

Technical Sciences
Van Mourik Broekmanweg 6
2628 XE Delft
Postbus 49
2600 AA Delft

www.tno.nl
T +31 88 866 30 00
F +31 88 866 30 10
infodesk@tno.nl

TNO-rapport

TNO-060-DTM-2011-02980

Methodiek voor onderzoek naar de oorzaak van gebouwschade - versie 2

Datum	9 september 2011
Auteur(s)	Ir. H. Borsje Ir. S.A.J. de Richemont
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	26 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	1
Opdrachtgever	Provincie Groningen Commissie Bodemdaling door Gaswinning
Projectnaam	Deltares Methodiek beoordeling gebouwschade
Projectnummer	034.21931/01.01

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vernenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2011 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Opzet van de methodiek	4
3	Gegevens betreffende het gebouw en de omgeving	5
3.1	Gegevens van het gebouw	5
3.2	Omgevingsfactoren.....	6
4	Inventarisatie van de scheurvorming	8
4.1	Scheurvorming.....	8
4.2	Overige informatie	9
5	Analyse van de oorzaken van de scheurvorming	10
5.1	Algemeen.....	10
5.2	Deelstap a: Uitsluiting op basis van gegevens gebouw	12
5.3	Deelstap b: Uitsluiting op basis van gegevens omgeving	12
5.4	Deelstap c: Rol van alle mogelijke oorzaken.....	14
5.5	Deelstap d: Opstellen schadescenario's	18
6	Consequenties van de scheurvorming	19
7	Samenvatting	20
8	Literatuurlijst.....	22
9	Ondertekening	23
	Bijlage(n)	
	A Evaluatie van de eerste versie van de methodiek	

1 Inleiding

Naar aanleiding van de aardbeving op 8 augustus 2006 (Westeremden Groningen), met een magnitude van $M=3.5$ op de schaal van Richter, is bij burgers van Middelstum en omgeving ongerustheid ontstaan over de kracht van toekomstige aardbevingen en de schade die door deze aardbevingen veroorzaakt kan worden. Gedeputeerde Staten van de Provincie Groningen heeft naar aanleiding van de vragen gesteld door de burgerij, in overleg met het College van B&W van de gemeente Loppersum, Nederlandse Aardolie Maatschappij en het Waterschap Noorderzijlvest een onderzoek opgestart. Als onderdeel van dat onderzoek heeft TNO in september 2009 een voorstel gedaan voor een methodiek voor het gestructureerd onderzoeken van de oorzaken van scheurvorming in gebouwen. Deze methodiek is vastgelegd in TNO-rapport 2008-D-R1322/B "Methodiek voor onderzoek naar de oorzaak van gebouwschade" d.d. 22 september 2009.

In vervolg op deze rapportage heeft Gedeputeerde Staten van de Provincie Groningen aan Delfares/TNO opdracht gegeven om deze methodiek in de praktijk te toetsen. Dit is uitgevoerd door vijf woningen met scheurvorming te onderzoeken conform de methodiek. Dit waren de volgende vijf woningen:

- Molenweg 1, Middelstum
- Oudeschoolsterweg 34, Middelstum
- Kruisweg 25, Loppersum
- Oudedijk 8, Finsterwolde
- Spoorlaan 33, Adorp

Het onderzoek aan deze vijf woningen is uitgevoerd in het najaar van 2010 en is vastgelegd in vijf separate rapportages, één rapport per woning. Na afloop van deze vijf onderzoeken is de onderhavige methodiek geëvalueerd. De resultaten van deze evaluatie zijn opgenomen in bijlage A en direct verwerkt in de onderhavige rapportage. Daarmee vormt deze rapportage de tweede versie van de methodiek.

De methodiek beperkt zich tot het achterhalen van de oorzaak van scheurvorming in gebouwen en gaat niet in op andere vormen van schade. De reden hiervoor is dat andere schadevormen veelal een relatie hebben met scheurvorming. Enerzijds is vaak sprake van bijkomende schadevormen als gevolg van dezelfde oorzaak, zoals bijvoorbeeld het klemmen van deuren in combinatie met scheuren, beide als gevolg van scheefstand van een gebouw. Anderzijds kan sprake zijn van een schadevorm die het gevolg is van scheurvorming, bijvoorbeeld lekkages als gevolg van scheurvorming.

In deze rapportage wordt eerst in hoofdstuk 2 de opzet van de methodiek beschreven. Vervolgens geven de hoofdstukken 3 – 6 een uitwerking van de verschillende onderdelen van de methodiek. Ten slotte wordt in hoofdstuk 7 de methodiek samengevat.

2 Opzet van de methodiek

De methodiek is enerzijds op gericht om vast te stellen wat de mogelijke oorzaken zijn van scheurvorming in gebouwen en anderzijds om vast te stellen wat de consequenties zijn van die scheurvorming. De informatie over de oorzaken en de consequenties van scheurvorming is noodzakelijk om vast te kunnen stellen wat de noodzaak is van herstel en op welke wijze herstel zou kunnen plaatsvinden.

Voor het vaststellen van de mogelijke oorzaken van scheurvorming is het noodzakelijk om eerst te beschikken over informatie met betrekking tot het betreffende gebouw en de naaste omgeving. Deze informatie is met name noodzakelijk om vast te kunnen stellen welke bedreigingen een rol gespeeld zouden kunnen hebben bij het ontstaan van de scheurvorming.

Vervolgens is het noodzakelijk om een inventarisatie te maken van de aanwezige scheurvorming. Deze inventarisatie dient nauwkeurig te zijn, met name ten aanzien van de locatie en het verloop van de scheurvorming.

Bij de inventarisatie moet niet alleen de scheurvorming worden vastgelegd, maar ook overige informatie die relevant kan zijn voor het vaststellen van de oorzaak van de scheurvorming.

Aan de hand van de gegevens over het gebouw en de omgeving en aan de hand van de resultaten van de inventarisatie zal een relatie gelegd moeten worden tussen het schadebeeld en mogelijke oorzaken die in de gegeven situatie als relevant worden beschouwd. Deze analyse dient compleet en reproduceerbaar te zijn. Dit betekent dat niet alleen gemotiveerd aangegeven dient te worden waarom bepaalde oorzaken wel een rol gespeeld kunnen hebben, maar ook waarom andere oorzaken geen rol gespeeld kunnen hebben.

Als de mogelijke oorzaken van scheurvorming bekend zijn, kan ten slotte worden vastgesteld wat de consequenties zijn van de scheurvorming. Deze informatie is voor de bewoners/eigenaren van belang, om vast te kunnen stellen wat de ernst is van de scheurvorming. Deze informatie is tevens van belang voor het vaststellen van de noodzaak voor herstel.

Samengevat bestaat de methodiek uit de volgende vier stappen, die achtereenvolgens moeten worden doorlopen:

1. Inventarisatie van basisgegevens van het betreffende gebouw en de omgeving
2. Inventarisatie van de scheurvorming
3. Vaststellen van de mogelijke oorzaken
4. Vaststellen van de consequenties

In de volgende hoofdstukken worden de te nemen stappen in de beoordelingsprocedure toegelicht.

3 Gegevens betreffende het gebouw en de omgeving

3.1 Gegevens van het gebouw

Het gebouw moet zo volledig mogelijk beschreven worden. De beschrijving betreft in ieder geval basisgegevens over de opbouw van het gebouw. Verder dient informatie verzameld te worden over eventueel uitgevoerde verbouwingen en/of uitbreidingen. Ten slotte dient nagegaan te worden of er historische informatie beschikbaar is over bijzonderheden met betrekking tot het gebouw en de scheurvorming.

Deze bovengenoemde gegevens zijn te inventariseren aan de hand van tekeningen, opnamerapporten, interviews, gegevens aanvraag bouwvergunning e.a.

Voor zover mogelijk, moeten de volgende basisgegevens van het gebouw worden opgenomen:

- Bouwjaar.
- Gebruiksfuncties van het gebouw en de diverse ruimten in het gebouw.
- De materialen die zijn gebruikt voor dragende onderdelen (fundering, dragende binnen- en buitenmuren, balken, spantconstructie).
- De fundering (op staal of geheid, indien geheid met welk type palen en palenplan, materiaal van de fundering).
- De hoofddraagconstructie; dat wil zeggen dat een goed inzicht moet worden verkregen hoe de belasting via het dak, de vloeren en dragende muren naar de fundering wordt geleid. Een belangrijk onderdeel hierbij vormen de verbindingen tussen de onderdelen van de hoofddraagconstructie, zoals de koppeling tussen balken (en gordingen) met de dragende muren (inclusief gevels) en de koppeling tussen dragende muren onderling.
- De staat van onderhoud van de dragende onderdelen, zoals de kwaliteit van het metselwerk (metselmortel en voegmortel) en de staat van de houten constructies (kap, balklagen, funderingen) en verbindingen tussen bouwdelen, voor zover deze een constructieve functie hebben.
- De plaats van eventueel aanwezige dilatatievoegen.
- Materialen gebruikt voor de afwerking van de gevels, binnenmuren en vloeren.
- Of er delen van het dak zijn waar sprake kan zijn van ophoping van regenwater en/of sneeuw.
- Eventuele veranderingen in het verleden van de functie van het gebouw of van de functie van ruimten in het gebouw.
- Of er in het verleden sprake is geweest van verbouwingen en/of uitbreidingen van het oorspronkelijke gebouw.

Indien van toepassing, moeten de volgende basisgegevens van verbouwingen en/of uitbreidingen worden opgenomen:

- Datering van de werkzaamheden.
- Welke oorspronkelijke delen van de hoofddraagconstructie zijn gewijzigd, weggehaald of vervangen. Let daarbij ook op de koppelingen tussen bouwdelen.
- Welke constructieonderdelen zijn toegevoegd.
- Of er als gevolg van de wijzigingen sprake is van een toe- of afname van de belasting op de fundering of dat er sprake is van een ongelijkmatige belastingafdracht.

- De invloed die een later gerealiseerde uitbreiding uitoefent op het oorspronkelijke gebouw en op de fundering daarvan, bijvoorbeeld of ze onafhankelijk van elkaar kunnen vervormen.

Indien beschikbaar, moeten de volgende historische gegevens over eventuele calamiteiten worden opgenomen:

- Of er in het verleden sprake is geweest van impact van voorwerpen en/of materieel tegen het gebouw, zoals bijvoorbeeld aanrijdingen.
- Of er in het verleden sprake is geweest van explosies in het gebouw of in de omgeving ervan.
- Of er in het verleden sprake is geweest van blikseminslag.

Indien beschikbaar, moeten de volgende historische gegevens over aanwezige schade worden opgenomen:

- Wanneer de schade voor het eerst is waargenomen.
- Of de ernst en/of omvang van de schade in de tijd is toegenomen.
- Datering en uitvoering van eventuele herstelwerkzaamheden.

3.2 Omgevingsfactoren

Het is van belang om tijdens de inspectie te letten op omgevingsfactoren welke mogelijk kunnen resulteren in scheurvorming in het gebouw. Dit betreft met name omgevingsfactoren die kunnen resulteren in trillingen in het gebouw en/of in zettingen in de ondergrond.

De omgevingsfactoren die kunnen resulteren in trillingen en derhalve moeten worden opgenomen, zijn:

- Verkeer. Met name moet informatie worden opgenomen over de afstand van het verkeer tot het gebouw, het wegtype en de aanwezigheid van obstakels in de weg, zoals verkeersdrempels.
- Bouwactiviteiten. De meest kritische bouwactiviteiten zijn heikwerk en het intrillen van damwanden.
- Industriële activiteiten. Dit betreft enerzijds nabijgelegen industrie, waar werkzaamheden worden uitgevoerd die trillingen veroorzaken. Anderzijds betreft dit boor- en winningactiviteiten.
- Aardbevingen. In het noorden van Nederland betreft dit met name geïnduceerde bevingen ten gevolge van mijnbouw-, gaswinning- en/of gasopslagactiviteiten. In het zuiden van Nederland zijn de aardbevingen voornamelijk gerelateerd aan tektoniek (bewegingen van de aardkorst).

De omgevingsfactoren die kunnen resulteren in zettingen in de ondergrond en derhalve moeten worden opgenomen, zijn:

- Autonome zettingen. Met name moet informatie worden opgenomen over eventuele ongelijkmatige zettingen in de onmiddellijke omgeving van het gebouw.
- Verkeer. Dit heeft zowel betrekking op ongelijkmatige zettingen in de onmiddellijke omgeving van het weglichaam als op ongelijkmatige zettingen in de omgeving van de weg, als gevolg van verkeerstrillingen in de ondergrond.
- Bouwactiviteiten. De meest kritische bouwactiviteiten zijn ophogingen, uitgravingen en tijdelijke wijzigingen in de grondwaterstand. Daarnaast kan nabijgelegen nieuwbouw resulteren in een versnelde autonome zetting en

kunnen trillingen tijdens bouwactiviteiten resulteren in ongelijkmatige zettingen in de ondergrond.

- Industriële activiteiten. Dit betreft enerzijds boor- en winningactiviteiten waarbij wijzigingen in de ondergrond optreden en anderzijds trillingen als gevolg van industriële activiteiten die resulteren in ongelijkmatige zettingen in de ondergrond.
- Aardbevingen. Dit heeft betrekking op trillingen als gevolg van aardbevingen die resulteren in ongelijkmatige zettingen in de ondergrond.
- Fluctuaties in de grondwaterstand. Er moet worden nagegaan of er in de loop van de tijd sprake geweest kan zijn van fluctuaties in de grondwaterstand. Deze kunnen zowel ontstaan door een algemeen peilbesluit als door locale effecten op de grondwaterstand, zoals door sterk wateronttrekkende vegetatie, door bemaling, infiltratie, drainage, komdaling, grondwaterwinning, etc.

Veelal kunnen een aantal van deze invloeden al betrekkelijk snel als niet van belang zijnde buiten beschouwing worden gesteld. Wel is het gewenst om dit in ieder geval expliciet aan te geven en te motiveren waarom dit het geval is.

4 Inventarisatie van de scheurvorming

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de punten waarop tijdens een inspectie moet worden gelet en de wijze waarop de gegevens moeten worden gedocumenteerd. Enerzijds betreft dit de inventarisatie van de aanwezige scheurvorming, inclusief informatie die relevant kan zijn voor het vaststellen van de oorzaak van de scheurvorming. Anderzijds betreft dit informatie over het gebouw, met name ten aanzien van eventuele vervormingen in het gebouw.

4.1 Scheurvorming

Tijdens de inventarisatie dienen alle scheuren in kaart gebracht te worden. Bij de inventarisatie gaat het in eerste instantie om de plaats en de vorm van de scheuren. Daarnaast is het van belang om overige waarnemingen vast te leggen die met name informatie zouden kunnen verschaffen omtrent de historie van een scheuren.

De plaats en de vorm van scheuren in het gebouw moeten worden ingetekend in aanzichten van gevels en binnenmuren. Hiervoor is het wenselijk om te beschikken over gedetailleerde gevelaanzichten, om het verloop van de scheuren goed te kunnen relateren aan bijvoorbeeld gevelopeningen. Er dienen ook overzicht- en detailfoto's van de scheuren gemaakt te worden.

De volgende gegevens moeten per scheur vastgelegd worden:

Plaats van de scheur:

- Het bouwdeel.
- Scheur alleen in afwerklaag (pleister, stuclaag) of doorgaand in ondergrond.
- Plaats ten opzichte van openingen (ramen en deuren).
- Plaats ten opzichte van aansluitingen aan naastgelegen bouwdelen.

Vorm van de scheur:

- De richting: schuin, horizontaal, verticaal, trapsgewijs.
- De lengte.
- De scheurwijdte en het verloop daarin over de lengte van de scheur.
- Verplaatsingsverschillen tussen muurdelen ter weerszijde van een scheur: in verticale richting, in horizontale richting en loodrecht op het vlak.
- Scheur loopt door en door (verbinding buiten / binnen) of is slechts aan één zijde zichtbaar. Dit is onder andere vast te stellen aan de hand van vochttransport door de scheuren.

In aanvulling op het voorgaande moeten tijdens de inventarisatie ook aspecten opgenomen worden die aanwijzingen kunnen geven over de historie van de scheuren. Deze aspecten zijn:

- Aanwezige vervuiling in de scheuren.
- Erosie van scheurranden.
- Verschillen over de lengte van de scheuren die kunnen duiden op verschillende ouderdom van scheurdelen.
- Aangebrachte afwerkingen over de scheuren.
- Aanwezigheid van verf in de scheuren.
- Uitgevoerde reparaties, zowel de wijze waarop ze zijn uitgevoerd als de effectiviteit ervan.

4.2 Overige informatie

Tijdens de inventarisatie dient vastgelegd te worden of er sprake is van vervormingen in het gebouw. Dit heeft met name betrekking op:

- Scheefstanden van gevels en binnenmuren.
- Verschilzakkingen in het gebouw.
- Verschilzakkingen over de lengte van het gebouw.

De scheefstand van gevels en binnenmuren kan worden bepaald met behulp van een schietlood of met een waterpas.

Verschilzakkingen in het gebouw kunnen in kaart gebracht worden via waterpassing van binnenvloeren. Daarbij dient echter wel vastgesteld te worden of er aan de betreffende vloeren herstelwerkzaamheden zijn uitgevoerd.

Verschilzakkingen over de lengte van het gebouw kunnen worden bepaald met behulp van een rei, met een waterpas en met een lintvoegwaterpassing. Indien daadwerkelijk sprake is van verschilzakkingen over de lengte van het gebouw wordt geadviseerd om altijd lintvoegmetingen uit te voeren, voor zover mogelijk.

De plaats en de vorm van scheefstanden en zakkingen in het gebouw moeten worden ingetekend in aanzichten van gevels en binnenmuren. Deze gegevens moeten zodanig worden vastgelegd dat de scheurvorming in verband gebracht kan worden met deze gegevens.

Voor gebouwen waar sprake kan zijn van trillingen, bijvoorbeeld nabij een (spoor)weg, wordt geadviseerd om trillingmetingen uit te voeren, teneinde een inschatting te kunnen maken van de effecten van die trillingen op het gebouw. Deze metingen dienen uitgevoerd te worden conform SBR-richtlijn A [1]. Geadviseerd om een meetperiode aan te houden van twee weken. Indien sprake is van specifieke situaties in bepaalde perioden van het jaar, dienen die situaties in de metingen meegenomen te worden.

Indien tijdens de inventarisatie andere waarnemingen worden gedaan die mogelijk relevant kunnen zijn voor het achterhalen van de oorzaken van de scheurvorming, dient die informatie ook vastgelegd te worden.

5 Analyse van de oorzaken van de scheurvorming

5.1 Algemeen

Aan de hand van de gegevens over het gebouw, de omgeving en de in kaart gebrachte schade zal nu een relatie moeten worden gelegd tussen het schadebeeld en mogelijke oorzaken die in de gegeven situatie als relevant worden beschouwd.

Deze analyse dient in principe uitgevoerd te worden per scheur. Echter, als er meerdere scheuren zijn met een vergelijkbare verschijningsvorm, kunnen deze scheuren ook eerst gegroepeerd worden, waarna de analyse kan plaatsvinden voor die groepering van scheuren. Bij deze groepering dient, naast de verschijningsvorm, ook het gedrag van het gebouw betrokken te worden.

De analyse dient, kort samengevat, als volgt uitgevoerd te worden:

- Opstellen van een overzicht van alle mogelijke oorzaken.
- Uitsluiten van oorzaken (falsificeren).
- Aantonen van mogelijke oorzaken (verifiëren).

Het overzicht van alle mogelijke oorzaken is in principe gelijk voor alle gebouwen. Daarom wordt in tabel 5.1 een dergelijk overzicht gegeven, dat als uitgangspunt kan dienen bij de analyse van elke scheur dan wel groepering van scheuren. Bij de opstelling van dit overzicht is als uitgangspunt aangehouden dat er in principe drie hoofdoorzaken zijn van een scheur:

- A. Scheurvorming die is ontstaan door belastingen
- B. Scheurvorming die het gevolg is van opgelegde dan wel verhinderde vervormingen
- C. Scheurvorming die is ontstaan door ongelijkmatige zettingen in de ondergrond

Deze hoofdoorzaken zijn vervolgens onderverdeeld in suboorzaken op twee niveaus.

Ten behoeve van het uitsluiten en aantonen van oorzaken van de scheurvorming dienen per scheur dan wel groepering van scheuren de volgende deelstappen doorlopen te worden:

- a. Uitsluiting van oorzaken op basis van gegevens over het gebouw
- b. Uitsluiting van oorzaken op basis van gegevens over de omgeving
- c. Per mogelijke oorzaak nagaan of die een rol gespeeld kan hebben
- d. Opstellen schadescenario's

Deze deelstappen worden in het vervolg van dit hoofdstuk separaat uitgewerkt.

Tabel 5.1: Mogelijke oorzaken van scheurvorming

Hoofdoorzaak	Suboorzaak niveau 1		Suboorzaak niveau 2	
A. Belastingen	A1	Geen overbelasting; onvoldoende sterkte	1	Initieel
			2	Verbouwing/uitbreiding
			3	Veroudering/aantasting
	A2	Overbelasting vanuit gebruik	1	In normale gebruikssituatie
			2	Veranderend gebruik
			3	Verbouwing/uitbreiding
	A3	Overbelasting door trillingen	1	Wegverkeer
			2	Treinverkeer
			3	Bouwactiviteiten in omgeving
			4	Industriële activiteiten
			5	Aardbevingen
	A4	Incidentele overbelasting	1	Impact van voorwerpen/materieel
			2	Explosie
			3	Regen-/sneeuwval
			4	Storm
			5	Blikseminslag
B. Vervormingen	B1	Verhinderde vervormingen	1	Initieel
			2	Verbouwing/uitbreiding
			3	Veroudering/aantasting
	B2	Opgelegde vervormingen	1	Initieel
			2	Verbouwing/uitbreiding
			3	Corrosie metalen onderdelen
C. Ongelijkmatige zettingen in de ondergrond	C1	Autonome zettingen	1	Gelijkblijvende belasting
	C2	Verandering van de belasting op de ondergrond	1	Verbouwing/uitbreiding
			2	Bebouwing
			3	Ophoging
			4	Ontgraving
			5	Weglichaam
			6	Spoorlichaam
	C3	Verandering in de ondergrond	1	Locale wijzigingen grondwaterstand
			2	Wijziging grondwaterstand door (bouw)werkzaamheden
			3	Wijziging grondwaterstand door peilbesluit
4			Trillingen door wegverkeer	
			5	Trillingen door spoorverkeer
			6	Trillingen door (bouw)werkzaamheden
			7	Aardbevingen

5.2 Deelstap a: Uitsluiting op basis van gegevens gebouw

Op basis van de tijdens de inventarisatie opgenomen informatie over het gebouw en eventuele verbouwingen en/of uitbreidingen is het mogelijk om op voorhand al van een aantal oorzaken aan te geven of deze zijn uit te sluiten of niet. Geadviseerd wordt om dit te doen aan de hand van de volgende aspecten:

- a. Het gebouw is ondiep gefundeerd of op staal gefundeerd.
- b. In het verleden is sprake geweest van een verandering in het gebruik van het gebouw.
- c. In het verleden is sprake geweest van een verbouwing en/of uitbreiding van het gebouw.
- d. De opbouw van het gebouw is dusdanig dat er sprake kan zijn van ophoping van regenwater en/of sneeuw.
- e. Er hebben in het verleden "calamiteiten" plaatsgevonden die geresulteerd hebben in impact van voorwerpen en/of materieel tegen het gebouw. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan aanrijdingen.
- f. Er hebben in het verleden "calamiteiten" plaatsgevonden in de vorm van explosies in het gebouw of in de omgeving ervan en/of blikseminslag.

De op basis van deze aspecten uit te sluiten oorzaken zijn weergegeven in tabel 5.2. Dit zijn de oorzaken waarvan de bovengenoemde vragen met "nee" zijn te beantwoorden.

5.3 Deelstap b: Uitsluiting op basis van gegevens omgeving

Op basis van de tijdens de inventarisatie opgenomen informatie over de omgeving is het mogelijk om op voorhand al van een aantal oorzaken aan te geven of deze zijn uit te sluiten of niet. Geadviseerd wordt om dit te doen aan de hand van de volgende aspecten:

- g. Er is sprake van een dusdanige opbouw van de ondergrond dat er autonome zetting kan optreden.
- h. Er is sprake van weg- en/of treinverkeer in de nabijheid van het gebouw die kunnen resulteren in trillingen in het gebouw.
- i. Er is sprake van nabij gelegen (spoor)wegen en/of verkeersbewegingen die kunnen resulteren in ongelijkmatige zettingen in de ondergrond onder het gebouw.
- j. Er is sprake geweest van bouwactiviteiten in de naaste omgeving van het gebouw die trillingen in het gebouw kunnen hebben veroorzaakt.
- k. Er is sprake geweest van bouwactiviteiten in de naaste omgeving van het gebouw die geresulteerd kunnen hebben in ongelijkmatige zettingen in de ondergrond onder het gebouw.
- l. Er is sprake geweest van industriële activiteiten in de naaste omgeving van het gebouw of in de ondergrond, die trillingen in het gebouw kunnen hebben veroorzaakt.
- m. Er hebben in de omgeving aardbevingen plaatsgevonden.
- n. Er is sprake geweest van fluctuaties in de grondwaterstand als gevolg van een peilbesluit.
- o. Er zijn lokale aspecten die geresulteerd kunnen hebben in fluctuaties in de grondwaterstand.

De op basis van deze aspecten uit te sluiten oorzaken zijn weergegeven in tabel 5.2. Dit zijn de oorzaken waarvan de bovengenoemde vragen met "nee" zijn te beantwoorden.

Tabel 5.2: Uit te sluiten oorzaken op basis van gegevens over het gebouw en over de omgeving van het gebouw

Hoofd oorzaak	Suboorzaak niveau 1	Suboorzaak niveau 2	Uitsluiting op gebouw	Uitsluiting op omgeving	
A. Belastingen	Geen overbelasting; onvoldoende sterkte	Initieel			
		Verbouwing/uitbreiding	c		
		Veroudering/aantasting			
	Overbelasting vanuit gebruik	In normale gebruikssituatie			
		Veranderend gebruik	b		
		Verbouwing/uitbreiding	c		
	Overbelasting door trillingen	Wegverkeer			h
		Treinverkeer			h
		Bouwactiviteiten in omgeving			j
		Industriële activiteiten			l
		Aardbevingen			m
	Incidentele overbelasting	Impact van voorwerpen/materieel		e	
		Explosie		f	
		Regen-/sneeuwval		d	
		Storm			
Blikseminslag			f		
B. Vervormingen	Verhinderde vervormingen	Initieel			
		Verbouwing/uitbreiding	c		
		Veroudering/aantasting			
	Opgelegde vervormingen	Initieel			
		Verbouwing/uitbreiding	c		
		Corrosie metalen onderdelen			
C. Ongelijkmatige zettingen in de ondergrond	Autonome zetting	Gelijkblijvende belasting	a	g	
	Verandering van de belasting op de ondergrond	Verbouwing/uitbreiding	c		
		Bebouwing	a	k	
		Ophoging	a	k	
		Ontgraving		k	
		Weglichaam		i	
		Spoorlichaam	a	i	
	Verandering in de ondergrond	Locale wijzigingen grondwaterstand	a	o	
		Wijziging grondwaterstand door (bouw)werkzaamheden	a	k	
		Wijziging grondwaterstand door peilbesluit	a	n	
		Trillingen door wegverkeer	a	h	
		Trillingen door spoorverkeer	a	h	
		Trillingen door (bouw)werkzaamheden	a	j	
Aardbevingen			m		

5.4 Deelstap c: Rol van alle mogelijke oorzaken

Na het doorlopen van de deelstappen a. en b. zullen oorzaken zijn uitgesloten als mogelijk oorzaak van de scheurvorming. Vervolgens moet voor alle overgebleven oorzaken, per oorzaak, worden nagegaan of die oorzaak daadwerkelijk een rol gespeeld kan hebben. Per schadefoorzaak moet dit resulteren in één van de volgende twee kwalificaties:

- Het kan een rol gespeeld hebben.
- Het heeft geen rol gespeeld.

Hierbij is het noodzaak om niet alleen het accepteren maar ook het uitsluiten van oorzaken zo goed mogelijk te motiveren.

Geadviseerd wordt om voor de oorzaken die een rol gespeeld hebben tevens aan te geven of die oorzaken zelfstandig geresulteerd kunnen hebben in de betreffende scheurvorming.

Voor het definitief vast stellen of oorzaken een rol gespeeld kunnen hebben of niet, is het noodzakelijk om algemene kennis te hebben van het gedrag van constructies, funderingen en materialen bij belastingen en bij opgelegde dan wel verhinderde vervormingen. Naast deze kennis dient gebruik gemaakt te worden van alle beschikbare informatie over de betreffende constructie, de gebruikte materialen, de omgeving en de scheurvorming zelf.

Onderstaand volgen enkele specifieke kenmerken van een aantal mogelijke schadefoorzaken, waarvan gebruik gemaakt kan worden bij het definitief vaststellen van de rol van de verschillende oorzaken.

5.4.1 *Geen overbelasting; onvoldoende sterkte*

Indien scheuren zijn ontstaan als gevolg van onvoldoende sterkte van een constructieonderdeel, moet er sprake zijn van een relatie tussen de scheuren en de krachtsafdracht in het betreffende constructieonderdeel. Om deze relatie te kunnen vaststellen moet eerst van het betreffende constructieonderdeel worden nagegaan welke belastingen daarop werken en daarna hoe die belastingen worden doorgegeven. Vervolgens moet worden nagegaan of de betreffende scheuren samenvallen met locaties waar als gevolg van die krachtsafdracht sprake is van (buig)trekspanningen. Daarna moet worden nagegaan of sprake is van onvoldoende sterkte van het constructie-onderdeel (in relatie tot de ontwerpsterkte) of dat sprake is van een overbelasting (in relatie tot de ontwerpbelasting; zie ook "Overbelasting vanuit gebruik").

Indien daadwerkelijk sprake is van onvoldoende sterkte, moet worden nagegaan of er vanaf de bouw al sprake is geweest van onvoldoende sterkte ("initieel onvoldoende sterkte"), of de constructie verzwakt is als gevolg van een verbouwing/uitbreiding of dat er sprake is van sterkteverlies als gevolg van veroudering/aantasting.

5.4.2 *Overbelasting vanuit gebruik*

Voor scheuren die zijn ontstaan als gevolg van overbelasting vanuit het gebruik, moet eenzelfde analyse worden uitgevoerd als omschreven in voorgaande paragraaf "Onvoldoende sterkte".

Indien daadwerkelijk sprake is van overbelasting vanuit het gebruik, moet worden nagegaan of er sprake is (geweest) van een belasting die hoger is dan de ontwerpbelasting ("overbelasting in normale gebruikssituatie"), of er sprake is van een overbelasting als gevolg van een veranderd gebruik van (ruimten in) het gebouw of dat er sprake is van een overbelasting die is ontstaan als gevolg van een verbouwing/uitbreiding.

5.4.3 *Overbelasting door trillingen*

Voor scheuren die zijn ontstaan als gevolg van een overbelasting door trillingen geldt dat dergelijke scheuren veelal moeilijk zijn te onderscheiden van scheuren als gevolg van andere oorzaken. Daarom wordt voor wat betreft de beoordeling van scheurvorming door trillingen veelal gebruik gemaakt van trillingsmetingen op het gebouw zelf. De meetmethode voor het uitvoeren van dergelijke metingen is uitgewerkt in de SBR-richtlijn A [1]. De resultaten van die metingen worden vervolgens getoetst op basis van diezelfde richtlijn.

Bij het voldoen aan de grenswaarden in [1] is het niet waarschijnlijk dat de scheurvorming is veroorzaakt door de trillingen. Anderzijds betekent het overschrijden van de grenswaarden van [1] zeker nog niet dat de scheurvorming dan met grote zekerheid veroorzaakt zal zijn door de trillingen.

In bepaalde omstandigheden kan het noodzakelijk zijn om de trillingmetingen op te nemen in een monitoringsprogramma. Daarmee kan dan over een langere periode nagegaan worden wat het trillingsniveau is in het gebouw.

5.4.4 *Incidentele overbelasting*

Incidentele overbelasting kan ontstaan als gevolg van impact van voorwerpen, een explosie of een blikseminslag. De scheurvorming die als gevolg daarvan ontstaat is specifiek gekoppeld aan de plaats waar de belasting heeft plaatsgevonden. Tevens resulteert een dergelijke overbelasting veelal ook in schade in de vorm van plaatselijke verbrijzeling van constructieonderdelen.

Indien scheuren zijn ontstaan als gevolg van incidentele overbelasting door regen- en/of sneeuwval, moet er sprake zijn van een relatie tussen de scheuren en een overbelasting op het dak. Om deze relatie te kunnen vaststellen moet eerst worden nagegaan op welke wijze dergelijke belasting op het dak wordt afgedragen. Vervolgens moet worden nagegaan of de betreffende scheuren samenvallen met locaties waar als gevolg van die belastingafdracht sprake is van (buig)trekspanningen.

Indien scheuren zijn ontstaan als gevolg van incidentele overbelasting door storm, moet er sprake zijn van een relatie tussen de scheuren en een overbelasting op het dak en/of de gevel als gevolg van een storm. Om deze relatie te kunnen vaststellen moet eerst worden nagegaan op welke wijze dergelijke belasting op het dak en de gevel worden afgedragen. Vervolgens moet worden nagegaan of de betreffende scheuren samenvallen met locaties waar als gevolg van die belastingafdracht sprake is van (buig)trekspanningen.

5.4.5 *Verhinderde vervormingen*

Voor poreuze bouwmaterialen, zoals bijvoorbeeld metselwerk, hout en beton, geldt dat deze als gevolg van vochtopname verlgeng. Dit gebeurt zowel wanneer de materialen direct in contact komen met water als wanneer de relatieve vochtigheid in de omgeving hoger wordt dan de relatieve vochtigheid waarmee het vochtgehalte in

het materiaal op dat moment in evenwicht is. Evenzo geldt dat het uitdrogen van dergelijke materialen resulteert in een verkorting ervan.

Verder geldt voor alle bouwmaterialen dat deze bij opwarming verlengen en bij afkoeling verkorten.

Zowel voor vervormingen als gevolg van vochtinvloeden als voor vervormingen als gevolg van temperatuur-effecten geldt dat deze veelal verschillen per constructiemateriaal. Daarnaast geldt dat met name de buitenschil van gebouwen (de gevel en het dak) wordt blootgesteld aan veranderende vocht- en temperatuursinvloeden in vergelijking tot de volledig binnen gesitueerde onderdelen.

Indien de verkorting van een constructieonderdeel, als gevolg van uitdroging en/of afkoeling, (gedeeltelijk) wordt verhinderd, resulteert dit in trekspanningen in het betreffende constructieonderdeel. Indien deze trekspanningen hoger worden dan de treksterkte van het betreffende onderdeel, ontstaat scheurvorming.

Het voorgaande betekent dat bij scheuren als gevolg van verhinderde vervormingen altijd sprake moet zijn van een verkorting van het betreffende constructieonderdeel én van een verhindering van die verkorting.

Indien daadwerkelijk sprake is van verhinderde vervormingen, moet worden nagegaan of er sinds de bouw sprake is (geweest) van verhinderde vervormingen (initieel) of pas na een verbouwing/uitbreiding. Verder moet nagegaan worden of veroudering/aantasting van toegepaste materialen een rol gespeeld heeft.

5.4.6 *Opgelegde vervormingen*

Op een enigszins vergelijkbare wijze als in voorgaande paragraaf is beschreven, kunnen vocht- en temperatuurvervormingen in constructieonderdelen ook resulteren in opgelegde vervormingen aan andere onderdelen. Dit kan resulteren in trekspanningen in die materialen. Indien deze trekspanningen hoger worden dan de treksterkte van het betreffende onderdeel, ontstaat scheurvorming.

Het voorgaande betekent dat bij scheuren als gevolg van opgelegde vervormingen altijd sprake moet zijn van een vervorming van een aansluitend (constructie)onderdeel ten opzichte van het betreffende constructieonderdeel.

Het voorgaande kan optreden als gevolg van vocht- en/of temperatuursinvloeden. Het voorgaande kan ook optreden bij corrosie van metalen onderdelen, die zijn opgenomen in de betreffende onderdelen of daaraan aansluiten.

5.4.7 *Autonome zetting*

Autonome zetting heeft alleen effect op een "ondiepe" fundering, dus indien er geen sprake is van een fundering op palen tot in de draagkrachtige laag.

De gevoeligheid van de ondergrond voor autonome zetting kan worden vastgesteld aan de hand van informatie over de opbouw van de ondergrond en de grondwaterstand. Indien dergelijke informatie niet beschikbaar is, kunnen handboringen uitgevoerd worden. De boringen zelf geven dan informatie over de opbouw van de bodem en in de boorgaten kan het grondwaterniveau bepaald worden.

De wijze waarop de handboringen uitgevoerd moeten worden is omschreven in een VBK-Protocol [2].

De belastingen die door een gebouw op de ondergrond worden uitgeoefend, resulteren in zettingen in de ondergrond. De grootte van deze zettingen is zowel afhankelijk van de draagkracht van de ondergrond als van de belasting op de ondergrond. Omdat zowel de opbouw van de ondergrond als de belasting op de ondergrond veelal variëren over het oppervlak van een gebouw, kunnen in de loop van de tijd verschilzettingen onder een gebouw ontstaan. Dergelijke verschilzettingen resulteren in vervormingen in het gebouw, die vervolgens resulteren in trekspanningen en ten slotte kunnen resulteren in scheurvorming.

Een specifiek aspect dat hierbij in beschouwing genomen dient te worden is de aanwezig van kelder. Vaak zijn kelders slechts onder een deel van een gebouw aanwezig en is er sprake van een verschilzetting tussen het onderkelderde, en dus dieper gefundeerde, deel van het gebouw en de overige delen van het gebouw.

Bij scheurvorming als gevolg van autonome zetting moet er altijd sprake zijn van verschilzettingen over het oppervlak van het gebouw. Dergelijke verschilzettingen kunnen in kaart gebracht worden door het uitvoeren van lintvoegmetingen. Daarnaast dient er een relatie te zijn tussen de locaties van de scheuren en de locaties waar als gevolg van de verschilzettingen trekspanningen in het gebouw ontstaan.

In bepaalde omstandigheden kan het aanvullend noodzakelijk zijn om te onderzoeken wat het zettingsgedrag is van een gebouw in de tijd. Dit kan worden vastgesteld door meetbouts aan te brengen en periodieke hoogtemetingen op te nemen in een monitoringsprogramma.

5.4.8 *Verandering van de belasting op de ondergrond*

Vershilzettingen over het oppervlak van een gebouw kunnen ook ontstaan als er sprake is van een inhomogene verandering van de belasting op de ondergrond rondom het gebouw. Dergelijke veranderingen kunnen ontstaan door een verbouwing/uitbreiding, door bebouwing in de omgeving, door het aanbrengen van een weg-/spoorlichaam en door ophogingen en ontgravingen.

Bij scheurvorming als gevolg van een verandering van de belasting op de ondergrond moet er altijd sprake zijn van verschilzettingen over het oppervlak van het gebouw. Dergelijke verschilzettingen kunnen in kaart gebracht worden door het uitvoeren van lintvoegmetingen.

Daarnaast dient er een relatie te zijn tussen de locaties van de scheuren en de locaties waar als gevolg van de verschilzettingen trekspanningen in het gebouw ontstaan. Ten slotte dient er sprake te zijn van een daadwerkelijke wijziging in (het gebruik van) de omgeving rondom het gebouw.

In bepaalde omstandigheden kan het aanvullend noodzakelijk zijn om te onderzoeken wat het zettingsgedrag is van een gebouw in de tijd. Dit kan worden vastgesteld door meetbouts aan te brengen en periodieke hoogtemetingen op te nemen in een monitoringsprogramma.

5.4.9 *Verandering in de ondergrond*

Verschilzettingen over het oppervlak van een gebouw kunnen ook ontstaan als er sprake is van een verandering in de ondergrond onder het gebouw. Dergelijke veranderingen kunnen ontstaan als gevolg van wijzigingen in de grondwaterstand en als gevolg van verdichting van de ondergrond als gevolg van trillingen.

Bij scheurvorming als gevolg van een verandering van de eigenschappen van de ondergrond moet er altijd sprake zijn van verschilzettingen over het oppervlak van het gebouw. Dergelijke verschilzettingen kunnen in kaart gebracht worden door het uitvoeren van lintvoegmetingen.

Daarnaast dient er een relatie te zijn tussen de locaties van de scheuren en de locaties waar als gevolg van de verschilzettingen trekspanningen in het gebouw ontstaan.

Ten slotte dient er sprake te zijn van een daadwerkelijke wijziging in de ondergrond onder het gebouw. Hiervoor kan het noodzakelijk zijn om aan de hand van handboringen vast te stellen wat de opbouw is van de ondergrond en wat de grondwaterstand is [2].

In bepaalde omstandigheden kan het aanvullend noodzakelijk zijn om te onderzoeken wat het zettingsgedrag is van een gebouw in de tijd en wat het verloop van de grondwaterstand in de tijd is. Het zettingsgedrag kan worden vastgesteld door meetbouten aan te brengen en periodieke hoogtemetingen op te nemen in een monitoringsprogramma. De grondwaterstand kan worden gevolgd door peilbuismetingen [2] op te nemen in een monitoringsprogramma.

5.5 **Deelstap d: Opstellen schadescenario's**

Na het doorlopen van deelstap c blijven veelal nog meerdere mogelijke oorzaken open voor het ontstaan van de scheurvorming. In deelstap d. moet een overzicht gegeven worden van de scenario's die, op basis van de mogelijke oorzaken, geresulteerd kunnen hebben in de schade. Hierbij moeten zowel scenario's met slechts één schadeoorzaak als scenario's met combinaties van schadeoorzaken worden opgesteld.

Per scenario moet een historisch overzicht gegeven worden van de volgorde van de verschillende oorzaken, bij voorkeur met daarbij een tijdsindicatie. Per scenario moet verder ook worden aangegeven wat de verwachting is voor de toekomst, met name ten aanzien van doorgaande vervormingen ter plaatse van de scheur en/of doorgroeien van de scheur.

6 Consequenties van de scheurvorming

Uit de analyse van de oorzaken zijn per scheur dan wel per groepering van scheuren één of meerdere schadescenario's naar voren gekomen. Uiteindelijk moet per scenario worden aangegeven wat de consequenties zijn van de scheur dan wel groepering van scheuren. Ten aanzien van de consequenties moet daarbij gebruik gemaakt worden van de volgende categorisering:

- Veiligheid
- Levensduur
- Bruikbaarheid
- Esthetisch

Het kan zijn dat een bepaalde scheur dan wel groepering van scheuren gelijktijdig meerdere consequenties heeft. In dat geval dienen alle consequenties apart benoemd te worden.

Een scheur heeft consequenties voor de veiligheid als de constructieve veiligheid van het gebouw in het geding is. In dat geval zal sprake moeten zijn van scheurvorming in de hoofddragconstructie van het gebouw. Een voorbeeld hiervan is scheurvorming in een draagbalk als gevolg van overbelasting op die balk.

Een scheur heeft eveneens consequenties voor de veiligheid als sprake is van gevaar voor het bezwijken van delen van de constructie, waarbij persoonlijke ongelukken kunnen gebeuren. Een voorbeeld hiervan is scheurvorming in de aansluitingen van een wand, waardoor de standzekerheid van die wand niet meer gewaarborgd is.

Een scheur heeft consequenties voor de levensduur als de scheur resulteert in versnelde aantasting van onderdelen van het gebouw. Een voorbeeld hiervan is scheurvorming in gevelbekleding, waardoor de achterliggende constructieonderdelen nat kunnen worden.

Een scheur heeft consequenties voor de bruikbaarheid als de scheur resulteert in een functieverlies van het betreffende onderdeel van het gebouw. Een voorbeeld hiervan is scheurvorming in een kelderwand, waardoor de kelder niet meer waterdicht is.

Een scheur heeft esthetische consequenties als de scheur duidelijk zichtbaar is en een verstoring geeft van het aanzicht van het betreffende onderdeel van het gebouw. Een voorbeeld hiervan is scheurvorming in een natuurstenen vloer in een woonkamer.

7 Samenvatting

De onderhavige rapportage geeft een algemene methodiek voor de aanpak van onderzoek naar de oorzaak van scheurvorming aan panden. Deze methodiek is enerzijds op gericht om vast te stellen wat de mogelijke oorzaken zijn van scheurvorming in gebouwen en anderzijds om vast te stellen wat de consequenties zijn van die scheurvorming.

Samengevat bestaat de methodiek uit de volgende vier stappen, die achtereenvolgens moeten worden doorlopen:

1. Inventarisatie van basisgegevens van het betreffende gebouw en de omgeving
2. Inventarisatie van de scheurvorming
3. Vaststellen van de mogelijke oorzaken
4. Vaststellen van de consequenties

De derde stap, het vaststellen van de mogelijke oorzaken, dient als volgt uitgevoerd te worden:

- Opstellen van een overzicht van alle mogelijke oorzaken.
- Uitsluiten van oorzaken (falsificeren).
- Aantonen van mogelijke oorzaken (verifiëren).

Het overzicht van alle mogelijke oorzaken is in principe gelijk voor alle gebouwen en is weergegeven in tabel 5.1. Ten behoeve van het uitsluiten en aantonen van oorzaken van de scheurvorming dienen per scheur dan wel groepering van scheuren de volgende deelstappen uitgevoerd te worden:

- a. Uitsluiting van oorzaken op basis van gegevens over het gebouw
- b. Uitsluiting van oorzaken op basis van gegevens over de omgeving
- c. Per mogelijke oorzaak nagaan of die een rol gespeeld kan hebben
- d. Opstellen schadescenario's

Na het doorlopen van de deelstappen a. en b. zullen oorzaken zijn uitgesloten als mogelijk oorzaak van de scheurvorming. Vervolgens moet voor alle overgebleven oorzaken, per oorzaak, worden nagegaan in welke mate die oorzaak een rol gespeeld kan hebben. Per schadeoorzaak moet dit resulteren in één van de volgende kwalificaties:

- Het kan een hoofdoorzaak zijn van de schade.
- Het kan een rol gespeeld hebben, maar is niet de hoofdoorzaak.
- Het is onduidelijk of het een rol heeft gespeeld.
- Het heeft geen rol gespeeld.

Hierbij is het noodzaak om niet alleen het accepteren maar ook het uitsluiten van oorzaken zo goed mogelijk te motiveren.

Uiteindelijk moet per scheur worden aangegeven wat de consequenties zijn van de scheur. Ten aanzien van de consequenties moet daarbij gebruik gemaakt worden van de volgende categorisering:

- Veiligheid
- Levensduur
- Bruikbaarheid
- Esthetisch

De algemene methodiek geeft handvaten voor het eenduidig vaststellen van een schadeoorzaak, maar geeft hiervoor geen garantie. In veel gevallen is er onvoldoende of slechts gebrekkige informatie beschikbaar over de historie van het gebouw en over de historie van de scheurvorming, waardoor een eenduidige vaststelling niet mogelijk is. Daarnaast moet onderkend worden dat veelal meerdere oorzaken een rol gespeeld (kunnen) hebben bij het ontstaan van een scheur of dat alleen een combinatie van verschillende oorzaken geresulteerd kan hebben in de scheurvorming.

Het voordeel van het volledig doorlopen van de methodiek, ten opzichte van de gangbare praktijk, is dat er een reproduceerbare rapportage beschikbaar komt, die een volledig overzicht geeft van de uitgevoerde analyses. Daarmee is enerzijds direct in te zien of alle oorzaken zijn geanalyseerd. Anderzijds geldt dat als aanvullende informatie beschikbaar komt, relatief eenvoudig nagegaan kan worden wat de consequenties daarvan zijn voor de conclusies van het onderzoek. Een ander voordeel is dat de consequenties van een scheur worden aangegeven, waardoor het voor eigenaren duidelijk wordt wat de gevolgen zijn van de scheuren en wat de noodzaak is om de scheuren (op korte termijn) te herstellen.

8 Literatuurlijst

- [1] Trillingen: meet- en beoordelingsrichtlijnen - Schade aan gebouwen - Deel A; SBR
- [2] Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen; VKB-Protocol 2001; SIKB

9 Ondertekening

Naam en adres van de opdrachtgever:
Provincie Groningen
Commissie Bodemdaling door Gaswinning

Deltares
G. de Lange
Postbus 85467
3508 AL Utrecht

Ondertekening:

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'H. Borsje', is shown on a light blue background.

Ir. H. Borsje

Ir. S.A.J. de Richemont

A Evaluatie van de eerste versie van de methodiek

concept

Algemeen informatie over de evaluatie

Bij de evaluatie is enerzijds per hoofdstuk nagegaan of er aanleiding was voor aanpassingen van de methodiek, met name ten aanzien van de praktische uitvoerbaarheid. De daaruit voortgekomen punten zijn deels opgenomen in deze bijlage en deels direct verwerkt in de tweede versie van de methodiek.

Anderzijds is de methodiek op hoofdlijnen geëvalueerd. Die resultaten zijn alleen onderstaand weergegeven en niet verwerkt in de tweede versie van de methodiek.

Evaluatie hoofdstuk 3 – Gegevens gebouw en omgeving

De algemene gegevens over de woningen zijn opgevraagd bij het gemeentearchief en bij de bewoners zelf. Daaruit bleek dat er veelal beperkte informatie beschikbaar was over de opbouw van de woningen en over eventueel uitgevoerde verbouwingen en uitbreidingen. Met name de historische informatie over verbouwingen en uitbreidingen bleek veelal alleen via de bewoners te achterhalen. Echter, vanwege het in de loop van de tijd wisselen van eigenaar was ook daarmee geen volledig beeld te verkrijgen.

Voor de informatie met betrekking tot de historie van de scheurvorming geldt dat er in alle situaties vrijwel geen objectieve informatie beschikbaar was.

De algemene gegevens met betrekking tot de omgeving konden veelal ter plaatse, relatief eenvoudig, opgenomen worden. Voor de informatie met betrekking tot de bodemgesteldheid is bij alle woningen een bodemonderzoek uitgevoerd. Dat bleek de enige mogelijkheid om daarover voldoende informatie te verkrijgen.

Evaluatie hoofdstuk 4 – Inventarisatie scheurvorming

Voor een goede inventarisatie van de scheurvorming bleek het wenselijk om te beschikken over tekeningen met goede gevelaanzichten. Alleen daarmee was het mogelijk om goed het verloop van de scheuren aan te kunnen geven, evenals de relatie van die scheuren met bijvoorbeeld gevelopeningen.

Bij de woningen waar dat mogelijk was zijn lintvoegmetingen uitgevoerd. Deze informatie bleek zeer belangrijk voor het verkrijgen van inzicht in het zettingsgedrag van de woningen.

Bij de woningen die nabij een verkeersweg waren gesitueerd zijn trillingsmetingen uitgevoerd. Deze metingen bleken zinvol voor het verkrijgen van informatie over de effecten van het verkeer. De meetperiode van circa één week was echter beperkt, omdat daarmee eventuele "incidenten" binnen een weekcyclus slechts één keer gemeten worden en moeilijk zijn te interpreteren.

Evaluatie hoofdstuk 5 – Analyse van de oorzaken

In vrijwel alle gevallen was de omvang van de scheurvorming dusdanig groot, dat het noodzakelijk was om de scheuren te groeperen. In de methodiek is aangegeven om dit te doen op basis van de verschijningsvorm. Dit bleek in de praktijk niet eenvoudig. Voor een goede groepering was naast de verschijningsvorm van de scheuren ook inzicht in het gedrag van de woning noodzakelijk. Soms hebben

scheuren met een ogenschijnlijk zelfde verschijningsvorm, toch een verschillende oorzaak.

De vragen met betrekking tot de uitsluitingen, zoals weergegeven in de paragrafen 5.2 en 5.3, zijn "ontkennend" gesteld, zoals "Er is geen sprake van weg- en/of treinverkeer". Dit blijkt verwarring te geven. Het is minder verwarrend als de vraag gesteld wordt in de vorm "Is er sprake van weg- en/of treinverkeer".

In paragraaf 5.4 wordt aangegeven om per scheur of groepering scheuren één van de volgende kwalificaties te geven:

- Het kan een hoofdoorzaak zijn van de schade.
- Het kan een rol gespeeld hebben, maar is niet de hoofdoorzaak.
- Het is onduidelijk of het een rol heeft gespeeld.
- Het heeft geen rol gespeeld.

In de praktijk blijkt het, met name bij scheuren waar meerdere oorzaken gelijktijdig een rol spelen, niet mogelijk om aan te geven of er sprake is van een hoofdoorzaak. Daarom wordt geadviseerd om gebruik te maken van de volgende twee kwalificaties:

- Het kan een rol spelen
- Het heeft geen rol gespeeld.

In aanvulling hierop is het, voor de situaties waar de oorzaak een rol gespeeld kan hebben, zinvol om aan te geven of het betreffende mechanisme zelfstandig geresulteerd kan hebben in de betreffende scheuren.

Voor het opstellen van de schadescenario's is het wenselijk om te beschikken over objectieve, historische informatie met betrekking tot de scheurvorming. Die bleek veelal slechts in beperkte mate aanwezig.

Evaluatie hoofdstuk 6 – Consequenties

Dit hoofdstuk geeft geen aanleiding tot op- of aanmerkingen.

Aanbevelingen

Op basis van de evaluatie van de methodiek wordt geadviseerd om de methodiek als volgt aan te passen c.q. aan te vullen:

- Indien bij de algemene gegevens van de woningen geen duidelijke gevelaanzichten beschikbaar komen, wordt geadviseerd om die alsnog te maken, en te gebruiken bij de inventarisatie van de scheurvorming.
- Indien bij de algemene gegevens van de omgeving onvoldoende informatie beschikbaar komt over de ondergrond, wordt geadviseerd om een bodemonderzoek uit te voeren.
- Voor het verkrijgen van objectieve informatie over zettingen in de woningen wordt geadviseerd om te allen tijde lintvoegmetingen uit te voeren (indien mogelijk).
- Voor het verkrijgen van objectieve informatie over trillingen in de woningen door (trein)verkeer wordt geadviseerd om te allen tijde trillingsmetingen uit te voeren. Geadviseerd wordt om die metingen uit te voeren gedurende minimaal twee weken.
- Geadviseerd wordt om het, ten behoeve van de analyse, groeperen van scheuren niet alleen te baseren op de verschijningsvorm van de scheuren, maar ook op het gedrag en de werking van de constructie.

- Geadviseerd wordt om de vragen met betrekking tot de uitsluitingen (paragraaf 5.2 en 5.3) niet in de “ontkennende zin” te stellen.
- Ten aanzien van de kwalificatie van de scheuren wordt geadviseerd om niet aan te geven of een mechanisme een hoofdoorzaak is, maar alleen of het een rol gespeeld kan hebben of niet. En zo ja, of dat mechanisme dan zelfstandig geresulteerd kan hebben in de scheurvorming.

Evaluatie van de hoofdlijn van de methodiek

In het algemeen geeft het doorlopen van de methodiek een goed beeld ten aanzien van de mogelijke schadeorzaken. Echter, omdat objectieve, historische informatie over de scheurvorming veelal ontbreekt, is het in de meeste gevallen niet mogelijk om van alle mogelijke oorzaken eenduidig vast te stellen of ze (mede) een rol hebben gespeeld. Dit probleem kan alleen ondervangen worden als er objectieve “nulopnamen” van de scheurvorming beschikbaar zijn, waardoor na een incident de dan optredende scheurvorming vergeleken kan worden met de situatie voor het incident.

Het volledig doorlopen van de methodiek, inclusief het uitvoeren van de voorgestelde metingen, is arbeidsintensief en dus relatief kostbaar. Het voordeel van het doorlopen van deze methodiek is dat daarmee wel direct een “nulopname” van de scheurvorming wordt verkregen. Per situatie zal gezien moeten worden of het zinvol is om een dergelijk intensief onderzoek uit te voeren.

Geadviseerd wordt om na te gaan of het mogelijk is om de methodiek op te splitsen in een vereenvoudigde en in de huidige versie, zodat de huidige versie alleen doorlopen hoeft te worden als de vereenvoudigde versie onvoldoende resultaat geeft.