

praktijkrichtlijn

NPR 9998

Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: Geïnduceerde aardbevingen

Publicatie uitsluitend voor commentaar

Assesment of buildings in case of erection, reconstruction and disapproval - Basic rules for seismic actions; Induced earthquakes

februari 2015
ICS 91.080.01; 93.020

Commentaar vóór 2015-04-01

Dit document mag slechts op een stand-alone PC worden geïnstalleerd. Gebruik op een netwerk is alleen toestaan als een aanvullende licentieovereenkomst voor netwerkgebruik met NEN is afgesloten. This document may only be used on a stand-alone PC. Use in a network is only permitted when a supplementary license agreement for us in a network with NEN has been concluded.

VOORBEELD
Preview

Normcommissie 351001 "Technische Grondslagen voor Bouwconstructies"



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

DEZE PUBLICATIE IS AUTEURSRECHTELIJK BESCHERMD

Apart from exceptions provided by the law, nothing from this publication may be duplicated and/or published by means of photocopy, microfilm, storage in computer files or otherwise, which also applies to full or partial processing, without the written consent of the Netherlands Standardization Institute.

The Netherlands Standardization Institute shall, with the exclusion of any other beneficiary, collect payments owed by third parties for duplication and/or act in and out of law, where this authority is not transferred or falls by right to the Reproduction Rights Foundation.

Auteursrecht voorbehouden. Behoudens uitzondering door de wet gesteld mag zonder schriftelijke toestemming van het Nederlands Normalisatie-instituut niets uit deze uitgave worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van fotokopie, microfilm, opslag in computerbestanden of anderszins, hetgeen ook van toepassing is op gehele of gedeeltelijke bewerking.

Het Nederlands Normalisatie-instituut is met uitsluiting van ieder ander gerechtigd de door derden verschuldigde vergoedingen voor veelevoudiging te innen en/of daartoe in en buiten rechte op te treden, voor zover deze bevoegdheid niet is overgedragen c.q. rechtens toekomt aan de Stichting Reprorecht.

Although the utmost care has been taken with this publication, errors and omissions cannot be entirely excluded. The Netherlands Standardization Institute and/or the members of the committees therefore accept no liability, not even for direct or indirect damage, occurring due to or in relation with the application of publications issued by the Netherlands Standardization Institute.

Hoewel bij deze uitgave de uiterste zorg is nagestreefd, kunnen fouten en onvolledigheden niet geheel worden uitgesloten. Het Nederlands Normalisatie-instituut en/of de leden van de commissies aanvaarden derhalve geen enkele aansprakelijkheid, ook niet voor directe of indirecte schade, ontstaan door of verband houdend met toepassing van door het Nederlands Normalisatie-instituut gepubliceerde uitgaven.

Inhoud

| | |
|--|-----------|
| Voorwoord | 4 |
| 1 Algemeen | 6 |
| 1.1 Onderwerp en toepassingsgebied | 6 |
| 1.1.1 Algemeen | 6 |
| 1.1.2 Uitgangspunten van de NPR..... | 7 |
| 1.2 Verwijzingen | 8 |
| 1.3 Aannamen | 10 |
| 1.4 Definities..... | 10 |
| 1.4.1 Generieke definities voor alle Eurocodes | 10 |
| 1.4.2 Specifieke definities voor NPR 9998..... | 11 |
| 1.5 Symbolen en afkortingen | 13 |
| 1.6 SI-Eenheden | 16 |
| 2 Prestatie eisen en criteria voor beoordeling nieuwbouw, verbouw en afkeuren | 17 |
| 2.0 Algemeen | 17 |
| 2.1 Fundamentele eisen..... | 17 |
| 3 Bodemcondities en seismische belastingen | 20 |
| 3.1 Bodemcondities..... | 20 |
| 3.1.1 Algemeen | 20 |
| 3.1.2 Identificatie van bodemtypes..... | 20 |
| 3.2 Seismische belastingen | 21 |
| 3.2.1 Aan te houden versnellingen..... | 21 |
| 3.2.2 Representatie van de seismische belasting..... | 22 |
| 3.2.3 Alternatieve beschrijvingen van de seismische belastingen..... | 26 |
| 3.2.4 Combinatie van de seismische belastingen met andere belastingen..... | 27 |
| 4 Ontwerp, herontwerp en beoordeling van gebouwen | 28 |
| 4.1 Algemeen | 28 |
| 4.2 Karakteristieken van aardbevingsbestendige gebouwen | 28 |
| 4.2.1 Basisprincipes van het conceptuele ontwerp..... | 28 |
| 4.2.2 Primaire en secundaire seismische elementen..... | 28 |
| 4.2.3 Criteria voor constructieve regelmatigheid..... | 28 |
| 4.2.4 Combinatie coëfficiënten voor variabele acties..... | 31 |
| 4.3 Constructieve berekening..... | 32 |
| 4.3.1 Modelleren..... | 32 |
| 4.3.2 Toevallige torsie-effecten | 33 |
| 4.3.3 Rekenmethodes..... | 33 |
| 4.3.4 Verplaatsingsberekening..... | 40 |
| 4.3.5 Niet constructieve elementen, zijnde constructieve elementen waarvan het bezwijken niet leidt tot voortschrijdende instorting..... | 40 |
| 4.3.6 Niet constructieve elementen, zijnde de echt niet constructieve elementen..... | 41 |
| 4.4 Beoordeling van de constructieve veiligheid..... | 41 |
| 4.4.1 Algemeen | 41 |
| 4.4.2 Uiterste grenstoestand | 41 |
| 4.5 Toepassing trillingsisolatie | 45 |
| 4.6 Beoordeling en maatregelen bestaande bouw, aanvullende bepalingen..... | 45 |
| 4.6.1 Algemeen | 45 |
| 4.6.2 Beoordeling individueel gebouw | 45 |
| 4.6.3 Beoordeling van een groep van gebouwen | 46 |
| 4.6.4 Maatregelen (Versterking, verbouw of sloop)..... | 46 |
| 5 Specifieke regels voor betonconstructies | 47 |
| 5.1 Nieuwbouw..... | 47 |
| 5.1.1 Algemeen | 47 |
| 5.1.2 Aanvullende aanwijzingen voor het toetsen – Push-over berekening | 49 |
| 5.1.3 Aanvullende aanwijzingen voor het toetsen – Materiaaleigenschappen | 49 |
| 5.1.4 Aanvullende aanwijzingen voor het toetsen – Berekeningsmethoden | 49 |
| 5.2 Verbouw | 50 |
| 5.3 Bestaande bouw..... | 51 |

| | | |
|--------------------------------|--|------------|
| 5.3.1 | Algemeen | 51 |
| 5.3.2 | Materiaaleigenschappen | 51 |
| 6 | Specifieke regels voor staalconstructies | 52 |
| 6.1 | Nieuwbouw | 52 |
| 6.2 | Verbouw | 53 |
| 6.3 | Bestaande bouw | 53 |
| 7 | Specifieke regels voor staal-beton-constructies | 54 |
| 7.1 | Nieuwbouw | 54 |
| 7.2 | Verbouw | 55 |
| 7.3 | Bestaande bouw | 55 |
| 8 | Specifieke regels voor houtconstructies | 56 |
| 8.1 | Nieuwbouw | 56 |
| 8.1.1 | Algemeen | 56 |
| 8.1.2 | Aanvullende bepalingen voor stalen verbindingsmiddelen | 61 |
| 8.1.3 | Aanvullende bepalingen voor plaatmateriaal (stabiliteitsvoorziening) | 61 |
| 8.1.4 | Aanvullende bepalingen ten aanzien van berekeningen | 61 |
| 8.2 | Verbouw | 62 |
| 8.3 | Bestaande bouw | 62 |
| 9 | Specifieke regels voor metselwerkconstructies | 63 |
| 9.1 | Nieuwbouw | 63 |
| 9.1.1 | Algemeen | 63 |
| 9.1.2 | Aanvullende aanwijzingen voor het toetsen – Push-over berekening | 67 |
| 9.1.3 | Aanvullende aanwijzingen voor het toetsen - Materiaaleigenschappen | 68 |
| 9.1.4 | Aanvullende aanwijzingen voor het toetsen - Berekeningsmethoden | 69 |
| 9.1.5 | Aanvullende aanwijzingen voor het toetsen - stabiliteitswanden belast op afschuifkrachten | 70 |
| 9.2 | Verbouw | 71 |
| 9.3 | Bestaande bouw | 71 |
| 10 | Specifieke regels voor funderingen | 72 |
| 10.1 | Algemeen | 72 |
| 10.2 | Fundering op staal (aanvulling op hoofdstuk 5 van EN1998-5) | 72 |
| 10.2.1 | Algemeen | 72 |
| 10.2.2 | Fundering op kelder | 74 |
| 10.2.3 | Toetsing van de zetting van de fundering op staalkelder | 74 |
| 10.3 | Fundering op palen (aanvulling op hoofdstuk 5 van NEN-EN1998-5) | 75 |
| 10.3.1 | Methode | 75 |
| 10.3.2 | Stabiliteit tijdens de aardbeving | 75 |
| 10.3.3 | Stabiliteit na aardbeving | 76 |
| 10.3.4 | Paal-Grond constructie interactie | 76 |
| 10.4 | Earth retaining structures | 77 |
| 10.5 | NDP's en status van bijlagen EN 1998-5 | 77 |
| Bijlage A (informatief) | Inspectieprotocol voor het beoordelen van bestaande woningbouw | 79 |
| Bijlage B (informatief) | Versterkingsmaatregelen | 83 |
| Bijlage C (informatief) | Toepassing van deze NPR voor grote aantallen bouwwerken | 93 |
| Bijlage D (informatief) | Aardbevingen (achtergrond) | 95 |
| Bijlage E (informatief) | Criterium voor verweking zand | 96 |
| Bijlage F (informatief) | Bepaling zakking door verdichting | 104 |

Voorwoord

In Noord Nederland komen aardbevingen voor die ontstaan ten gevolge van het inklinken van de grond op relatief geringe diepte onder het aardoppervlak, met als oorzaak de winning van gas uit het Groninger gasveld. Deze zogenaemde “geïnduceerde” aardbevingen onderscheiden zich van de in de wereld veel voorkomende en algemeen bekende “tektonische” aardbevingen, die optreden ten gevolge van grondbewegingen in de diepe aardkorst.

Het feit dat met geïnduceerde bevingen veel minder ervaring bestaat dan met tektonische bevingen, alsmede het gegeven dat het grootste deel van de gebouwen in Noord Nederland bestaat uit ongewapend metselwerk, heeft er toe geleid dat deze Nederlandse Praktijkrichtlijn (NPR) voor het ontwerpen en beoordelen van aardbevingsbestendigheid van te bouwen en bestaande gebouwen is opgesteld.

Een richtlijn voor aardbevingen bestaat in Nederland nog niet, omdat tot nu toe werd aangenomen dat de huidige wijze van bouwen volgens de vigerende publiekrechtelijke voorschriften, ook bij de in Nederland voorkomende aardbevingen voldoende garantie geeft voor de constructieve veiligheid.

In de Europese normalisatie wordt aandacht besteed aan het aardbevingsbestendig construeren in Eurocode 8. Deze normenreeks is in Nederland, om de eerder genoemde reden, nog niet wettelijk voorgeschreven. Er zijn daarom ook geen Nationale Bijlagen opgesteld, waarin voor de afzonderlijke delen van Eurocode 8 de nationale parameters en eventueel aanvullende informatie zijn gegeven. Het toesnijden van de afzonderlijke delen van Eurocode 8 op de Nederlandse situatie, waar onderscheid moet worden gemaakt in geïnduceerde en tektonische aardbevingen, vereist een gedegen studie waarmee naar schatting een periode van drie jaar zal zijn gemoed. Deze periode is te lang om de actuele vragen uit het Noorden van het land het hoofd te kunnen bieden. Daarom wordt beoogd met deze Nederlandse praktijkrichtlijn de belanghebbenden een eerste houvast te geven bij nieuwbouw en ook richting te geven aan het herstel van bestaande bouwconstructies met onvoldoende veiligheid.

OPMERKING Deze NPR heeft niet de status van een Nationale bijlage.

De NPR biedt oplossingen voor gebouwen die optredende aardbevingen in Noord Nederland als gevolg van de winning van gas kunnen ontstaan zonder dat de constructieve veiligheid in het geding is. Oplossingen die voldoen aan deze richtlijn voldoen dus aan de betrouwbaarheidseisen als beschreven in NEN-EN 1990 voor nieuw te bouwen bouwconstructies voor gebouwen en in NEN 8700 voor bestaande en te verbouwen bouwconstructies voor gebouwen. Dit sluit niet uit dat andere oplossingen die minder conservatief zijn ontworpen desondanks toch een voldoende mate van betrouwbaarheid kunnen bezitten. Dat moet van geval tot geval worden aangetoond. Op termijn zullen daarvoor de afzonderlijke delen van Eurocode 8 met hun nationale bijlagen beschikbaar zijn.

Deze ontwerp NPR is opgesteld onder verantwoordelijkheid van werkgroep 3510010101 'Aardbevingen', en na instemming van de normsubcommissie 35100101 'TGB Basiseisen en Belastingen', aanvaard door de normcommissie 351001 'TGB Plenaire'.

Op het ogenblik van publicatie van dit document was de werkgroep als volgt samengesteld:

| | |
|--|--|
| prof.dr.ir. J.C. Walraven (voorzitter) | TU Delft |
| prof.ir. F.S.K. Bijlaard | TU Delft |
| dr. B. Dost | KNMI |
| dr. T. van Eck | KNMI |
| ir. F.B.J. Gijbers | TNO |
| ir. M. de Hertog | Arup B.V. |
| ir. D. den Hertog | NAM |
| ir. B. Hospers | Shell Global Solution International |
| prof.dr.ir. A.J.M. Jorissen | SHR Hout Research, TU Eindhoven |
| dr. D.A. Kraaijpoel | KNMI |
| dr.ir. M. Korff | Deltares |
| prof.dr.ir. J. Paul | Arup B.V., TU Delft |
| prof.dr.ir. J.G. Rots | TU Delft |
| dr.ir. N.P.M. Scholten | Stichting ERB |
| prof.dr.ir. R.D.J.M. Steenbergen | TNO |
| prof.ir. A.C.W.M. Vrouwenfelder | TNO |
| prof.ir. S.N.M. Wijte | Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V., TU Eindhoven |
| ir. M.L. Lurvink (secretaris) | NEN |

Het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties werd vertegenwoordigd door: ir. M. Balk.

Het ministerie van Economische Zaken werd vertegenwoordigd door: drs. J.H. Giesen.

Commentaar op dit ontwerp kan tot 1 april 2015 worden ingediend via www.normontwerpen.nen.nl.

Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen

1 Algemeen

1.1 Onderwerp en toepassingsgebied

1.1.1 Algemeen

Deze NPR geeft, vooruitlopend op de publicatie van de nationale bijlagen van de afzonderlijke delen van NEN-EN 1998 (Eurocode 8) een serie normbladen voor het aantonen van aardbevingsbestendigheid van bouwwerken, een praktische, doch mogelijk enigszins conservatieve invulling om tot voldoende aardbevingsbestendigheid van gebouwen te komen, zowel voor nieuwbouw als voor bestaande bouw.

De NPR is bedoeld om te worden toegepast op bouwconstructies van gebouwen vallend in de gevolgklassen 1, 2 of 3 volgens NEN-EN 1990 of de gevolgklassen 1a, 1b, 2 en 3 volgens NEN 8700. Voor bouwconstructies van gebouwen vallend in gevolgklasse 1a wordt aardbevingsbestendigheid niet noodzakelijk geacht, in overeenkomst met identieke, nieuw te bouwen gebouwen. De NPR is geschikt om te worden toegepast voor bouwconstructies van gebouwen die bestaan uit beton, metselwerk, staal, hout, of een combinatie daarvan.

De NPR bevat een inspectieprotocol voor het bepalen van de bouwkundige conditie, op grond waarvan, met behulp van literatuuronderzoek, metingen in situ, berekeningen en voorbeeldoplossingen, aanbevelingen kunnen worden gedaan voor zodanige verbeteringen van bouwconstructies dat deze aardbevingsbestendig zijn.

OPMERKING 1 Deze NPR gaat over constructieve aspecten. Naast constructieve aspecten kunnen in voorkomende gevallen beperkingen gelden op grond van lokaal geldende welstandseisen of andere wettelijke bepalingen, zoals bijvoorbeeld de Monumentenwet. Toepassing van deze NPR is derhalve geen garantie dat een bepaalde oplossing in een concrete situatie ook daadwerkelijk mag worden toegepast.

Bepaalde typen scheurvorming in de bouwconstructie, evenals overmatige scheefstand of verzakking als gevolg van aardbevingsbelastingen worden vanwege de gewenste bruikbaarheid van het gebouw maatschappelijk veelal niet geaccepteerd, maar worden in deze NPR niet beschouwd als zij de menselijke veiligheid niet in gevaar brengen.

Geotechnische constructies zoals funderingen op staal of palen zijn van essentieel belang voor de constructieve veiligheid van het bouwwerk. Rekenregels voor de beoordeling daarvan zijn opgenomen in deze NPR.

Andere gebouw-gerelateerde ondergrondse constructies, zoals gas- en dataleidingen of rioleringen vallen niet onder de constructieve veiligheid van het bouwwerk en zijn derhalve niet meegenomen, ondanks mogelijke (milieu) overlast als gevolg van bijvoorbeeld kapotte rioolafvoerleidingen.

Deze NPR is niet bedoeld om te beoordelen of een beschadigde bouwconstructie na een aardbeving in staat is de wettelijk voorgeschreven belastingen gedurende de nog resterende restlevensduur met voldoende veiligheid te weerstaan. Deze NPR richt zich slechts op de constructieve veiligheid van een constructie tijdens en direct na een aardbeving. Los van de inhoud van deze NPR moet de bouwconstructie eventueel in gescheurde toestand wel voldoen aan de wettelijke eisen voor bouwconstructies.

OPMERKING 2 Deze wettelijke eisen zijn vastgelegd in paragraaf 2.1.2 van het Bouwbesluit 2012 met verwijzing naar NEN 8700.

Nagestreefd wordt dat met het toepassen van de NPR een dermate grote betrouwbaarheid van de bouwconstructie wordt bereikt (constructieve veiligheid), dat bouwconstructies, die worden beoordeeld en aangepast op basis van deze NPR, in de toekomst na een eventueel aansturen van aardbevingsbelastingen door de bouwregelgeving in beginsel niet opnieuw hoeven te worden beoordeeld en aangepast.

OPMERKING 3 Mocht op termijn de magnitude van de aardbevingsbelasting groter worden dan de waarde waarvan in deze NPR is uitgegaan dan zal moeten worden bezien of aanvullende voorzieningen noodzakelijk zijn.

In de NPR wordt onderscheid gemaakt in een drietal betrouwbaarheidsniveaus, te weten:

- a. Het niveau dat geldt voor nieuw te bouwen gebouwen (daaronder begrepen het geheel vernieuwen);
- b. Het niveau dat geldt bij verbouw van bestaande gebouwen;
- c. Het niveau dat geldt om vast te stellen of een bestaande bouwconstructie van een gebouw nog een voldoende mate van betrouwbaarheid bezit ten aanzien van menselijke veiligheid.

OPMERKING 4 Voor de achtergrond van deze betrouwbaarheidsniveaus wordt verwezen naar het TNO rapport [TNO 2013 R12071] dat een aanvulling is op het rapport TNO-060-DTM-2011-03086.

1.1.2 Uitgangspunten van de NPR

1.1.2.1 Algemeen

Deze NPR legt de beginselen, toepassingsregels en bepalingsmethoden vast voor de beoordeling van de betrouwbaarheid onder aardbevingsbelastingen van:

- a) een op te richten bouwconstructie van een nieuw gebouw, dan wel het geheel vernieuwen van een gebouw ;
- b) een gedeeltelijke vernieuwing, verandering of vergroting (verbouwing of versterking) van een bestaand gebouw;
- c) een bestaand gebouw.

Deze NPR is bedoeld om te worden gebruikt in samenhang met de normen voor het bepalen en aantonen van de constructieve betrouwbaarheid voor het bouwen (nieuwbouw: NEN-EN 1990 t.m. NEN-EN 1999 en voor bestaande bouw NEN 8700 en NEN 8701) en voor het bepalen van het afkeurniveau van bestaande constructies: NEN 8700 en NEN 8701.

Het toepassingsgebied van deze NPR is beperkt tot Noord-Nederland voor zover daar geïnduceerde aardbevingen als gevolg van gaswinning in het Groninger gasveld optreden.

OPMERKING 1 De uitwerkingen van de basisprincipes in deze NPR zijn primair van toepassing op gebouwen met een regelmatig constructief patroon.

OPMERKING 2 Gelet op de nog beperkte ervaringen met deze materie in Nederland moet rekening worden gehouden met mogelijke aanpassingen in de nabije toekomst op basis van voortschrijdend inzicht.

1.1.2.2 Veiligheidsfilosofie

De veiligheidsfilosofie vormt het kerndeel van elke discussie omtrent betrouwbaarheid van constructies, zo ook in relatie tot aardbevingsbestendigheid. In het kader van de NPR is bepaald welke economische en maatschappelijke gevolgen als acceptabel beschouwd mogen worden en welke betrouwbaarheidsindices en veiligheidsparameters en –factoren daarbij horen, waarbij onderscheid wordt gemaakt naar nieuwbouw, verbouw en afkeuren.

De veiligheidsfilosofie die ten grondslag ligt aan deze NPR sluit qua werkwijze en keuzes in beginsel aan bij die welke voor andere belastingen in NEN 8700 voor bestaande en in NEN-EN 1990 voor nieuwe constructies is gevolgd. Daar waar door de aard van de seismische belasting specifieke keuzes gemaakt moeten worden is dit aangegeven.

OPMERKING 1 De Bouwbesluitwetgever heeft zich geconformeerd aan de veiligheidsfilosofie.

OPMERKING 2 Het basisuitgangspunt is een maximaal aanvaardbaar Individueel Risico van 10^{-5} . Dit impliceert niet dat als daar niet aan is voldaan onmiddellijke instorting volgt als gevolg van een optredende aardbevingsbelasting.

1.1.2.3 Normenserie NEN-EN 1998 (Eurocode 8)

In deze NPR zijn eerste aanzetten voor nationale bijlagen bij Eurocode 8 gegeven.

OPMERKING De Eurocode 8-serie is door het Europese normalisatie instituut (CEN) ontwikkeld voor het ontwerpen en toetsen van bouwwerken op aardbevingsbelastingen. Bij deze normserie horen nationale bijlagen, waarin door het vaststellen van zogeheten nationale parameters (NDP's) en eventueel het toevoegen van nationale aanvullende, niet conflicterende bepalingen het nationaal gewenste betrouwbaarheidsniveau kan worden vastgesteld. Deze bijlagen zijn voor Nederland nog niet vastgesteld.

1.1.2.4 NEN 8700

NEN 8700 is op dit moment niet toegesneden op de beoordeling van bouwconstructies tegen aardbevingsbelastingen. Deze NPR kan gezien worden als een aanzet voor de benodigde aanpassingen van NEN 8700 in verband met aardbevingen.

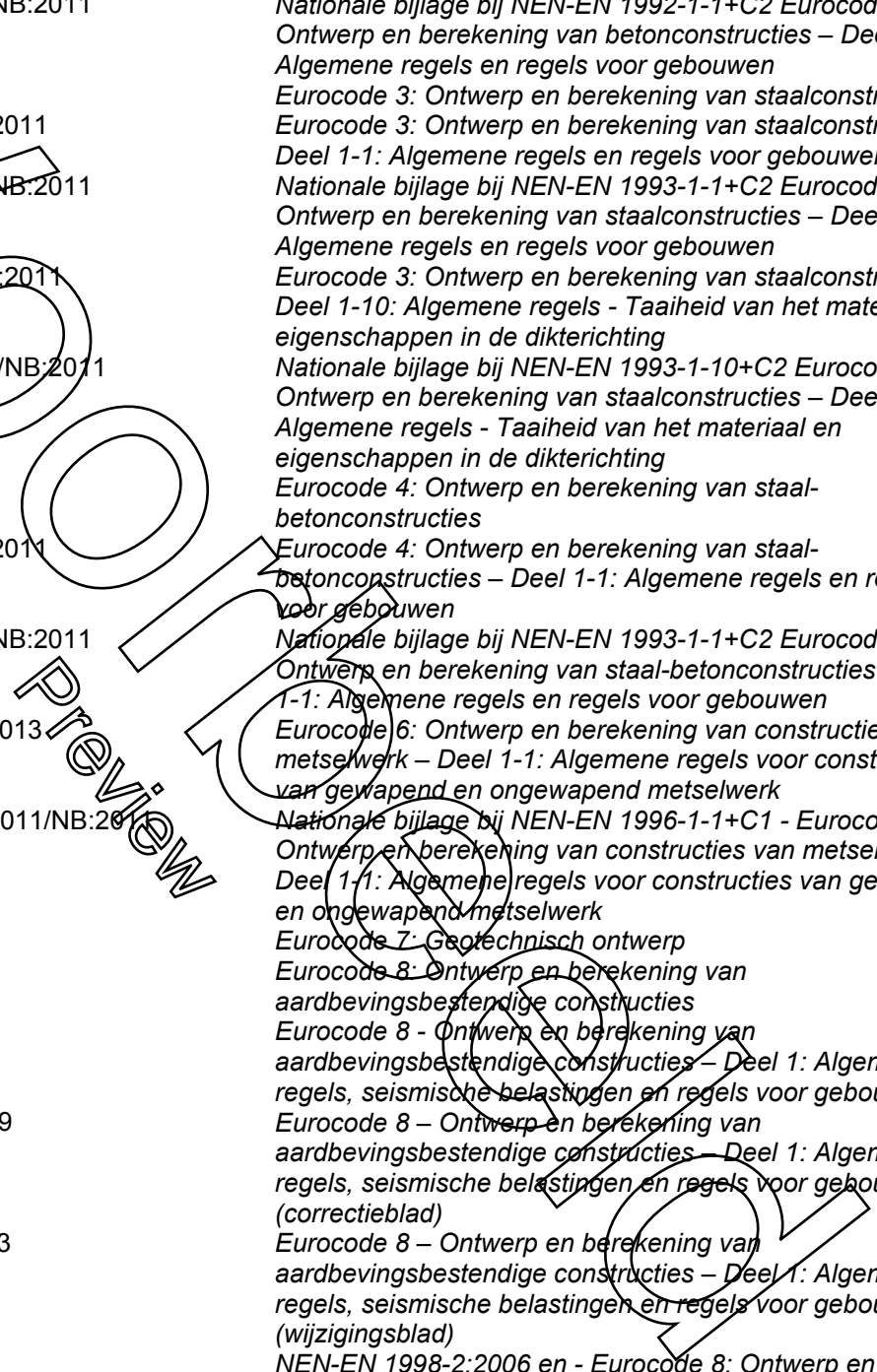
OPMERKING NEN 8700 is bedoeld te worden toegepast bij de beoordeling van bestaande gebouwen (zowel de staat van een ongewijzigd gebouw als de verbouw (gedeeltelijke vernieuwen, vernieuwen of vergroten) daarvan). Deze norm sluit aan op de Eurocodes die voor geheel nieuw op te richten en geheel te vernieuwen bouwwerken van toepassing zijn. Verbouwprojecten waar constructieve ingrepen worden gedaan worden vanuit het Bouwbesluit 2012 door toetsende instanties op grond van deze norm beoordeeld.

1.2 Verwijzingen

De volgende documenten waarnaar is verwezen zijn onmisbaar voor de toepassing van dit document. Bij gedateerde verwijzingen is alleen de aangehaalde versie van toepassing.

| | |
|-----------------------------------|---|
| ISO 1000:1992 | <i>Steenheden en aanbevelingen voor het gebruik van hun veelvouden en van bepaalde andere eenheden</i> |
| ISO 1000:1992/Amd 1:1998 | <i>Steenheden en aanbevelingen voor het gebruik van hun veelvouden en van bepaalde andere eenheden (wijzigingsblad)</i> |
| NEN-EN 338:2009 | <i>Hout voor constructieve toepassingen - Sterkteklassen</i> |
| NEN-EN 772-1:2011 | <i>Beproevingmethoden voor metselstenen - Deel 1: Bepaling van de druksterkte</i> |
| NEN-EN 1052-serie | <i>Beproevingmethoden voor metselwerk</i> |
| NEN-EN 1052-1:1998 | <i>Beproevingmethoden voor metselwerk - Deel 1: Bepaling van de druksterkte</i> |
| NEN-EN 1052-2:1999 | <i>Beproevingmethoden voor metselwerk - Deel 2: Bepaling van de buigtreksterkte</i> |
| NEN-EN 1052-3:2002 | <i>Beproevingmethoden voor metselwerk - Deel 3: Bepaling van de initiële schuifsterkte</i> |
| NEN-EN 1052-4:2000 | <i>Beproevingmethoden voor metselwerk - Deel 4: Bepaling van de schuifsterkte ter plaatse van een dampdichte laag</i> |
| NEN-EN 1052-5:2005 | <i>Beproevingmethoden voor metselwerk - Deel 5: Bepaling van de hechtsterkte met de hefboomproef</i> |
| NEN-EN 1990 | <i>Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp</i> |
| NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011 | <i>Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp</i> |
| NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011 | <i>Nationale bijlage bij NEN-EN 1990+A1+A1/C2: Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp</i> |
| NEN-EN 1991-serie | <i>Eurocode 1: Belastingen op constructies</i> |
| NEN-EN 1991-1-1+C1:2011 | <i>Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen</i> |
| NEN-EN 1991-1-1+C1:2011/NB:2011 | <i>Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-1+C1: Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-1: Algemene belastingen - Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen</i> |
| NEN-EN 1991-1-7+C1:2011 | <i>Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-7: Algemene belastingen - Buitengewone belastingen: stootbelastingen en ontploffingen</i> |

| | |
|---------------------------------|--|
| NEN-EN 1991-1-7+C1:2011/NB:2011 | <i>Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-7+C1: Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-7: Algemene belastingen - Buitengewone belastingen: stootbelastingen en ontploffingen</i> |
| NEN-EN 1992-serie | <i>Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies</i> |
| NEN-EN 1992-1-1+C2:2011 | <i>Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen</i> |
| NEN-EN 1992-1-1+C2/NB:2011 | <i>Nationale bijlage bij NEN-EN 1992-1-1+C2 Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen</i> |
| NEN-EN 1993-serie | <i>Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies</i> |
| NEN-EN 1993-1-1+C2:2011 | <i>Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen (</i> |
| NEN-EN 1993-1-1+C2/NB:2011 | <i>Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-1+C2 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen</i> |
| NEN-EN 1993-1-10+C2:2011 | <i>Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-10: Algemene regels - Taaiheid van het materiaal en eigenschappen in de dikterichting</i> |
| NEN-EN 1993-1-10+C2/NB:2011 | <i>Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-10+C2 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-10: Algemene regels - Taaiheid van het materiaal en eigenschappen in de dikterichting</i> |
| NEN-EN 1994-serie | <i>Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies</i> |
| NEN-EN 1994-1-1+C2:2011 | <i>Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen</i> |
| NEN-EN 1994-1-1+C2/NB:2011 | <i>Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-1+C2 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen</i> |
| NEN-EN 1996-1-1+A1:2013 | <i>Eurocode 6: Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk – Deel 1-1: Algemene regels voor constructies van gewapend en ongewapend metselwerk</i> |
| NEN-EN 1996-1-1+C1:2011/NB:2011 | <i>Nationale bijlage bij NEN-EN 1996-1-1+C1 - Eurocode 6 - Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk - Deel 1-1: Algemene regels voor constructies van gewapend en ongewapend metselwerk</i> |
| NEN-EN 1997-serie ¹⁾ | <i>Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp</i> |
| NEN-EN 1998-serie | <i>Eurocode 8: Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies</i> |
| NEN-EN 1998-1:2005 | <i>Eurocode 8 - Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies – Deel 1: Algemene regels, seismische belastingen en regels voor gebouwen</i> |
| NEN-EN 1998-1/C1:2009 | <i>Eurocode 8 – Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies – Deel 1: Algemene regels, seismische belastingen en regels voor gebouwen (correctieblad)</i> |
| NEN-EN 1998-1/A1:2013 | <i>Eurocode 8 – Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies – Deel 1: Algemene regels, seismische belastingen en regels voor gebouwen (wijzigingsblad)</i> |
| NEN-EN 1998-2:2006 | <i>NEN-EN 1998-2:2006 en - Eurocode 8: Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - Deel 2: Bruggen</i> |
| NEN-EN 1998-2:2006/A1:2009 | <i>NEN-EN 1998-2:2006 en - Eurocode 8: Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - Deel 2: Bruggen (wijzigingsblad)</i> |



| | |
|----------------------------------|---|
| NEN-EN 1998-2:2006/C1:2010 | <i>NEN-EN 1998-2:2006 en - Eurocode 8: Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - Deel 2: Bruggen (correctieblad)</i> |
| NEN-EN 1998-2:2006/A2:2011 | <i>NEN-EN 1998-2:2006 en - Eurocode 8: Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - Deel 2: Bruggen (wijzigingsblad)</i> |
| NEN-EN 1998-3:2005 | <i>Eurocode 8: Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - Deel 3: Beoordeling en vernieuwing van gebouwen</i> |
| NEN-EN 1998-3:2005/C1:2010 | <i>Eurocode 8: Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - Deel 3: Beoordeling en vernieuwing van gebouwen (correctieblad)</i> |
| NEN-EN 1998-3:2005/C2:2013 | <i>Eurocode 8: Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - Deel 3: Beoordeling en vernieuwing van gebouwen (correctieblad)</i> |
| NEN-EN 1998-5:2005 | <i>Eurocode 8 - Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - Deel 5: Funderingen, grondkerende constructies en geotechnische aspecten</i> |
| NEN-EN 1999-serie | <i>Eurocode 9: Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies</i> |
| NEN-EN 14080:2013 | <i>Houtconstructies - Gelijmd gelamineerd hout en gelijmd massief hout</i> |
| NEN 8700-serie | <i>Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren</i> |
| NEN 8700:2011 | <i>Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Grondslagen</i> |
| NEN 8701:2011 | <i>Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouwen en afkeuren – Belastingen</i> |
| NEN 9997-1+C1:2012 ¹⁾ | <i>Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels</i> |
| NPR 9096-1-1:2012 | <i>Steenconstructies - Eenvoudige ontwerpregels, gebaseerd op NEN-EN 1996-1-1+C1</i> |

1.3 Aannamen

In aanvulling op de relevante aannamen in NEN-EN 1990 en NEN 8700 geldt voor de beoordeling van de veiligheid ten aanzien van aardbevingen dat alle wijzigingen in een constructie moeten zijn doorgerekend, ook als dit (lokale) versterkingen betreft.

1.4 Definities

1.4.1 Generieke definities voor alle Eurocodes

De termen en definities van NEN-EN 1990 en NEN 8700 zijn van toepassing. Dat geldt ook voor de termen en definities uit de NEN-EN 1998-serie voor zover hierna niet anders vermeld.

1.4.1.1 gebouw

elk bouwwerk, dat een voor mensen toegankelijke overdekte geheel of gedeeltelijk met wanden omsloten ruimte vormt

OPMERKING Deze omschrijving is gelijkloidend aan die in de Woningwet.

1) NEN-EN 1997-1+C1:2012 is geconsolideerd met de nationale bijlage NEN-EN 1997-1+C1:2012/NB:2012 uitgebracht als NEN 9997-1+C1:2012 *Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels*. In deze NPR wordt verwezen naar NEN 9997-1, echter daarvoor mag NEN-EN 1997-1+C1:2012 en de nationale bijlage worden gelezen (en vice versa).

1.4.2 Specifieke definities voor NPR 9998

Voor de toepassing van deze norm gelden de volgende termen en definities.

1.4.2.1

magnitude

maat voor de sterkte van de aardbeving, meestal uitgedrukt als getal op de schaal van Richter of als momentmagnitude

OPMERKING De momentmagnitudeschaal (vaak afgekort tot MMS; ook genoteerd als M_w , waarin w staat voor de verrichte arbeid) is een schaal die door seismologen wordt gebruikt om de kracht van aardbevingen te meten. De schaal meet deze kracht aan de hand van de vrijgekomen energie. De magnitude is gebaseerd op het moment van de aardbeving, welke gelijk is aan de starheid van de aarde, vermenigvuldigd met de gemiddelde verzakking van de breuk en de omvang van het gebied dat is verzakt.

De schaal werd ontwikkeld in de jaren 70 van de 20e eeuw als opvolger van de schaal van Richter, M_L . De momentmagnitudeschaal is nu de primaire schaal die door het United States Geological Survey wordt gebruikt voor het meten van elke grote aardbeving.

Net als bij de schaal van Richter, is de MMS een logaritmische schaal; de kracht van een aardbeving neemt met een factor 31,6 toe per nummer

1.4.2.2

piekgrondversnelling

hoogste waarde van de versnelling aan het maaiveld tijdens een aardbeving.

1.4.2.3

intensiteit

maat voor de gevolgen van de aardbeving aan maaiveld, kwalitatieve schaal

1.4.2.4

terugkeertijd

een omgekeerde maat voor de jaarlijkse kans op een extreme gebeurtenis (waterstand, piekgrondversnelling). Hoe groter de terugkeertijd, hoe kleiner de jaarlijkse kans op de gebeurtenis

1.4.2.5

respons spectrum

maximale respons van een constructie op een aardbeving als functie van de eigen periode of eigen frequentie, niet te verwarren met Fourier spectrum

1.4.2.6

gedragsfactor

factor om de krachten volgens een lineaire berekening te reduceren op basis van de vervormingcapaciteit van de constructie

1.4.2.7

capaciteitsmethode

methode om ervoor te zorgen dat niet-dissipatieve elementen sterker zijn dan de dissipatieve

1.4.2.8

dissipatieve constructie-onderdelen

constructie-onderdelen die in staat zijn om energie te dissiperen door middel van ductiel hysteretisch responsgedrag

1.4.2.9

energie-dissipatiezone

vooraf bepaalde delen van een dissipatieve constructie waar de dissipatieve vermogens voornamelijk gesitueerd zijn

1.4.2.10

dynamisch onafhankelijke eenheid

deel van een bouwconstructie dat rechtstreeks wordt onderworpen aan de groundbeweging en waarvan het responsgedrag niet beïnvloed wordt door het (respons)gedrag van aangrenzende eenheden of bouwconstructies

1.4.2.11

belangrijkeheidsfactor

factor waarmee de belasting wordt vermenigvuldigd bij hogere of lagere belangrijkheid van de bouwconstructie ten opzicht van de standaard

1.4.2.12

niet constructief element

a. constructief element, niet behorend tot de hoofdstructuur

constructief element, dat, ofwel wegens gebrek aan sterkte ofwel wegens de manier waarop het verbonden is aan de hoofdstructuur, niet mag worden beschouwd als een bouwconstructie dat weerstand biedt aan een aardbevingsbelasting ter voorkoming van voortschrijdende instorting

OPMERKING De nadere uitwerking is te vinden in 4.3.5.

b. op zichzelf niet constructief element

architectonisch of elektrisch element, dat, ofwel wegens gebrek aan sterkte ofwel wegens de manier waarop het verbonden is met de bouwconstructie bij een aardbeving kan leiden tot een of meer slachtoffers

OPMERKING De nadere uitwerking is te vinden in 4.3.6

1.4.2.13

primaire seismische elementen

elementen die beschouwd worden als deel van het constructief systeem dat de seismische belasting weerstand biedt

1.4.2.14

secundaire seismische elementen

elementen die niet beschouwd worden als deel van het systeem dat weerstand biedt aan de seismische belastingen

OPMERKING In sommige gevallen kan een seismische analyse van dergelijke elementen wel zinvol zijn.

1.4.2.15

fragility curve

curve die de kans weergeeft op een bepaalde mate van fysieke schade (scheuren, bezwijken, verzakken, vastlopen) als functie van de sterkte van de aardbeving

1.4.2.16

gedeeltelijke verweking

situatie waarbij er wateroverspanning ontstaat, maar nog wel een deel van de korrelspanning overblijft

1.4.2.17

liquefactie

andere term voor verweking (anglicisme)

1.4.2.18

relatieve wateroverspanning

verhouding tussen wateroverspanning en de effectieve spanning aan begin van de aardbeving: bij volledige verweking is de relatieve wateroverspanning 1

1.4.2.19

verweking

verlies van sterkte en stijfheid in zand door wateroverspanning en daarmee gepaard gaande reductie van effectieve spanning

1.4.2.20**volledige verweking**

situatie waarbij de wateroverspanning in de ondergrond zo groot wordt dat er geen korrelspanning meer overblijft

1.4.2.21**wateroverspanning**

tijdelijke extra waterspanning in de poriën tussen gronddeeltjes, die kan worden veroorzaakt door snelle schuifspanningswisselingen tijdens een aardbeving

1.4.2.22**aardbevingsbestendig**

gebouwen zijn volgens deze NPR aardbevingsbestendig als de kans dat er slachtoffers vallen door lokaal of globaal bezwijken voldoende klein is

1.4.2.23**hoofdstructuur**

bouwconstructie of samenstel van constructieve onderdelen (primaire seismische elementen) waarvan bezwijken leidt tot schade die niet in verhouding staat tot de oorzaak

1.5 Symbolen en afkortingen

De symbolen aangegeven in NEN-EN 1990, paragraaf 1.6, zijn van toepassing. Voor materiaal-gerelateerde symbolen, en ook voor symbolen die niet specifiek gelden voor aardbevingsbelastingen, zijn de bepalingen van de relevante Eurocode delen van toepassing.

In deze NPR worden de hieronder gegeven symbolen en namen van grootheden gehanteerd.

Symbolen gebruikt in Hoofdstukken 2 en 3

| | |
|-------------|--|
| A_{Ed} | rekenwaarde van de seismische belasting ($= \gamma_1 A_{Ek}$) |
| A_{Ek} | karakteristieke waarde van de seismische belasting voor de referentie-herhalingstijd |
| E_d | rekenwaarde van belastingseffecten |
| N_{SPT} | aantal slagen bij het gestandaardiseerd testen van het doordringingsvermogen van de bodem ("SPT" test) |
| P_{NCR} | referentie overschrijdingskans over een periode van 50 jaar bij de referentie seismische belasting behorend bij de eis van niet-bezwijken |
| Q | veranderlijke belasting |
| $S_e(T)$ | elastisch respons spectrum voor de horizontale grondversnelling, ook aangeduid als "elastisch respons spectrum". Voor $T=0$, is de spectrale versnelling van dit spectrum gelijk aan de rekenwaarde van de grondversnelling voor bodemtype A vermenigvuldigd met de grondfactor S . |
| $S_{ve}(T)$ | elastisch respons spectrum voor de verticale grondversnelling |
| $S_{De}(T)$ | elastisch respons spectrum voor de verplaatsing |
| $S_d(T)$ | ontwerpspectrum (voor elastische berekening). Voor $T=0$, is de spectrale versnelling van dit spectrum gelijk aan de rekenwaarde van de bodemversnelling voor bodemtype A vermenigvuldigd met de grondfactor S |
| S | bodemfactor |
| T | trillingsperiode van een lineair systeem met één vrijheidsgraad |
| T_s | duur van het stationaire deel van de seismische beweging |
| T_{NCR} | referentie herhalingstijd van de referentie seismische belasting voor de eis van niet-bezwijken |
| a_{gR} | referentie maximale grondversnelling op maaiveldniveau |
| a_g | rekenwaarde van de grondversnelling op maaiveldniveau |

| | |
|--------------|---|
| a_{vg} | rekenwaarde van de grondversnelling in de verticale richting |
| c_u | ongedraineerde afschuifweerstand van de grond |
| d_g | rekenwaarde van de bodemverplaatsing |
| g | zwaartekrachtversnelling |
| q | gedragsfactor |
| $V_{s,30}$ | gemiddelde waarde van de voortplantingssnelheid (schuifgolfsnelheid) van S-golven in de bovenste 30 m van het bodemprofiel bij een afschuifvervorming van 10^{-5} of minder |
| γ | belangrijkeheidsfactor |
| η | factor voor dempingscorrectie |
| ξ | viskeuze dempingsverhouding (in procent) |
| $\psi_{2,i}$ | combinatiecoëfficiënt voor de quasi-permanente waarde van een veranderlijke belasting i |
| $\psi_{E,i}$ | combinatiecoëfficiënt voor een veranderlijke belasting i , te gebruiken bij het berekenen van effecten van de seismische ontwerpbelasting |

Symbolen gebruikt in Hoofdstuk 4

| | |
|--------------------|--|
| E_E | effect van de seismische belasting |
| E_{Edx}, E_{Edy} | rekenwaarden van de belastingseffecten ten gevolge van de horizontale componenten (x en y) van de seismische belasting |
| E_{Edz} | rekenwaarde van de belastingseffecten ten gevolge van de verticale component van de seismische belasting |
| F_i | horizontale seismische kracht op verdieping i |
| F_a | horizontale seismische kracht inwerkend op een niet-constructief element (aanhangsel) |
| F_b | afschuifkracht ter plaatse van de fundering |
| H | hoogte van het gebouw vanaf de fundering of vanaf de top van een stijve kelderverdieping |
| L_{max}, L_{min} | grootste en kleinste afmeting van het gebouw gemeten langs loodrechte richtingen op het plan |
| R_d | rekenwaarde van de weerstand |
| S_a | seismische coëfficiënt voor niet-constructieve elementen |
| T_1 | fundamentele trillingsperiode van een gebouw |
| T_a | fundamentele trillingsperiode van een niet-constructief element (aanhangsel) |
| W_a | gewicht van een niet-constructief element (aanhangsel) |
| d | verplaatsing |
| d_r | rekenwaarde van de relatieve verplaatsing tussen verdiepingen |
| e_a | buitengewone excentriciteit van de massa van een verdieping ten opzichte van zijn nominale positie |
| h | hoogte tussen verdiepingen |
| m_i | massa van verdieping i |
| n | aantal verdiepingen boven de fundering of de top van een stijve kelder-verdieping |
| q_a | gedragsfactor van een niet-constructief element (aanhangsel) |
| q_d | gedragsfactor van de verplaatsing |
| s_i | verplaatsing van massa m_i in de fundamentele modevorm van een gebouw |
| z_i | hoogte van massa m_i boven het niveau van het aangrijpingspunt van de seismische belasting |

| | |
|------------|--|
| α | verhouding van de rekenwaarde van de grondversnelling tot de zwaartekracht-versnelling |
| γ_a | belangrijkeheidsfactor van een niet-constructief element (aanhangsel) |
| γ_d | meersterktefactor voor schijven |
| θ | sensitiviteitscoëfficiënt voor de relatieve verplaatsing tussen verdiepingen |

Symbolen gebruikt in Hoofdstuk 10

| | |
|---------------------|--|
| c | cohesie van grond [kPa] |
| C_N | correctiefactor voor het spanningsniveau |
| CSR | <i>Cyclic Stress Ratio</i> (verhouding schuifspanningswisseling en effectieve vert. spanning) [-] |
| CRR | <i>Cyclic Resistance Ratio</i> [-] |
| F | kracht [kN] |
| γ_L | veiligheidsfactor [-] |
| g | versnelling zwaartekracht (9,8 m/s ²) |
| γ | volumiek gewicht grond [kN/m ³] |
| M_W | moment magnitude (maat voor de energie die vrijkomt bij een aardbeving) |
| MSF | Magnitude Scaling Factor [-] |
| PGA | <i>Peak Ground Acceleration</i> (piekgrondversnelling) [m/s ² of g] |
| q_c | sondeerweerstand [kPa] |
| r_d | reductiefactor voor schuifspanning in de grond, als functie van diepte |
| r_u | relatieve wateroverspanning door ongedraineerde cyclische belasting (gedeeld door initiële effectieve verticale grondspanning) [-] |
| R_e | relatieve dichtheid van zand [%], gedefinieerd als $R_e = (e_{\max} - e) / (e_{\max} - e_{\min})$ met e gelijk aan het porievolume gedeeld door het korrelvolume |
| ε_{vol} | volumerek [-] |
| φ | hoek van inwendige wrijving van de grond [deg] |
| K_σ | correctiefactor voor de isotrope spanningstoestand |
| K_α | correctiefactor voor statische schuifspanning |
| m | dimensieloze parameter |
| p_a | atmosferische druk, $p_a = 100$ kPa |
| p_{ref} | referentiespanning [kPa] |
| q_{c1N} | genormaliseerde conusweerstand |

ALTIJD DE ACTUELE NORM IN UW BEZIT HEBBEN?

Nooit meer zoeken in de systemen en uzelf de vraag stellen:
'Is NPR 9998:2015 Ontw. nl de laatste versie?'

Via het digitale platform NEN Connect heeft u altijd toegang tot de meest actuele versie van deze norm. Vervallen versies blijven ook beschikbaar. **U en uw collega's** kunnen de norm via NEN Connect makkelijk raadplagen, online en offline.

Kies voor slimmer werken en bekijk onze mogelijkheden op www.nenconnect.nl.

Heeft u vragen?

Onze Klantenservice is bereikbaar maandag tot en met vrijdag, van 8.30 tot 17.00 uur.

Telefoon: 015 2 690 391

E-mail: klantenservice@nen.nl

