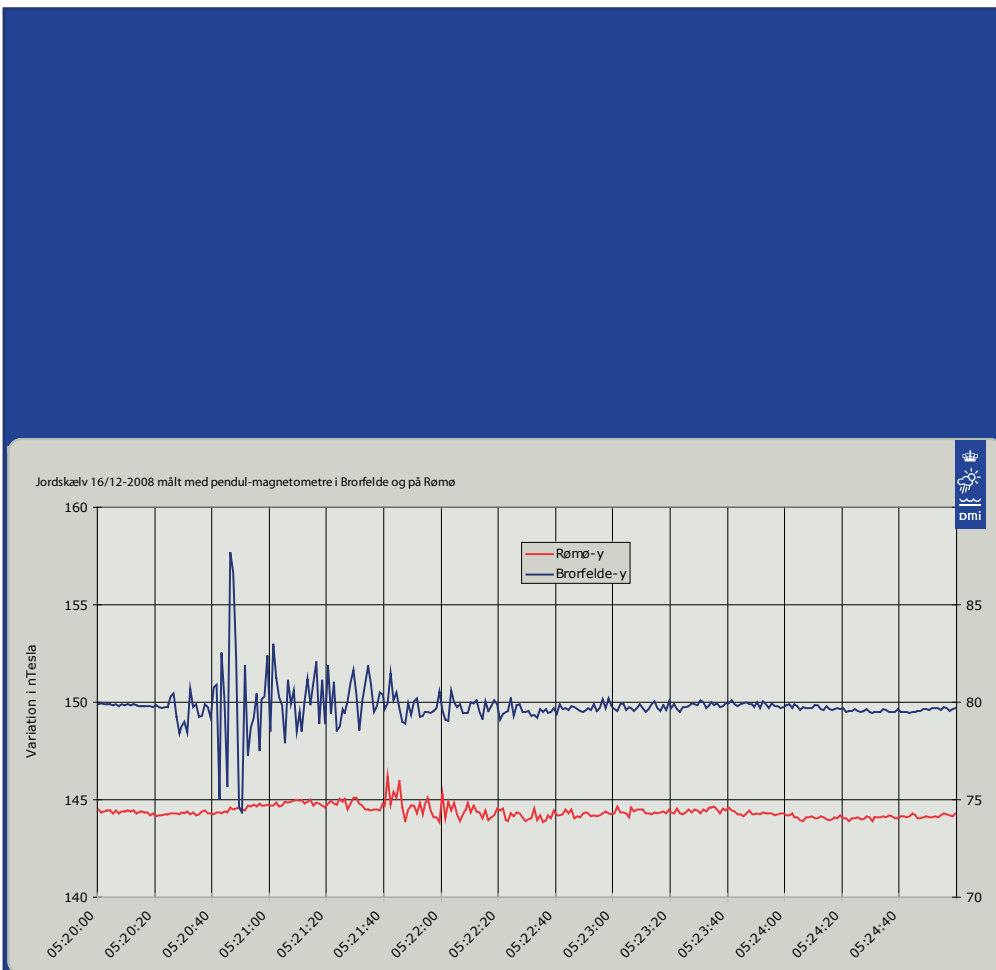


# Betragtninger i forbindelse med jordskælvet i Danmark december 2008





# Betragtninger i forbindelse med jordskælv i Danmark december 2008

Jørgen Nielsen  
Klaus Feilberg Hansen  
Erik Steen Pedersen

Titel	Betragtninger i forbindelse med jordskælvet i Danmark december 2008
Serietitel	SBi 2010:05
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2010
Forfattere	Jørgen Nielsen, Klavs Feilberg Hansen, Erik Steen Pedersen
Sprog	Dansk
Sidetæl	6
Litteratur- henvisninger	Side 6
Emneord	Jordskælv, Eurocodes, Rictertal, lodret last, vandret last
ISBN	978-87-563-1411-4
Omslag	Foto: DMI. Jordrystelserne kunne ses på DMI's magnetometre. Bemærk at tiderne er UTC-tider, altså én time tidligere end dansk normaltid.
Udgiver	Statens Byggeforskningsinstitut, Dr. Neergaards Vej 15, DK-2970 Hørsholm E-post <a href="mailto:sbi@sbi.dk">sbi@sbi.dk</a> <a href="http://www.sbi.dk">www.sbi.dk</a>

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen: *SBi 2010:05: Betragtninger i forbindelse med jordskælvet i Danmark december 2008. (2010)*

## Forord

I december 2008 blev Danmark ramt af et jordskælv. Der er ikke rapporteret om svigt/skader som følge af jordskælvet. Hidtil er der ved dimensionering af bygninger taget hensyn til mindre jordrystelser, ved at regne med en vandret last svarende til 1,5 % af den lodrette last. Disse regler er ændret ved indførelsen af Eurocodes, og SBI vurderer, at sikkerheden mod overordnet stabilitetssvigt fremover er reduceret i de tilfælde, hvor vindlasten ikke er dimensionsgivende. Dette gælder hyppigst for længdestabiliteten af smalle høje bygninger.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet  
Byggeri og sundhed  
Marts 2010

*Niels-Jørgen Aagaard*  
Forskningschef

## Baggrund

Danmark blev om morgenen den 16. december 2008 ramt af et jordskælv, som efter danske forhold var kraftigt. Det gav anledning til bekymring hos en del mennesker og en massiv dækning i TV, radio og aviser. DMI oplyser [1] at jordskælvet havde en styrke på 4,7 efter Richterskalaen, og at epicentret lå 15 km nordøst for Ystad i Sverige. København ligger således i en afstand af ca. 60 km fra epicentret, hvilket betyder at påvirkningen af bygningerne i København har været ret nær de værste, som kan forventes fra et jordskælv af den styrke.

Jordskælv påvirker bygninger med såvel lodrette som vandrette laster. I forvejen påvirkes bygninger af tyngdekraften, og nogle få procents ændring af den lodrette kraft er normalt ikke noget problem. Derfor samler interessen sig om optagelsen af den vandrette last.

I Danmark har bygninger traditionelt været regnet for en vandret last på 1,5 % af den regningsmæssige lodrette last, hvilket sammen med beregning for vindlast har givet en sådan robusthed, at de jordskælv, man forventer i Danmark, var dækket ind.

Efter overgangen til Eurocodes [2] gælder fortsat en regel om en vandret last på 1,5 % af egenvægten inklusiv bidrag fra den variable lodrette last. Imidlertid er partialkoefficienterne for både modstandsevnen og den variable last ændret, idet den vandrette last fremover skal regnes som en ulykkelast. Det betyder, at partialkoefficienten på modstandssiden altid er 1, mens den før var 1,65 for beton, 1,84 for murværk og 1,17 for stål, og på lastsiden er bidraget til den vandrette last fra den variable last reduceret med en faktor på op til 6,5 for boliglast, og bidraget fra snelast er fjernet.

Der er således indført en betydelig reduktion af både den vandrette lasts størrelse og af sikkerheden på modstandsegenskaberne, og det har især betydning for længdestabiliteten af smalle høje bygninger, hvor den vandrette masselast i nogle tilfælde er dimensionsgivende. Der er ikke fundet nogen analyse, som belyser baggrunden for denne reduktion, ligesom der ikke er fundet oplysninger om hvilken styrke jordskælv, man forventer, kan ramme Danmark.

SBi har på baggrund af det aktuelle jordskælv søgt at danne sig et overblik over sikkerhedsniveauet i danske bygninger i relation til jordskælv og i den forbindelse især søgt to spørgsmål besvaret:

1. Hvor kraftigt et jordskælv kan man forvente, at danske bygninger kan modstå uden at nå brudgrænsetilstanden, som bl.a. er grænsen for at menneskeliv bringes i fare, fx i forbindelse med en kollaps?
2. Hvilken betydning kan man forvente, at ændringerne i normerne får for dansk byggeris robusthed over for jordskælv?

Eftersom der ikke dimensioneres for en bestemt størrelse jordskælv i Danmark og der ikke er foretaget analyser af dansk byggeri vedrørende det første spørgsmål, må det belyses ud fra hidtidige erfaringer samt fra udenlandsk litteratur.

## Observerede skader fra jordskælvet i december 2008

Der er ikke rapporteret om kollaps af bygninger som følge af dette jordskælv og der foreligger ikke brugbare oplysninger om kollaps af bygninger i forbindelse med tidligere jordskælv i Danmark.

Det tolkes på den måde, at bygninger dimensioneret efter de gamle danske regler først vil nå brudgrænsetilstanden ved et jordskælv, af en større styrke end de 4,7, som december-jordskælvet havde.

Det udelukkes ikke, at bygninger kan have været bragt i en tilstand nær brudgrænsetilstanden, og at de nu er så svækkede, at de skal forstærkes. SBI har ikke informationer om at skader af den type er opstået i forbindelse med det aktuelle jordskælv.

## Undersøgelser

I den meget omfattende litteratur, der vedrører virkningen af jordskælv på bygninger er der, naturligt nok, primært fokuseret på virkningen af kraftige jordskælv, dvs. jordskælv med et Rictertal større end 5. For virkningen af jordskælv på bygninger med Rictertal mindre end 5 findes der ingen tilgængelig empirisk viden om skader. Dette gælder til trods for, at det må formodes, at der for områder, hvor der – ligesom i Danmark - ikke dimensioneres direkte for jordskælv, gælder ret forskellige regler for fastsættelse af den dimensionsgivende vandrette last.

Det tolkes på den måde, at jordskælv op til en styrke på 5 på Richterskalaen næppe vil føre til kollaps af almindeligt velbyggede bygninger. Der er, så vidt vides, ikke registreret jordskælv på dansk område med en styrke større end svarende til 5.

Vedrørende kraftigere jordskælv, fx med Rictertal mellem 5 og 6, giver [Page 3] en beskrivelse fra et område, der regnes for jordskælvs-'frit', af hvad der fremkommer af skader. Selv i dette tilfælde konkluderes det, at skaderne næsten alle skyldes manglende opfyldelse af normerne.

Det skal bemærkes, at Richterskalaen er en logaritmisk skala, og derfor er de rystelser, der genereres ved et jordskælv med styrken 6, ti gange så store som for et jordskælv med styrken 5, se [1]. Sammenhængen mellem jordrystelsernes størrelse og de kræfter der påvirker bygninger, er afhængig af såvel undergrundens beskaffenhed som af bygningens konstruktive virkemåde.

## Konklusion

SBI har ikke modtaget rapporter om svigt/skader som følge af jordskælvet.

Kun hvis der fremover kommer jordskælv med et Rictertal større end 5, forventes bygningsskader af et vist omfang. Ved sådanne jordskælv må i første omgang forventes skader på bygninger, der ikke er opført i overensstemmelse med normerne (det forekommer). Herefter vil visse bygninger opført efter de nye normer komme i farezonen, og til sidst vil bygninger bygget efter de tidligere gældende normer blive ramt. Der er ikke umiddelbart noget grundlag for at vurdere, hvor disse niveauer af jordskælvenes styrker ligger.

Det giver imidlertid anledning til nogen bekymring, at masselasten for fremtidens byggeri er blevet reduceret, tilsyneladende uden at der er foretaget nogen vurdering af risikoniveauet for jordskælv i Danmark.

## Litteratur

1. Jordskælv i Danmark. Lokaliseret 20100309 på:  
[http://www.dmi.dk/dmi/index/nyheder/nyheder-2008/hvad\\_er\\_richterskalaen.htm](http://www.dmi.dk/dmi/index/nyheder/nyheder-2008/hvad_er_richterskalaen.htm)
2. EN 1990 DK NA:2007. Nationalt Anneks til Eurocode 0: Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner + Tillæg 1: 15-12-08
3. Page, A. W. (1991). The Newcastle Earthquake – Behaviour of Masonry Structures. Masonry International, Vol. 5, No 1, 1991.



I december 2008 blev Danmark ramt af et jordskælv med en styrke på 4,7 efter Richterskalaen.

Der er ikke rapporteret om svigt/skader som følge af jordskælvet. Litteraturstudier viser da også, at jordskælv op til en styrke på 5 på Richterskalaen næppe vil føre til kollaps af almindeligt velbyggede bygninger.

Kun hvis der fremover kommer jordskælv med en styrke større end 5 på Richterskalaen, forventes bygnings-skader af et vist omfang. Ved sådanne jordskælv må i første omgang forventes skader på bygninger, der ikke er opført i overensstemmelse med normerne. Herefter vil visse bygninger opført efter de nye Eurocodes, der har et lavere sikkerhedsniveau, komme i farezonen, og til sidst må der forventes skader på bygninger bygget efter de tidligere gældende normer.

1. udgave, 2010

ISBN 978-87-563-1411-4