VROM Inspectie

VROM-Inspectie
Regio Oost
Gelderland

Pels Rijckenstraat 1
Postbus 136
6800 AC Arnhem

Telefoon 026-3528460
Fax 026-3528455
www.vrom.nl

BOUWKUNDIGE SCHADES t.g.v. SNEEUWVAL

onderzoek naar de gebeurtenissen in het weekend van 26/27 november 2005

Datum: mei 2006

Onderzoeksteam: ir. E.J. Kool
T.H. Schmidt

Samenvatting

In het weekend van 26/27 november 2005 zijn delen van Nederland getroffen door zware sneeuwval. Deze zorgde plaatselijk voor ernstige ontregeling van het openbare leven door onbegaanbare wegen, afgelasting van evenementen en bouwkundige schades. Met name in Twente en rond Apeldoorn was dit het geval. In dit rapport doet de VROM-Inspectie verslag van haar onderzoek naar met name de bouwkundige calamiteiten en doet aanbevelingen ter verbetering van de constructieve veiligheid.
Het blijkt dat ruim 100 gebouwen grote bouwkundige schade hebben opgelopen, van volledige of gedeeltelijke instorting tot ernstige doorbuiging van het dak, die herstelwerkzaamheden noodzakelijk maakt.
Een grote groep instortingen betreft wat oudere gebouwen (veestallen, maneges, werkplaatsen en opslagloodsen) met een zadeldak en een oppervlak van enkele honderden vierkante meters. Een tweede groep bestaat uit overwegend productie- en expeditiegebouwen met een plat of licht hellend dak. Deze gebouwen zijn vaak van recentere datum, hebben een (lichte) staalconstructie en hebben grote dakoppervlakken.
Gebleken is dat van de 22 gebouwen die nader constructief zijn onderzocht bij 21 hiervan de instorting is veroorzaakt door fouten in ontwerp en/of uitvoering.

De sneeuwval was voor Nederlandse begrippen uitzonderlijk. Het KNMI becijfert de herhalingstijd voor de gebieden met de hoogst geregistreerde neerslag op ruim 70 jaar. De sneeuw was uitzonderlijk compact, resulterend in een hoge belasting per vierkante meter dakvlak. De maximale door het KNMI geregistreerde neerslag blijft binnen de ontwerpuitgangspunten voor gebouwen ontworpen in de hoogste veiligheidsklasse, rekening houdend met de in de normen voorgeschreven veiligheidscoëfficiënt.
Plaatselijk zijn echter door derden (soms veel) hogere sneeuwbelastingen gemeten.
De geconstateerde constructieve gebreken illustreren de noodzaak om verbeteringen door te voeren in de kwaliteitsborging van de keten van ontwerp tot en met bouw. Omdat het niet uitgesloten is dat de hoeveelheden en extremen van de neerslag zullen toenemen, wordt aanbevolen om ook de normen voor de sneeuwbelasting aan een kritische analyse te onderwerpen.
De gemeenten in het oosten des lands hebben een grote inzet geleverd om aan de door de hevige sneeuwval veroorzaakte situatie het hoofd te bieden. Ten aanzien van het beoordelen van de bouwkundige veiligheid van gebouwen en het adviseren van publiek en bestuur daarover moest veel geïmproviseerd worden. De behoefte is geuit aan een draaiboek/beslismodel om snel een oordeel uit te kunnen spreken over de constructieve veiligheid van gebouwen in verband met eventuele ontruiming.



inhoudsopgave

1 Inleiding 7

2 Onderzoeksopzet 9

3 Omvang van de bouwkundige calamiteiten 11

4 Meteorologische aspecten 15
4.1 meteorologische omstandigheden 15
4.2 Belasting door sneeuw 19
4.3 Belasting door wind 21
4.4 Statistische beschouwing 22
4.5 Invloed van klimaatverandering 24

5 Bouwregelgeving 25
5.1 Normen voor sneeuwbelasting 25
5.2 Veiligheidsklassen 26
5.3 Kwaliteitsborging bouwproces 27

6 Bouwkundige schades 29
6.1 Schadeoorzaken 29
6.2 De gemeentelijke bouwdossiers 29
6.3 Analyse 30

7 Beschouwingen 33
7.1 Probabilistische uitgangspunten bouwregelgeving 33
7.2 Onderscheid lichte en zware daken 34
7.3 Ontwikkelingen in de bouw 34
7.4 Ontwikkelingen in het gemeentelijke toe zicht 36
7.5 Overige ontwikkelingen 37

8 Inzet van enkele gemeenten in het 'sneeuwgebied' 39

9 Conclusies en aanbevelingen 45
9.1 Vraagpunten en conclusies 45
9.2 Aanbevelingen 46

10 Bijlagen 49
10.1 bijlage 1: Lijst van deelnemers deskundigenbijeenkomsten instortingen sneeuw 49
10.2 bijlage 2: bouwregelgeving 50
10.2.1 TGB 1949 en 1955 (NEN 1055) 50
10.2.2 TGB 1972 (NEN 3850) 50
10.2.3 TGB 1990 (NEN 6702) 50
10.2.4 NEN 3859 51
10.2.5 Regeling Bouwbesluit 2003 52
10.2.6 Eurocodes 53
10.2.7 buitenlandse voorschriften 53
10.2.8 probabilistische uitgangspunten bouwregelgeving 54
10.3 bijlage 3: samenvatting constructieve analyses 56

11 Meer informatie 59

1 Inleiding

In het weekend van 26/27 november 2005 zijn delen van Nederland getroffen door zware sneeuwval. Deze zorgde plaatselijk voor ernstige ontregeling van het openbare leven door onbegaanbare wegen, afgelasting van evenementen en bouwkundige schades. Met name in Twente en rond Apeldoorn was dit het geval.
Zodra bleek dat er in deze periode ook gebouwen waren ingestort, is de VROM-Inspectie begonnen met een onderzoek.

In de weken na dit weekend bleken ook elders in Europa gebouwen in te storten ten gevolge van hevige sneeuwval. Hierbij waren veel slachtoffers te betreuren.

5 december 2005:	instorting dak zwembad Tchoesovoï in de Oeral (14 doden)
2 januari 2006:	instorting dak ijsbaan Bad Reichenhall in Beieren (15 doden)
29 januari 2006:	instorting dak beurshal Chorzov in Polen (65 doden)
23 februari 2006:	instorting dak markthal in Moskou (66 doden)

Daarnaast zijn zowel eerder als later dan het beschouwde novemberweekend in het jaar 2005 in Nederland gebouwen door sneeuw bezweken. In de nacht van 3 maart 2005 is na zware sneeuwval een gedeelte van het dak van een winkel in Klazinaveen ingestort. In de nacht van 30 op 31 december 2005 is een deel van het dak van een grote bedrijfshal in Wateringen ingestort na sneeuw- en regenval.

Achtereenvolgens worden in dit rapport behandeld:
- de onderzoeksopzet;
- de omvang van de bouwkundige calamiteiten;
- de meteorologische omstandigheden;
- de bouwregelgeving;
- redenen van bezwijken van gebouwen;
- enkele beschouwingen over ondermeer relevante ontwikkelingen in de bouw;
- inzet van enkele gemeenten in het ‘sneeuwgebied’;
- conclusies en aanbevelingen.



2 Onderzoeksopzet

De VROM-Inspectie (VI) heeft zich ten doel gesteld de volgende aspecten in beeld te brengen:

- de omvang van de bouwkundige calamiteiten;
- in hoeverre de meteorologische omstandigheden afweken van de in de regelgeving gehanteerde uitgangspunten;
- in hoeverre de bezweken gebouwen voldeden aan de eisen van de bouwregelgeving;
- de respons van de lokale overheid.

Het bovenliggende doel is het doen van aanbevelingen ter bevordering van de constructieve veiligheid van de gebouwde omgeving.

Er zijn contacten gelegd met de gemeenten in de door ernstige sneeuwval getroffen gebieden, met het KNMI, met de normcommissie “Technische grondslagen voor bouwvoorschriften”, met adviesbureaus en met verzekeringsmaatschappijen.
Voorts is dossieronderzoek bij de grootste gemeenten in het getroffen gebied verricht en zijn onderzoeksrapporten naar de constructieve oorzaak van instortingen ter inzage gekregen.

Met vertegenwoordigers van de genoemde instanties is een tweetal deskundigenbijeenkomsten[1] gehouden waarbij informatie over het gebeurde is uitgewisseld, mogelijke oorzaken van de calamiteiten zijn besproken en is nagedacht over aan te bevelen maatregelen. Het onderzoek heeft hiermee een interactief karakter gekregen waarbij zoveel mogelijk gebruik is gemaakt van de kennis en ervaring van de professioneel betrokkenen.

Bijlage 1 vermeldt de namen van de op één of beide bijeenkomsten aanwezige deskundigen.
De VI is de betrokkenen zeer erkentelijk voor hun medewerking aan dit onderzoek.

[1] Gehouden op 25 januari 2006 en 29 maart 2006 in de gemeente Enschede onder voorzitterschap van prof.ir. D.G. Mans, tevens voorzitter van de CUR-commissie “Leren van instortingen”.



3 Omvang van de bouwkundige calamiteiten

De eerste onderzoeksvraag die de VI zich gesteld had, bleek niet eenvoudig te beantwoorden. Uit de media en bij navraag bij gemeenten ontstond een beeld van opgetreden bouwkundige schades.
Dit bleek verre van compleet. Expertisebureaus en verzekeringsmaatschappijen bleken een waardevolle aanvullende bron. Echter door de verschillende wijzen van registratie (zoals registratie van schadeadres versus adres van de verzekerde) bleken niet alle gegevens bruikbaar. Een systeem voor landelijke registratie van bouwkundige calamiteiten zou hierbij zijn meerwaarde kunnen bewijzen.

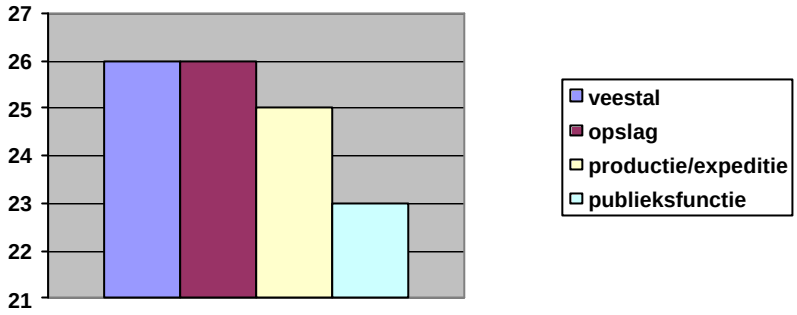
De gegevens samenvattend kan gesteld worden dat er honderden gevallen van bouwkundige schade zijn opgetreden door de sneeuwval in het weekend van 26/27 november 2005, variërend van de volledige instorting van een gebouw van bijna 20.000 m^2 grootte tot het bezwijken van vele schuurtjes en dakgoten. De VI heeft in dit onderzoek de grens voor nadere analyse (arbitrair) gelegd op een schadebedrag van € 50.000,--.

Uitgaande van een opgetreden (geschatte) schade groter dan € 50.000, is het aantal gebouwen dat ernstige schade heeft opgelopen, voor zover bij de VI bekend, 93. Dit aantal is onder te verdelen in: volledige instorting (46%), gedeeltelijke instorting (26%) en ernstige doorbuiging[2] van de dakconstructie (28%). Tevens is van tenminste elf kassencomplexen boven de eerdergenoemde schadegrens instorting gemeld. Deze zijn verder niet in de beschouwingen betrokken.

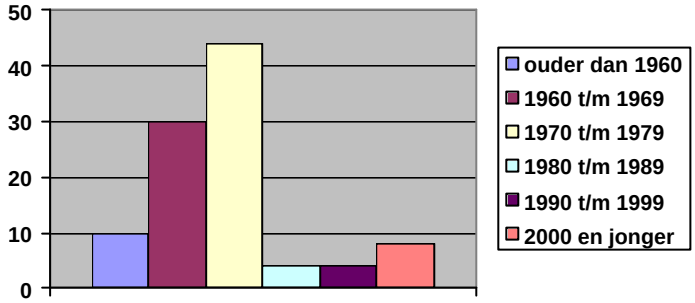
De hierboven genoemde 93 gebouwen zijn geanalyseerd naar gebruiksfunctie, bouwjaar, dakoppervlak en dakvorm, zie de diagrammen op de volgende bladzijde.

[2] Hierbij zijn alleen gebouwen geteld waarvan het dak plastisch vervormd is. Dit betekent dat de sneeuw tot een blijvende vervorming heeft geleid, die herstelwerkzaamheden noodzakelijk maakt. Daarnaast zijn er tientallen gebouwen geweest waarbij het dak doorboog (en waarbij de situatie in sommige gevallen zo ernstig werd ingeschat dat stempels zijn aangebracht), maar na verwijdering of smelten van de sneeuw weer terugveerde.

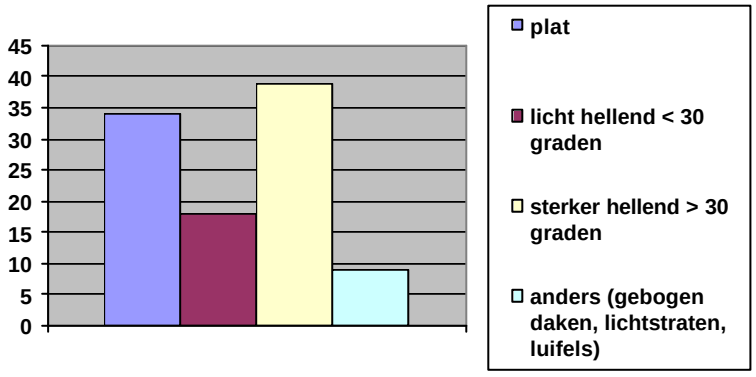
figuur 1: verdeling schadegevallen naar functie gebouw in procenten



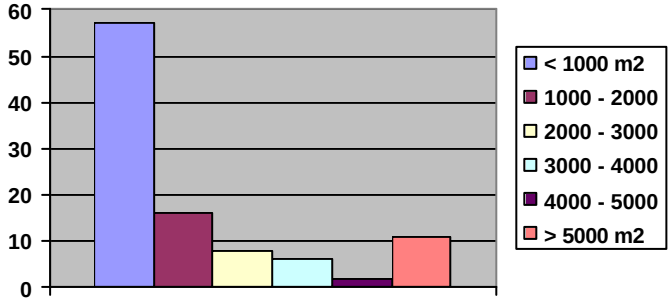
figuur 2: verdeling schadegevallen naar bouwjaar in procenten



figuur 3: verdeling schadegevallen naar dakvorm in procenten

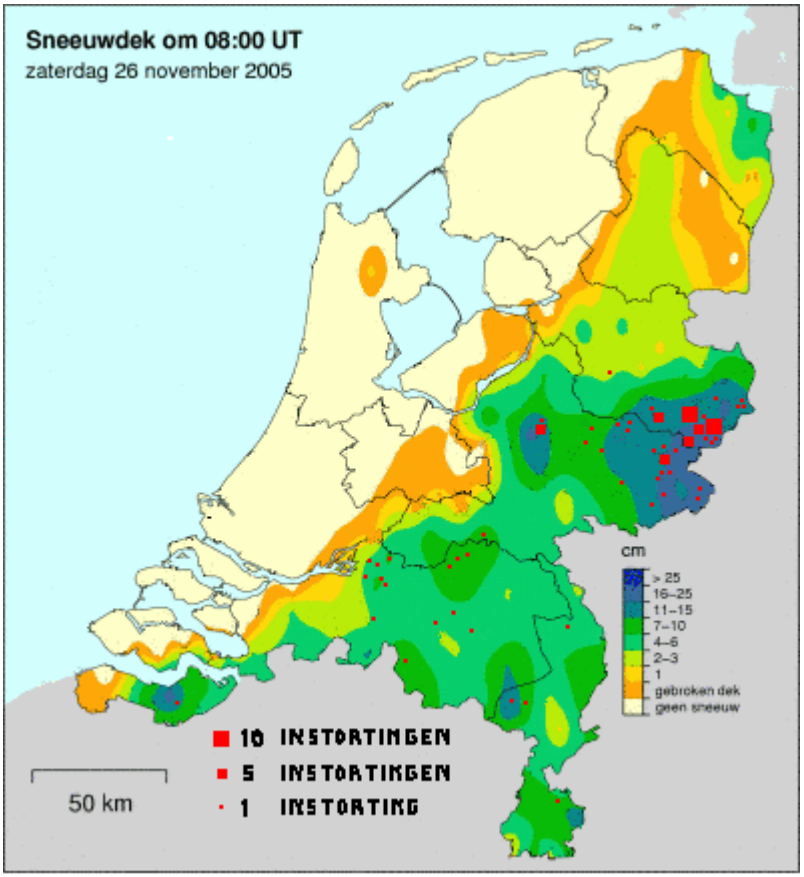


figuur 4: verdeling schadegevallen naar dakgrootte in procenten



Uit analyse van de kenmerken van de geheel of gedeeltelijk ingestorte gebouwen blijkt dat het beslist niet alleen een zaak van “platte daken” is. In paragraaf 6.3 wordt nader ingegaan op de overeenkomsten en verschillen tussen het bezwijkmechanisme van platte daken als gevolg van wateraccumulatie en sneeuwbelasting.
Een grote groep instortingen door de sneeuwbelasting betreft wat oudere gebouwen (veestallen, maneges, werkplaatsen en opslagloodsen) met een zadeldak en een oppervlak van enkele honderden vierkante meters.
Een tweede groep bestaat uit overwegend productie- en expeditiegebouwen met een plat of licht hellend dak. Deze gebouwen zijn vaak van recentere datum, hebben een (lichte) staalconstructie en hebben grote dakoppervlakken. Ook enkele oudere fabrieken met een traditionele dakconstructie en vaak groot oppervlak hebben schade opgelopen.

figuur 5: instortingen en blijvende vervorming van daken (totaal aantal)



Bovenstaand kaartbeeld geeft een geografische overzicht van de (bijna) instortingen, gegroepeerd naar gemeente. Het is opvallend dat er ook veel instortingen geconstateerd zijn in gebieden waar de sneeuwlast relatief gering was (< 10 cm).

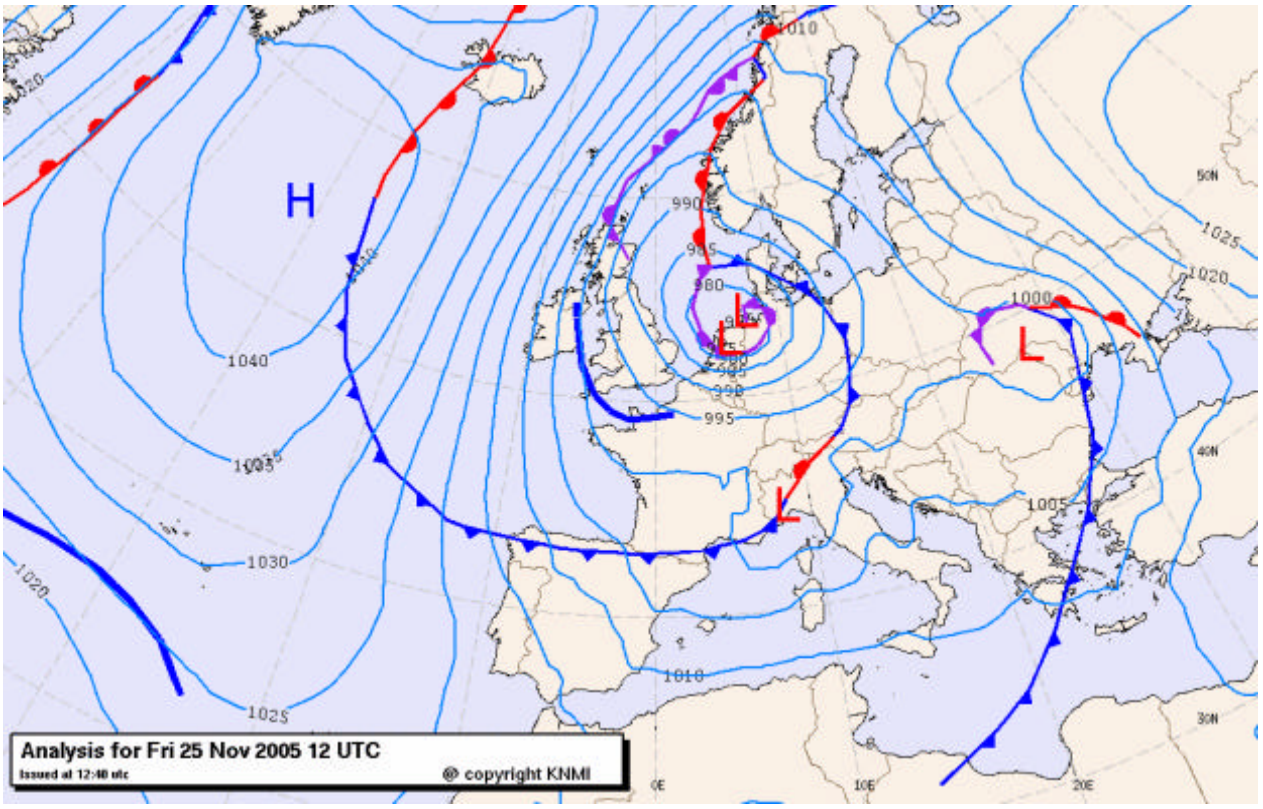


4 Meteorologische aspecten

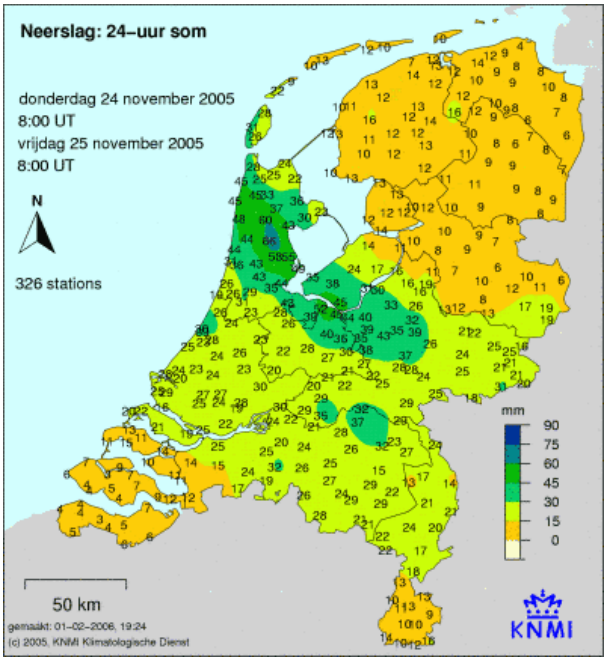
4.1 meteorologische omstandigheden

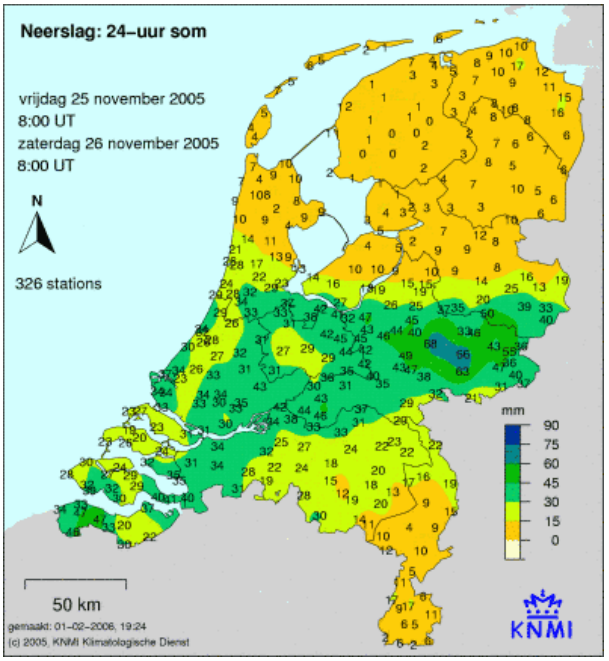
In dit hoofdstuk is dankbaar gebruik gemaakt van gegevens van het KNMI.

figuur 6: meteorologische kaart 25 november 2005 13.00 uur

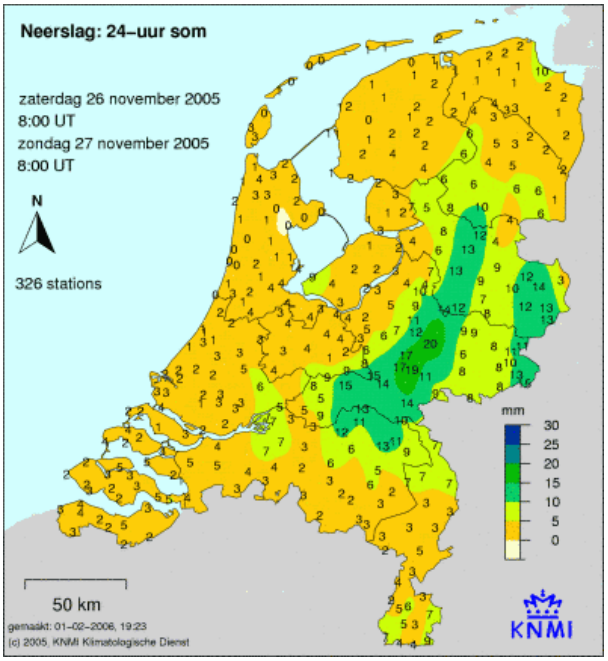


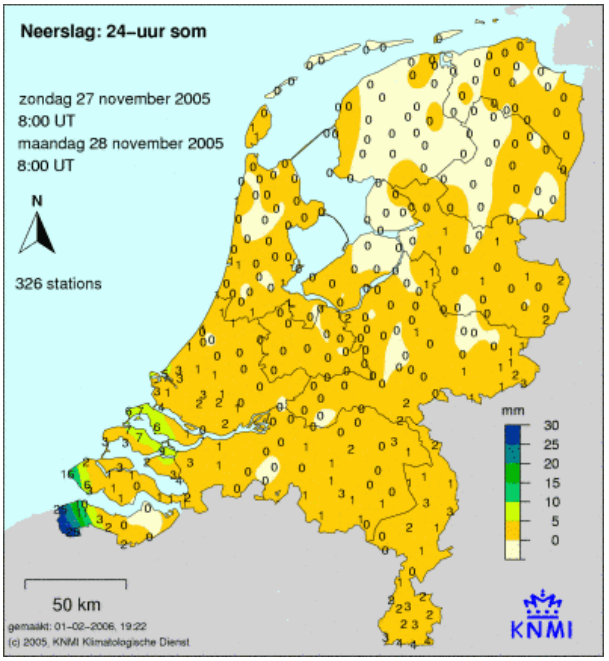
Ten gevolge van de ligging van een gebied van hoge luchtdruk boven het noordelijk deel van de Atlantische Oceaan en een depressie boven Noorwegen werd er vanaf 24 november 2005 na de passage van het koufront arctische lucht naar onze omgeving gevoerd. Hierdoor begon de temperatuur te dalen. Op vrijdag 25 november 2005 ontstond uit een randstoring een diepe depressie, die uiterst langzaam over het noorden van ons land trok. Een ingedraaide occlusie[3] van deze depressie lag urenlang boven het midden van het land en veroorzaakte overvloedige neerslag. In het westen viel regen, maar in het oosten viel meest natte sneeuw.
In de regio Twente regende het aanvankelijk van tijd tot tijd, maar omstreeks 05.00 uur op 25 november 2005 ging de regen over in aanhoudende natte sneeuwval. Later breidde de sneeuwval zich verder over het oostelijke gedeelte van Nederland uit. Ook op 26 november 2005 viel er natte sneeuw, maar werd de sneeuwval afgewisseld met droge perioden. Pas omstreeks 02.00 uur op 27 november 2005 werd het in Twente droog en enkele uren later volgde ook de rest van oostelijk Nederland. In de middag viel plaatselijk nog een enkel buitje. De volgende kaartjes illustreren het verloop van de neerslag van 24 tot 28 november 2005.





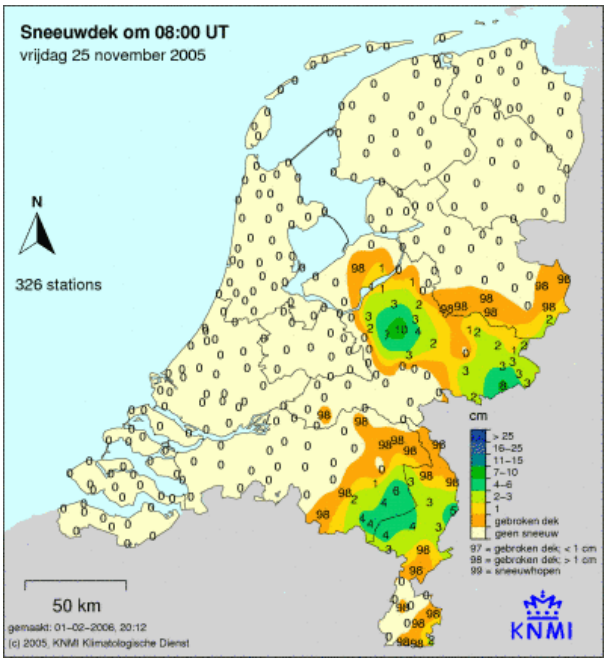
[3] Occlusie = een door een koufront ingehaald warmtefront meestal in de omgeving van een depressie. Door dit proces wordt de warme lucht voor het koufront opgetild naar hogere luchtlagen.

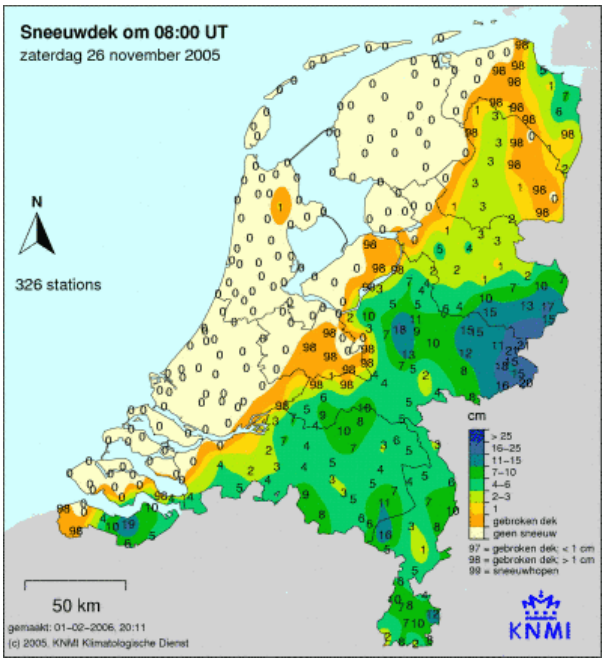


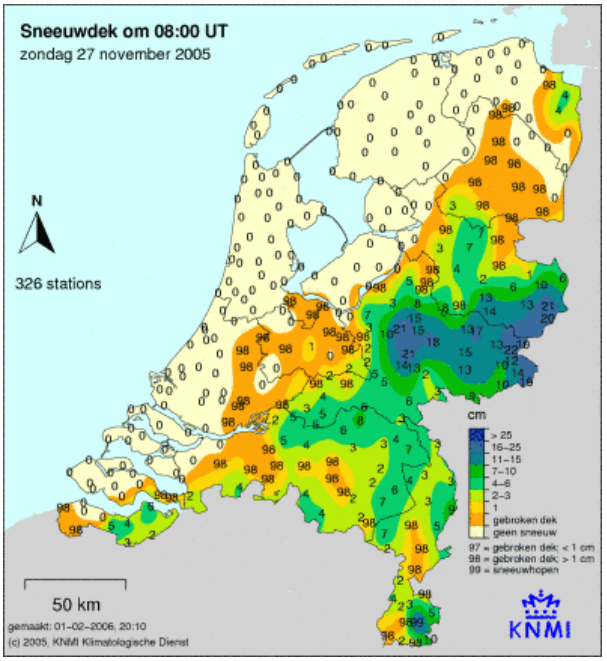


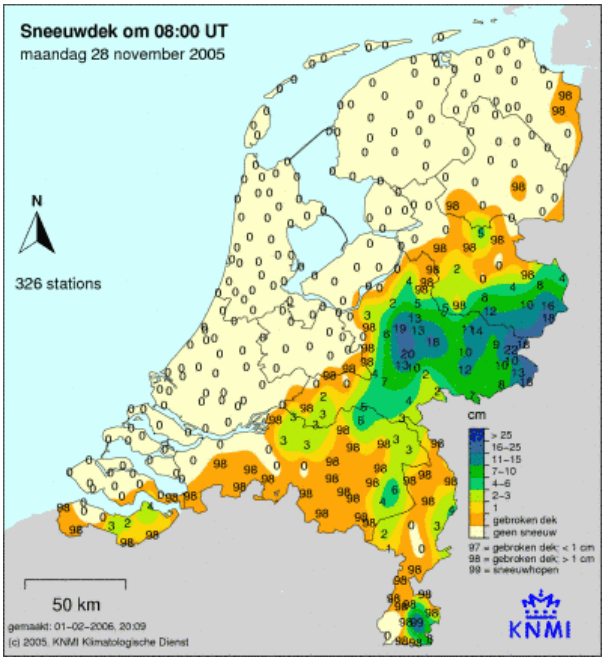
De tijdsaanduiding UT(C) staat voor ‘universal time co-ordinated’, gelijk aan GMT wintertijd. Het tijdstip 08.00 UT komt ’s winters overeen met 09.00 uur wettelijke tijd in Nederland.

De volgende kaartjes geven de totale dikte van het sneeuwdek weer van vrijdag 25 november 2005 tot en met maandag 28 november 2005.









4.2 Belasting door sneeuw

Van droge, pas gevallen sneeuw wordt een soortelijke massa aangehouden van 100 kg/m³. Deze sneeuw verwaait makkelijk. Enerzijds geven de bouwvoorschriften daarom de mogelijkheid reductiefactoren toe te passen voor de sneeuwbelasting op daken, anderzijds moet rekening gehouden worden met ophopingen van sneeuw tegen obstakels als gevolg van opwaaien van de sneeuw.
In het laatste weekend van november 2005 viel er in Twente en in de omgeving van Apeldoorn smeltende (natte) sneeuw. Door de aanwezigheid van waterdruppels tussen de ijskristallen mag aangenomen worden, dat de soortelijke massa van de gevallen substantie hoger was dan meestal wordt aangenomen voor pas gevallen sneeuw. Particuliere waarnemers kenschetsen de toen gevallen sneeuw als uitzonderlijk zwaar. Op een beperkt aantal plaatsen zijn metingen uitgevoerd op de gevallen sneeuw: die lieten waarden zien van 200 tot 600 kg/m³, zie onderstaande tabel.

tabel 1: enkele sneeuwmetingen in oost Nederland

datum	meting verricht door	locatie	dikte sneeuwlaag in cm	gewicht in kg/m^2	soortelijke massa in kg/m³
27-11-2005	brandweer	Enschede, brandweerkazerne (straat)			600
27-11-2005	Derkink	Hengelo (schuur)	17	102	600
27-11-2005	Derkink	Hengelo (straat)	14,5	66	455
27-11-2005	Derkink	Hengelo (tuin)	19	58	305
27-11-2005	Bartels	Almelo, Windmolenhoek (dak)			600
28-11-2005	Aveco de Bondt	Enschede, GO Planet (dak)	17	62	365
28-11-2005	Aveco de Bondt	Hengelo, Expo hal (dak)	12	45	375
28-11-2005	Lucassen Bouwconstructies	Hengelo, Demmersweg			500 à 550
28-11-2005	Bartels	Hengelo, Hasseleres (dak)			600
28-11-2005	Kool	Rozendaal (tuin)	10	20	200
28-11-2005	Kool	Rozendaal (tuintafel)	10	40	400
29-11-2005	Schreuders Bouwtechniek	SES Enschede (dak)	15	59	400



De dikte van de sneeuwlaag vermenigvuldigd met de meestal aangenomen soortelijke massa van pas gevallen droge sneeuw is onder de beschreven omstandigheden geen goede maat voor de belasting. Voor de schatting van de werkelijk opgetreden belastingen is het daarom raadzaam om uit te gaan van de equivalente waterhoeveelheden ten tijde van de sneeuwval vermenigvuldigd met de soortelijke massa van water (1000 kg/m³). In tabel 2 zijn de afgetapte hoeveelheden neerslag (equivalente waterhoeveelheden) samen met de waargenomen dikten van het sneeuwdek van een aantal relevante KNMI-weerstations weergegeven van 25 tot en met 28 november 2005.

tabel 2: neerslaggegevens van een geselecteerd aantal weerstations

	25 november[4]		26 november		27 november		28 november	
	gevallen neerslag mm	dikte sneeuwdek cm	gevallen neerslag mm	dikte sneeuwdek cm	gevallen neerslag mm	dikte sneeuwdek cm	gevallen neerslag mm	dikte sneeuwdek cm
Apeldoorn	32,4	3	45,4	11	10,8	15	0,3	13
Hengelo	17,2		39,4	13	12,2	13	0,0	10
Enschede	19,1	2	40,1	15	12,9	20	1,8	18
Volkel	31,5	gebroken	21,6	3	12,5	3	0,3	gebroken
Maastricht	10,6	sneeuwdek	8,6	7	4,7	2	1,5	sneeuwdek

Het totaal van de neerslag, waargenomen van 26 tot en met 28 november 2005 plus dat deel van 25 november 2005, waarbij sneeuwval is betrokken, is maatgevend voor de dakbelasting ten gevolge van de sneeuwval. Uit uurlijkse gegevens over temperatuur op nabijgelegen meteorologische stations is het aandeel sneeuw in de aftapping van de neerslag op 25 november 2005 vastgesteld. Hierbij zijn de hoeveelheden van de andere dagen opgeteld om de mogelijke equivalente waterhoeveelheid van de sneeuwbelasting in tabel 3 te verkrijgen.

tabel 3: gesommeerde sneeuwbelasting op enkele geselecteerde weerstations

	mogelijke equivalente waterhoeveelheid (mm) van de sneeuwbelasting	belasting op horizontaal oppervlak in kg/m^2
Apeldoorn	69,7	69,7
Hengelo	51,6	51,6
Enschede	62,2	62,2
Volkel	34,4	34,4
Maastricht	14,8	14,8

Normatief wordt ervan uitgegaan dat de sneeuwbelasting *op een dak* lager is dan de sneeuwbelasting op de grond, vanwege onder andere verwaaiing en smelt door de warmte van het gebouw. In NEN 6702 is deze reductie voor platte en licht hellende daken gesteld op 0,8. In tabel 3 is hiermee geen rekening gehouden.

[4] De vermelde neerslaghoeveelheden zijn gevallen tussen 9.00 uur wettelijke tijd op de vorige dag en 9.00 uur op de dag, waarop de hoeveelheid is genoteerd.

Het effect van het wegvloeien van smeltwater uit de sneeuwlaag door warmte uit het onderliggende gebouw op de belasting wordt door de onderzoekers niet erg groot geacht. Het smeltwater wordt namelijk vastgehouden door de sneeuwkristallen en zal zich maar heel langzaam onder invloed van de zwaartekracht verplaatsen. Het gedrag is op flauw hellende daken te vergelijken met een laminaire stroming door een filter, zoals grondwater[5]. Op platte daken zal daarom vrijwel geheel geen afstroming plaatsvinden. De hemelwaterafvoeren zullen in veel gevallen ook verstopt zitten door sneeuw en/of ijs. Bij dooi is het beeld uiteraard anders. Smeltende sneeuw kan wateraccumulatie veroorzaken indien het dak daarvoor gevoelig is. Zie hiervoor paragraaf 6.3.

Niet alle daken hebben de belasting zoals in het voorgaande berekend te dragen gekregen, omdat ze al vóór het einde van de sneeuwperiode zijn bezweken.

Daarnaast is het niet uit te sluiten dat op enkele plaatsen daken een *hogere* sneeuwbelasting hebben ontvangen dan uit tabel 3 blijkt. Door de geringe valsnelheid zal al bij geringe windsnelheden sneeuw niet meer verticaal op het aardoppervlak invallen. Aan de lijzijden van objecten leidt dit tot een vermindering van sneeuwval, terwijl aan de loefzijde ook de sneeuw, die op groter hoogte tegen het object botst, het benedenliggend vlak zal bereiken. Door dit proces zullen in omgevingen, waarin zich op korte afstand in hoogte verschillende objecten bevinden, verschillen in de hoogte van het sneeuwdek optreden. Bovendien verstoren hoge objecten het windveld, waardoor de verschillen nog verder kunnen toenemen. Een tweede factor is de beperkte maaswijdte van het net van waarnemingsstations van het KNMI. Het is niet uit te sluiten dat plaatselijk hogere neerslag niet geregistreerd is. Enkele meldingen van grotere sneeuwdiktes:

- op maandag 28 november 2005 is ruim 30 cm sneeuw geruimd van het dak van het Bonhöffer College in Enschede. Dit dak was ernstig doorgebogen en moest worden gestempeld;
- op het dak van een autoshowroom in Enschede is plaatselijk een sneeuwlaag van 25 à 30 cm gemeten, ten gevolge van opwaaiing door omringende hogere bebouwing. De showroom is ontruimd nadat grote doorbuiging van het dak was geconstateerd. Om instorting te voorkomen is het dak gestempeld.

4.3 Belasting door wind

tabel 4: gemeten windsterkte en –richting op enkele geselecteerde weerstations

	24 november[6]		25 november		26 november		27 november	
	snelheid m/sec.	wind-richting	snelheid m/sec.	wind-richting	snelheid m/sec.	wind-richting	snelheid m/sec.	wind-richting
Apeldoorn	7/14	Z – ZW	12/20	ZW – W	9/13	ZZW – O	2/4	O – NW
Hengelo Enschede	7/12	Z – ZW	7/13	Z – ZW	6/10	ZZW – O	3/4	O – NNW
Volkel	8/13	Z – W	14/22	ZW – W	11/16	ZZW – Z	2/4	O – NW
Maastricht	10/15	Z – ZW	14/21	ZW	13/18	ZZW	5/9	ZZW – W

[5] Door O&O Civieltechnisch Advies zijn metingen verricht op het dak van de IKEA-vestiging in Hengelo op 28 november. In een totale dikte van de sneeuwlaag op het dak van 9 tot 13 cm bevond zich een laag ijswater variërend van 2 tot 5 cm, gemeten van het hoogste tot het laagste punt van het dak. De hellingshoek van het dakvlak is 3 à 4 graden.

[6] Onder richting zijn de streken aangegeven, waartussen de windrichting zich meestal bewoog van 0.00 tot 24.00 uur; onder snelheid is voor hetzelfde tijdvak de hoogste uurlijkse gemiddelde windsnelheid vermeld gevolgd door de snelheid tijdens de sterkste stoten, beide in m/s.

Op 25 november 2005 werden de hoogste windsnelheden gemeten. Voor het hoogste uurlijks gemiddelde op deze dag geldt, dat deze te Apeldoorn gemiddeld 25 × per jaar, te Hengelo en Enschede 169 × per jaar, te Volkel vier × per jaar en te Maastricht zes × per jaar bereikt wordt of overschreden. Geconcludeerd kan worden dat in ieder geval in de omgeving van Apeldoorn en in Twente de windbelasting geen factor is geweest die in de beschouwde periode belangrijk heeft bijgedragen aan de opgetreden calamiteiten.
Plaatselijk kunnen uitschieters zijn opgetreden. Vanaf de kern van de passerende depressie zuidwaarts heeft zich een trog gevormd, die niet als zodanig in de kaart is aangegeven. Aan de hand van radarbeelden is de precieze tocht van de trog redelijk goed te volgen. Deze trog passeerde in de middag van 25 november de omgeving van Enschede en Hengelo. Omdat de positie van de noordelijke begrenzing voortdurend in beweging was en niet altijd even rechtlijnig, kunnen er in de omgeving van Enschede en Hengelo op betrekkelijke korte afstand grote verschillen in de wind opgetreden zijn. Bovendien kunnen de verschillen in de windstoten nog verder versterkt zijn door de grote windruwheid van het aardoppervlak in de stedelijke omgeving.

Een effect van de wind dat eerder beschreven is, is dat op verschillende plaatsen ophopingen van sneeuw geconstateerd zijn. Hierdoor kan de belasting op een dakconstructie plaatselijk verschillen van de in tabel 3 gegeven waarden.

4.4 Statistische beschouwing

De kans op een extreme gebeurtenis wordt vaak uitgedrukt in een herhalingstijd. Hiermee wordt de gemiddelde lengte bedoeld van het interval tussen twee opeenvolgende gebeurtenissen van een bepaald verschijnsel. De “extreme waarden”-statistiek richt zich in het bijzonder op het zoeken van een geschikte kansverdeling voor het beschrijven van het verband tussen herhalingstijd en de waarde van een verschijnsel, die hierbij wordt overschreden. Voor de neerslaggegevens te De Bilt van 1906 tot en met 2003 is deze techniek toegepast om de hoeveelheid voor een zekere duur te vinden die bij een gegeven herhalingstijd wordt overschreden[7].

[7] De resultaten zijn vermeld in de brochure “Nieuwe neerslagstatistiek voor waterbeheerders”, uitgegeven door STOWA en KNMI in 2004.

tabel 5: neerslaghoeveelheden in mm voor verschillende overschrijdingsfrequenties en duren, geldend voor de periode buiten het groeiseizoen (november – februari), KNMI STOWA 2004

	uren				dagen			
november-februari	4	8	12	24	2	4	8	9
10x per jaar	5	6	6	-	-	-	-	-
5x per jaar	7	9	10	12	-	-	-	-
2x per jaar	9	13	14	18	23	30	-	-
1x per jaar	11	15	17	22	28	38	54	58
1x per 2 jaar	13	17	20	26	33	45	64	68
1x per 5 jaar	15	21	24	31	41	55	75	80
1x per 10 jaar	17	24	28	36	47	62	84	88
1x per 20 jaar	20	27	31	41	53	70	92	97
1x per 25 jaar	20	28	33	42	55	72	94	99
1x per 50 jaar	23	31	36	47	61	80	102	107
1x per 100 jaar	25	35	41	53	68	87	110	114
1x per 200 jaar	28	38	45	58	75	95	117	121
1x per 500 jaar	32	43	51	66	85	106	127	130
1x per 1000 jaar	35	48	56	73	92	114	134	137

In de brochure van KNMI en STOWA wordt ook ingegaan op eventuele regionale verschillen. Immers hoewel Nederland maar een klein land is, bestaan er grote verschillen in land/zeeligging, bodemtypen, landgebruik en in mindere mate hoogteligging. Voor langere duren is er enige evidentie voor regionale verschillen, maar voor korte duren (minder dan 24 uur) zijn deze verschillen niet aantoonbaar. Uit globaal onderzoek, dat in de brochure wordt aangehaald, blijkt De Bilt een goede indicatie te zijn van het gemiddelde beeld over heel Nederland. Alleen plaatsen, waar de normale jaarsom sterk afwijkt van die te De Bilt, is een correctie op de hoeveelheden voor lange duren noodzakelijk. In het kader van dit rapport zou dit slechts gelden voor de omgeving van Apeldoorn (circa 10% hogere neerslag dan De Bilt).

Naast regionale verschillen zijn er ook seizoensafhankelijke verschillen in de neerslag. In de zomermaanden overheersen de korte heftige buien en in de winter is er vaak sprake van langdurige perioden met een gemiddelde neerslagintensiteit. Deze verschillen zijn ook terug te vinden in de extreme gebeurtenissen. In de brochure is het jaar daarom opgedeeld in een ‘zomer’-periode voor de maanden maart tot en met oktober, een ‘oogst’-periode van september tot en met oktober en een ‘winter’-periode van november tot en met februari. Zie voor de ‘winter’-periode tabel 5.

Sneeuwval is een typisch winterverschijnsel en daarom ligt het voor de hand om de tabel voor de ‘winter’-periode toe te passen op de neerslaghoeveelheden, die plaatselijk hebben bijgedragen aan de sneeuwbelasting op daken. Uit tabel 2 blijkt, dat de neerslaghoeveelheden van plaats tot plaats sterk uiteenlopen. Hiermee samenhangend zal ook de mate van zeldzaamheid, uitgedrukt in herhalingstijd, van plaats tot plaats verschillen. Omdat niet zeker is welk deel van de neerslag verantwoordelijk is voor de sneeuwbelasting berusten schattingen van de herhalingstijd op de nodige onzekerheden.

Uitgaande van de neerslaghoeveelheden vermeld in tabel 3, is een herhalingstijd te becijferen van zeventien tot 63 jaar voor de omgeving van Apeldoorn[8] en in Twente en van meerdere malen per jaar tot twee jaar voor Volkel en Maastricht. De herhalingstijd geldt ongeacht de aard van de neerslag.

Indien de aard van de neerslag bij de beschouwing betrokken wordt, zullen langere herhalingstijden verkregen worden. Immers omdat sneeuw ook in de winter een zeldzaam verschijnsel is, zal slechts een fractie van het aantal extreme neerslaggebeurtenissen betrekking hebben op sneeuw.

Het aandeel van sneeuw in de neerslag voor de maanden november tot en met februari is te berekenen met gegevens uit de Klimaatatlas van Nederland (normaalperiode 1971 – 2000), KNMI 2002.
Het gemiddelde aantal dagen met sneeuw en neerslag kan voor de berekening gebruikt worden.
De berekende getallen laten weer de nodige regionale verschillen zien. Verder blijft het onzeker, of het aandeel sneeuw werkelijk onafhankelijk is van de intensiteit van de neerslag. Voor de beschouwde locaties is het aandeel sneeuw gemiddeld ca. 25%. Gegeven dit percentage bedraagt de herhalingstijd voor de sneeuwlast in de omgeving van Apeldoorn en Twente meer dan 70 jaar. Voor Maastricht en Volkel varieert de herhalingstijd van één tot negen jaar.

4.5 Invloed van klimaatverandering

Klimaatstudies tonen aan dat, ten gevolge van kooldioxide- en methaanemissies, de aarde opwarmt.
De opwarming heeft tot gevolg dat de atmosfeer meer vocht kan bevatten, waardoor de neerslag kan toenemen. Omdat neerslag van nature een grillig karakter heeft, is de toename in de neerslag in de waarneemreeksen nog niet duidelijk aantoonbaar. In de gemiddelde jaarsom van de neerslag in Nederland is echter al een zwakke opgaande trend zichtbaar. De neerslag gedurende het winterhalfjaar blijkt in deze trend de grootste bijdrage te leveren. Trends in extreme gebeurtenissen hoeven niet in de pas te lopen met het gemiddelde. In de “European Climate Assessment”-studie is onder meer vastgesteld, dat voorzover er sprake is van een toename in de gemiddelde neerslaghoeveelheid op Europese stations deze niet noodzakelijkerwijs gepaard gaat met een evenredige toename in de extremen[9].

Op het KNMI worden klimaatscenario’s gemaakt voor impact studies in Nederland. De te verwachten veranderingen in de neerslag zijn onderdeel van deze scenario’s. Met het nodige voorbehoud stelt het KNMI dat de *extremen* in de neerslag in ons land zullen toenemen, zowel in de zomer als in de winter.
In de winterperiode is een toename van de *totale* hoeveelheid neerslag waarschijnlijk. In hoeverre dat zal resulteren in frequentere en extremere sneeuwval is nog onzeker. De gemiddeld hogere temperaturen leiden tot minder sneeuwval, maar sneeuwval is ook afhankelijk van de frequentie van passages van frontale systemen. Over dit laatste is nog onvoldoende bekend. Op 30 mei 2006 heeft het KNMI de nieuwe klimaatscenario’s gepubliceert.

[8] Toelichting: de duur van de sneeuwval was globaal twee dagen. Neerslag = 70 mm (zie tabel 3). Minus reductie van 10% voor Apeldoorn en omgeving wordt dit 63 mm, om in lijn te komen met de statistiek voor De Bilt. De herhalingstijd is af te lezen in tabel 5, kolom 2 dagen, door interpolatie tussen de waarden 61 en 68 mm.

[9] Klein Tank, A.M.G. et al, 2002; Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment, International Journal of Climatology, 22, 1441-1453

5 Bouwregelgeving

5.1 Normen voor sneeuwbelasting

In dit hoofdstuk worden de relevante bouwvoorschriften betreffende sneeuwbelasting behandeld.
Bij het *ontwerp* en de *bouw* van een bouwwerk zijn de voorschriften op de datum van de aanvraag om bouwvergunning maatgevend. Tot de introductie van het Bouwbesluit met landelijk geldende bouwtechnische voorschriften op 1 oktober 1992, was het de gemeentelijke bouwverordening die alle van toepassing zijnde bouwregelgeving bevatte. In de bouwvoorschriften wordt verwezen naar normen inzake de in rekening te brengen belastingen en de sterkte van de bouwconstructie. Achtereenvolgens waren dat de TGB[10] 1949, de TGB 1955 (NEN 1055), de TGB 1972 (NEN 3850) en de TGB 1990 (NEN 6702).

Belasting door sneeuw is altijd onderdeel van de regelgeving geweest. Voor hellende daken is het meestal de maatgevende belasting, voor platte daken is daarnaast controle op wateraccumulatie noodzakelijk.

De tabel op de volgende bladzijde geeft een samenvatting van de rekenbelasting ten gevolge van sneeuw voor een drietal gebruiksfuncties in de genoemde normen. Ook is het niveau van de Eurocode, die op termijn in de plaats zal treden van de NEN-normen, vermeld. Bijlage 2 geeft een meer gedetailleerde beschrijving van de betreffende normen en de berekening van de in tabel 6 genoemde getallen.

Ingevolge de Woningwet valt het bouwwerk na gereedkomen onder de gemeentelijke taak van toezicht op de bestaande voorraad. Indien de eigenschappen van het bouwwerk niet voldoen aan een wettelijk vastgesteld minimumniveau kan de gemeente de eigenaar aanschrijven tot het uitvoeren van verbeteringswerkzaamheden. Dit minimumniveau voor *bestaande* bouwwerken is vermeld in het Bouwbesluit 2003. In de Regeling Bouwbesluit 2003 worden nadere voorschriften gegeven met betrekking tot toepassing van de constructieve norm voor bestaande bouwwerken.

[10] TGB = technische grondslagen voor bouwconstructies, opgesteld door een commissie van deskundigen in opdracht van het Nederlands Normalisatie-instituut.

tabel 6: samenvattend overzicht van de rekenbelasting ten gevolge van sneeuw, inclusief veiligheidscoëfficiënt, in kg/m^2

norm	**NEN 1055**	**NEN 3850**	**Bouwbesluit nieuwbouw: NEN 6702**		**Euro-code: EN 1991 -1-3**	**Bouwbesluit bestaande bouw**	
			zonder reductiefactor[11] 0,75	**mét redactiefactor 0,75**		**zonder reductiefactor 0,75**	**mét reductiefactor 0,75**
periode van toepassing	*1949 - 1972*	*1972 - 1992*	*1992 - heden*		*2003 - heden[12]*	*nu*	
gebouwen algemeen (hoogste veiligheids-klasse 3)	70	75	84	63	92[13] 84	54	40,5
industrie-functie met max. twee bouwlagen (klasse 2)			63	47	53	51	38
lichte industrie-functie[14] (laagste veiligheids-klasse 1)			58	43,5	38	32	24

Geconcludeerd kan worden dat het in de vigerende norm voorgeschreven niveau van de sneeuwbelasting, indien maximaal gebruik wordt gemaakt van de reductiemogelijkheden, voor alle gebouwcategorieën lager is dan dat in de vorige decennia. Uiteraard staat het opdrachtgevers/constructeurs vrij om van hogere belastingen uit te gaan.

5.2 Veiligheidsklassen

In het Bouwbesluit zijn “gebruiksfuncties” geïntroduceerd met daarop toegesneden bouwtechnische eisen. De in het Bouwbesluit aangestuurde constructieve norm NEN 6702 sluit daarop aan en geeft veiligheidsklassen aan voor de diverse gebruiksfuncties. Bijlage 2 geeft hierover nadere bijzonderheden. Achtergrond hiervan is dat geen hogere eisen worden gesteld dan gelet op het gebruik noodzakelijk. Daaruit vloeit voort dat de wetgever voor gebouwen gerealiseerd onder een lagere veiligheidsklasse een hoger bezwijkrisico accepteert.

[11] Volgens bijlage B bij NEN 6702 mag de sneeuwbelasting met een factor 0,75 worden gereduceerd indien het dak uit alle richtingen ongehinderd door de wind kan worden aangeblazen terwijl op het dak geen grote randen of uitsteeksels aanwezig zijn.
[12] Vanaf 2003 is toepassing van de Eurocode mogelijk, gebruikmakend van de gelijkwaardigheidsbepaling in het Bouwbesluit. Naar verwachting zal vanaf 2010 de Eurocode in de plaats treden van de NEN-norm.
[13] De indeling in gebouwfuncties in de Eurocode komt niet helemaal overeen met die in NEN 6702.
[14] het Bouwbesluit 2003 geeft hiervoor als definitie: “industriefunctie waarin activiteiten plaats vinden, waarbij het verblijven van mensen een ondergeschikte rol speelt”.

Wel is de veiligheid van in het gebouw aanwezige mensen een punt van aandacht. In de *toelichting* bij artikel 5.1.1 (veiligheidsklasse 1) van NEN 6702 wordt daarom vermeld:
“Bij extreme weersomstandigheden (storm, sneeuw) mogen in ruimten van deze bouwwerken geen werkzaamheden worden verricht en moeten deze door alle personen verlaten kunnen worden om risico’s voor verlies van mensenlevens te vermijden. Als dit om bedrijfskundige redenen niet wenselijk is, dan moet het bouwwerk ten minste zijn ingedeeld in veiligheidsklasse 2”. Deze toelichting bij klasse 1 zou eigenlijk ook bij veiligheidsklasse 2 gegeven moeten worden. De in rekening te brengen belasting verschilt tussen de klassen 1 en 2 nauwelijks, terwijl klasse 3 een aanmerkelijk hogere belasting voorschrijft. Zie tabel 6.

5.3 Kwaliteitsborging bouwproces

In het Nederlandse systeem van wet- en regelgeving is de opdrachtgever voor de bouw (de aanvrager van de bouwvergunning) de primair verantwoordelijke partij. Hij vult die verantwoordelijkheid veelal in door (deskundige) adviseurs en aannemers te contracteren. Daarmee heeft hij een privaatrechtelijke overeenkomst, vaak in de vorm van standaardbepalingen.
In ons land bestaan geen publiekrechtelijke voorschriften over de inhoudelijke werkzaamheden van de adviseurs. De constructieve adviseur (constructeur) vervult een cruciale rol bij de totstandkoming van veilige gebouwen. Om fouten te voorkomen is een systeem van interne kwaliteitscontrole zeer wenselijk. Ook aan de aannemer worden geen publiekrechtelijke kwaliteitseisen gesteld. Kwaliteitsborging van de uitvoering is uiteraard van groot belang. Traditioneel wordt dit ingevuld door toezicht op het werk namens de opdrachtgever (de directievoering). Ook andere privaatrechtelijke methodes zijn denkbaar.

Net zoals in de meeste landen kent Nederland een publiekrechtelijke preventieve toets. Er mag pas gebouwd worden (afgezien van vergunningsvrije en licht bouwvergunningsplichtige bouwwerken) als de gemeente een bouwvergunning heeft verleend. De aanvrager moet aan de hand van de in te dienen bescheiden aantonen dat het ontwerp aan de regelgeving voldoet. De bouwvergunning mag pas afgegeven worden als is vastgesteld dat de aanvraag aan de van toepassing zijnde voorschriften voldoet en dus ondermeer in overeenstemming is met het Bouwbesluit en de daarin aangewezen normen. Het gemeentelijke Bouw- en woningtoezicht (BWT) houdt ook toezicht op de uitvoering van de bouw en controleert of er niet gebouwd wordt in afwijking van de verleende vergunning. Hoewel zowel door de preventieve toets als het toezicht tijdens de bouw door gemeenten regelmatig (ernstige) constructieve fouten worden opgemerkt, kan en mag het BWT niet in de plaats treden van de eigen verantwoordelijkheid van de opdrachtgever en de door hem ingehuurde adviserende en uitvoerende partijen voor de (constructieve) kwaliteit. Met andere woorden: alleen het gemeentelijke toezicht is onvoldoende voor borging van de kwaliteit; de verantwoordelijkheid voor de kwaliteit van het bouwproces is in ons land nadrukkelijk neergelegd bij opdrachtgever en markt.
Zie ook paragraaf 7.4 voor de ontwikkelingen op dit terrein.



6 Bouwkundige schades

6.1 Schadeoorzaken

Van circa een kwart van de in hoofdstuk 3 genoemde gebouwen kreeg de VI inzage in door ingenieursbureaus (veelal in opdracht van verzekeraars) opgestelde schaderapporten.
Het betreft schadegevallen in de provincies Limburg, Noord Brabant, Zeeland, Gelderland en Overijssel.
Als bezwijkoorzaak van de 22 doorgerekende dakconstructies is geconstateerd dat:

- in vijftien constructies sprake was van ontwerpfouten;
- in vier constructies (ook) uitvoeringsfouten aanwezig waren;
- in vijf constructies veroudering of onoordeelkundige wijzigingen een rol speelden.

Bij één gebouw is als enige reden van bezwijking overbelasting door sneeuw geconstateerd; bij een ander gebouw is de sneeuwbelasting, naast de geconstateerde constructieve gebreken, wellicht een medeoorzaak.

Bijlage 3 geeft een samenvatting van de constructieve analyses. Als constructieve gebreken zijn zowel ontwerp- als uitvoeringsfouten geconstateerd. De ontwerpfouten zijn van fundamentele aard (zoals een verkeerde schematisering van de constructie) maar treden ook op bij de detaillering (uitknikken van vakwerkstaven, onvoldoende sterkte van verbindingen). Bij sommige oudere gebouwen van mindere importantie is de indruk dat er in het geheel geen constructieve berekening is gemaakt.
Bij de uitvoeringsfouten vallen lasfouten in vakwerkspanten op. Ook zijn relatief veel afwijkingen van de bouwvergunning geconstateerd.

6.2 De gemeentelijke bouwdossiers

Bij de gemeenten Apeldoorn, Enschede en Hengelo heeft de VI een aantal bouwdossiers ingezien van ingestorte gebouwen. De gemeente Enschede heeft bij negen gevallen van dakdoorbuigingen achteraf dossieronderzoek naar de dakconstructie ingesteld. De drie gemeenten hebben aangegeven geen constructieve analyses te hebben uitgevoerd voor de hen bekende instortingen of doorbuigingen.

In de vier onderzochte dossiers van de gemeente Hengelo zijn diverse controleberekeningen en aantekeningen aangetroffen van de constructie van de gebouwen. De gemeente had zichtbaar getoetst. Berekeningen van wateraccumulatie ontbraken in de dossiers. Bij de twee gebouwen met een bouwvergunning uit 1997 en een veiligheidsklasse 2, was de mogelijke reductie voor de sneeuwlastberekening (de factoren 0,75 en 0,87; zie bijlage 2 voor een toelichting) niet toegepast. In de dossiers zijn geen aantekeningen of aanwijzingen aangetroffen over het uitvoeren van toezicht tijdens de bouw. Door de gemeente is aangegeven dat er wel toezicht is uitgeoefend maar dit niet werd vastgelegd.

Bij de gemeente Enschede zijn drie relevante dossiers onderzocht. Bij één dossier, met een bouwvergunning uit 1999, blijkt uit aanvullende berekeningen dat er door de gemeente is getoetst op de constructie. Het betreft een gebouw met veiligheidsklasse 2. De reductiefactor van 0,75 is niet toegepast. Er zijn geen aanwijzingen dat er door de gemeente toezicht is uitgevoerd op de bouw. Bij één dossier met een vergunning uit 1963, zijn gelijmde houten spanten toegepast (systeem Wolff). De oorzaak van bezwijken is hoogstwaarschijnlijk gebrekkig onderhoud: een spantvoet was verrot.

De instortingen bij de gemeente Apeldoorn betroffen nagenoeg uitsluitend oude gebouwen (50, 60 en 70'er jaren). De daarop betrekking hebbende bouwvergunningdossiers bij de gemeente bevatten slechts summiere informatie. Één dossier betreft een bouwvergunning van 1990 voor een bedrijfshal met gelamineerde houten liggers. De gelijmde vingerlassen zijn bezweken. De gemeente doet hier nog onderzoek naar.

6.3 Analyse

Opvallend is dat er ook gebouwen bezweken zijn in gebieden met relatief weinig sneeuwval, zoals al bleek uit figuur 5. Deze gebouwen moeten al vanaf de bouw een onvoldoende veiligheid gehad hebben en voldeden niet aan de bouwregelgeving. In normale omstandigheden, waarbij het gebouw niet tot de norm wordt belast, kan een dergelijk gebouw gewoon functioneren. Bij een incidentele belasting door bijvoorbeeld extreme wind, regenval of sneeuw, kunnen constructieve gebreken aan het licht komen.
De sneeuwval van november 2005 kan als een "proefbelasting" worden beschouwd, die de betreffende gebouwen niet konden doorstaan.
Aan de andere kant zijn er in gebieden waar wel veel sneeuw gevallen is, ook veel gebouwen *niet* ingestort. In de omgeving van Apeldoorn is de grootste hoeveelheid neerslag in de vorm van sneeuw gevallen (zie tabel 3), maar is het aantal grotere schadegevallen relatief gering. Toch heeft Apeldoorn een grote hoeveelheid gebouwen die aan deze "proefbelasting" zijn onderworpen. Daaronder bevinden zich ook gebouwen met een industriefunctie (veiligheidsklasse 2), gerealiseerd onder de huidige norm NEN 6702. Daaruit kan enerzijds de conclusie getrokken worden dat het aantal uitschieters in Apeldoorn qua neerslag ten opzichte van de in tabel 3 genoemde waarde gering moet zijn geweest, anderzijds dat de constructieve veiligheid van de meeste gebouwen in dat gebied geen grote tekorten vertoonde.
Het is opvallend dat veel oudere gebouwen zijn bezweken. Deze zouden berekend moeten zijn met de destijds geldende normen NEN 1055 of NEN 3850, die voor bedrijfsgebouwen een hogere rekenbelasting voorschrijven dan de vigerende NEN 6702.

Veel (voormalige) agrarische gebouwen hebben als dakbedekking asbestcement golfplaten. Bij bezwijken van het gebouw zijn deze golfplaten beschadigd en heeft waarschijnlijk verspreiding van asbestdeeltjes plaatsgevonden. Nader onderzoek hiernaar viel buiten de kaders van dit onderzoek.

Uit de constructieve analyse van bijlage 3 blijkt dat maar in een enkel geval smeltwater heeft bijgedragen aan de opgetreden schade. In de deskundigenbijeenkomsten is naar voren gebracht dat het desalniettemin aanbeveling verdient om het belastinggeval 'smeltwateraccumulatie' nader te analyseren. Mogelijk zijn er daken die wèl aan de eisen voor wateraccumulatie èn sneeuwbelasting voldoen, maar waarbij sneeuw + smeltwater de uiterste grenstoestand zou doen overschrijden.



Volledigheidshalve wordt het verschil in het gedrag van lichte platte daken onder invloed van belasting door regenwater of door sneeuw toegelicht. Sneeuw wordt opgevat als een gelijkmatig verdeelde belasting die over het gehele dakoppervlak werkt. Belasting door regenwater is in principe een plaatsgebonden belasting. Onder invloed van doorbuiging van één dakveld stroomt regenwater toe. Dit effect kan versterkt worden door het opbuigen van naastliggende velden. Het accumuleren van water en de resulterende doorbuiging gaan in geval van voortdurende neerslag door tot er een evenwichtstoestand ontstaat of tot het dak (plaatselijk) bezwijkt. Maatregelen tegen *wateraccumulatie* zijn het aanbrengen van voldoende grote noodafvoeren, het vergroten van het afschot en/of het vergroten van de stijfheid van de dakconstructie. Maatregelen om de voorgeschreven *sneeuwbelasting* te kunnen dragen liggen uitsluitend op constructief terrein: het zorgdragen voor voldoende sterkte en stabiliteit van de constructie.



7 Beschouwingen

7.1 Probabilistische uitgangspunten bouwregelgeving

De vigerende bouwregelgeving en de Eurocodes zijn gebaseerd op de waarschijnlijkheidsberekening. Het is vrijwel onmogelijk en in ieder geval economisch niet haalbaar om gebouwen te construeren die weerstand kunnen bieden aan elke denkbare en ondenkbare belasting, hoe klein de kans ook is dat die zich ooit voordoet. De regelgeving is daarom gebaseerd op acceptabele faalkansen voor verschillende gebouwsoorten. In bijlage 2 is dit nader toegelicht.

Hoe verhouden zich de gebeurtenissen in het bewuste november-weekend tot deze probabilistische uitgangspunten?
Wat betreft de *belastingen* kan gesteld worden dat de hoogste waarde van de sneeuwbelasting uit tabel 3 (69,7 kg/m^2 in Apeldoorn) overeenkomt met de normbelasting ($p_{sn;rep}$ = 70 kg/m^2 volgens NEN 6702). Uitgangspunt daarbij is een overschrijdingskans van een maal per 50 jaar. Het KNMI schat de herhalingstijd voor de sneeuwbelasting in Apeldoorn, zoals die in het weekend van 26/27 november 2005 is gevallen, op tenminste 70 jaar. In de norm NEN 6702 wordt vanuit de genoemde sneeuwbelasting de in rekening te brengen sneeuwbelasting op daken voorgeschreven door toepassing van (reductie)factoren, een veiligheidsklasse gekoppeld aan een referentie periode en een belastingfactor; in bijlage 2 zijn de afleidingen opgenomen voor genoemde en enkele andere normen. De waargenomen belastingen uit tabel 1, hoewel niet op een wetenschappelijke wijze gedocumenteerd, duiden er op dat incidenteel hogere dakbelastingen zijn waargenomen.
Wat betreft de *sterkte van de constructie* blijkt uit de analyse van hoofdstuk 6 dat de constructieve kwaliteit van de beschouwde gebouwen soms (ver) onder het vereiste minimum zit. Het aantal uitputtend geanalyseerde instortingen is te klein om een uitspraak te kunnen doen over de standaardafwijking σ_R van de verzameling van deze constructies.
Waar de opgetreden (sneeuw)belasting de rekenbelasting benadert is er in ieder geval een grotere kans dat de optredende krachten de weerstand van de constructie te boven gaan.



7.2 Onderscheid lichte en zware daken

De veiligheid van een bouwwerk bij de voorgeschreven variabele belasting hangt af van de aard van de toegepaste constructie. Met name is het onderscheid tussen ‘lichte’ en ‘zware’ constructies van belang. Bij een lichte dakconstructie (bijvoorbeeld een staalconstructie met stalen dakplaten) is de invloed van de variabele belasting op de totale belasting veel groter dan bij een zware (bijvoorbeeld betonnen) constructie. Dit wordt geïllustreerd in de onderstaande tabel, waarin voor vier gebruiksfuncties de variabele belasting wordt uitgerekend, die mag optreden tot een veiligheid = 1 van de dakconstructie bereikt wordt.

tabel 7: sneeuwbelasting in kg/m^2 die leidt tot veiligheid = 1

gebruiksfunctie	**veiligheidsklasse**	**TGB 1990 nieuwbouw**		**TGB 1990 bestaande bouw**	
		staal	beton	staal	beton
gebouw algemeen	3	90	173	60	138
industriefunctie	2	69	149	57	135
lichte industriefunctie	1	64	143	38	113

uitgangspunten:
dakconstructie met helling < 30^o,
reductiefactor van 0,75 van Bijlage B van de TGB 1990 niet van toepassing,
eigen gewicht staalconstructie 30 kg/m^2, $?_m$ = 1,00 (voorbeeld van ‘lichte’ dakconstructie),
eigen gewicht betonconstructie 200 kg/m^2, $?_m$ = 1,15 (voorbeeld van ‘zware’ dakconstructie).
berekening: maximaal opneembare sneeuwbelasting = $?_m * (?_{f;g;u} * G_{rep;u} + ?_{f;q;u} * ?_t * 56) - G_{rep;u}$

Uit tabel 7 is het effect van de zware constructie goed af te leiden: de sneeuwlast die de constructie rekenkundig minimaal op moet kunnen nemen is bij het ‘zware’ dak een factor twee hoger dan bij het ‘lichte’ dak. In de voorschriften voor bestaande bouw is deze factor zelfs nog groter. Opgemerkt wordt dat in de berekening ook de belastingfactor op het eigen gewicht en de factor voor de materiaalbetrouwbaarheid worden ‘opgesoupeerd’ door de variabele sneeuwbelasting. Met andere woorden: ervan uitgaande dat er geen overschrijding van het eigen gewicht is en dat de constructie geen bouw- of materiaalfouten heeft, moet de in de tabel weergegeven sneeuwbelasting uitgedrukt in kg/m^2 nog net opgenomen kunnen worden.
Conclusie: lichte dakconstructies hebben een lager incasseringsvermogen.

7.3 Ontwikkelingen in de bouw

Deze paragraaf beschrijft enkele ontwikkelingen in de bouw. Deze ontwikkelingen zijn niet in de eerste plaats bedoeld ter verklaring van de instortingen die hebben plaatsgevonden (er zijn immers relatief veel oudere gebouwen bezweken), maar vormen wel een factor waarmee rekening gehouden moet worden bij het formuleren van aanbevelingen ter verbetering van de constructieve kwaliteit van nieuwe gebouwen.



Opdrachtfase

De opdrachtgever vervult een cruciale rol in het bouwproces. Hij moet de voorwaarden scheppen voor de realisatie van een gebouw dat aan zijn wensen voldoet èn aan de eisen die zijn gesteld in de bouwregelgeving. Daartoe worden in de regel adviseurs (architect, constructeur) ingeschakeld.
De opdrachtgever zou naast de prijs die deze adviseurs voor hun diensten rekenen ook voldoende aandacht moeten besteden aan de te leveren prestaties. Het is de vraag of de opdrachtgever daartoe goed in staat is en of hij zich realiseert dat een scherpe offerte van een constructeur bijvoorbeeld in kan houden dat aan bepaalde onderdelen van het ontwerp- en bouwproces niet of onvolledig aandacht wordt besteed (zoals de samenhang van de verschillende constructieve onderdelen).

Ontwerp en berekening

Vanaf eind zestiger jaren zijn lichte platte dakconstructies steeds belangrijker geworden. Vooral voor bedrijfsgebouwen bleken doosvormige gebouwen met een dak van geprofileerde staalplaten en een stalen draagconstructie een efficiënte bouwvorm. Vanaf die tijd wordt de bouwwereld meer dan voorheen geconfronteerd met instortingen, met name ten gevolge van wateraccumulatie.
De bouwwereld heeft onvoldoende besef van het feit dat de nuttige belasting in verhouding tot het eigen gewicht relatief groot is bij efficiënt ontworpen, lichte staalconstructies. Een (onvoorziene) toename van de belasting op zo'n constructie leidt dan al snel tot problemen.
Constructeurs zien het in zijn algemeenheid als een uitdaging om zo efficiënt mogelijk met constructiemateriaal om te springen. Ook speelt de marktwerking (een zo goedkoop mogelijke constructie) hierbij uiteraard een rol. Men ontwerpt zodanig dat de optredende spanningen zo dicht mogelijk bij de toelaatbare liggen. Door verfijndere berekeningsmethoden en betere materiaalkennis liggen de ontwerpspanningen dan ook steeds dichter bij de werkelijk optredende spanningen. Dit hoeft uit het oogpunt van veiligheid geen enkel probleem te zijn, mits in het ontwerpproces alle relevante belastingen in rekening worden gebracht en de daadwerkelijke bouw geheel conform het ontwerp plaatsvindt. Dit blijkt in de praktijk te vaak niet het geval te zijn.
Daarbij komt het risico dat het inzicht van constructeurs in het gedrag van constructies afneemt door het gebruik van rekensoftware. Fouten ontstaan ook door het onoordeelkundig gebruik van geavanceerde computerprogramma's. Ook in de relevante opleidingsprogramma's kan hieraan door tijdgebrek en andere accenten in de opleiding (afname van praktijkgericht onderwijs) onvoldoende aandacht besteed worden. Het aantal uren dat voor een constructieberekening beschikbaar wordt gesteld staat door de onderlinge concurrentie onder druk.

Bouwproces

Tegenwoordig is het vaak moeilijk (bij de onderhavige soort gebouwen) om een deskundige partij of persoon aan te wijzen die het hele ontwerp- en bouwproces overziet. De constructeur treedt in ieder geval niet als zodanig op. Hij krijgt die opdracht meestal niet, is dientengevolge meestal ook niet betrokken bij de oplevering van het gebouw en kan dus ook niet controleren of zijn in de berekening gehanteerde uitgangspunten goed zijn uitgevoerd.
Financiële redenen (het zoveel mogelijk reduceren van ontwerp- en bouwkosten) liggen hieraan meestal ten grondslag. De coördinatie tussen de vele bij een bouwproject betrokken partijen: opdrachtgever, aannemer, constructeur, architect, dakdekker enz. is niet altijd goed. Hierdoor kan het voorkomen dat bouwfouten ontstaan en niet opgemerkt worden. Het toenemend aantal specialismen en daarmee het aantal bij de bouw betrokken partijen vergroten dit risico.



Gebruiksfase
Ook in de gebruiksfase vereist een gebouw de voortdurende aandacht van eigenaar/beheerder.
De meeste gebruikers zullen geen idee hebben van de veiligheidsklasse waaronder het gebouw ontworpen is en de daarbij behorende beperkingen. Ook de mogelijke risico's voor een plat dak als gevolg van (smelt)wateraccumulatie zullen niet altijd bekend zijn.
Eigenaren/beheerders gaan er vanuit dat een gebouw waarvoor bouwvergunning verleend is in alle opzichten veilig is. Gezien het voorgaande (onvolledige constructieberekening, geen uitputtende controle door gemeente, afwijkingen in de bouw ten opzichte van vergunning, bouwfouten) is dat niet altijd terecht. Zelfs al voldoet het dak aan alle voorschriften dan kan, omdat de constructie doorgaans zó ontworpen is dat deze nèt voldoet, een risicosituatie ontstaan als zonder controle in de gebruiksfase werkzaamheden worden uitgevoerd. Met name het aanbrengen van extra belasting op het dak (meerdere extra lagen dakbedekking, isolatie of ballast) en extra belasting van de draagconstructie onder het dak (door installaties, bijvoorbeeld leidingen voor een sprinklerinstallatie, of een plafond) kunnen hierbij genoemd worden. Zoals eerder aangetoond, is een 'licht' dak hiervoor extra gevoelig.
Uiteraard is ook onderhoud van belang. Vervuiling van reguliere en/of noodafvoeren kan desastreus zijn in verband met (smelt)wateraccumulatie.

Verzekering
In zijn algemeenheid bestaat de mogelijkheid om gebouwen tegen instorting ten gevolge van sneeuwdruk in Nederland te verzekeren. In de voorwaarden is veelal opgenomen dat constructieve gebreken en/of achterstallig onderhoud tot uitsluiting van schadevergoeding leiden. Dit levert bij de schadeafwikkeling vaak veel discussie op.

7.4 Ontwikkelingen in het gemeentelijke toezicht

Zoals eerder vermeld, is de opdrachtgever primair verantwoordelijk voor de kwaliteit van een gebouw. Hij moet het ontwerp- en bouwproces zo organiseren dat er een gebouw wordt neergezet dat aan alle hiervoor te stellen eisen voldoet.
De rol van de gemeente bij de bouwvergunningverlening en het toezicht of conform de verleende vergunning gebouwd wordt, waarborgt de publieke belangen die de wetgever in de bouwregelgeving heeft vastgelegd.

Uit ondermeer eerdere onderzoeken van de VROM-Inspectie blijkt het gemeentelijke Bouw- en Woningtoezicht niet altijd optimaal te functioneren. Bouwaanvragen worden vaak steekproefsgewijs gecontroleerd; controle van de constructieve veiligheid blijft soms helemaal achterwege. Ook het toezicht op de bouwplaats vindt vaak slechts summier of in het geheel niet plaats. Oorzaken kunnen zijn een te geringe personele bezetting, te veel aandacht voor de administratieve afhandeling (fatale termijnen bij de bouwvergunningverlening!) of ontbrekende kennis.

Gemeenten hebben deze kritiekpunten opgepakt. De nieuw opgerichte Vereniging Bouw- en Woningtoezicht Nederland (VBWTN) werkt aan verdere professionalisering. Met steun van VROM zijn hulpmiddelen ontwikkeld om de toetsing van bouwaanvragen en het toezicht op de bouw systematisch en effectief in te richten: het toetsingsprotocol en het toezichtsprotocol.



Ook wordt gewerkt aan kennisoverdracht en benchmarking. Deze verbeteringen zijn noodzakelijk en waardevol voor een goede uitvoering van de gemeentelijke publiekrechtelijke taken. Met name kan hierdoor de signaleringsfunctie worden verbeterd van het Bouw- en Woningtoezicht (BWT) naar de eigenaar/bouwer ingeval van tekortschietende kwaliteit. Het BWT kan en mag echter niet de verantwoordelijkheid van de eigenaar overnemen of een coördinerende rol tussen de bij de bouw betrokken constructeurs/adviseurs vervullen als dat door de opdrachtgever is nagelaten.

7.5 Overige ontwikkelingen

Naar aanleiding van eerdere bouwkundige calamiteiten heeft de CUR het project “Leren van instortingen” opgezet. Een aantal instortingen is geanalyseerd om te trachten een gemeenschappelijke ‘rode draad’ te achterhalen. Ook zijn opinies van enkele sleutelfiguren in de bouw bij de analyse betrokken.
In oktober 2005 is het rapport over de werkzaamheden in de eerste fase van de commissie in een workshop besproken. De commissie gaat in een tweede fase meer instortingsgevallen analyseren en werkt samen met het bouwbedrijfsleven aan activiteiten ter bevordering van een blijvende constructieve veiligheid. Ook zal het opzetten van een registratiesysteem voor bouwkundige incidenten bevorderd worden. Periodieke analyse hiervan moet bewerkstelligen dat de bouwsector inderdaad uit gemaakte fouten lering trekt.

Ook het Constructeursplatform onder voorzitterschap van de Betonvereniging is actief op dit gebied.
Er wordt gewerkt aan een ‘Plan van aanpak’ om de constructieve veiligheid op korte termijn te verbeteren. Uitgangspunt is de volledige keten van opdrachtverstrekking tot en met de oplevering en de rol die de verschillende actoren hebben ter borging van de constructieve veiligheid.

Tenslotte kunnen de praktijkexperimenten met de gecertificeerde bouwplantoets van het Ministerie van VROM genoemd worden. Medio 2006 zal aan de Tweede Kamer gerapporteerd worden over de mogelijkheden van deze certificering. Naar verwachting kan (deel)certificatie van de constructieve toets een bijdrage leveren aan het verhogen van de kwaliteit van het constructieve ontwerp van een bouwwerk.



8 Inzet van enkele gemeenten in het 'sneeuwgebied'

Inleiding
Door de extreme sneeuwval op 25/26 november 2005 werd in een aantal oostelijke regio's van Nederland het maatschappelijk leven voor een groot deel ontwricht. Het verkeer en het openbaar vervoer liepen nagenoeg volledig vast. Mensen zaten urenlang in hun auto vast en moesten daarin soms de nacht doorbrengen. In Hengelo strandde een internationale trein met enkele honderden passagiers.
Op vele plekken was er gevaar voor omvallende bomen of afbrekende takken. In Haaksbergen knapte een hoogspanningskabel, waardoor mensen dagenlang zonder stroom kwamen te zitten. Het mobiele telefoonverkeer lag op veel plaatsen plat. Hulpdiensten waren hierdoor deels niet bereikbaar.
Er ontstond instortingsgevaar van gebouwen of constructies.

Uit de evaluaties en gesprekken met medewerkers van BWT van de gemeenten Apeldoorn, Enschede en Hengelo is opgetekend wat er bij een dergelijke calamiteit op hen afkomt en welke knelpunten daarbij ontstaan.

De aankondiging van de calamiteit
Dat er instortingsgevaar van meerdere gebouwen zou ontstaan door de hevige sneeuwval was een complete verrassing voor de afdelingen BWT van de gemeenten. Het KNMI geeft voor dergelijke weersverwachtingen wel waarschuwingsberichten af maar deze zijn met name bedoeld voor het verkeer. Voor de afdelingen BWT lag de waarschuwing voor mogelijk instortingsgevaar bij gebouwen voornamelijk in de binnenkomende telefoontjes van verontruste gebouwbeheerders. De eerste telefoontjes kwamen binnen in de loop van vrijdag 25 november 2005. Het betrof meldingen van instortingen of dreigende instortingen en zichtbare of vermoedelijke doorbuigingen van daken. Er waren daarvoor verschillende indicaties: raamlamellen die ineens op de grond bleken te hangen, ruiten die knapten, regenwaterafvoeren aan de gevel die krom gingen staan en krakende geluiden. Hiermee ontstond bij de gemeenten een groeiend besef voor mogelijk instortingsgevaar van meerdere gebouwen.



De (aanloop naar de) bestrijding van de calamiteit

De eerste gemeentelijke activiteiten waren vooral gericht op het ontstane verkeersinfarct door de hevige sneeuwval. Het betrof voornamelijk werkzaamheden om de wegen weer begaanbaar te krijgen door het schuiven van sneeuw en het opruimen van omgevallen bomen. Door het verkeersinfarct zelf en het slechte weer werden deze werkzaamheden erg bemoeilijkt. Daarnaast werd de aandacht gericht op de ondersteuning of mogelijke opvang van gestrande reizigers. De gemeenten beschikken in meer of mindere mate over scenario's om calamiteiten het hoofd te bieden. In de meeste gevallen is er dan ook sprake van het formeren van een (beperkt) crisisteam met de relevante disciplines. Gaandeweg, met het binnenkomen van telefoontjes over instortingen of instortingsgevaar, werd de noodzakelijke betrokkenheid van de afdeling BWT bij deze calamiteit opportuun.
Gemeenten zijn echter niet voorbereid op een mogelijk instortingsgevaar voor meerdere gebouwen door hevige sneeuwval. Voor de getroffen gemeenten was sprake van een nieuw fenomeen waarvoor geen draaiboek bestaat. Uit gesprekken met de medewerkers van de afdelingen BWT en de gemaakte evaluaties, blijkt dat de afdelingen BWT in het begin geworsteld hebben met onder meer de volgende vragen. Wat heeft prioriteit en wie beslist daarover? Waar leg ik überhaupt deze vragen neer?
Onderstaand is voor de drie bij het onderzoek betrokken gemeenten beschreven hoe zij met deze situatie omgingen.

Gemeente Apeldoorn

In de loop van de middag op vrijdag 25 november 2005 kreeg de afdeling BWT van Apeldoorn een melding van een door de sneeuwlast gebroken glazen luifel. Daaraan voorafgaand had een medewerker van de afdeling (vanuit interesse en een beroepsmatige ingeving) zelf tussen de middag al een sneeuwmonster genomen met als doel het gewicht daarvan vast te stellen. Na binnen het gemeentehuis een weegschaal (voor poststukken) te hebben gevonden kwam hij tot een gewicht van de sneeuw van ongeveer 70 kg per m². De melding en de meting gaven aanleiding om intern te bespreken wat er mogelijk gedaan moest worden. De afdeling BWT heeft daartoe zelf het initiatief genomen. Er was op dat moment (ongeveer 14.15 uur) al een gedeelte van het Gemeentelijk Crisis Centrum (GCC) ingericht vanwege de ontstane verkeerssituatie. Er vond een eerste vergadering plaats van een gecombineerd Gemeentelijk Beleidsteam (GBT) en Gemeentelijk managementteam (GMT). Omdat op dat moment ook het Regionaal Operationeel Team (ROT) actief was geworden, is besloten volgens de structuur van het rampenplan te gaan werken. Het GBT en GMT bleven gecombineerd met de loco-burgemeester als voorzitter.
Die middag kwamen nog meldingen van een doorbuiging van het dak van een zwembad en een bouwmarkt bij de gemeente binnen. In overleg zijn deze twee gebouwen preventief ontruimd.
Intern werd besproken of er een waarschuwing voor instortingsgevaar van de gemeente moest uitgaan via de mediakanalen die daarvoor zijn aangewezen. Daar werd van afgezien, vooral omdat niet goed kon worden ingeschat of dat tot (onnodige) paniekreacties zou leiden. De lijst met de inventarisatie van lichte platte daken waar de gemeente over beschikt[15] is ter sprake gebracht. Daarbij realiseerde men zich dat niet beschikt werd over een lijst van beheerders of eigenaren van die gebouwen en ook niet de telefoonnummers. Het crisisteam bleef actief tot 02.00 uur (zaterdag 26 november 2006) en richtte zich vooral op zaken op het gebied van communicatie, opvang en verzorging. Om 08.00 uur dezelfde dag zijn de vergaderingen van het crisisteam weer hervat. Om 11.00 uur is er afgeschaald en is het crisisteam ontbonden. Eerst op maandag vernam de gemeente van enkele instortingen van (daken van) gebouwen.

[15] Op 27 maart 2003 heeft de minister van VROM aan alle gemeenten het rapport van de VROM-Inspectie "Instortingen van lichte platte daken" toegestuurd met het verzoek om alle publieksgebouwen met een dergelijke constructie te controleren op het risico van wateraccumulatie.

Gemeente Enschede

Ook in Enschede waren diverse onderdelen van het gemeentelijk apparaat opeens zwaar belast met de gevolgen van de hevige sneeuwval. Op vrijdag 25 november 2005 was men voornamelijk bezig met het sneeuwvrijmaken van wegen. Op zaterdag 26 november richtten de activiteiten zich vooral op het opruimen van gevallen bomen en afgebroken takken. Daarbij was sprake van een grootschalige inzet van de afdeling Groen en de gemeentelijke brandweer. Toen in Haaksbergen bleek dat de stroomstoring die was ontstaan, vooralsnog niet verholpen kon worden, hebben verschillende functionarissen vanuit Enschede bijstand geleverd in de gemeente Haaksbergen.

Mede naar aanleiding van het bekend worden van enkele grote instortingen, werd er op zondag 27 november 2005, op initiatief van de brandweer, een beperkte crisisstaf bijeengeroepen. Deze kwam om 13.00 uur voor het eerst bijeen onder leiding van de loco-burgemeester. De staf bestond verder uit de loco-gemeentesecretaris, een ambtenaar openbare veiligheid, een voorlichter, de (plv.) commandant brandweer en de piketdirecteur van de Dienst Stedelijke Ontwikkeling en Beheer (DSOB). Bij de eerste vergadering van de crisisstaf werd besloten deze staf niet verder uit te breiden en er geen rampscenario aan te verbinden.

De diensten Dienst Publiek en Gemeentelijke Organisatie (DPGO) en Dienst Maatschappelijke Ontwikkeling (DMO) zijn telefonisch op de hoogte gebracht van het instellen van het crisisteam en zijn verzocht de gemeentelijke gebouwen en de sportlocaties te controleren en de scholen te informeren.

Op dat moment waren al twee à drie constructeurs van de DSOB aanwezig bij de brandweer.

Na een brainstorm en onder andere het raadplegen van de lijst met platte daken werden er prioriteiten gesteld en acties in gang gezet. Vanwege capaciteitsproblemen en een onmogelijke prioriteitsstelling werd er besloten géén algemene inspectie uit voeren.

Er werden vier categorieën van objecten onderscheiden. Gemeentelijk vastgoed (I), gemeentelijke sportaccommodaties (II), particuliere bedrijfspanden (III) en andere grote particuliere gebouwen met veel mensen (IV).

De criteria die daarbij werden gehanteerd voor de prioritering in de aanpak en communicatie waren: grote oppervlakte, grote overspanning, lichte constructie, plat dak en de aanwezigheid van personen. Deze criteria werden afgestemd met de gemeenten Hengelo, Oldenzaal en Haaksbergen en met de Politie Regio Twente.

Voor de categorie particuliere gebouwen waar op dat moment (zondag 27 november 2005) veel mensen aanwezig waren werd een inspectieteam van DSOB en brandweer gevormd. Voor de gemeentelijke gebouwen is de DPGO gewaarschuwd. De DMO is gevraagd om de sportlocaties en later ook de scholen te informeren.

Het inspectieteam van DSOB en de brandweer heeft op diezelfde dag de gebouwen uit de categorie IV voor een inspectie bezocht. Daarnaast zijn enkele overige bedrijfsgebouwen voor een inspectie bezocht naar aanleiding van meldingen. De inspecties waren erop gericht om in te schatten of het betreden van de panden gevaar opleverde. De verantwoordelijkheid voor een daadwerkelijke ontruiming en/of het treffen van bouwkundige maatregelen is nadrukkelijk door de gemeente bij de eigenaren zelf neergelegd.

Het standpunt van de gemeente was in deze dat er geen aanwijsbaar acuut gevaar was voor de bevolking. Indien dat wel het geval was geweest zou men immers, rekening houdend met afbreukrisico en aansprakelijkheid, zijn overgegaan tot het uitvaardigen van een noodbevel. Om dat duidelijk te maken naar de inwoners van Enschede is RTV Oost actief betrokken bij de voorlichting. Ook dit was afgestemd met andere Twentse gemeenten waar de calamiteit zich voordeed.

De inspecties op zondag hebben tot een aantal ontruimingen geleid en het afgelasten van een avondvoorstelling. In één geval heeft de gemeente besloten gebruik te maken van bestuursdwang met het oog op een gewenste ontruiming.

In het begin van de zondagavond werd de crisisstaf ontbonden. Op maandagmorgen om 8.00 uur kwam zij weer bijeen. ‘s Ochtends vroeg kwamen er veel telefoontjes van verontruste burgers, ondernemers en scholen. Om 9.00 uur werd een informatienummer voor het publiek opengesteld en een telefonische helpdesk/callcenter ingericht. Hier konden mensen terecht met vragen over de sneeuwbelasting en melding van gevaarlijke situaties. De helpdesk werd bemand door medewerkers van de DSOB.
De gemeenten Losser en Haaksbergen maakten gebruik van ditzelfde callcenter. De gemeentelijke acties, de eerste uitkomsten van inspecties en het opengestelde telefoonnummer werden in overleg met de afdeling communicatie omgezet in persberichten voor de gemeentelijke internet website en (regionale) pers.
Een groot deel van de meldingen is telefonisch afgedaan met adviezen om zelf een constructeur of aannemer in te schakelen, het gebouw te ontdoen van sneeuw of het vrijmaken van goten en dakafvoeren. In veel gevallen werd geadviseerd het gebouw niet te gebruiken. De vragen van scholen werden doorgeleid naar de DMO die samen met het gemeentelijk vastgoedbedrijf de acties ten aanzien van scholen coördineerde. Een groot aantal scholen bleef één of twee dagen gesloten.
Als vuistregel voor potentieel gevaarlijke situaties werd gehanteerd daken met een lichte stalen of houten constructie, met grote overspanningen en een sneeuwrestlaag van 15 cm of meer. In veel gevallen werd ook verzocht om een inspectie door de gemeente. In de loop van de dag zijn drie inspectieteams met bouwkundigen door de gemeente ingezet. Zij bezochten gebouwen die via het infonummer waren gemeld. Daarnaast werden gebouwen met een publieksfunctie die voldeden aan de criteria actief telefonisch benaderd. De meldingen en bevindingen van de helpdesk en de inspectieteams werden opgenomen in een centrale database.
Op dinsdag vond de laatste bijeenkomst van de crisisstaf plaats. De werkzaamheden binnen de DSOB hebben nog enkele dagen doorgelopen.
De gemeente Enschede heeft ruim 1.250 overlastmeldingen ontvangen die vooral gingen over (potentieel) gevaarlijke situaties door bomen of takken. Bij het informatienummer zijn in totaal 450 telefoontjes binnengekomen voor een advies of een verzoek over (potentieel) gevaarlijke situatie ten aanzien van gebouwen. Door de bouwinspecteurs en constructeurs zijn ongeveer 125 inspectiebezoeken op 105 locaties uitgevoerd.

Gemeente Hengelo
Rond 10.00 uur begon het op vrijdag 25 november 2005 in Hengelo te sneeuwen. Om ongeveer 13.00 uur kwam er bij de afdeling BWT een berichtje van de brandweer dat er problemen waren en een gebouw dreigde in te storten. Op dat moment was er al sprake van een verkeersinfarct in Hengelo zelf en bleek ook het telefoonnetwerk overbelast te zijn. De medewerkers BWT hadden moeite ter plaatse te komen.
Bij het gebouw was geconstateerd dat een aantal (verticale) kabelgoten bol stonden, hetgeen waarschijnlijk was ontstaan door doorbuiging van het dak. De ernst van de situatie bleek moeilijk in te schatten. De exacte doorbuiging van het dak was op dat moment niet te bepalen. De eigenaar van het gebouw werd geadviseerd om het gebouw te ontruimen. Dat advies werd opgevolgd. Het bleef vrijdag bij die ene melding.
Op zaterdag bleken er weer meldingen te zijn. Door de afdeling Bouwen werd besloten om op zondag met een bouwteam, waaronder een constructeur, een schouw te houden bij alle grote publieksgebouwen met platte daken die die dag open waren. Tijdens de schouw werden (deels) ingestorte gebouwen geconstateerd.

Op zondagmiddag is een rampenstaf geformeerd onder leiding van de burgemeester. Binnen de rampenstaf speelde in het begin vooral de discussie wat er gedaan moest worden met de grotere winkels (zoals IKEA) die op dat moment geopend waren en vol met publiek. Knelpunten daarbij waren het ontberen van een beslisprotocol dat geënt is op deze situatie, het bereiken van de eigenaren van gebouwen en de communicatie met (het overtuigen van) de burgers over een ontruiming. Besloten werd om wel te informeren maar niet te ontruimen. De winkeleigenaren hebben daarop besloten de sluitingstijd een uur te vervroegen.
Op maandagochtend is er weer een uitgebreide rampenstaf bijeengekomen. Deze vergaderde vier keer per dag. Vanaf 's ochtends vroeg kwamen er veel telefoontjes bij de gemeente binnen. Er werden vijf inspectieteams geformeerd bestaande uit medewerkers van de afdeling BWT en de brandweer (in totaal ongeveer vijftien personen) die allerlei gebouwen hebben bezocht en geïnspecteerd. Dat gebeurde vrij ad hoc naar aanleiding van signalen en de lijst van platte daken waar de gemeente over beschikt. Daarbij werden gebouweigenaren onder andere geadviseerd over het vrijmaken van dakafvoeren of het ruimen van sneeuw. Als criterium voor het al dan niet in gebruik houden van een pand werd vooral de hoogte van de restsneeuwlaag gehanteerd. De afdeling communicatie van gemeente hield de actuele situatie bij op de website van de gemeente.
Er waren geen heldere afspraken over scholen. Was de rol van de gemeentelijke overheid hier adviserend of moest zij beslissen en/of misschien wel dwingen? Hoe moest er worden afgestemd met het bijzonder onderwijs? Op maandag en dinsdag bleef een deel van de scholen gesloten en een deel niet; naar de burger toe was dat verwarrend.
De gemeente Hengelo heeft in totaal bij ongeveer 75 gebouwen een inspectie uitgevoerd.
Uiteindelijk zijn er op maandag 28 november 2005 zo'n tien à vijftien gebouwen ontruimd of eerder gesloten. Op de zondag daaraan voorafgaand heeft de gehele woonboulevard haar sluitingstijd met een uur vervroegd. Op dinsdag 29 november 2005 heeft de gemeente nog een noodverordening ingesteld en daarmee een winkelstraat afgesloten in verband met doorzakkingsgevaar van een grote luifel die boven de straat is aangebracht.

Conclusies

Uit de opgetekende gebeurtenissen blijkt dat de gemeente bij dergelijke calamiteiten een rol heeft van cruciale betekenis. Enerzijds omdat het tot haar taak behoort om in die situaties een coördinerende en sturende rol te hebben aangezien het om de veiligheid van haar burgers gaat. Maar ook, en dat niet in het minst, omdat blijkt dat veel gebouweigenaren in die situatie nadrukkelijk een beroep doen op de expertise van de gemeente en de neiging hebben om de beoordeling van de situatie en de beslissingen voor eventueel te nemen maatregelen (stutten, ontruimen) bij de gemeente neer te leggen.
Snelle besluitvorming, direct en adequaat handelen kan van levensbelang zijn. Het gegeven dat er feitelijk nauwelijks sprake is van een voorwaarschuwing van de naderende calamiteiten door sneeuwoverlast en de enorme omvang van de calamiteiten spelen daarbij in eerste instantie de gemeente het meest parten. In het begin als de calamiteit zich aandient is de hectiek bij een gemeente groot. Het gaat dan vooral om het hals over kop mobiliseren van expertise, het stellen van prioriteiten, het toewijzen van verantwoordelijkheden en de communicatie. In de direct daarop volgende fase is er sprake gebleken van een noodzakelijke (preventieve) inspectie van vele gebouwen. Een enorme werklast, die speciale expertise vraagt en in korte tijd dient te worden uitgevoerd. Tegelijkertijd is er sprake van allerlei andere zaken die in kort tijdbestek moeten worden opgepakt. Het gaat dan om het instellen van een helpdesk voor vragen van burgers, beoordelingen en beslissingen ten aanzien van ontstane gevaren door gehele of gedeeltelijke instortingen, verspreiding van bij instortingen vrijgekomen asbestdeeltjes, toestemmingen voor sloop.



Vraag die zich bij dit alles voordoet is of de gemeenten en in het bijzonder de afdelingen Bouw- en Woningtoezicht van de gemeenten, de redelijkheid in acht nemend, in voldoende mate zijn voorbereid op een dergelijke situatie? De gemeenten Enschede en Apeldoorn hebben de gebeurtenissen geëvalueerd en een aantal leerpunten op schrift gesteld. De gemeente Hengelo heeft tijdens het dossieronderzoek haar leerpunten kenbaar gemaakt.
De aanbeveling die hier uit voortvloeit is het opstellen van een draaiboek voor bouwkundige calamiteiten. Daarbij moet verder gekeken worden dan instortingsgevaar van gebouwen door hevige sneeuwval alleen.

De volgende aspecten kunnen in een dergelijk draaiboek/beslismodel worden behandeld:

- piketdienst van BWT-medewerkers bij bepaalde weersvoorspellingen en weeralarm;
- het meten (wegen) van de sneeuwlast op relevante momenten en op verschillende plaatsen;
- het beschikken over kant en klaar voorlichtingsmateriaal (website) voor publiekswaarschuwing;
- aanspreekpunten voor BWT voor het instellen/opschalen van een crisisteam;
- het aanstellen van een adviseur op het gebied van bouwconstructies voor het crisisteam;
- de communicatie tussen crisisteam, adviseurs en veldwerkers;
- een breed inzetbaar alternatief voor het (mobiele) telefoonnetwerk (zoals C2000);
- het beschikken over een databestand met relevante informatie van gebouwen met een hoog risico[16];
- prioritering van gebouwen met een hoog risico;
- een strategie/standpunt ten aanzien van de verantwoordelijkheid voor de diverse gebouwcategorieën en de wijze waarop dat gecommuniceerd gaat worden naar partijen;
- het instellen van een informatie- en meldingslijn;
- het beschikken over een database voor de registratie van relevante informatie bij meldingen;
- de bezetting en expertise van inspectieteams;
- makkelijk toepasbare kengetallen voor de maximaal toelaatbare belastingen (sneeuw, wind) op gebouwen van verschillende functie en constructie.

[16] Het eerder genoemde bestand 'lichte platte daken' kan hiervoor een aanzet zijn. Conform het verzoek van VROM om prioriteit bij gebouwen te leggen waar veel bezoekers aanwezig zijn, zal dit bestand meestal geen bedrijfsgebouwen bevatten. Dit bestand is voorts alleen bruikbaar als er niet alleen een wateraccumulatieberekening is uitgevoerd, maar ook een controle op sneeuw - en eventueel andere belasting.

9 Conclusies en aanbevelingen

9.1 Vraagpunten en conclusies

Sneeuwbelasting
Zoals uit hoofdstuk 4 blijkt, was de sneeuwval in het weekend van 26/27 november 2005 voor Nederlandse begrippen uitzonderlijk. Met name in het oosten van het land viel veel sneeuw; het KNMI becijfert de herhalingstijd voor de hoeveelheid gevallen sneeuw rond Apeldoorn op tenminste 70 jaar. Hierbij is gekeken naar de equivalente hoeveelheid neerslag in mm water. Door de meteorologische omstandigheden van dat weekend was de sneeuw uitzonderlijk zwaar; dichtheden tot 600 kg/m^3 zijn gemeten. De grootste gesommeerde hoeveelheid neerslag in de vorm van sneeuw (door het KNMI gemeten in de regio Apeldoorn) kwam overeen met de normbelasting van sneeuw op de grond van 70 kg/m^2. Incidenteel zijn door derden hogere belastingen gemeten. Hogere belastingen kunnen veroorzaakt zijn door plaatselijke pieken in de neerslag en sneeuwconcentraties door effecten van wind en bebouwing. Het is niet uit te sluiten dat de hoeveelheid neerslag en de extremen daarin door veranderende klimatologische omstandigheden zullen toenemen.

Instorting van gebouwen
In de beschouwde periode zijn in Nederland ruim 90 gebouwen geheel of gedeeltelijk ingestort, dan wel is de dakconstructie blijvend vervormd. Daarnaast is een groot aantal kassencomplexen ingestort en zijn veel kleinere schades gerapporteerd. Van de ruim twintig constructief geanalyseerde gebouwen bleek het merendeel ontwerp- en/of uitvoeringsfouten te hebben, die de instorting verklaren. Ook zijn onvoldoende onderhoud en onoordeelkundig uitgevoerde wijzigingen in de constructie geconstateerd.
Slechts bij een gering aantal bouwwerken lijkt de sneeuwlast in de buurt van of boven de ontwerpbelasting te zijn uitgekomen. In de deskundigenbijeenkomst is het fenomeen ‘smeltwateraccumulatie’ besproken. De meningen lopen uiteen in hoeverre dit verschijnsel mede een rol bij de instortingen heeft gespeeld. De vraag is gesteld of hieraan in de bouwregelgeving geen aandacht moet worden geschonken.

Bouwregelgeving
Uit het bovenstaande volgt de conclusie dat het veiligheidsniveau in de bouwregelgeving geen factor is geweest die bij het bezwijken van gebouwen een doorslaggevende rol heeft gespeeld. De probabilistische achtergrond van de bouwregelgeving houdt wel in dat als de belastingen in de buurt van de ontwerpbelasting komen, er een (kleine) kans is dat de variatie in zowel de belasting als de sterkte van de constructie er toe kan leiden dat de toelaatbare spanningen in de constructie overschreden worden.
Het blijkt dat de variatie in sneeuwbelasting in de beschouwde periode groot was. Ook is gebleken dat bij een groot deel van de geanalyseerde gebouwen het minimaal vereiste weerstandniveau niet aanwezig was.

Bij de door de VI geanalyseerde instortingsvallen bleek de ontwerper lang niet altijd gebruik gemaakt te hebben van alle reductiefactoren die de vigerende constructieve norm NEN 6702 mogelijk maakt.
In de deskundigenbijeenkomst werd gemeld dat de factor 0,75 voor daken die vrij aangeblazen kunnen worden door de wind, zelden wordt toegepast. Zelfs de factor 0,87 voor gebouwen met een referentieperiode van vijftien jaar wordt niet altijd gehanteerd. Was dat *wel* gebeurd, dan was een groter aantal gebouwen gebouwd na 1992 in de gevarenzone gekomen. De vraag is of deze reductiemogelijkheden nog wel een plaats in de regelgeving verdienen.
Ook wordt door de onderzoekers een vraag gesteld bij de wenselijkheid van de mogelijkheid om gebouwen te realiseren met veiligheidsklasse 2. Dat zijn gebouwen met veelal een bedrijfsfunctie in maximaal twee bouwlagen waar veel mensen aanwezig kunnen zijn. Door de bij de kortere referentieperiode en de lagere veiligheidsklasse behorende kleinere veiligheidscoëfficiënten is de bezwijkkans van deze categorie gebouwen groter dan bij gebouwen ontworpen volgens klasse 3. Het is de vraag of de eigenaar of gebruiker zich daarvan bewust is. Ook belemmert de lagere veiligheidsklasse de mogelijkheden van hergebruik. Voor een sport- of bijeenkomstfunctie (gebruikelijke functies bij herbestemming van voormalige bedrijfsgebouwen) is een veiligheidsklasse 3 voorgeschreven. De vraag is of deze beperking en de risico's die optreden indien dit niet wordt gesignaleerd opwegen tegen de (geringe) besparing op de bouwkosten van het oorspronkelijke gebouw.
Gezien het voorgaande kan de vraag gesteld worden of het in de Eurocode plus (ontwerp) nationale Annex voorgestelde niveau van sneeuwbelasting voor Nederland wel het juiste is.
In paragraaf 10.2.5 zijn de niveaus voor bestaande bouw op grond van het Bouwbesluit 2003 op een rij gezet. Deze zijn, ook voor publieksgebouwen, een stuk lager dan de niveaus voor nieuwbouw. De vraag rijst of deze lagere niveaus ten aanzien van de constructieve *veiligheid* geen heroverweging verdienen.

Gemeentelijk optreden
De drie onderzochte gemeenten in het 'sneeuwgebied' hebben een grote inzet geleverd om aan de door de hevige sneeuwval veroorzaakte situatie het hoofd te bieden. Ten aanzien van het beoordelen van de bouwkundige veiligheid van gebouwen en het adviseren van publiek en bestuur daarover moest veel geïmproviseerd worden. De behoefte is geuit aan een draaiboek waarin met name de rol van het BWT in dit soort situaties wordt beschreven. Ook is er behoefte aan een beslismodel om snel een oordeel uit te kunnen spreken over de constructieve veiligheid van gebouwen in verband met eventuele ontruiming.

9.2 Aanbevelingen

1. Het verbeteren van de kwaliteitsborging in de keten van ontwerp tot en met bouw. De rol van VROM hierin kan bestaan uit enerzijds krachtige ondersteuning van de al lopende activiteiten op dit terrein, anderzijds door een diepgaande analyse van (de tekortkomingen in) de keten van de huidige ontwerp- en bouwpraktijk. Lopende activiteiten ter bevordering van de constructieve veiligheid zijn het werk van de CUR-commissie "Leren van instortingen" en het Constructieplatform. De rol en verantwoordelijkheid van de opdrachtgever en de gecoördineerde verstrekking van constructieve gegevens maken hier uitdrukkelijk deel van uit.
   De analyse van de huidige kwaliteitsborging door middel van onderzoek bij een aantal gerealiseerde grotere bouwprojecten moet een kwantitatieve onderbouwing opleveren van de in dit rapport gesignaleerde (negatieve) trends. Daarop kunnen, zo mogelijk met behulp van een risicoanalyse, verdere aanbevelingen ter verbetering van de kwaliteitsborging worden gebaseerd.



2. Een oproep aan gemeentebesturen om voortvarende invoering van de door de Vereniging BWT Nederland ontwikkelde hulpmiddelen voor een systematische en effectieve toetsing van aanvragen om bouwvergunning en toezicht op de bouw. Voor wat betreft de bestaande voorraad dient de gemeente waar nodig gebouweigenaren aan te spreken op hun verantwoordelijkheid. Tevens wordt een oproep gedaan om blijvend aandacht te besteden aan het goed functioneren van het Bouw- en Woningtoezicht (en de daarin werkende constructeurs) en het faciliteren daarvan.
3. Een verzoek van VROM aan de normcommissie “Technische grondslagen voor bouwvoorschriften” om op basis van dit rapport en waar nodig nadere uitwerking en onderzoek (bijvoorbeeld in CUR-verband) de sneeuwbelasting op daken nader te overwegen, in samenhang met andere belastingen (onder andere smeltwateraccumulatie). Daarbij dient ook aandacht te worden gegeven aan de mogelijk grotere neerslagextremen door wijzigende klimatologische omstandigheden, het systeem van veiligheidsklassen, het economische belang en de maatschappelijke acceptatie van hogere risico’s bij bepaalde categorieën gebouwen. De resultaten van deze heroverwegingen dienen betrokken te worden bij het vaststellen van de nationale Annex bij de Eurocodes.
4. Overleg tussen VROM en het KNMI over het opzetten van een waarschuwingssysteem voor extreme weersomstandigheden (sneeuw, wind, regenval) bestemd voor het gemeentelijke BWT.
5. Het ontwikkelen van een draaiboek met beslismodellen als hulpmiddel voor het gemeentelijke optreden (van het BWT) bij extreme gebeurtenissen. Hierbij zou ook aandacht besteed moeten worden aan het vaststellen van veilige niveaus van de (sneeuw)belasting op daken van verschillende gebouwcategorieën. Hierdoor kan de impliciet in de vigerende bouwregelgeving opgenomen restrictie bij het gebruik van gebouwen die gerealiseerd zijn onder een lagere veiligheidsklasse geoperationaliseerd worden. Bij deze ontwikkeling kan VROM een stimulerende en faciliterende rol spelen.



10 Bijlagen

10.1 bijlage 1: Lijst van deelnemers deskundigenbijeenkomsten instortingen sneeuw

gehouden op 25 januari en/of 29 maart 2006.

Naam	*Bedrijf/Instelling*
Prof.ir. D.G. Mans, voorzitter	Universiteit Twente/MEGED
Drs. R.B. van de Werff	Gemeente Enschede
Ing. H. Lubbers	Gemeente Enschede
Ing. B. Beverdam	Gemeente Enschede
Ir. S. Schilstra	Gemeente Hengelo
Ing. A.J. Winkel	Gemeente Hengelo/secretaris COBc
Ir. Y.E. Suurenbroek	Gemeente Hengelo/Universiteit Twente
J. van 't Ende	Gemeente Apeldoorn
H. Woertman	Gemeente Apeldoorn
ing. M.J. de Rijke	Bouw- en Woningtoezicht Zoetermeer
Ing. J.G. van Leeuwen	Bouw- en Woningtoezicht Almere/voorzitter COBc
Ing. A. de Vries	Bouw- en Woningtoezicht Amsterdam/voorzitter TGB-commissie
Ir. M.F.A. Derkink	O&O Civieltechnisch Advies B.V.
Ir. S. Wijte	Adviesbureau Hageman B.V
Dr.ir. A.F. Hamerlinck	Adviesbureau Hamerlinck/Bouwen met Staal
Ir. P.E. de Winter	TNO Bouw en Ondergrond
Ir. H.P.J. Vereijken	CUR
prof.dr.ir. J. Blaauwendraad	TU Delft (emeritus)
Ing. R. Jilderda	KNMI
Ing. A.R. Lengkeek	Lengkeek, Laarman & De Hosson, Experts-Taxateurs-Adviseurs
Ing P. Koopman	Lengkeek, Laarman & De Hosson, Experts-Taxateurs-Adviseurs
Ing. A.G. di Bortolo	Advies- en Ingenieursbureau Stoel Partners
Ing. J.G.V.M. Delissen	Nationale-Nederlanden
A.F.A. Timmermans	Interpolis
mr. M.N.J. Heeneman	Verbond van Verzekeraars
Ir. J.W.G.M. Kraak	Rijksgebouwendienst
Ir. E.J. Kool	VROM-Inspectie
T.H. Schmidt	VROM-Inspectie



10.2 bijlage 2: bouwregelgeving

10.2.1 TGB 1949 en 1955 (NEN 1055)

Voor de constructieve berekening van daken is de combinatie van belasting door eigen gewicht en sneeuw voorgeschreven, en de combinatie van eigen gewicht en windbelasting. In het algemeen is de gelijkmatig verdeelde belasting ten gevolge van sneeuw, opgeteld bij het eigen gewicht van de constructie, maatgevend. Op gelijktijdig voorkomen van wind en sneeuw behoeft niet te worden gerekend.
Bij een hellinghoek van het dakvlak tot 30^o is als sneeuwbelasting 50 kg/m^2 voorgeschreven. Voor een hellinghoek > 30^o geldt een reductiefactor. Voor daken met een helling > 60^o wordt de sneeuwbelasting op nul gesteld. De voorgeschreven sneeuwbelasting maakt geen onderscheid naar landsdelen, in tegenstelling tot de windbelasting.
Extra veiligheid wordt verkregen door de toelaatbare staalspanningen (in geval van een staalconstructie) te verlagen. Dit komt neer op een veiligheidscoëfficiënt van circa 1,4. De 'rekenbelasting' kan daarom gesteld worden op 1,4 * 50 = **70 kg/m^2.**

10.2.2 TGB 1972 (NEN 3850)

In de TGB 1972 wordt voor de belasting op daken onderscheid gemaakt tussen fabriekshallen en overige gebouwen. Uitgangspunt voor daken van overige gebouwen is een veranderlijke belasting van 100 kg/m^2. Hierop zijn reductiefactoren toegestaan voor daken > 10 m^2 en dakhellingen > 5^o. De TGB 1972 bepaalt dat bij dakoppervlakken groter dan 60 m^2 als veranderlijke belasting moet worden aangehouden 50 kg/m^2. Dat geldt voor alle gebouwcategorieën en voor alle dakhellingen.
In geval van een staalconstructie moet met een veiligheidscoëfficiënt van 1,5 worden gerekend, waardoor de rekenwaarde van de sneeuwbelasting uitkomt op **75 kg/m^2.** Ook op de permanente belasting voor het eigen gewicht is deze belastingfactor van toepassing, waardoor een extra veiligheidsmarge aanwezig is.

10.2.3 TGB 1990 (NEN 6702)

In de TGB 1990, in het Bouwbesluit aangewezen sinds 1 oktober 1992, is de sneeuwbelasting herzien. Uitgangspunt daarbij was een rapport van het KNMI[17] waarin een sneeuwdikte van 35 cm in het oosten van Nederland met een herhalingstijd van 50 jaar is vastgesteld. De TGB-commissie heeft deze van toepassing verklaard in het hele land en gaat daarbij uit van een soortelijke massa van de sneeuw van 200 kg/m^2 . Hieruit volgt de sneeuwbelasting op de grond: $p_{sn;rep}$ = 0,7 kN/m^2 . Voor de bepaling van de sneeuwbelasting op het dak zijn vormfactoren van toepassing. Voor platte en licht hellende daken tot 30^o is deze factor 0,8. De basisbelasting voor de meest voorkomende dakvormen is daarmee p_{rep} = 0,8 * 0,7 = 0,56 kN/m^2 = 56 kg/m^2 . De TGB geeft de mogelijkheid om op de sneeuwbelasting nog een extra reductiefactor van 0,75 toe te passen indien "het dak uit alle richtingen ongehinderd, door wind kan worden aangeblazen, zoals bij gebouwen in open terrein, terwijl op het dak geen grote randen of uitsteeksels van betekenis aanwezig zijn, waardoor het afwaaien van sneeuw wordt verhinderd. Onder grote dakranden wordt verstaan dakranden die hoger zijn dan 0,25 m".
De TGB 1990 gaat uit van drie veiligheidsklassen voor de diverse gebouwsoorten met bijbehorende veiligheidscoëfficiënten.

[17] Rapport WR 86-6 "het sneeuwdek in Nederland" van T.A. Buishand, KNMI, 1986.



tabel 8: veiligheidsklassen en bijbehorende factoren nieuwbouw

gebruiksfunctie	veiligheidsklasse	referentieperiode (jaar)	correctiefactor $?_t$	belastingfactor eigen gewicht $?_{f;g;u}$	belastingfactor variabele belasting $?_{f;q;u}$
gebouwen algemeen	3	50	1,00	1,2	1,5
woningen	2	50	1,00	1,2	1,3
industriefunctie met max 2 bouwlagen	2	15	0,87	1,2	1,3
lichte industriefunctie[18]	1	15	0,87	1,2	1,2

Uit bovenstaande tabel volgt dat de voor sterkte en stabiliteit in rekening te brengen sneeuwbelasting voor daken met een helling < 30^o bij gebouwen algemeen (kantoren, sporthallen, winkels etc) met veiligheidsklasse 3 1,5 * 56 = **84 kg/m^2** bedraagt.
Voor een industriefunctie (werkplaatsen, expeditiecentra, etc) met veiligheidsklasse 2 bedraagt de referentieperiode vijftien jaar en mag de variabele belasting met de factor $?_t$ gereduceerd worden. Dat brengt de sneeuwbelasting op 0,87 * 1,3 * 56 = **63 kg/m^2.**
De rekenwaarde van de sneeuwbelasting voor gebouwen met een lichte industriefunctie (zoals opslagloodsen) bedraagt op overeenkomstige wijze 0,87 * 1,2 * 56 = **58 kg/m^2**. In bovenstaande berekening is geen rekening gehouden met de toepassing van de reductiefactor van 0,75 ingeval van een vrije plaatsing van het gebouw en het ontbreken van obstakels op het dak. Als deze factor wel van toepassing is, dan wordt de rekenbelasting overeenkomstig lager. In tabel 6 zijn deze waarden vermeld.

De NEN 6702 biedt ook de mogelijkheid om op *onderdelen* van de bouwconstructie te rekenen met een lagere veiligheidsklasse. Als de dakconstructie niet als een hoofddraagconstructie hoeft te worden beschouwd en het gewicht per oppervlakte is minder dan 0,3 kN/m^2, mag het dak worden berekend met de belastingfactoren die bij klasse 1 horen. De TGB-commissie bereidt overigens een wijzigingsvoorstel voor dat de waarde van 0,3 terugbrengt tot 0,15 kN/m^2 = 15 kg/m^2 . De meeste dakconstructies zullen dan niet meer onder deze uitzonderingsbepaling vallen.

10.2.4 NEN 3859

In het Bouwbesluit 2003 is het toegestaan om voor de lichte industriefunctie de fundamentele belastingcombinaties bepaald volgens NEN 3859 toe te passen. Dit is met name van belang voor kassenbouw.
Voor nieuwbouw geldt het uitgangspunt van een sneeuwbelasting op de grond van 70 kg/m^2.
Vanwege de referentieperiode van vijftien jaar mag de sneeuwbelasting gecorrigeerd worden met $?_t$ = 0,87. De belastingfactor voor sneeuwbelasting bedraagt 1,2.
Er geldt een vormfactor μ_1, die in de meeste gevallen 0,8 bedraagt. Verder is er een factor C_t waarmee de invloed van kasverwarming in rekening gebracht kan worden.

[18] Het Bouwbesluit 2003 geeft hiervoor als definitie: “industriefunctie waarin activiteiten plaats vinden, waarbij het verblijven van mensen een ondergeschikte rol speelt”.



Voor onverwarmde kassen geldt C_t = 1, voor verwarmde kassen met enkelglas C_t = 0,5.
De rekenwaarde van de sneeuwbelasting op een onverwarmde tuinbouwkas bedraagt dan 0,87 * 1 * 0,8 * 70 * 1,2 = **58 kg/m^2**. Is de kas verwarmd, dan is de rekenwaarde de helft, namelijk **29 kg/m^2.**
Voor bestaande bouw geldt het uitgangspunt een sneeuwbelasting op het dak van de kas van 25 kg/m^2.
De belastingfactor voor sneeuwbelasting is bepaald op 1,2. Hiermee komt de rekenwaarde van de sneeuwbelasting op een bestaande tuinbouwkas uit op 25 * 1,2 = 30 kg/m^2.

10.2.5 Regeling Bouwbesluit 2003

Onafhankelijk van de regelgeving waaronder het bouwwerk tot stand is gekomen geldt dat elk bestaand gebouw moet voldoen aan minimumeisen, zoals geformuleerd in het Bouwbesluit 2003 voor bestaande bouw. In de bepalingen voor constructieve veiligheid wordt dezelfde norm, NEN 6702, aangestuurd als voor nieuwbouw. In de Regeling Bouwbesluit 2003 zijn in artikel 4.25 voor bestaande bouw daarin enkele correcties aangegeven. Zo zijn voor bestaande bouw lagere belastingfactoren toegestaan. Verder is bepaald dat de referentieperiode voor bestaande bouwwerken met veiligheidsklasse 2 en 3 tenminste vijftien jaar is en voor bouwwerken met veiligheidsklasse 1 één jaar. Zie onderstaande tabel.

tabel 9: veiligheidsklassen en bijbehorende factoren bestaande bouw

gebruiksfunctie	**veiligheidsklasse**	**referentieperiode (jaar)**	**correctiefactor ?$_t$**	**belastingfactor eigen gewicht ?$_{f;g;u}$**	**belastingfactor variabele belasting ?$_{f;q;u}$**
gebouwen algemeen	3	15	0,87	1,2	1,1
woningen	2	15	0,87	1,15	1,05
industriefunctie met maximaal 2 bouwlagen	2	15	0,87	1,15	1,05
lichte industriefunctie	1	1	0,57	1	1

Hierdoor wordt de rekenwaarde van de sneeuwbelasting voor bestaande bouwwerken:
met veiligheidsklasse 3: 0,87 * 1,1 * 56 = **54 kg/m^2**
met veiligheidsklasse 2: 0,87 * 1,05 * 56 = **51 kg/m^2**
met veiligheidsklasse 1: 0,57 * 1 * 56 = **32 kg/m^2.**
In deze opsomming is geen rekening gehouden met de eventueel van toepassing zijnde reductiefactor van 0,75 ingevolge Bijlage B van NEN 6702.
De gemeente kan de gebouweigenaar aanschrijven indien het bouwwerk niet aan deze constructieve eis voldoet.



10.2.6 Eurocodes

Al in 1975 heeft de Europese Commissie bepaald dat er, omwille van het bevorderen van vrij handelsverkeer, een harmonisatie van nationale normen zou moeten plaatsvinden. Voor de bouwsector zijn Eurocodes in ontwikkeling. De gereedgekomen Eurocodes kunnen, op basis van de gelijkwaardigheidsbepaling in het Bouwbesluit, bij de indiening van aanvragen om bouwvergunning nu al toegepast worden. Naar verwachting zullen vanaf medio 2007 de Eurocodes in het Bouwbesluit worden aangewezen naast de NEN-normen. En in 2010 zullen de NEN-normen dan ingetrokken worden.
Een Eurocode kan pas in de nationale regelgeving worden opgenomen na vertaling in het Nederlands en na opstelling van een nationale Annex, die de parameters vaststelt die in ons land van toepassing zijn.

EN 1991-1-3 (juli 2003) behandelt de sneeuwbelasting. In juli 2003 is ook de nationale Annex in concept opgesteld. EN 1991-1-3 wijkt in belangrijke mate af van NEN 6702 met betrekking tot de basis sneeuwbelasting (op de grond). Er worden voor Nederland tenminste drie gebieden voorgesteld, waarbij voor het grootste deel van het land een basis sneeuwbelasting van 0,1 kN/m^2 (10 kg/m^2) aangehouden zou mogen worden. Ook is een topografiefactor ingevoerd (aan wind blootgesteld, normaal en beschut). Dakvormfactoren zijn gelijk gebleven.
Met de invoering van de nationale Annex wordt een belangrijk deel van deze wijzigingen niet overgenomen. Nederland zal als één gebied worden beschouwd met een basis sneeuwbelasting van 0,7 kN/m^2. Dit komt overeen met de vigerende NEN 6702. De topografiefactor is altijd 1,0.
De vormfactor voor platte en licht hellende daken is 0,8. De basisbelasting door sneeuw blijft dus 56 kg/m^2.
De mogelijkheid tot verdere reductie met 0,75 bij vrij door de wind aangeblazen daken is vervallen.
De correctiefactor $?_t$ is wel gewijzigd:
referentie periode vijftien jaar: $?_t$ = 0,70
referentie periode één jaar: $?_t$ = 0,50.

De aan te houden belastingsfactoren en combinatiefactoren zijn geregeld in EN 1990. Ook hiervoor wordt een nationale Annex gemaakt. Rekening houdend met de conceptversie zal de sneeuwbelasting dan uitkomen op:
voor de hoogste klasse RC3: 1,1 * 1,5 * 56 = **92 kg/m^2**
voor een kantoorgebouw RC2: 1,0 * 1,5 * 56 = **84 kg/m^2**
voor een bedrijfsgebouw (veiligheidsklasse RC2): 0,70 * 1,0 * 1,5 * 56 = **59 kg/m^2**
voor een lichte industriefunctie (laagste klasse RC 1): 0,50 * 0,9 * 1,5 * 56 = **38 kg/m^2.**

10.2.7 buitenlandse voorschriften

In Duitsland is de DIN 1055 (1975) van toepassing. De sneeuwbelasting is afhankelijk van de geografische plaats en de hoogteligging. Voor het aan Nederland grenzende Duitse gebied geldt een sneeuwbelasting van 75 kg/m^2 . Daarnaast is combinatie van sneeuw en wind *wel* voorgeschreven. Er moeten twee belastinggevallen beschouwd worden: 100% sneeuwbelasting + 50% windbelasting èn 50% sneeuwbelasting + 100% windbelasting.
In juli 2005 is een nieuwe norm voor sneeuwbelasting beschikbaar gekomen, gebaseerd op de Eurocode (DIN 1055-5:2005-07). De basissneeuwbelasting is voor het aan Nederland grenzende gebied verlaagd van 75 kg/m^2 naar 65 kg/m^2. Voor de oostelijk hiervan gelegen sneeuwzônes is deze belasting juist verhoogd. Ook de dakvormfactoren zijn aangepast. De oude norm gaat voor daken tot 30^o uit van een waarde 1,0.



De nieuwe norm is op dit punt in overeenstemming gebracht met de Eurocode en hanteert een waarde 0,8. In de nieuwe norm is aangegeven dat de basissneeuwbelasting gebaseerd is op een overschrijding van eenmaal in de 50 jaar.

In Oostenrijk is per 1 januari 2006 de uit 1981 daterende norm Önorm B 4013 vervangen door EN 1991-1-3 met nationale annex (Önorm B 4000). Afhankelijk van de geografische locatie is de sneeuwbelasting verhoogd vanwege de veranderingen in het neerslagpatroon. Als voorbeeld wordt vermeld de belasting op een licht hellend dak in Wenen, die verhoogd is van 75 kg/m^2 tot 109 kg/m^2.

10.2.8 probabilistische uitgangspunten bouwregelgeving

De vigerende bouwregelgeving (NEN 6702) heeft als uitgangspunt de waarschijnlijkheidsrekening. Dit is in overeenstemming met de ook internationaal geaccepteerde inzichten bij de beoordeling van de betrouwbaarheid van constructies. In NEN 6700 zijn op een fundamenteel niveau de betrouwbaarheidseisen gegeven die op alle bouwconstructies van toepassing zijn, ongeacht het materiaal waarvan zij zijn gemaakt. In NEN 6702 is de bepaling van de belastingen gegeven. In de reeks materiaalgebonden TGB-normen zijn, voor aluminium, beton, hout, staal en metselwerk, de methoden voor de bepaling van de weerstand gegeven.

Een probabilistische benadering van een in rekening te brengen belasting betekent dat de grootte van die belasting wordt bepaald aan de hand van de waarschijnlijkheid van het voorkomen daarvan. Dit houdt in dat een keuze wordt gemaakt in welk deel van voorkomende gevallen een bepaalde waarde mag worden overschreden. Veel gebruikte overschrijdingskansen zijn 5%, 2,5% of 1%. Zo is bij de bepaling van de karakteristieke (overige) belastingen van de NEN 6702 uitgegaan van een overschrijdingskans van 5% en voor sneeuw- en windbelasting van 63%.
Voor sterkte van materialen geldt een overeenkomstige beschouwing. Zowel tijdens de fabricage in de werkplaats als tijdens de montage zal de gerealiseerde sterkte variaties vertonen. Daarom wordt gerekend met een sterkte die met een gekozen mate van waarschijnlijkheid niet zal worden onderschreden.
Bij het voorkomen van een bepaalde belasting zowel als bij het gerealiseerd zijn van een materiaalsterkte wordt verondersteld dat er sprake is van een normale verdeling.
Teneinde een veilige bouwconstructie te kunnen ontwerpen zal de weerstand van de constructiematerialen groter moeten zijn dan de op de constructie werkende krachten (belasting). Hierbij is er uiteraard van uitgegaan dat de constructie correct is ontworpen en uitgevoerd. Omdat beide aspecten (krachten en weerstand) die de veiligheid beïnvloeden normaal verdeeld zijn, is er theoretisch altijd sprake van een overlap van beide. Dit betekent dat als bij extreme belastingen er tevens sprake is van een zeer slechte weerstand van de constructiematerialen, er niet meer voldaan zal worden aan het fundamentele veiligheidsbeginsel dat de weerstand groter moet zijn dan de krachten. Het gevolg is dat een constructie in die situatie bezwijkt.

Er zijn vier elementen die de genoemde overlap bepalen. Dat zijn de gemiddelde waarde en de standaardafwijking van het voorkomen van de belasting en de gemiddelde waarde en de standaardafwijking van de sterkte van gebruikte constructiemateriaal. Hoe groter de overlap hoe groter de kans op falen van de constructie wordt. Tussen de faalkans en de vier genoemde aspecten bestaat een relatie. In NEN 6700 wordt voor deze relatie de betrouwbaarheidsindex β gebruikt.

De relatie is:

$$\beta = \frac{R_m - S_m}{\sqrt{(\sigma_R^2 + \sigma_S^2)}}$$

waarin:

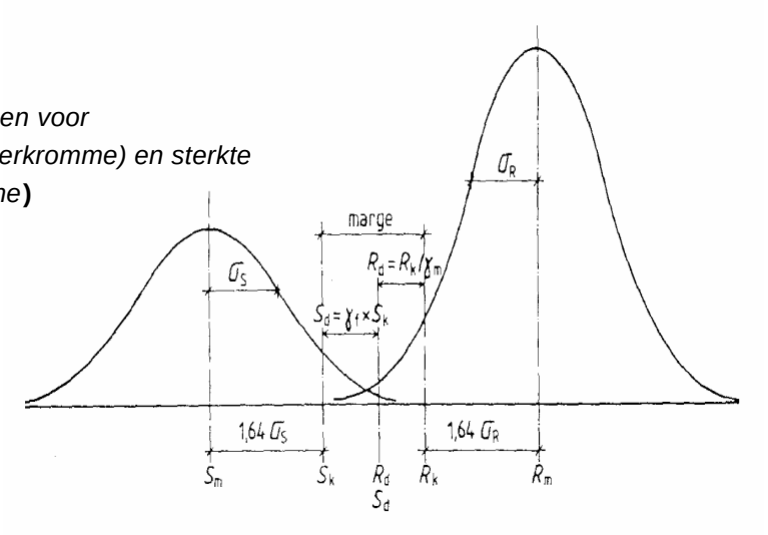
R_m = gemiddelde waarde sterkte

S_m = gemiddelde waarde van de belasting

σ_R = standaardafwijking sterkte

σ_S = standaardafwijking voorkomende belasting

S_k = karakteristieke waarde belasting (voor sneeuw: 70 kg/m^2)



figuur 7:
*Gauss-krommen voor belasting (linkerkromme) en sterkte (rechterkromme***)**

Voor nieuwe constructies in veiligheidsklasse 3 moet een β van 3,6 worden gerealiseerd. Dit komt overeen met een faalkans van circa 1 op 10.000 per jaar.

Voor veiligheidsklasse 2 is β gelijk aan 3,4 en dit betekent een faalkans van 1 op 1000 per jaar[19].

[19] Voor verdere toelichting zie het rapport van TNO, 2004-CI-R0159. In dit rapport is ook uiteengezet hoe voor de verschillende veiligheidsklassen de relatie ligt met de referentieperiode. Hiervoor geldt dat bij een kleinere referentieperiode dan de ontwerp referentieperiode een lagere betrouwbaarheidsindex kan worden gehanteerd. Een theoretische benadering zowel als een praktische invulling is opgenomen.

10.3 bijlage 3: samenvatting constructieve analyses

	soort gebouw	bouw jaar	dakconstructie	opgetreden belasting	toetsbelasting, incl. belastingfactor	opgetreden schade	geconstateerde gebreken
1	opslag	1965	zadeldak; houten spanten met trekstang; a.c. golfplaat	max. 55	TGB 1955: 75	vrijwel volledige instorting	veroudering; oorspronkelijk ontwerp o.k.; door roestvorming doorsnede stalen trekstang in houten spant te klein
2	opslag	1965	zadeldak; stalen spanten met houten gordingen en a.c. golfplaat	20 - 32	TGB 1955: 75	gedeeltelijk ingestort	ontwerpfout: oorspronkelijke constructie kan net e.g. dragen. uitknikken gedrukte staven in stalen vakwerkspant
3	bedrijfsgebouw	1998	licht hellend; staalconstructie	44 - 52	TGB 1990: 63 (klasse 2)	volledige instorting	ontwerpfouten, met name onvoldoende rekening gehouden met stabiliteit spanten
4	bedrijfsgebouw	1965	zadeldak; stalen spanten met houten gordingen en beschot	43	TGB 1955: 75 TGB 1990: 63	gedeeltelijke instorting	ontwerpfout: stalen spant volstrekt onvoldoende sterkte. wellicht verergerd door later aanbrengen a.c. golfplaten dakbedekking
5	opslag	1995	plat; staalconstructie	22	TGB 1990: 63 (klasse 2)	spanten bezweken; sterke doorbuiging	ontwerpfout: schematisering constructie niet correct; ook wijkt uitvoering af van tekeningen. uitvoeringsfout: diagonalen stalen spant slechts op 3 van de 4 zijden gelast
6	opslag	1985	stalen ruimtevakwerk	30	75	vervorming	ontwerpfout: uitknikken diagonalen stalen spanten (te dunne schetsplaten?)
7	veestal	1965	zadeldak; stalen spanten, houten gordingen, a.c. golfplaten	20	TGB 1955: 75	volledige instorting	ontwerpfout: stalen spantjes volstrekt onvoldoende sterkte. gedrukte staven uitgeknikt + breuk trekstaven
8	bedrijfshal	1965	zadeldak; stalen spanten, houten gordingen, a.c. golfplaten	20 - 32	TGB 1955: 75	volledige instorting	ontwerpfout: stalen spantjes volstrekt onvoldoende sterkte. uitknikken gedrukte staven + bezwijken bouten nok



	soort gebouw	bouw jaar	dakconstructie	opgetreden belasting	toetsbelasting, incl. belastingfactor	opgetreden schade	geconstateerde gebreken
9	bedrijfshal	2000	plat; staalconstructie	45 - 56	TGB 1990: 63 (klasse 2)	sterke doorbuiging t.g.v. smeltwater	ontwerpfout: constructie voldoet niet aan eisen wateraccumulatie (onvoldoende stijfheid, onvoldoende capaciteit noodafvoeren).
10	showroom	1974	plat; staalconstructie	17	TGB 1972: 75	hoofdligger bezweken	ontwerp voldoet rekentechnisch (echter: er zijn niet op tekening aangegeven verbindingen in hoofdligger), zij het niet qua wateraccumulatie, maar dat was geen oorzaak bezwijken. uitvoeringsfout: slecht uitgevoerde las
11	opslag	1975	plat; staalconstructie	max. 51	TGB 1972: 75	vrijwel volledige instorting	ontwerpfout: schematisering constructie onjuist. Bezwijken door plaatselijke overschrijding toelaatbare spanningen in staven vakwerkspant
12	sporthal	1969	plat dak, stalen spanten, houten gordingen	25	TGB 1990: 75 (klasse 3)	volledige instorting	ontwerpfout: stalen spanten voldoen qua sterkte, echter niet de boutverbindingen daarin. Deze kunnen maar weinig meer dan het e.g. dragen
13	bedrijfshal	1998	zadeldak, helling circa 5 graden; stalen spanten en dakplaten	16	TGB 1990 Veiligheids-klasse 2	1 spant geheel bezweken	ontwerpfout: boutverbinding in stalen kokerspant voldoet niet. Kan nauwelijks meer dan e.g. dragen
14	overkapping	1955	tentdak; stalen spanten, houten gordingen en –beschot	max. 50 + wind	TGB 1955: 75	volledige instorting	ontwerpfout: spanten onvoldoende sterkte. Gedrukte staven uitgeknikt.
15	opslagloods	onbe kend	houtconstructie met houten dak	55 - 60	TGB 1990	volledige instorting	oorspronkelijk ontwerp goed. Instorting veroorzaakt door latere mutaties (liggers ingezaagd e.d.)
16	bedrijfsgebouw	1965	plat dak; samengestelde houtconstrucuctie met houten dak	55 - 60	TGB 1955: 50 kg/m^2 gere-lateerd aan een toelaatbare houtspanning van 70 kg/cm^2 (huidige reken-waarde ca. 85 kg/m^2)	gedeeltelijke instorting	einde levensduur: gebrek aan onderhoud



	soort gebouw	bouw jaar	dakconstructie	opgetreden belasting	toetsbelasting, incl. belastingfactor	opgetreden schade	geconstateerde gebreken
17	bedrijfshal	1990	plat dak; gelamineerde houten liggers met houten dak (hergebruikte liggers van 1984)	55	TGB 1972: 75	gedeeltelijke instorting	gebouwd in afwijking van bouw-vergunning; constructie onvoldoende sterk. gelijmde vingerlassen bezweken; duurzaamheid lijm??
18	bedrijfshal	1997	sheddak; stalen vakwerken	55 - 60	TGB 1990: 73 (veiligheids-klasse 2)	gedeeltelijke instorting	redelijk correcte berekening. Niet geheel conform tekeningen uitgevoerd. Ernstige tekortkomingen in de uitvoering (dramatisch laswerk schoren vakwerk). Wellicht overschrijding normbelasting door (ophoping van) sneeuw.
19	opslag	1989	Romneyloods	58	TGB 1972: 75	volledig bezweken	te licht geconstrueerd, voldoet niet aan NEN 3850. Gebouwd als tijdelijke voorziening en daarna gedoogd door de gemeente
20	bedrijfsgebouw	1975	plat dak; staalconstructie met houten dak	69	TGB 1972: 75	extreme doorbuiging	oude (vakwerk) lichtmasten gebruikt als dakliggers. Onvoldoende sterk
21	school	1986	dak aula: staal, plat	tot 200 volgens gemeente	TGB 1972: 75	sterke doorbuiging	overbelasting door sneeuw
22	bedrijfsgebouw	< 1985	plat dak; stalen portaalspanten	in de buurt van norm-belasting	TGB 1972: 75	ernstige plastische vervorming	constructie voldoet niet aan norm: ontbreken kipsteunen en water-accumulatiegevoelig. door verbouwing aantasting constructie: reductie stijfheid portalen

Opmerkingen:

Het bouwjaar is in sommige gevallen slechts bij benadering aan te geven.
Het dakoppervlak van het bouwwerk is uitgedrukt in m².
De opgetreden belasting is uitgedrukt in kg/m² en is een benadering op basis van het aantal mm neerslag, in combinatie met een aanwezig sneeuwdek. Het betreft de maximale belasting die waarschijnlijk is opgetreden tot het moment van bezwijken.
a.c. = asbestcement
e.g. = eigen gewicht

De gebouwen zijn geanonimiseerd ter bescherming van de belangen van de eigenaars.

11 Meer informatie

Dit is een publicatie van het Ministerie van VROM

Inspectie
Regio Oost
Bezoekadres : Pels Rijckenstraat 1, Arnhem
Postadres : Postbus 136, 6800 AC Arnhem

www.vrom.nl

Publicatiedatum: mei 2006

Dit rapport bevat een zeer beknopte en vrije weergave van de wettelijke bepalingen.
Bij een geschil kunt u zich niet op deze publicatie beroepen.
Raadpleeg in zo'n geval altijd de wetten en regelingen zelf.