

TNO-rapport**TNO 2019 R10794****Onderzoek aanpassing NEN 2555:2008****Building, Infrastructures &
Maritime**Stieltjesweg 1
2628 CK Delft
Postbus 155
2600 AD Delftwww.tno.nlT +31 88 866 20 00
F +31 88 866 06 30

Datum	17 juni 2019
Auteur(s)	Dr.ir. I.J.J. van Straalen Ir. R.W.A. Oorschot Ir. R. de Vries
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	72 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	3
Opdrachtgever	NEN Cluster Bouw & Installaties T.a.v. de heer M. Mergeay Postbus 5059 2600 GB Delft
Projectnaam	
Projectnummer	060.35760

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, 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 belanghebbenden is toegestaan.

© 2019 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Haalbaarheid gebruik rookmelders met laagfrequente toon van alarmsignaal	5
2.1	Beschikbare oplossingen.....	5
2.2	Haalbaarheid van alternatieven	8
2.3	Marktanalyse	9
3	Beoordeling effectiviteit.....	13
3.1	Effectiviteit alarm met laagfrequente toon	13
3.2	Effectiviteit trilkussen en flitslicht	15
3.3	Effectiviteit rookmelder met doormelding	15
3.4	Projectie-eisen	17
4	Inpasbaarheid binnen de kaders van de regelgeving.....	20
4.1	Verwijzing vanuit Bouwbesluit en Besluit Bouwwerken Leefomgeving naar NEN 2555.....	20
4.2	Nadere invulling van NEN 2555	23
4.3	Geharmoniseerde Europese productnorm NEN-EN 14604	26
5	Conclusies en aanbevelingen voor aanpassing	28
5.1	Resultaten onderzoek.....	28
5.2	Aanbevelingen aangaande beleid	29
5.3	Voorstellen voor aanpassing van NEN 2555.....	29
5.4	Aanpassing NEN-EN 14604	36
6	Ondertekening	37
	Referenties.....	38
	Bijlage(n)	
	A Resultaten vragenlijst IRCC	
	B Gebeurtenissenbomen	
	C Resultaten metingen geluidniveau woningen	

Voorwoord

Bij de uitvoering van dit onderzoek hebben de auteurs informatie verzameld bij verschillende organisaties. De auteurs willen de heren R. Steenbrink, J. van Helvoort en R. Rutten van TeleAlarm Europe GmbH danken voor hun uiteenzetting over de werking en het functioneren van rookmelders en hun beelden over toekomstige tendensen. Tevens willen de auteurs mevrouw J.L. Vroegop van Erasmus MC danken voor toelichting op oplossingen om slechthorenden te alarmeren. Tenslotte willen de auteurs de leden van de Inter-jurisdictional Regulatory Collaboration Committee (IRCC, www.ircc.info) bedanken voor hun bijdrage bij het beantwoorden van een reeks vragen over de situatie in verschillende landen wereldwijd.

Het concept van het rapport is besproken met de heren G. Ruiter, F. Redegeld, E. Bosscher en M. Mergeay, die namens de Werkgroep 353 086 00 01 “NEN 2555 – Rookmelders voor woonfuncties” als klankbord voor het onderzoek hebben gediend.

1 Inleiding

Een door de normcommissie 351086 “Brandmeldsystemen” aangestelde werkgroep is in 2017 gestart met de herziening van NEN 2555 ‘Brandveiligheid van gebouwen – Rookmelders voor woonfuncties’ (NEN 2555, 2008). Aan de werkgroep zijn onderzoeksresultaten aangereikt waaruit blijkt dat personen bij wie het gehoor achteruit gegaan is, in hun slaap eerder gewekt worden door laagfrequente tonen van rond de 520 Hz dan door de (Europees en nationaal) gebruikelijke tonen van rond de 3100 Hz. Dit feit doet zich veelal voor bij ouderen en omdat ouderen geacht worden langer zelfstandig te wonen, is de discussie omtrent rookmelders met laagfrequente tonen daardoor ook in Nederland inmiddels actueel.

Aan NEN is door het Ministerie BZK de vraag voorgelegd of de geharmoniseerde EU-norm voor rookmelders (NEN-EN 14604, 2005) ruimte geeft voor het in de herziening van NEN 2555 (2008) hanteren van een laagfrequente toon van het alarmeringssignaal. Het is echter niet vanzelfsprekend dat binnen de kaders van de herziening de nationale norm aangepast kan worden. Om antwoord te kunnen geven op deze vraag heeft NEN aan TNO de opdracht gegeven om een onderzoek uit te voeren waarin aan de volgende vier aspecten aandacht wordt gegeven:

1. De verlaging van de frequentie vraagt om andere typen rookmelders. Een marktanalyse moet aantonen wat de best beschikbare oplossingen zijn en tegen welke kosten.
2. Het is onbekend of een rookmelder met een laagfrequente toon universeel toepasbaar is en welke projectie-eisen daarvoor gaan gelden. Onderzoek moet dit duidelijk maken.
3. Bij de aanpassing van de nationale norm loopt Nederland het risico af te wijken van de Europese norm. Een analyse moet aantonen of dit werkelijk het geval is en of er ook andere internationale normen bestaan die zich lenen voor toepassing in Nederland.
4. Eventuele alternatieve oplossingen (nieuwe technieken) die eenvoudig zijn toe te passen.

In voorliggend rapport zijn de resultaten van het door TNO uitgevoerde onderzoek vastgelegd, inhoudende:

- de technische en economische haalbaarheid voor het gebruik van rookmelders met een laagfrequente toon van het alarmsignaal en haalbaarheid van beschikbare, toepasbare alternatieven (hoofdstuk 2);
- beoordeling van effectiviteit van rookmelders en alternatieven (hoofdstuk 3);
- inpasbaarheid van rookmelders met een laagfrequente toon van het alarmsignaal en alternatieven binnen de kaders van nationale en internationale regelgeving (hoofdstuk 4); en
- conclusies en aanbevelingen met inhoudelijk voorstel over het artikelsgewijs uitbreiden en/of aanpassen van NEN 2555 (2008) (hoofdstuk 5).

2 Haalbaarheid gebruik rookmelders met laagfrequente toon van alarmsignaal

2.1 Beschikbare oplossingen

2.1.1 *Effectiviteit gangbare rookmelders versus rookmelders met een laagfrequente toon*

De ontwikkeling van hedendaagse rookmelders vond zo'n 40 jaar geleden plaats met de introductie van de elektronische versie¹ die de elektromechanische zoemer en mechanische bel verving. Deze elektronische versie had een toon van ca. 3100 Hz. Zo'n 10 jaar geleden werd een vervolgstap gezet door Dorothy Bruck en Ian Thomas van het Centre for Environmental Safety and Risk Engineering van de Victoria University in Melbourne, Australië. Zij voerden verschillende onderzoeksprojecten uit naar de effectiviteit van verschillende vormen van alarmering, zoals het gebruik van gesproken woord, lichtflitsen, bedden die schudden en akoestisch signaal met verschillende tonen zoals de standaard 3100 Hz met een sinusgolf, als ook tonen met een lagere frequentie waaronder die met een toon van 520 Hz met een blok golf².

In het IFV-rapport naar de effectiviteit van rookmelders besteden Kobes en Groenewegen-ter Morsche (2015) in paragraaf 3.3 aandacht aan de effectiviteit van rookmelders. Op basis van literatuur hebben zij vastgesteld dat het aantal slechthorenden van 60 jaar en ouder in Nederland geschat werd op 1.256.000 personen (Smits, Kramer en Houtgast, 2006) en dat rond de leeftijd van 65 een gehoorverlies van 30 dB(A) optreedt bij een frequentietoon rond de 3000 Hz. Dit wordt bevestigd in een recentere studie (Homans en anderen, 2016). Verder is het gebruik van hoortoestellen beperkt (Centers for Disease Control and Prevention, 2005) en zullen deze niet tijdens de nacht worden gedragen.

Als achtergrond wat de factoren zijn die een rol spelen bij het wakker worden van geluid, refereren Kobes en Groenewegen-ter Morsche (2015) in paragraaf 3.3.2 naar Lee (2005). De volgende factoren zijn daarbij onderscheiden:

- Sterkte (volume).
- Frequentie (toonhoogte).
- Akoestiek van de ruimte.
- Achtergrondgeluid.
- Fase van de slaap waarin de persoon zich bevindt.
- Mate van vermoeidheid of slaapachterstand.
- Of de persoon er op gericht is om wakker te worden van een alarm.
- Gebruik van medicijnen, alcohol en drugs.
- Mate van gehoorbeperking.

¹ De elektronische versie van een rookmelder maakt gebruik van een piëzo-element waarmee door oplegging van een elektrische spanning een geluid signaal wordt opgewekt. De elektrische spanning kan in de vorm van een zuivere sinusgolf worden opgelegd, maar ook met een blok golf. In geval van een zuivere sinusgolf wordt een toon met een frequentie bereikt en ingeval van een blok golf zal naast deze toon ook nog een aantal hogere tonen worden bereikt. Ingeval van een 520 Hz blok golf zullen naast een grondtoon van 520 Hz ook 3^e, 5^e en 7^e boventonen (1560, 2600 en 3640 Hz) te horen zijn. Opgemerkt wordt dat rookmelders met een toon van 3100 Hz vaak ook gebruik maken van een blok golf, waarbij echter de hogere frequenties minder hoorbaar zullen zijn.

² In voorliggend rapport zal ingeval van een toon van 520 Hz met een blok golf alleen worden gesproken over een toon van 520 Hz.

De sterkte en frequentie hebben betrekking op de eigenschappen van de rookmelder, de akoestiek van de ruimte wordt bepaald door de ruimte en de gekozen projectie, en de overige bovengenoemde factoren zijn mensgebonden.

Kobes en Groenewegen-ter Morsche (2015) laten verder zien dat uit de studies van de eerdere genoemde Dorothy Bruck, Ian Thomas en anderen blijkt dat bij toepassing van de gangbare rookmelders een aanzienlijk percentage van de slapende kinderen, mensen onder invloed van alcohol en diep slapende mensen, niet gewekt worden door het alarm. Zij hebben onderstaande tabel 1 samengesteld.

Tabel 1 – Overzicht van resultaten uit verschillende studies naar het ontwaken van slapende personen in reactie op een rookmelder (gebaseerd op Bruck en Thomas, 2008a)

Testpersonen	Referenties	Volume dB(A)	Percentage niet gewekt door alarm	
			Gangbare 3100 Hz	520 Hz blokgolf
Kinderen 6-10 jaar (n=20;28)	Bruck en Bliss (2000)	89	43%	3,5%
Kinderen 6-10 jaar, deltaslaap (n=24)	Smith e.a. (2006)	100	42%	-
Kinderen 6-15 jaar	Bruck (1999)	60	94%	-
Jongvolwassenen, deltaslaap (n=14)	Ball en Bruck (2004)	75	43%	7%
Jongvolwassenen, met bloedalcoholgehalte van 0,05% (n=32)	Bruck e.a. (2007)	75	38,5%	0%
Jongvolwassenen, nuchter (n=24)	Bruck en Thomas (2008a)	75	21%	0%
Ouderen > 65 jaar (n=42)	Bruck en Thomas (2006), Bruck en Thomas (2008b)	75	18%	4,5%
Slechthorende volwassenen (n=38)	Bruck en Thomas (2007)	75	56%	8%
Slechthorende volwassenen (n=38)	Bruck en Thomas (2007)	95, 210 s	15,6%	0%

Op basis van deze tabel komen Kobes en Groenewegen-ter Morsche (2015) tot de volgende bevindingen:

- De gangbare toon met frequentie van 3100 Hz is van de geteste opties het minst geschikt voor het wekken van slapende personen.
- Het verhogen van geluidsterkte (volume) geeft wel een verbetering (volgt uit testen met kinderen en slechthorende volwassenen), maar een aanzienlijk deel van de personen wordt alsnog niet wakker bij een toon met een frequentie van 3100 Hz.
- Een verlaging van de frequentie naar 520 Hz geeft voor alle onderzochte doelgroepen een beter resultaat aangaande het percentage dat niet gewekt wordt door het alarm bij een volume van 75 dB(A):
 - 3,5% van kinderen 6-10 jaar (Kobes en Groenewegen-ter Morsche (2015) gaan niet in op dit resultaat uit tabel 1; zij gaan wel in op een studie waarin vastgesteld is dat kinderen beter door de stem van hun ouders gewekt kunnen worden);
 - 7% van de jongvolwassenen in deltaslaap;

- 4,5% van de ouderen;
- 8% van de slechthorende volwassenen;
- 0% nuchtere jongvolwassenen;
- 0% jongvolwassenen onder invloed van alcohol.

In aanvulling op deze bevindingen geven Thomas en Bruck (2015) een samenvattende uiteenzetting waarom een 520 Hz rookmelder zo effectief is:

Many different sounds have been used in our testing of the response of these people while sleeping. These sounds include the current smoke alarm signal used in Australia, the US and many other countries (an ~3100 Hz pure tone), pure tones of 400, 800 and 1600 Hz, 400, 520, 800 and 1600 Hz square wave sounds, white noise, whooping sounds (one varying between 400-1600 Hz and another between 400-800 Hz) and voice messages (child's mother's voice, voices of male and female actors). In all of these tests the 520 Hz square wave has been found to be as good or better at waking people than the others while the current smoke alarm sound has consistently been found to be the worst of those tested.

An explanation for this superiority involves the complexity of a square wave sound. The 520 Hz square wave has been described as being a dissonant noise. It has a fundamental frequency of 520 Hz and subsequent peaks at the 3rd, 5th, 7th etc. harmonics. These multiple peaks are less likely to be masked by ambient noise than a single frequency. Several of the peaks are in the frequency range where human hearing is most sensitive, are also more than a critical bandwidth apart, and the different frequencies activate different parts of the basilar membrane in the inner ear thus increasing the perceived loudness.

2.1.2 Toepassing van rookmelder in andere landen

Om na te gaan of rookmelders met een laagfrequente toon gangbaar zijn, is er vanuit TNO een vragenlijst opgesteld voor landen aangesloten bij de Inter-jurisdictional Regulatory Collaboration Committee (IRCC). Er zijn antwoorden ontvangen van de landen Zweden, Nieuw Zeeland, Japan, Australië, Oostenrijk, Schotland, Canada, Singapore, Engeland en Verenigde Staten. Een overzicht tezamen met de antwoorden op de vragen is gegeven in bijlage A. Op basis van de antwoorden gegeven op de vragenlijst kan worden geconcludeerd dat 520 Hz rookmelders of detectoren in combinatie met speakers met 520 Hz blokgolf niet gangbaar zijn, maar ook niet uitgesloten van toepassing. In Australië, Canada, Engeland en de Verenigde Staten is deze optie overigens wel expliciet benoemd in de regelgeving als een alternatief voor met name ouderen. In de Verenigde Staten is bijvoorbeeld ook nieuwe regelgeving in voorbereiding die 520 Hz rookmelders of detectoren in combinatie met speakers voor bepaalde situaties voorschrijft; het plan is dat deze nieuwe regelgeving per 2021 van kracht zal zijn.

De exacte toonfrequentie van het signaal dat moet worden afgegeven door de rookmelder of speaker, is in geen enkel land gespecificeerd. In de meeste landen is er (in Europa via toepassing van EN 14604, 2005) een maximum gesteld aan de nominale toonfrequentie van 3500 Hz. Zodoende is een rookmelder met een toonfrequentie van 520 Hz ook toegestaan. In Australië is nader gespecificeerd dat een laagfrequente toon een blokgolf moet hebben. In de Verenigde Staten heeft

men een algemenere specificatie waarin de bijdrage van bepaalde boventonen ook wordt vereist (zoals bewerkstelligd met een blokgolf of zaagtand).

In enkele landen (Australië, Canada en de Verenigde Staten) is een specifiek geluidspatroon gespecificeerd. Bij dit zogenaamde Temporal 3 (T3) patroon, gebaseerd op NEN-ISO 8201 (2001), dienen drie piepen van een halve seconde te worden gevolgd door een pauze van anderhalve seconde. Sommige in Europa verkrijgbare rookmelders gebruiken dit patroon ook.

2.1.3 *Beschikbaarheid rookmelders met een laagfrequente toon*

Op basis van zoekopdrachten op internet blijkt dat 520 Hz rookmelders niet beschikbaar zijn. In de voorgaande paragraaf 2.1.3 waarin rookmelders of detectoren in combinatie met een speaker met een 520 Hz toon nader zijn besproken, is een product beschreven waarbij de detector en speaker tot een unit zijn te combineren.

Voor zover dit vast te stellen is, zijn de oplossingen zoals beschreven in de voorgaande paragraaf 2.1.3, gebaseerd op een speaker en niet op een piëzo-element. De reden hiervoor is waarschijnlijk dat voor een toonhoogte van 520 Hz meer vermogen noodzakelijk is dan voor een toonhoogte van 3100 Hz. Echter, piëzo-elementen met een toonfrequentie rond de 500 Hz zijn wel verkrijgbaar. Technisch moet het daarmee mogelijk zijn om een rookmelder te ontwikkelen op basis van een piëzo-element.

2.2 **Haalbaarheid van alternatieven**

2.2.1 *Algemeen*

Zoals reeds in paragraaf 2.1.1 is aangegeven, hebben zo'n 10 jaar geleden Dorothy Bruck en Ian Thomas van het Centre for Environmental Safety and Risk Engineering van de Victoria University in Melbourne, Australië, verschillende onderzoeksprojecten uitgevoerd naar de effectiviteit van verschillende vormen van alarmering:

- het gebruik van gesproken woord;
- lichtflitsen;
- bedden die schudden, en
- geluid met verschillende tonen zoals de standaard 3100 Hz met een sinusgolf, als ook geluid met een lagere frequentie waaronder die met een toon van 520 Hz met een blokgolf.

Uit deze studies is naar voren gekomen dat een toon van 520 Hz met een blokgolf het meest effectief bleek te zijn. Voor de grote groep ouderen met 'normale' achteruitgang van het gehoor is een rookmelder met een laagfrequente toon van 520 Hz afdoende om gewekt te worden bij rookontwikkeling.

2.2.2 *Rookmelders of detectoren in combinatie met een speaker met een laagfrequente toon*

Op basis van zoekopdrachten op internet blijkt dat met name in Canada en de Verenigde Staten 520 Hz rookmelders en/of detectoren in combinatie met een speaker met een 520 Hz toon beschikbaar zijn op de markt. In één van de gevonden oplossingen zijn de detector en de speaker te combineren tot een enkele unit.

Bij voorbeeld de fabrikant (Chubb) Edwards

<https://www.edwardsfire.com/Home/LowFrequency>) zijn systemen beschikbaar met een rookmelder of detector gecombineerd met speaker met een toon van 520 Hz. Er is een versie beschikbaar waarbij de rookmelder of detector en de speaker los van elkaar geplaatst zijn en er is een versie beschikbaar waarbij de detector geplaatst is op de speaker. De gecombineerde versie is iets groter (diameter 173 mm en hoogte 81 mm) dan de gangbare rookmelders met een toonhoogte van 3100 Hz. Van andere fabrikanten zijn met name versie te vinden gebaseerd op een aparte speaker.

In Nederland wordt bijvoorbeeld van de fabrikant FireAngel een speaker-unit met een 520 Hz toon geleverd (<https://www.brandblussershop.eu/fireangel-w2-lfs-630-eut-wi-safe-2-laagfrequent-signaalgever>) die gecombineerd kan worden met een 3100 Hz rookmelder (<https://www.brandblussershop.eu/brandmelders/fireangel-brandmelders/fireangel-wst-630-bnlt-3v-rookmelder-wi-safe-2>).

2.2.3 *Lichtflitsen en /of trilkussen*

Auditief beperkten (zijnde geen ouderen) maken reeds gebruik van een installatie met lichtflitsen en/of trilkussen aangesloten op een rookmelder om gewekt te worden. Dit is een relatief kleine groep van ca. 10.000 mensen in Nederland en daarvoor zijn dit bruikbare oplossingen om gealarmeerd te worden bij brand. Deze worden bijvoorbeeld geleverd door de fabrikant Fire-angel (<https://www.brandblussershop.eu/brandmelders/fireangel-brandmelders/fireangel-w2-svp-630-eut-wi-safe-2-stroboscoop-en-trilpad>) waarbij een stroboscoop en een trilpad gekoppeld kunnen worden met een rookmelder. Naast een alternatief voor auditief beperkten kan dit gezien worden als een serieuze oplossing voor een grotere groep ouderen met een verminderd gehoor. Daarmee is het een gelijkwaardige oplossing.

2.2.4 *Doormelding*

Een andere mogelijke oplossing om het vluchten, c.q. ontruimen bij brand/rookontwikkeling mogelijk te maken en daarmee slachtoffers te voorkomen of beperken, is de toepassing van rookmelders met de optie om een doormelding te doen naar bijvoorbeeld de burens. Op deze manier kan een oudere die niet in staat is om zelfstandig te vluchten, toch binnen een kort tijdsbestek geholpen worden om in veiligheid te komen na een melding. Een dergelijke oplossing wordt bijvoorbeeld door TeleAlarm Europe (<http://www.telealarm.com/nl/producten/veiligheid-thuis/accessoires/draadloze-rookmelder/>) op de markt gebracht. Ook dit alternatief kan gezien worden als een gelijkwaardige oplossing.

2.3 **Marktanalyse**

2.3.1 *Technische vereiste rookmelder met laagfrequente toon*

Op basis van een marktanalyse kan worden aangetoond wat de best beschikbare oplossingen zijn en tegen welke kosten (technische en economische haalbaarheid). Edwards (2015) geeft aan dat 520 Hz rookmelders en detectoren met een gekoppelde 520 Hz speaker duurder kunnen uitvallen dan reguliere 3100 Hz oplossingen. Dit komt doordat het genereren van een laagfrequent signaal met dezelfde geluidssterkte meer energie kost. Zodoende is er een batterij vereist met een grotere capaciteit. Vandaar dat in de huidige markt voornamelijk speakers te

verkrijgen zijn die aangesloten kunnen worden op een reguliere rookmelder of een detector.

2.3.2 *Bedrijfsstrategie*

De producenten / leveranciers van 520 Hz rookmelders zullen voor de (grootschalige) introductie van deze rookmelders de afweging maken of het product voldoende marktpotentieel heeft. Hierbij zullen de bedrijfsstrategie, de potentiële marktomvang en de te verwachten marge op de melders afgewogen worden.

Er zijn bedrijven die maatschappelijk verantwoordelijk ondernemen (MVO) hoger in het vaandel hebben en dit meenemen bij de overwegingen om een 520 Hz rookmelder in het assortiment op te nemen. Ook zullen er bedrijven zijn die zich bij de afweging om een dergelijk product te gaan leveren, meer laten leiden door de te verwachten bijdrage ervan aan het rendement van hun onderneming.

2.3.3 *Marktomvang (TAM – SAM – SOM)*

In de huidige opvatting zijn de gebruikers voor laagfrequente rookmelders voornamelijk ouderen. De prognose is dat de totale populatie ouderen boven 80 jaar groeit van 0,8 miljoen nu naar 2 miljoen in 2060³.

De TAM (Total Available Market) voor de laagfrequente rookmelders in Nederland over de komende periode is het product van (1) het aantal woningen van deze groep ouderen; (2) het aantal melders per woning en (3) de vervanging van de melders in die periode. Uitgaande van enkele aannames (3 melders/woning en vervanging na 10 jaar) wordt de TAM op 5 miljoen melders met een laagfrequente toon in de komende 20 jaar geschat. Dit aantal zal overigens veel hoger liggen indien laagfrequente rookmelders ook gangbaar worden voor andere leeftijdscategorieën.

In de marktanalyse moet vervolgens een inschatting gemaakt worden van de SAM (Serviceable Available Market). Niet iedereen zal overtuigd zijn of kunnen worden van de noodzaak van 520 Hz rookmelders of deze kunnen betalen. Een deel van de bewoners met een eigen woning zal ze niet aanschaffen. Ook wordt verwacht dat niet alle woningcorporaties alle woningen van deze melders zullen voorzien. Daarnaast is het van belang welk beleid de overheid in de nabije toekomst zal gaan voeren aangaande het toepassen van 520 Hz rookmelders. De SAM zou dus zowel op 5 % als op 50 % van de TAM te stellen zijn.

De auteurs beschouwen het in het kader van deze studie de verantwoordelijkheid van de potentiële leveranciers van de laagfrequente melders om hun eigen inschatting te maken m.b.t. de SOM (Serviceable Obtainable Market) voor hun product.

2.3.4 *Kosten laagfrequente speakers*

Zoals reeds in 2.1.3 uiteengezet wordt reeds (minimaal één) laagfrequente speaker op de Nederlandse markt aangeboden die te koppelen is aan een rookmelder. De verkoopprijs van deze speaker is € 65 en de verkoopprijs van de bijbehorende rookmelder is € 40.

³ <https://www.nidi.nl/nl/demos/2018/06/02>

2.3.5 *Kosten laagfrequente rookmelders*

Mogelijkwerijs zijn er thans reeds andere aanbieders op de Nederlandse markt en ook andere producenten of distributeurs van rookmelders op de Nederlandse markt die kunnen overwegen om laagfrequente rookmelders CE-markering te laten krijgen om ze daarmee op de markt te kunnen brengen.

De kosten per rookmelder worden bepaald door de vaste en variabele kosten. Vaste kosten zijn onafhankelijk van het aantal eenheden dat verkocht wordt: CE-certificering van de rookmelder en overige verkoopkosten (bijvoorbeeld voor marketing en communicatie van de producent en/of distributeur). De kosten voor CE-certificering zijn op basis van de beschikbare informatie moeilijk in te schatten, maar zullen tussen de k€ 5 en k€ 25 liggen (KIWA; persoonlijke communicatie). De kosten voor M&C zijn sterk afhankelijk van de keuzes die de producent of distributeur maakt en worden hier buiten beschouwing gelaten. De schatting van de vaste kosten per melder wordt bepaald door de kosten voor de certificering en het aantal verkochte rookmelders.

De variabele kosten voor een laagfrequente rookmelder zijn geschat als de som van samenstellende onderdelen: de inkoopprijs van een 500 Hz piëzo-element (verkoop £ 5⁴) en een 'standaard' rookmelder (bandbreedte van € 9 - € 25⁵). Daardoor lijkt de schatting van de bandbreedte voor de variabele kosten van een te maken melder met laagfrequente toon van € 15 - € 30 reëel. De disclaimer is dat deze combinatie praktisch gemaakt moet kunnen worden. Hierbij zijn minimaal 3 voorwaarden van toepassing, nl. (1) dat het piëzo-element in de standaard-behuizing gebouwd kan worden; (2) dat de capaciteit van de batterij voldoende is om 10 jaar standby-tijd te garanderen en (3) dat deze combinatie een voldoende sterk signaal produceert. Als het signaal van het piëzo-element niet sterk genoeg is, zal een luidspreker toegevoegd moeten worden. In dat geval zullen de kosten van de detector en speaker hoger uitvallen.

2.3.6 *Kosten installatie lichtflitsen en trilkussen*

Van de in paragraaf 2.2 besproken installatie met lichtflitsen en/of trilkussen liggen de kosten rond de € 70.

2.3.7 *Kosten rookmelders met doormelding*

Er zijn twee leveranciers bekend die rookmelders leveren die gecombineerd kunnen worden met doormelding naar vooraf gekozen telefoonnummers:

Netatmo (onderdeel van Legrand <https://www.legrand.nl/over-legrand/legrand-group>) heeft een draadloze rookmelder in het leveringsprogramma: <https://www.netatmo.com/nl-nl/security/smoke-alarm>. Deze "Netatmo Slimme Rookmelder maakt korte metten met het probleem van klassieke rookmelders, door direct een waarschuwing naar uw smartphone en die van uw gezin te sturen zodra rook wordt gedetecteerd". De prijs is ca € 100; de Netatmo-rookmelder opereert stand-alone.

Telealarm ondersteunt met haar producten "Zelfstandigheid en levenskwaliteit – met TeleAlarm ook nog op latere leeftijd. Met de personen-alarmtoestellen van TeleAlarm en de bijbehorende telecaresystemen krijgen lichamelijk beperkte mensen de mogelijkheid om in hun gewone omgeving te blijven wonen en hun

⁴ <https://uk.farnell.com/multicomp/mckpsp2950pn-16-0-25a-4763/buzzer-piezo-500hz-84db/dp/1756492>

⁵ <https://www.brandblussershop.eu/brandmelders? p=4>

zelfstandigheid te behouden" (<http://www.telealarm.com/de/produkte/sicherheit-zuhause/>).

Het personen-alarmtoestel kan gekoppeld worden met de draadloze rookmelder(s) <http://www.telealarm.com/nl/producten/veiligheid-thuis/accessoires/draadloze-rookmelder/> en eventueel andere sensoren. In het personen-alarmtoestel kan een aantal telefoonnummers geprogrammeerd worden, die gewaarschuwd worden als één van de sensoren een signaal geeft. De rookmelder kost € 130 en het alarmtoestel € 225.

3 Beoordeling effectiviteit

3.1 Effectiviteit alarm met laagfrequente toon

3.1.1 *Kans dat een persoon wordt gealarmeerd*

Op basis van een risicobenadering (gebeurtenissenboom) is vastgesteld wat de invloed is van de hoogte van de toonfrequente (3100 Hz en 520 Hz) op de kans dat een slapende persoon (jongere, gemiddelde en oudere leeftijd) wordt gealarmeerd bij het ontstaan van een brand. Op basis van het resultaat van deze risico-analyse is vastgesteld wat de invloed is van de hoogte van de frequentie op de kans dat een slapende persoon wordt gealarmeerd gegeven de leeftijdsgroep. Uitgangspunt daarbij is dat voldaan is aan de prestatie-eis voor het geluidniveau, zoals deze is vastgelegd in hoofdstuk 5 van NEN 2555 (2008): “In iedere verblijfsruimte en een buiten een verblijfsruimte gelegen vluchtroute in de woning, moet het minimale geluidniveau van het alarmsignaal (van de rookmelder), gemeten op enig punt in die ruimte, minimaal 65 dB(A) en in ieder bedruimte minimaal 75 dB(A) bedragen. Het geluidniveau moet worden gemeten in het midden van de ruimte op een hoogte van 1,5 m boven de vloer, met alle beweegbare constructiedelen (zoals deuren en ramen) in gesloten toestand.”

In Bijlage B is de gebruikte gebeurtenissenboom gegeven met bijbehorende kansen om te berekenen wat de kans is om gealarmeerd te worden. Hierbij is rekening gehouden met de slaapduur en de kans dat iemand gewekt wordt door een ander. Beide zijn afhankelijk van de leeftijdscategorie. De kans dat iemand wordt gewekt door het alarm is afhankelijk van het type alarm (3100 of 520 Hz) en of de persoon nuchter is (zoals beschreven in paragraaf 2.1.1).

Tabel 2 – Berekende kansen voor alarmering

Alarmtype	Categorie	Niet gealarmeerd
3100 Hz	Jongere (jonger dan 16 jaar)	2,1%
	Gemiddelde	3,3%
	Oudere (ouder dan 65 jaar), slechthorende	6,1%
520 Hz blokgolf	Jongere (jong dan 16 jaar)	0,2%
	Gemiddelde	0,0%
	Oudere (ouder dan 65 jaar), slechthorende	1,0%

Uit de resultaten komt naar voren dat de kans om niet gealarmeerd te worden met het reguliere 3100 Hz alarmtype klein is, maar niet verwaarloosbaar. Voor de leeftijdscategorie oudere, slechthorende is er een hogere kans om niet gealarmeerd te worden. Door gebruik te maken van een 520 Hz blokgolf alarm kan dit percentage worden gereduceerd. Uit de berekening volgt dat het aantal personen dat gealarmeerd wordt, toeneemt met ongeveer een factor 5 tot 10.

3.1.2 *Kans dat persoon in veiligheid weet te komen*

Tevens is een risicobeschouwing uitgewerkt wat de kans is dat een persoon niet in veiligheid (uit de woning, uit het gebouw) weet te komen. Deze beschouwing laat zien wat de effectiviteit van een alarm is rekening houdend met het feit dat de bewoner zich na een melding ook nog in veiligheid moet brengen.

In Bijlage B is de gebruikte gebeurtenissenboom gegeven voor de uitwerking van de kans dat een persoon niet in veiligheid weet te komen. Deze gebeurtenissenboom is feitelijk een uitbreiding van die in de vorige paragraaf besproken is. Voordat het alarm afgaat, zal de brand zich eerst moeten ontwikkelen. Uitgangspunt is verder dat de ontstane brand een dusdanige omvang heeft dat deze ook levensbedreigend is. Deze gebeurtenis wordt als voorwaarde gesteld voor de berekende kansen. De kans dat de persoon niet nuchter is of dat de rookmelder niet werkt is in de uitwerking gesteld op nul. (In werkelijkheid zal deze kans weldegelijk aanwezig zijn, met name de laatste). Zodoende gelden deze dus als aanvullende voorwaarden voor de berekende resultaten.

In de berekening is rekening gehouden met verschillende beschikbare tijden om te vluchten (Available Safe Egress Time, ASET) vanaf het moment waarop het vluchten wordt ingezet. Bij het ontwaken door het alarm zal deze tijd langer zijn dan bij ontwaken op andere wijze op een later tijdstip. De benodigde tijd om te vluchten (Required Safe Egress Time, RSET) is afhankelijk van de leeftijdscategorie gekozen. Er is een langere tijd benodigd voor jongeren en ouderen. De gehanteerde tijden zijn gegeven in Bijlage B. In de volgende tabel zijn de berekende kansen op het niet veilig naar buiten komen gepresenteerd. Tevens is daarbij het aantal doden dat per alarmtype/categorie is te verwachten in Nederland, gegeven. De achtergronden die ten grondslag liggen aan deze berekeningen, zijn uiteengezet in Bijlage B.

Tabel 3 – Berekende kansen voor niet veilig naar buiten en aantal doden per jaar

Alarmtype	Categorie	Niet veilig naar buiten	Aantal doden per jaar	
Geen	Jongere (jonger dan 16 jaar)	16.5%	11,1	56,3
	Gemiddelde	9.7%	25,8	
	Oudere (ouder dan 65 jaar), slechthorende	24.6%	19,4	
3100 Hz	Jongere (jonger dan 16 jaar)	11,8%	7,9	30,9
	Gemiddelde	2,4%	6,4	
	Oudere (ouder dan 65 jaar), slechthorende	21,0%	16,5	
520 Hz blok golf	Jongere (jonger dan 16 jaar)	7,5%	5,0	21,9
	Gemiddelde	0,5%	1,3	
	Oudere (ouder dan 16 jaar), slechthorende	19,7%	15,5	

In de huidige situatie met in 50% van de woningen geen alarm en in 50% van de woningen alleen een alarm met een toonhoogte van 3100 Hz, volgt uit tabel 3 dat het aantal doden per jaar gelijk is aan afgerond 44 personen per jaar. Dit komt overeen met het gemiddelde aantal doden dat in de periode 2008-2017 volgens Bakker en anderen (2018) bij woningbranden zijn gevallen. Blijkbaar leiden de aannamen voor verschillende parameters die ten grondslag liggen aan de risicobenadering in Bijlage B, tot een aantal doden per jaar dat overeenkomt met het werkelijk aantal doden per jaar. Uit tabel 3 zijn de volgende tendensen zichtbaar:

- Het verschil tussen het wel of niet hebben van een alarm is groot. Vergeleken met de huidige situatie waarbij 50% geen (werkend) alarm in huis heeft, zou indien alle woningen een 3100 Hz melder hebben, het aantal doden van 44 personen per jaar afnemen tot 31 personen per jaar. Bij toepassing van alleen een alarm met een 520 Hz blokgolf zou dit aantal verder afnemen tot 22 personen per jaar.
- Het terugdringen van het aantal doden per jaar is vooral terug te zien in de categorieën jongere en gemiddelde. Voor de categorie oudere is het beperken van het aantal doden door gebruik te maken van een 3100 Hz of een 520 Hz blokgolf alarm veel beperkter (1 tot 2 minder doden per jaar). De reden hiervoor is dat oudere meer tijd nodig hebben om zich in veiligheid te brengen, ook al worden zij door een alarm gewaarschuwd.

Bij de in tabel 3 gegeven kansen moet wel in beschouwing genomen worden dat deze gebaseerd zijn op branden die dusdanig ontwikkelen dat deze ook levensbedreigend zijn. Bekend is dat dit in minder dan 4% van de branden waarbij ook de brandweer gealarmeerd wordt, het geval is. In de overige situaties (meer dan 96% van de branden waarbij ook de brandweer gealarmeerd wordt) is de brand niet levensbedreigend en voor die situaties mag er zeker wel van worden uitgegaan dat de eerdere conclusie van paragraaf 3.1.2 dat het aantal personen dat gealarmeerd wordt, toeneemt met ongeveer een factor 5 tot 10, een gunstig effect heeft die het gebruik van een rookmelder met 520 Hz toon ondersteunt. De bewoner heeft niet alleen meer tijd om te vluchten, maar ook om andere personen of hulpdiensten te waarschuwen. Dat geldt ook voor ouderen, ondanks het gestelde in de 2^e bovenstaande bullet.

3.2 Effectiviteit trilkussen en flitslicht

In paragraaf 2.2 is aangegeven dat het alternatief met een trilkussen en/of flitslicht ook een serieus alternatief is voor een grotere groep ouderen met een verminderd gehoor. Voor dit alternatief is echter geen data beschikbaar over het percentage personen dat niet gewekt wordt door het alarm. Op basis van de berekeningen voor het gebruik van rookmelders kan overigens wel de conclusie worden getrokken dat het gebruik van een alarm minder doden tot gevolg zal hebben dan helemaal geen alarm. Dus ook het gebruik van een trilkussen en/of flitslicht zal bijdragen aan het effectiever gealarmeerd worden bij brand.

3.3 Effectiviteit rookmelder met doormelding

3.3.1 *Kans dat persoon wordt gealarmeerd*

Voor de situatie dat de bewoner niet in staat is om zelfstandig te vluchten, is een vergelijkbare analyse gemaakt als gerapporteerd in paragraaf 3.1. Daarbij is

gekeken naar het verschil tussen de situatie dat alleen de bewoner gealarmeerd wordt en de situatie dat vervolgens één van burens een doormelding krijgt.

Deze situatie heeft voornamelijk betrekking op ouderen. Zodoende is er een extra risico-analyse gedaan waarbij de kans om gewekt te worden door een andere persoon juist is verhoogd (van 0,3 naar 0,8). Dit reflecteert de situatie waarin één van de burens de woning binnen zal gaan om iemand alsnog te wekken. De berekende kansen om niet gealarmeerd te worden zijn gegeven in tabel 4.

Tabel 4 – Berekende kansen voor alarmering

Alarmtype	Categorie	Doormelding	Niet gealarmeerd
3100 Hz	Oudere, slechthorende	Nee	6,1%
		Ja	1,8%
520 Hz blok golf	Oudere, slechthorende	Nee	1,0%
		Ja	0,3%

In de resultaten is te zien dat de kans op niet gealarmeerd worden met een factor 3 afneemt voor beide alarmtypen. Dit is een zinvolle maatregel, zeker als men in beschouwing neemt dat ook in geval van branden die niet levensbedreigend zijn, de vaak hulpbehoevende bewoner zeker de hulp van een buur kan gebruiken in een dergelijk ernstige situatie.

3.3.2 *Kans dat persoon in veiligheid weet te komen*

Tevens is een risicobeschouwing uitgewerkt wat de kans is dat een bewoner in veiligheid (uit de woning, uit het gebouw) weet te komen.

Op dezelfde wijze kan de berekening voor de kans dat een persoon niet veilig naar buiten komt worden berekend. Hierbij is de kans om gewekt te worden door een ander juist weer verhoogd (van 0,3 naar 0,8). Het beschouwen van doormelding in de risico-analyse leidt tot de volgende resultaten (ervan uitgaande dat alle woningen beschikken over een werkend alarm).

Tabel 5 – Berekende kansen voor veilig naar buiten

Alarmtype	Categorie	Doormelding	Niet veilig naar buiten	Aantal doden per jaar
3100 Hz	Oudere, slechthorende	Nee	21,0%	16,5
		Ja	20,8%	16,4
520 Hz blok golf	Oudere, slechthorende	Nee	19,7%	15,5
		Ja	19,7%	15,5

Uit de beschouwing volgt dat de invloed van wel of geen doormelding verwaarloosbaar is voor beide typen rookmelders. Dit komt doordat er in de analyse rekening is gehouden met een zekere tijd die verstrijkt voordat een ander persoon de oudere komt wekken. Omdat de benodigde ontruimingstijd (RSET) relatief groot is voor deze leeftijdscategorie, is de kans op een succesvolle ontruiming ook kleiner.

3.4 Projectie-eisen

3.4.1 *Projectie-eisen geluidniveau volgens NEN 2555*

Om uitsluitel te geven of een 520 Hz rookmelder universeel toepasbaar is en welke projectie-eisen daarvoor gaan gelden, zijn de huidige eisen uit NEN 2555 (2008) nader beschouwd, is gekeken naar projectie-eisen zoals deze in andere landen voorgeschreven zijn, en zijn metingen in de praktijk uitgevoerd.

In de huidige versie van de NEN 2555 (2008) die gebaseerd is op een 3100 Hz rookmelder is geëist dat het minimale geluidniveau 65 dB(A) is in iedere verblijfsruimte en een buiten een verblijfsruimte gelegen vluchtroute, en minimaal 75 dB(A) voor iedere bedruimte. NEN 2555 (2008) gaat er daarbij van uit dat dit geluidniveau moet worden gehaald in het midden van de ruimte op een hoogte van 1,5 m boven de vloer, met alle beweegbare constructiedelen (zoals deuren en ramen) in gesloten toestand.

Daarnaast geldt de eis dat op een afstand van 3 m van de rookmelder, een geluidniveau tussen de 85 en 110 dB(A) wordt gehaald onder voorgeschreven omstandigheden. Deze eis volgt uit NEN-EN 14604 (2005), waarnaar is verwezen in NEN 2555 (2008) voor eisen.

In paragraaf 8.1 van NEN 2555 (2008) is deze eis “uitgewerkt” in de projectie zoals deze in het Bouwbesluit is uiteengezet. Hierbij mag een verblijfsruimte in een woning alleen verlaten worden door een ruimte die met minimaal één rookmelder is beveiligd. Deze projectie is overigens nog geen garantie dat voldaan is aan de hier uiteengezette eis van 65 en 75 dB(A).

3.4.2 *Projectie-eisen in andere landen*

Uit de IRCC vragenlijst (bijlage A) komt naar voren dat de projectie-eisen per land verschillen. Omdat de eisen op verschillende wijzen worden gesteld, is een precieze vergelijking moeilijk.

In termen van minimaal geluidniveau wordt een reeks van waarden gehanteerd, beginnend in Noorwegen bij 60 dB(A) in woon- en slaapkamer tot 75 dB(A) bij het hoofdeinde in onder andere Engeland en de Verenigde Staten. In meerdere landen is er ook een eis gesteld met betrekking tot het aanwezige omgevingsgeluid in de ruimtes bewaakt door middel van een rookmelder. Een dergelijke eis ontbreekt in NEN 2555 (2008). In de Verenigde Staten en Canada stelt men dat het geluidniveau van de rookmelder ten minste 15 dB(A) hoger moet zijn dan het omgevingsgeluid. Daarnaast is er in enkele landen ook een maximum gesteld aan het geluidniveau (bijvoorbeeld 100 dB(A) op 1,8 m hoogte in Nieuw Zeeland), hetgeen overigens ook is geregeld in NEN-EN 14604 (2005). Zodoende kan gehoorschade worden voorkomen en wordt de irritatie kleiner bij een vals alarm – en daarmee de kans op het onklaar maken van de rookmelder.

Met betrekking tot de locaties waar de rookmelders moeten worden geplaatst is er ook een grote verscheidenheid in de eisen. Beginnend met een beperkte eis in Noorwegen van minimaal één rookmelder per verdieping tot uitgebreid in Schotland met minimaal één rookmelder in woon- en slaapkamer, keuken (hitte-alarm) en verkeersruimtes. Bovendien dienen alle melders onderling verbonden te zijn. Bij toepassing van NEN 2555 (2008) is deze onderlinge koppeling niet verplicht, maar

kan wel een manier zijn om aan de eis voor het geluidniveau te kunnen voldoen. In de landen waar er een beperkte eis is voor de plaatsing, moet er nog steeds aan de eis betreffende het minimale geluidniveau worden voldaan. Om dit te bewerkstelligen zijn dan rookmelders benodigd op extra locaties.

3.4.3 *Resultaten metingen aan woningen*

Voor een drietal verschillende type woningen (rijtjeshuis met betonnen wanden en vloeren, rijtjeshuis met stenen wanden en houten vloeren, appartement met betonnen wanden en vloeren, inclusief een buiten een verblijfsruimte gelegen vluchtroute) is nagegaan in hoeverre de voorgestelde eisen aan het geluidniveau bij 3100 Hz en bij 520 Hz blokgolf in de verschillende ruimten praktisch haalbaar zijn en of de afname van het geluidniveau met de afstand voor beide frequenties vergelijkbaar zijn.

In bijlage C zijn de resultaten van de metingen uitgevoerd in de drie type woningen nader omschreven. Uit de resultaten van de metingen blijkt dat in geen van de beschouwde situaties met een 3100 Hz rookmelder in de vluchtroute de geluidsterkte met meer dan 10 dB(A) gereduceerd werd in de ruimten op dezelfde verdieping. Voor de situaties met een 520 Hz rookmelder blijkt dat in de situatie van het rijtjeshuis met betonnen wanden en vloeren de reductie van de geluidsterkte ook minder dan 10 dB(A) is. Echter in geval van het rijtjeshuis met stenen wanden en houten vloeren de reductie in de meeste gevallen gelijk aan 12 dB(A) en voor één kamer 17 dB(A). Op basis van deze bevinding is geconcludeerd dat met de huidige projectie volgens het Bouwbesluit 2012 en Besluit Bouwwerken Leefomgeving (waarin één of meer rookmelders in besloten ruimten waardoor een vluchtroute voert tussen de uitgang van een verblijfsruimte en de uitgang van de woning, die voldoen aan en geplaatst zijn volgens de primaire inrichtingseisen van NEN 2555 (2008)) over het algemeen voldaan kan worden aan de eis van 75 dB(A) in bedruimten. Hierbij is overigens mede in beschouwing genomen dat rookmelders over het algemeen een geluidsniveau hebben die hoger ligt dan de minimum eis van 85 dB(A).

3.4.4 *Overwegingen bij projectie*

De principes van het prestatiebeginsel gaan in geval van alarmering bij brand uit van de kwalitatieve eis dat bij brand de aanwezige personen in het gebouw worden gealarmeerd. Net zoals in verschillende andere landen het geval is, kwantificeert NEN 2555 (2008) deze eis in de eerdere uiteengezette eis dat het minimale geluidniveau 65 dB(A) is in iedere verblijfsruimte en een buiten een verblijfsruimte gelegen vluchtroute, en minimaal 75 dB(A) voor iedere bedruimte. Op basis van de resultaten van het onderzoek van onder andere Bruck en Thomas (2008a) en hetgeen in andere landen geëist wordt, is het zeer aannemelijk dat deze waarden een goede kwalificering zijn voor de gestelde kwalitatieve eis.

Uiteindelijk zijn dit de prestaties die gehaald moet worden en zijn projectie-eisen zoals die bijvoorbeeld nader zijn uitgewerkt in NEN 2555 (2008) bedoeld om hier praktische uitwerking aan te geven. Hierbij is opgemerkt dat de projectie-eisen in hoofdstuk 8 van NEN 2555 (2008) ook gaan over de juiste locatie van de melder en/of aanwezige obstructies.

Aangaande de uitwerking van de kwantitatieve eisen (65 en 75 dB(A)) zijn de volgende opties van projectering te onderscheiden:

- a. Eén of meer rookmelders in de besloten ruimte waardoor een vluchtroute voert tussen de uitgang van een verblijfsruimte en de uitgang van een woonfunctie/gebouw. Dit kan worden beschouwd als de minimale optie conform de huidige eis van het Bouwbesluit 2012 en Besluit Bouwwerk Leefomgeving.
- b. Rookmelders in de bedruimten in aanvulling op optie a. Op basis van de metingen blijkt overigens dat ook in geval van de huidige projectering volgens NEN 2555 (2008) de eis van 75 dB(A) in een bedruimte wordt gehaald.
- c. Alle rookmelders in een woning/gebouw moeten gekoppeld zijn. Om ervoor te zorgen dat alle personen aanwezig in een woning/gebouw ook in een vroeg stadium worden gealarmeerd, is het noodzakelijk dat alle aanwezige rookmelders gekoppeld zijn.

4 Inpasbaarheid binnen de kaders van de regelgeving

4.1 Verwijzing vanuit Bouwbesluit en Besluit Bouwwerken Leefomgeving naar NEN 2555

4.1.1 *Huidige versie*

Zoals uit de titel “Brandveiligheid van gebouwen – Rookmelders voor woonfuncties” van NEN 2555 (2008) blijkt, richt de norm zich uitsluitend op rookmelders voor woonfuncties. Uit het Voorwoord is op te maken dat de norm nog gerelateerd is aan het Bouwbesluit 2003. In de huidige versie Bouwbesluit 2012 zijn in artikel 6.21 “Rookmelders” meerdere gebruiksfuncties onderscheiden, te weten:

- Woonfunctie
 - voor zorg;
 - voor kamergewijze verhuur;
 - andere woonfuncties.
- Bijeenkomstfunctie
 - Voor kinderopvang voor kinderen jonger van 4 jaar.
- Logiesfunctie
 - In een logiesgebouw.
 - Andere logiesfunctie.

In de aangewezen leden van Bouwbesluit 2012 is vervolgens nog een nadere uiteenzetting gegeven aangaande eisen voor nieuwbouw en bestaande situaties, en aangaande projectie-eisen. In het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (Staatsblad 2018, 291) zijn in aanvulling daarop nog de volgende onderverdelingen toegevoegd:

- Voor de woonfunctie voor zorg is onderscheid gemaakt tussen een zorgclusterwoning (gedefinieerd als woonfunctie in een cluster van meer dan drie aan elkaar grenzende woonfuncties voor zorg) en een groepszorgwoning.
- Voor de logiesfunctie in een logiesgebouw is een nader onderscheid gemaakt tussen de situatie met en de situatie zonder 24-uursbewaking.

Onderstaande tabel 6 geeft hiervan een samenvatting.

Tabel 6 – Samenvatting eisen volgens Bouwbesluit 2012 (BB) en Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL)

4.1.2 *Overwegingen* *Van toepassing zijnde gebruiksfuncties*

Wat opvalt is dat het toepassingsgebied van de NEN 2555 (2008) zich beperkt tot de gebruiksfunctie woonfunctie, terwijl het Bouwbesluit 2012 en het besluit Bouwwerken NEN 2555 (2008) ook aanwijst voor andere gebruiksfuncties. Het ligt voor de hand om dit in NEN 2555 op elkaar aan te laten sluiten. Op basis van deze constatering is dan ook de aanbeveling om in het voorwoord en toepassingsgebied van NEN 2555 (2008) aan te geven dat de norm van toepassing is voor de gebruiksfuncties woonfunctie, bijeenkomstfunctie voor kinderopvang voor kinderen jonger dan 4 jaar en voor logiesfunctie overeenkomstig de onderverdeling in Bouwbesluit 2012 en Besluit Bouwwerken Leefomgeving.

Kwantitatieve eis minimaal geluidniveau

Verder valt op dat het Bouwbesluit 2012 en het Besluit Bouwwerken Leefomgeving alleen een projectie-eis stellen en geen kwantitatieve eis voor het behalen van een minimaal geluidniveau van 65 dB(A) in iedere verblijfsruimte en een buiten een verblijfsruimte gelegen vluchtroute, en een minimaal geluidniveau van 75 dB(A) voor iedere bedruimte zoals gehanteerd in NEN 2555 (2008). Het is de aanbeveling aan het Ministerie BZK om in samenspraak met betrokken stakeholders in overweging te nemen om deze kwantitatieve eisen over te nemen in het Bouwbesluit en het Besluit Bouwwerken Leefomgeving en voor mogelijke oplossingen van projectie te verwijzen naar NEN 2555.

Bestaande bouw

Verder is te zien dat het Bouwbesluit 2012 en het Besluit Bouwwerken Leefomgeving voor de gebruiksfunctie woonfunctie uitgezonderd die voor kamergewijze huur, geen rookmelder verplicht stelt voor bestaande bouw. In andere landen waaronder Australië, Canada, Japan, Noorwegen, Oostenrijk, Schotland en Verenigde Staten is een rookmelder evenwel verplicht voor bestaande woningen en in Zweden wordt het wel aanbevolen. Kobes en Groenewegen-ter Morsche (2015) bevelen ook aan om rookmelders verplicht te stellen in alle woningen ongeacht het bouwjaar. Dit wordt ondersteund door de risicoanalyses gepresenteerd in paragraaf 3.1, waarbij is ingeschat dat bij toepassing van 3100 Hz rookmelders in alle woningen het aantal doden per jaar teruggebracht wordt van 44 per jaar voor de huidige situatie tot 31 per jaar. Indien gebruik wordt gemaakt van 520 Hz rookmelders in alle woningen neemt dit aantal zelfs af tot 22 per jaar. Ook al zijn deze risicoanalyses indicatief, de uitkomsten geven aan dat de te behalen verbeteringen significant zijn. Het is de aanbeveling aan het Ministerie BZK om in samenspraak met betrokken stakeholders in overweging te nemen om het plaatsen van rookmelders in bestaande woningen te bevorderen of verplicht te stellen.

Toepassing 520 Hz rookmelders

Ondanks het feit dat uit paragraaf 3.1 blijkt dat 520 Hz rookmelders en detectoren met gekoppelde 520 Hz speakers effectiever zijn dan 3100 Hz rookmelders en tot minder doden per jaar zullen leiden, is het op dit moment te vroeg om 520 Hz rookmelders verplicht te stellen. Dit, omdat de verkrijgbaarheid is op dit moment

nog te beperkt is. Het is de aanbeveling aan het Ministerie BZK om in samenspraak met betrokken stakeholders beleid te ontwikkelen hoe de toepassing van 520 Hz rookmelders is te bevorderen of te verplichten. Daarbij is het belangrijk om het gesprek met producenten en leveranciers aan te gaan over het op de markt brengen van dergelijke rookmelders.

Aanvullende maatregelen kwetsbare ouderen

Uit de analyses van paragrafen 3.1 en 3.3 volgt dat ouderen een grotere kans hebben om te komen bij een brand, ook ingeval een 520 Hz rookmelder is toegepast. Het is daarom de aanbeveling aan het Ministerie BZK om na te gaan hoe beleid ontwikkeld kan worden om voor met name de kwetsbare ouderen de brandveiligheid te verbeteren. Oplossingen zijn het terugdringen van brandgevaarlijke situaties en het treffen van aanvullende maatregelen zoals het aanbrengen van een automatisch blussysteem.

Alternatieve oplossingen

Alternatieve oplossingen zoals het gebruik van trilkussen en/of flitslicht of het gebruik van een doormelding van een alarm naar de burens in geval van ouderen die niet in staat zijn om zelfstandig te vluchten, moeten gezien worden als gelijkwaardige oplossingen voor specifieke situaties. Het ligt voor de hand om deze alleen in NEN 2555 te bespreken en niet specifiek te benoemen in het Bouwbesluit 2012 en het Besluit Bouwwerken Leefomgeving.

4.2 Nadere invulling van NEN 2555

4.2.1 Huidige versie

Het toepassingsgebied van NEN 2555 (2008) is in hoofdstuk 1 verwoord en richt zich op:

- Niet-ioniserende rookmelders met vaste gevoeligheid.
- Toepassing in woonfunctie.

Daarnaast geeft NEN 2555 (2008) volgens hetzelfde hoofdstuk de mogelijkheid voor:

- Koppeling met andere rookmelders.
- Aansturing van externe apparaten.
- Voorziening voor een alarmpauze.

In NEN 2555 (2008) zijn de volgende eisen gesteld (tussen haakjes verwijzingen naar de betreffende onderdelen van de norm):

- eisen aan de rookmelders zelf
 - moet voldoen aan het gestelde in NEN-EN 14604 (paragraaf 4.1);
 - werking van rookdetector moet berusten op het optische meetprincipe (paragraaf 4.2);
 - rookmelder moet primair aangesloten zijn op voorziening voor elektriciteit (paragraaf 4.3.1);
 - rookmelder moet tevens voorzien zijn van een secundaire energievoorziening in geval van wegvallen primaire energievoorziening (paragraaf 4.3.2);
 - rookmelder mag een alarmpauzefaciliteit hebben (paragraaf 4.4);

- rookmelder mag een extra aansluitvoorziening hebben om externe installaties of apparaten aan rookmelder te kunnen koppelen (paragraaf 4.5);
- eis aan geluidniveau (gemeten in het midden van de ruimte op een hoogte van 1,5 m boven de vloer met alle beweegbare constructiedelen in gesloten toestand, hoofdstuk 5);
 - in iedere verblijfsruimte minimaal 65 dB(A) gemeten op enig punt in de ruimte;
 - in iedere bedruimte minimaal 75 dB(A) gemeten op enig punt in de ruimte;
- indien het noodzakelijk is om de eis aan het geluidniveau te halen, dan kunnen extra rookmelders worden geïnstalleerd en/of gekoppeld (hoofdstuk 5);
- indien rookmelders gekoppeld zijn, kan dit zowel via een elektrische leiding als draadloos plaatsvinden (hoofdstuk 6 en bijlage B over draadloze koppeling);
- een rookmelder moet voorzien zijn van documentatie met duidelijke informatie (zoals verder uiteengezet in hoofdstuk 7);
- eisen aan de projectering van de rookmelder
 - de omvang van de bewaking is vastgelegd in Bouwbesluit 2012 en het Besluit Bouwwerken Leefomgeving; in paragraaf 8.1 van NEN 2555 (2008) is uitgegaan van alleen de woonfunctie en is verwezen naar Bouwbesluit 2003;
 - In paragraaf 8.2 is nader ingegaan op de situering en plaatsing van de rookmelder en in paragraaf 8.3 is een aantal aanvullende bepalingen gesteld; deze zijn een uitwerking van het gestelde in Bouwbesluit 2012 en het Besluit Bouwwerken Leefomgeving.

In aanvulling hierop gaat Bijlage A (informatief) van NEN 2555 (2008) in op toepassing van een brandmeldinstallatie volgens NEN 2535 en een ontruimingsinstallatie volgens NEN 2575 als gelijkwaardige oplossingen voor een rookmelder. Bijlage B van NEN 2555 (2008) verwijst (informatief) door naar normen waarmee rekening moet worden gehouden bij het toepassen van draadloos gekoppelde rookmelders. Bijlage C van NEN 2555 (2008) tenslotte is de Engelstalige (informatieve) vertaling van het voorwoord van de norm.

4.2.2 *Overwegingen Niet-ioniserende rookmelders*

In hoofdstuk 1 van NEN 2555 (2008) is een opmerking opgenomen dat Bouwbesluit 2003 alleen niet-ioniserende rookmelders toestaat. Het huidige Bouwbesluit 2012 en het Besluit Bouwwerken Leefomgeving stelt deze beperking niet expliciet, waarschijnlijk omdat deze al is beperkt door aanwijzing van NEN 2555 (2008) waar in het toepassingsgebied deze beperking reeds is opgenomen. Het is dan ook de aanbeveling om deze opmerking in hoofdstuk 1 aan te passen en erop te wijzen dat op grond van de ministeriële regeling Rechtvaardiging van Handelingen en werkzaamheden behorende bij het besluit Stralingsbescherming, ioniserende rookmelders niet langer zijn toegestaan.

Stroomvoorziening

Aangaande de stroomvoorziening staat in paragraaf 4.3.1 van NEN 2555 (2008) vermeld dat een rookmelder primair moet zijn aangesloten op een voorziening voor

elektriciteit en in paragraaf 4.3.2 staat dat de rookmelder tevens moet zijn voorzien van een secundaire energievoorziening voor het geval dat wegvallen primaire energievoorziening.

Deze eis dat de rookmelder aangesloten moet zijn op een voorziening voor elektriciteit en niet op alleen een batterij, is gebaseerd op de veronderstelling dat de levensduur van een batterij ongeveer 1 jaar is. Vandaag de dag zijn echter rookmelders op de markt met een batterij met een veel langere levensduur. Leveranciers garanderen reeds een levensduur van 8 jaar, waarbij ervan is uitgegaan dat de levensduur fabrieks-af 10 jaar is en er rekening mee is gehouden dat een rookmelder ook enige tijd in opslag ligt. Voordeel hierbij is overigens dat de batterij van een dergelijk rookmelder niet te vervangen is, omdat de werking van een rookmelder ook beperkt is tot een periode van 10 jaar. Vanwege dit laatste feit is het de aanbeveling om in NEN 2555 nadrukkelijk aandacht te besteden aan de periode waarna een rookmelder geacht wordt te worden vervangen en om dit ook onder de aandacht te brengen bij alle betrokken stakeholders. Gezien de technologische ontwikkeling van een toenemende levensduur van batterijen is het tevens de aanbeveling om toe te staan dat ook rookmelders met alleen een batterij met een minimale levensduur van 8 jaar binnen het toepassingsgebied van NEN 2555 vallen. Het toepassen van rookmelders met een batterij is volgens paragraaf 4.7 van NEN-EN 14604 (2005) toegestaan.

Gelijkwaardige oplossingen

In paragraaf 3.2 is aanbevolen dat op basis van de bevindingen in het geval van auditief beperkten en ouderen met een verminderd gehoor het gebruik van een trilkussen en/of flitslicht een alternatieve manier is om de persoon te alarmeren. In paragraaf 4.5 van NEN 2555 (2008) is reeds de mogelijkheid gegeven om hiervan gebruik te maken. Dit is ook het geval aangaande de aanbeveling op basis van de bevindingen in paragraaf 3.3 dat het in geval van bewoners die niet in staat zijn om zelfstandig te vluchten, het gebruik van een doormelding naar iemand in de buurt van de woning de veiligheid ten goede komt. Aanbevolen wordt om beide opties als gelijkwaardige oplossingen in paragraaf 4.5 van NEN 2555 op te nemen voor deze specifieke doelgroepen.

Alarm met toonfrequentie van 520 Hz

Aangaande de toe te passen toonfrequentie van het signaal stelt NEN 2555 (2008) geen eisen, maar verwijst daarvoor impliciet naar de geharmoniseerde Europese productnorm NEN-EN 14604 (2005). Gezien de hogere effectiviteit van een 520 Hz rookmelder of speaker ten opzicht van een 3100 Hz versie, is het de aanbeveling om in hoofdstuk 5 van NEN 2555 een opmerking op te nemen die hier aandacht aan besteedt. Deze effectiviteit is in het bijzonder van toepassing voor bedruimten en voor elke leeftijdsgroep.

In paragraaf 3.4.4 is reeds geconcludeerd dat het belangrijk is dat personen in een woning/gebouw na het ontstaan van een brand zo snel mogelijk worden gealarmeerd. Gezien de huidige mogelijkheden om rookmelders zowel met draad als draadloos onderling te koppelen, is dit geen probleem meer. In hoofdstuk 6 van NEN 2555 (2008) is reeds in deze mogelijkheid voorzien. Gezien het gunstige effect

is het aan te bevelen om onderlinge koppeling van rookmelders in hoofdstuk 6 dwingend voor te schrijven.

Projectering

Aangaande de projectering van de rookmelder beperkt hoofdstuk 8 van NEN 2555 (2008) zich tot de woonfunctie en verwijst hoofdstuk 8 van NEN 2555 (2008) nog altijd naar het Bouwbesluit 2003. Omdat het voorwoord en de inleiding reeds melding maakt van de aansturing vanuit het Bouwbesluit en de van toepassing zijnde gebruiksfuncties, is de aanbeveling om dit in hoofdstuk 8 niet langer expliciet te vermelden.

In paragraaf 3.4.4 is geconcludeerd dat de huidige invulling van de projectering aangaande het te behalen geluidniveau in paragraaf 8.1 van NEN 2555 (2008) op basis van de uitgevoerde metingen toereikend is. Het is dan ook niet noodzakelijk om de huidige invulling van de projectering uit te breiden met de eis dat rookmelders ook aanwezig moeten zijn in alle ruimten.

4.3 Geharmoniseerde Europese productnorm NEN-EN 14604

De geharmoniseerde Europese productnorm NEN-EN 14604 (2005) geeft een beschrijving van de eisen, testmethodes, prestatiecriteria en instructies op te stellen door fabrikanten van optische en ionisatierookmelders voor huishoudens en overeenkomende woonfuncties. Deze norm is de basis voor het (verplicht) voeren van CE-markering op de rookmelder. Daartoe is in Annex ZA vermeld wat van een fabrikant en/of leverancier van een rookmelder verwacht wordt en welke delen van de norm daarbij relevant zijn.

Van toepassing zijnde gebruiksfuncties

Het toepassingsgebied van de NEN-EN 14604 (2005) beperkt zich dus tot de gebruiksfunctie woonfunctie. Dit staat op gespannen voet met het Bouwbesluit 2012 en het Besluit Bouwwerken Leefomgeving die ook de gebruiksfuncties bijeenkomstfunctie voor kinderopvang voor kinderen jonger dan 4 jaar en logiesfunctie omvat. Het is de aanbeveling om dit aanhangig te maken bij de Standing Committee on Construction. Dit is het Europese overleg waarin het Ministerie BZK is vertegenwoordigd, waarin de keuze van de Nederlandse overheid om de EN 14604 (2005) ook van toepassing te verklaren voor ander gebruiksfuncties kan worden toegelicht en het verzoek kan worden neergelegd om het toepassingsgebied van de EN 14604 (2005) in lijn met deze keuze te verbreden.

Toonfrequentie

Aangaande het toepassen van een toonfrequentie is in paragraaf 5.17 van NEN-EN 14604 (2005) nader ingegaan op het geluid dat wordt geproduceerd door de rookmelder. Dit betreft een aantal eisen aan het geluidniveau en de eis dat de maximale nominale frequentie niet hoger mag zijn dan 3500 Hz. Dit betekent dus dat ook lagere toonfrequenties dan de nu gebruikelijke 3100 Hz mogen worden toegepast.

Koppeling rookmelder met andere apparatuur

NEN-EN 14604 (2005) stelt in paragraaf 4.4 dat koppeling van andere apparatuur aan een rookmelder is toegestaan zolang deze koppeling de goede werking van de rookmelder niet verhindert. Paragraaf 4.18 van NEN-EN 14604 (2005) gaat nader in op het onderling koppelen van rookmelders, waarbij een reeks van eisen is gesteld die gericht zijn op de goede werking van de rookmelders. In paragraaf 5.19 van NEN-EN 14604 (2005) is daarvoor ook een testprocedure gegeven. Gezien het feit dat een rookmelder alleen op de markt mag komen met een CE-markering, is de koppeling met bijvoorbeeld een speaker, een trilkussen en/of flitslicht toegestaan, evenals onderlinge koppeling.

Vervolgens werpt zich de vraag op of het noodzakelijk is dat voor de apparatuur die gekoppeld kan worden aan een rookmelder ook CE-markering binnen de kaders van de Construction Products Regulation zou moeten krijgen. Dit is nader omschreven in het Mandate to CEN/CENELEC M/109 "Fire Alarm/Detection, Fixed Firefighting, Fire and Smoke Control and Explosion Suppression Products". In Annex 2 zijn de Family and subfamily omschreven, waarbij de Self Contained Smoke Detectors/Alarms zijn onderscheiden: "Main (with or without battery backup) and/or battery operated smoke detectors which provide an audible warning of a fire condition. They may be used independently or sometimes interconnected to provide a warning in other parts of a building than the source of the fire." Op basis van dit mandaat is de EN 14604 door CEN opgesteld. Het mandaat geeft evenwel niet expliciet aan dat aan een rookmelder gekoppelde apparatuur ook CE-markering op basis van de Construction Products Regulations zou moeten hebben. Mocht daar aanleiding toe zijn dan kan overwogen worden om dit aanhangig te maken in de eerdere genoemde Standing Committee on Construction. Echter, het is de vraag of dit noodzakelijk is. Zolang de toepassing van dergelijke apparaten in de praktijk beperkt blijft, ligt het niet voor de hand om hiervoor ook CE-markering verplicht te stellen.

5 Conclusies en aanbevelingen voor aanpassing

5.1 Resultaten onderzoek

Uit onderzoek van Dorothy Bruck en Ian Thomas van het Centre for Environmental Safety and Risk Engineering van de Victoria University in Melbourne, Australië (zie met name Bruck en Thomas, 2008a) is gebleken dat rookmelders en detectoren met een gekoppelde speaker met een laagfrequente toon (520 Hz met blokgolf) effectiever zijn om mensen te alarmeren dan de huidige gangbare 3100 Hz versie. Dit is wereldwijd in verschillende landen onderkend en in een aantal landen zoals Australië, Canada, Australië en Engeland worden al stappen gezet om hierop ook wettelijk in te spelen.

Vandaag de dag zijn voornamelijk speakers met een toonhoogte van 520 Hz beschikbaar op de markt, die gekoppeld moeten worden met een rookmelder of een detector. Rookmelders met een 520 Hz toon zijn voor zover bekend niet beschikbaar op de markt. Technisch is het wel mogelijk om een 520 Hz rookmelder op basis van een piëzo-element te fabriceren, maar daarbij moet rekening gehouden worden met een groter te leveren vermogen, hetgeen hogere eisen stelt aan de batterij. Op basis van een marktanalyse blijkt dat de kosten van een 520 Hz rookmelder op basis van een piëzo-element in de orde van € 5 hoger te liggen dan voor de huidige 3100 Hz rookmelders.

Het in voorliggend rapport gepresenteerde onderzoek laat op basis van een risicoanalyse zien dat het toepassen van 520 Hz rookmelders inderdaad tot minder doden bij brand zal leiden. In de huidige situatie waarbij circa de helft van de woningen effectieve 3100 Hz rookmelders hebben, is het aantal doden per jaar gelijk aan 44. Indien alle woningen de beschikking zouden hebben over effectieve rookmelders, is ingeschat dat het aantal doden afneemt tot 31 personen per jaar. Bij toepassing van 520 Hz rookmelders is ingeschat dat dit aantal doden verder zou afnemen tot 22 personen per jaar. Overigens blijkt dat het aantal doden onder ouderen minder sterk afneemt bij toepassing van 520 Hz rookmelders. De reden hiervoor is dat ouderen over het algemeen meer tijd nodig hebben om de woning te ontvluchten.

Bij deze aantallen doden is wel de opmerking te maken dat deze betrekking hebben op slechts 4% van de voorkomende branden in woningen. In de overige 96% van de voorkomende branden vallen er geen doden en is het gunstig dat ook ouderen bij toepassing van een 520 Hz rookmelder beter worden gealarmeerd en in staat zijn om anderen te waarschuwen en/of eerder in veiligheid weten te komen. Aangaande de projectie-eisen geeft het onderzoek aan dat de in NEN 2555 (2008) aangehouden eis van 65 dB(A) in iedere verblijfsruimte en een buiten een verblijfsruimte gelegen vluchtroute, en een minimaal geluidniveau van 75 dB(A) voor iedere bedruimte, ook kan worden gehanteerd bij toepassing van 520 Hz rookmelders. Met de huidige invulling van de projectering van geluidniveau eisen in NEN 2555 (2008) is aan deze eis voldaan.

Voor auditief beperkten en ouderen met een sterk teruggelopen gehoor is de koppeling van een trilkussen en/of flitslicht een gelijkwaardige oplossing. Het toepassen van een rookmelder met een doorkoppeling van een melding naar

bijvoorbeeld de burens voor ouderen die niet in staat zijn om zelfstandig te vluchten, is eveneens een gelijkwaardig alternatief.

5.2 Aanbevelingen aangaande beleid

Op basis van het onderzoek zijn de volgende aanbevelingen gedaan aan het Ministerie BZK.

- Neem in samenspraak met betrokken stakeholders in overweging om de kwantitatieve eis voor het behalen van een minimale geluidniveau van 65 dB(A) in iedere verblijfsruimte en een buiten een verblijfsruimte gelegen vluchtroute, en een minimaal geluidniveau van 75 dB(A) voor iedere bedruimte over in het Bouwbesluit 2012 en het Besluit Bouwwerken Leefomgeving. Verwijs voor de projectering naar NEN 2555.
- Neem in samenspraak met betrokken stakeholders in overweging om het plaatsen van rookmelders in bestaande woningen te bevorderen of verplicht te stellen.
- Ontwikkel in samenspraak met betrokken stakeholders beleid hoe het toepassen van 520 Hz rookmelders te bevorderen of te verplichten.
- Ondanks het feit dat toepassing van een 520 Hz rookmelder ouderen in meer gevallen zal alarmeren, blijkt dat in geval van een ernstige brand de kans op overleven nog altijd achterblijft. Dit geldt in het bijzonder voor kwetsbare ouderen. Ontwikkel in samenspraak met stakeholders beleid om brandgevaarlijke situaties te beperken en het nemen van aanvullende brandveiligheidsmaatregelen te bevorderen.

5.3 Voorstellen voor aanpassing van NEN 2555

5.3.1 Toepassingsgebied

Aanbevolen wordt om in het voorwoord en toepassingsgebied van NEN 2555 aan te geven dat de norm van toepassing is voor de gebruiksfuncties woonfunctie, bijeenkomstfunctie voor kinderopvang voor kinderen jonger van 4 jaar en voor logiesfunctie overeenkomstig de onderverdeling in Bouwbesluit 2012 en Besluit Bouwwerken Leefomgeving. Dit leidt tot het volgende voorstellen voor aanpassing van de tekst van NEN 2555 (2008), waarbij tevens de aanbeveling om ook onder voorwaarden de toepassing van rookmelders werkend op alleen batterijen is meegenomen.

Oorspronkelijke tekst 1^e alinea Voorwoord:

Met de invoering van het geconverteerde Bouwbesluit 2003 wordt de toepassing van op de voorziening voor elektriciteit aangesloten rookmelders geregeld voor besloten ruimten, waardoor bij brand de toegang van een woonfunctie moet kunnen worden bereikt. In deze norm zijn de eisen voor deze rookmelders omschreven. Ook zijn in deze norm de voorschriften gegeven om de rookmelders op een juiste wijze in een ruimte te situeren en te monteren.

Voorstel gewijzigde tekst 1^e alinea Voorwoord:

Volgens Bouwbesluit 2012 en het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (Staatsblad 2018, 291) is de toepassing van rookmelders geregeld voor besloten ruimten, waardoor bij brand de toegang van een woonfunctie, een bijeenkomstfunctie voor kinderopvang voor kinderen jonger van 4 jaar en een logiesfunctie moet kunnen worden bereikt. In deze norm zijn de eisen voor

deze rookmelders omschreven. Ook zijn in deze norm de voorschriften gegeven om de rookmelders op een juiste wijze in een ruimte te situeren en te monteren.

Oorspronkelijke tekst "Toelichting op deze norm" zoals deze is opgenomen in het Voorwoord:

Vanwege de publicatie van de geharmoniseerde Europese norm EN 14604, moest NEN 2555:2002 worden herzien. Deze Europese norm is door NEN gepubliceerd in 2005 als NEN-EN 14604. Op basis van de afspraken tussen de CEN en NEN is NEN 2555 zo aangepast dat NEN 2555 niet strijdig is met NEN-EN 14604. De werkgroep heeft de taak gekregen om NEN 2555 om te vormen tot aansturningsnorm in het kader van de implementatie van NEN-EN 14604, zo dat deze aangewezen kan blijven door het Bouwbesluit 2003.

De norm is onder meer op de volgende punten aangepast:

- a. NEN-EN 14604 beschrijft zowel optische als ionisatie-rookmelders. In Nederland worden in nieuwbouwwoningen optische rookmelders geëist (het Bouwbesluit 2003 spreekt van 'niet-ioniserende'). In Nederland is bijvoorbeeld NEN-EN 14604, C.2 niet van toepassing;*
- b. voor de producteisen en bijbehorende proeven op de conformiteit zal NEN 2555 verwijzen naar NEN-EN 14604;*
- c. in Nederland vereist het Bouwbesluit 2003 dat rookmelders voor woonfuncties voor de primaire energievoorziening worden aangesloten op de voorziening voor elektriciteit in die woning;*
- d. in Nederland wordt vereist dat de rookmelders voor woonfuncties zijn voorzien van een secundaire energievoorziening;*
- e. de projectering van rookmelders is geregeld;*
- f. er is een prestatie-eis gedefinieerd met betrekking tot het geluidniveau van het alarmeringssignaal van de rookmelder(s). Deze prestatie-eis kan het installeren van extra rookmelders en/of het koppelen van rookmelders tot gevolg hebben;*
- g. de technische zaken ten aanzien van onderlinge doorkoppeling van rookmelders worden geregeld;*
- h. enkele (geringe) aanvullingen m.b.t. de documentatie behorende bij rookmelders voor woonfuncties;*
- i. afstemming (i.v.m. hanteerbaarheid) van onder meer het geluidniveau met NEN 2575;*
- j. er is een informatieve bijlage A toegevoegd met mogelijke gelijkwaardige oplossingen bij toepassing van rookmelders in woningen;*
- k. er is een informatieve bijlage B toegevoegd voor het toepassen van draadloos gekoppelde rookmelders;*
- l. het wijzigingsblad NEN 2555:2002/A1:2006 is, voor zover van toepassing, integraal opgenomen;*

Deze norm is opgesteld door de werkgroep 353 086 00 01 "NEN 2555 – Rookmelders voor woonfuncties" en aanvaard door de normcommissie 353 086 "Brandmeldsystemen".

Voorstel aangepaste tekst "Toelichting op deze norm" zoals deze is opgenomen in het Voorwoord:

Vanwege de publicatie van de geharmoniseerde Europese norm EN 14604, is NEN 2555:2002 in 2008 herzien. Deze Europese norm is door NEN gepubliceerd in 2005 als NEN-EN 14604. Op basis van de afspraken tussen de CEN en NEN is NEN 2555 in 2008 zo aangepast dat NEN 2555 niet strijdig is

met NEN-EN 14604. Naar aanleiding van het beschikbaar komen van onderzoeksresultaten dat personen in hun slaap eerder gewekt worden door laagfrequente tonen (520 Hz) dan door de gebruikelijke tonen van rond de 3100 Hz, is besloten om de NEN 2555:2008 te herzien. Daartoe is een onderzoek uitgevoerd (TNO-rapport TNO 2019 R1079) waarin een marktanalyse is uitgevoerd voor rookmelders met een lagere toonfrequentie, nader onderzoek is gedaan naar de effecten van de toepassing van rookmelders op het aantal doden in woningen, onderzoek is gedaan naar de projectie-eisen, eventuele strijdigheden met de NEN-EN 14604 zijn beschouwd en waar eveneens alternatieve oplossingen in beschouwing zijn genomen.

De norm is onder meer op de volgende punten aangepast:

- a. Naast de optie om rookmelders voor de primaire energievoorziening aan te sluiten op de voorziening voor elektriciteit, kan ook gebruik worden gemaakt van een batterij met een gegarandeerde levensduur van minimaal 8 jaar.*
- b. De norm is niet alleen bedoeld voor rookmelders met een toonfrequentie van 3100 Hz, maar is ook van toepassing op rookmelders met een toonfrequentie van 520 Hz. Uit onderzoek is gebleken dat de kans dat mensen gealarmeerd worden, dan groter is.*
- c. De projectie-eisen zijn aangescherpt om te garanderen dat het vereiste geluidniveau in een bedruimte ook wordt gehaald in de praktijk.*

Dit normontwerp is opgesteld door de normcommissie 351 086 "Brandmeldsystemen", na voorbereiding door de werkgroep 351 086 00 01 "Herziening NEN 2555".

De aanpassing van het toepassingsgebied heeft ook consequenties voor de tekst van Hoofdstuk 1 van NEN 2555 (2008). Daarnaast is in hoofdstuk 1 van NEN 2555 (2008) verder een opmerking opgenomen dat Bouwbesluit 2003 alleen niet-ioniserende rookmelders toestaat. Het huidige Bouwbesluit 2012 en Besluit Bouwwerken Leefomgeving stelt deze beperking niet expliciet, waarschijnlijk omdat deze al is beperkt door aanwijzing van NEN 2555 (2008) waar in het toepassingsgebied deze beperking reeds is opgenomen. Het is dan ook de aanbeveling om deze opmerking in hoofdstuk 1 te laten vervallen en aan te geven dat dit gebaseerd is op basis van de ministeriële regeling Rechtvaardiging van Handelingen en werkzaamheden behorende bij het Besluit Stralingsbescherming. Dit leidt tot het volgende voorstel voor aanpassing van de tekst van NEN 2555 (2008).

Oorspronkelijke tekst Hoofdstuk 1 Onderwerp en toepassingsgebied

Deze norm geeft eisen voor niet-ioniserende rookmelders met een vaste gevoeligheid, die in woonfuncties worden toegepast, met als doel de daar aanwezige personen door een ingebouwde akoestische signaalgever te waarschuwen voor rookontwikkeling ten gevolge van brand.

Verder geeft deze norm de voorschriften voor de projectering van melders die kunnen zijn voorzien van:

- o koppeling met andere rookmelders;*
- o een mogelijkheid voor de aansturing van externe apparaten;*
- o een voorziening voor een alarmpauze.*

OPMERKING – De noodzaak voor het toepassen van niet-ioniserende rookmelders in woonfuncties is gegeven in artikel 2.146, lid 7 van het Bouwbesluit 2003. Toepassing van deze norm leidt ertoe dat een situatie ontstaat die aan het Bouwbesluit 2003 voldoet.

Voorstel gewijzigde tekst Hoofdstuk 1 Onderwerp en toepassingsgebied

Deze norm geeft eisen voor niet-ioniserende rookmelders met een vaste gevoeligheid, die in woonfuncties, bijeenkomstfunctie voor kinderopvang voor kinderen jonger van 4 jaar en logiesfuncties worden toegepast, met als doel de daar aanwezige personen door een ingebouwde akoestische signaalgever te waarschuwen voor rookontwikkeling ten gevolge van brand.

Verder geeft deze norm de voorschriften voor de projectering van melders die kunnen zijn voorzien van:

- koppeling met andere rookmelders;*
- een mogelijkheid voor de aansturing van externe apparaten;*
- een voorziening voor een alarmpauze.*

OPMERKING – Het toepassen van niet-ioniserende rookmelders is gebaseerd op de ministeriële regeling Rechtvaardiging van Handelingen en werkzaamheden behorende bij het Besluit Stralingsbescherming, waaruit volgt dat ioniserende rookmelders niet langer zijn toegestaan.

5.3.2 Onderhoud

Aanbevolen wordt om in de NEN 2555 nadrukkelijk aandacht te besteden aan de periode waarna een rookmelder geacht wordt te worden vervangen en om dit ook onder de aandacht te brengen bij alle betrokken stakeholders. In het Voorwoord van NEN 2555 (2008) is overigens ook nog verwezen naar het “Besluit brandveilig gebruik van bouwwerken”. Dit besluit is met de introductie van het Bouwbesluit 2012 niet langer van kracht en betreffende zin kan dan ook vervallen. Dit leidt tot het volgende voorstel voor aanpassing van de tekst van NEN 2555.

Oorspronkelijke tekst 4^e alinea Voorwoord:

Om de goede werking van een rookmelder te kunnen waarborgen, blijft een regelmatige controle en regelmatig onderhoud van de geplaatste rookmelder in elke praktijksituatie echter altijd noodzakelijk. Daartoe zijn in het “Besluit brandveilig gebruik van bouwwerken” eisen gesteld.

Voorgestelde tekst 4^e alinea Voorwoord:

Om de goede werking van een rookmelder te kunnen waarborgen, blijft een regelmatige controle en regelmatig onderhoud van de geplaatste rookmelder in elke praktijksituatie echter altijd noodzakelijk. Daartoe zijn in het Bouwbesluit 2012 en het Besluit Bouwwerken Leefomgeving generieke eisen gesteld. Aangaande de rookmelder moet men zich bewust zijn dat de levensduur beperkt kan zijn (bijvoorbeeld 10 jaar) en dat na die tijd ook overgegaan moet worden tot algehele vervanging van de rookmelder.

5.3.3 Effectiviteit van 520 rookmelders

Om de effectiviteit van 520 Hz rookmelders onder de aandacht te brengen zonder dat deze in de nabije toekomst verplicht voorgeschreven zullen zijn, kan in paragraaf 3.9 van NEN 2555 een opmerking worden toegevoegd.

Voorgestelde opmerking 3.9 Rookmelder

OPMERKING 3 Uit onderzoek blijkt dat bij een alarmsignaal met een toonhoogte van 520 Hz waarvan de toon gebaseerd is op een blokgolf, de kans groter is dat een slapend persoon wordt gealarmeerd dan in geval van een gangbaar alarmsignaal met een toonhoogte van 3100 Hz.

5.3.4 Toepassing rookmelders werkend op batterij

Gezien de technologische ontwikkeling van een toenemende levensduur van batterijen is het de aanbeveling om toe te staan dat ook rookmelders met alleen een batterij met levensduur van minimaal 8 jaar binnen het toepassingsgebied van NEN 2555 vallen. Dit leidt tot het volgende voorstel voor aanpassing van de tekst van NEN 2555.

Oorspronkelijke tekst 4.1 Primaire inrichtingseisen

Een rookmelder, geplaatst in een woning, moet aan het volgende voldoen:

- a. het gestelde in NEN-EN 14604;*
- b. de rookmelder moet een rookdetector bevatten, met een werkingsprincipe volgens 4.2;*
- c. de rookmelder moet volgens 4.3.1 worden aangesloten op de voorziening voor elektriciteit;*
- d. de rookmelder moet volgens 4.3.2 van een secundaire energievoorziening zijn voorzien;*
- e. de rookmelder moet koppelbaar zijn indien dit noodzakelijk is vanuit de prestatie-eis geluidniveau, volgens hoofdstuk 5.*

De projectering moet voldoen aan hoofdstuk 8 van deze norm.

Voorstel aangepaste tekst 4.1 Primaire inrichtingseisen

Een rookmelder, geplaatst in een woning, moet aan het volgende voldoen:

- a. het gestelde in NEN-EN 14604;*
- b. de rookmelder moet een rookdetector bevatten, met een werkingsprincipe volgens 4.2;*
- c. de rookmelder moet volgens 4.3.1 worden aangesloten op de voorziening voor elektriciteit en voorzien zijn van een secundaire energievoorziening, of de rookmelder moet volgens 4.3.3 zijn voorzien van een batterij met een levensduur van minimaal 8 jaar;*
- d. de rookmelder moet koppelbaar zijn indien dit noodzakelijk is vanuit de prestatie-eis geluidniveau, volgens hoofdstuk 5.*

De projectering moet voldoen aan hoofdstuk 8 van deze norm.

In het verlengde hiervan zal ook paragraaf 4.3 van NEN 2555 (2008) moeten worden aangepast.

Oorspronkelijke tekst van 4.3 Energievoorziening

4.3.1 Primaire energievoorziening

De rookmelder moet, voor de primaire energievoorziening, worden aangesloten op de voorziening voor elektriciteit.

OPMERKING 1 Voor de definitie van voorziening voor elektriciteit zie afdeling 2.7 van het Bouwbesluit 2003. Hierin wordt onder andere geregeld dat de voorziening voor elektriciteit voor lage spanning voldoet aan NEN 1010 en in

een meterruimte een aansluitmogelijkheid heeft voor aansluiting op het distributienet van elektriciteit.

De rookmelder moet vast zijn aangesloten (volgens NEN 1010) op een eindgroep. Tussen de groepsschakelaar en de rookmelder(s) mag geen schakelaar, scheider of (wand)contactdoos zijn aangebracht.

OPMERKING 2 Om te worden 'gewaarschuwd' bij een eventuele uitval van de desbetreffende eindgroep, verdient het de voorkeur om rookmelders aan te sluiten op een eindgroep waarop (een deel van) de verlichting van de woning is aangesloten. Indien de rookmelders onderling zijn gekoppeld met een koppeldraad en niet galvanisch zijn gescheiden, dan behoren al deze rookmelders uiteraard op dezelfde eindgroep te zijn aangesloten.

4.3.2 Secundaire energievoorziening

Onverminderd 4.3.1, moet de rookmelder zijn voorzien van een secundaire energievoorziening, die bij het wegvallen van de voeding automatisch en onmiddellijk de energievoorziening van de rookmelder volledig kan overnemen.

Voorstel aangepaste tekst van 4.3 Energievoorziening

4.3.1 Aansluiting op voorziening voor elektriciteit

De rookmelder is, voor de primaire energievoorziening, aangesloten op de voorziening voor elektriciteit.

OPMERKING 1 Voor de definitie van voorziening voor elektriciteit zie artikel 6.8 van het Bouwbesluit 2012 en het Besluit Bouwwerken Leefomgeving artikelen 3.106 en 4.119. Hierin wordt onder andere geregeld dat de voorziening voor elektriciteit voor lage spanning voldoet aan NEN 1010 en in een meterruimte een aansluitmogelijkheid heeft voor aansluiting op het distributienet van elektriciteit.

De rookmelder moet vast zijn aangesloten (volgens NEN 1010) op een eindgroep. Tussen de groepsschakelaar en de rookmelder(s) mag geen schakelaar, scheider of (wand)contactdoos zijn aangebracht.

OPMERKING 2 Om te worden 'gewaarschuwd' bij een eventuele uitval van de desbetreffende eindgroep, verdient het de voorkeur om rookmelders aan te sluiten op een eindgroep waarop (een deel van) de verlichting van de woning is aangesloten. Indien de rookmelders onderling zijn gekoppeld met een koppeldraad en niet galvanisch zijn gescheiden, dan behoren al deze rookmelders uiteraard op dezelfde eindgroep te zijn aangesloten.

Tevens moet de rookmelder in geval de primaire energievoorziening aangesloten is op de voorziening voor elektriciteit, zijn voorzien van een secundaire energievoorziening, die bij het wegvallen van de voeding automatisch en onmiddellijk de energievoorziening van de rookmelder volledig kan overnemen.

4.3.2 Aansluiting op batterij

De rookmelder is aangesloten op een batterij met een minimale levensduur van 8 jaar.

5.3.5 Gelijkwaardige oplossing trilkussen en/of flitslicht en doormelding naar bure

In paragraaf 4.5 van NEN 2555 (2008) is de optie gegeven van extra aansluitvoorzieningen op een rookmelder. In paragraaf 4.2.2 van voorliggend rapport zijn een trilkussen en/of flitslicht en doormelding naar bure onderkend als gelijkwaardige oplossingen voor specifieke doelgroepen.

Aanvullende tekst na 2^e alinea paragraaf 4.5 Extra aansluitvoorzieningen (facultatief)

OPMERKING Voor auditief beperkten en ouderen met een beperkt gehoor is een trilkussen en/of flitslicht een gelijkwaardige oplossing voor het alarmeren. Voor bewoners die niet zelfstandig in staat zijn om te vluchten is het toepassen van een doormelding naar bijvoorbeeld de bure een gelijkwaardige oplossing voor het alarmeren.

5.3.6 Koppeling rookmelders

Aangaande de koppeling van rookmelders geeft hoofdstuk 5 van NEN 2555 (2008) aan dat rookmelders gekoppeld moeten worden indien daarmee de prestatie-eis kan worden gehaald. In hoofdstuk 6 van NEN 2555 (2008) is daar verder uitwerking aan gegeven. Uit paragraaf 4.2.2 van voorliggend rapport volgt evenwel dat koppeling van rookmelders gewenst is omdat daarmee de kans dat personen tijdig worden gealarmeerd toeneemt.

Oorspronkelijke tekst 3^e alinea hoofdstuk 5 Prestatie-eis geluidniveau.

Deze prestatie-eis kan, aanvullend op de projectering volgens hoofdstuk 8, het installeren van extra rookmelders en/of het koppelen van rookmelders tot gevolg hebben (volgens hoofdstuk 6).

Aangepaste tekst 3^e alinea hoofdstuk 5 Prestatie-eis geluidniveau

Deze prestatie-eis kan, aanvullend op de projectering volgens hoofdstuk 8, het installeren van extra rookmelders tot gevolg hebben.

Oorspronkelijke tekst 1^e alinea hoofdstuk 6 Het koppelen van rookmelders

Indien ten gevolge van de prestatie-eis geluidniveau volgens hoofdstuk 5, het noodzakelijk is rookmelders te koppelen kan dit zowel via een elektrische leiding als draadloos plaatsvinden.

Aangepaste tekst 1^e alinea hoofdstuk 6 Het koppelen van rookmelders

Alle rookmelders in een gebouw moeten via een elektrische leiding of draadloos gekoppeld zijn.

5.3.7 Projectering

Aangaande de projectering van de rookmelder beperkt hoofdstuk 8 van NEN 2555 (2008) zich tot de woonfunctie en verwijst hoofdstuk 8 van NEN 2555 (2008) nog altijd naar het Bouwbesluit 2003. Omdat het voorwoord en de inleiding reeds melding maakt van de aansturing van uit het Bouwbesluit 2012 en het Besluit Bouwwerken Leefomgeving, en de van toepassing zijnde gebruiksfuncties, is de aanbeveling om dit in hoofdstuk 8 niet langer expliciet te vermelden. Opgemerkt

wordt dat in onderstaand tekstvoorstel voor de wijziging van betreffende tekst in NEN 2555 (2008) er nog vanuit is gegaan dat het Bouwbesluit 2012 en Besluit Bouwwerken Leefomgeving de eis nog niet is gewijzigd in de kwantitatieve eis voor het te behalen geluidniveau van 65 dB(A) en 75 dB(A).

Oorspronkelijke tekst 1^e alinea 8.1 Omvang van de bewaking

De omvang van de bewaking is in eerste instantie afhankelijk van de indeling van de woning waarin de rookmelder(s) moet(en) worden aangebracht. Overeenkomstig het Bouwbesluit 2003 mag een verblijfsruimte in een woning alleen worden verlaten door een ruimte die met minimaal één rookmelder is beveiligd.

OPMERKING De uitgangspunten voor de omvang van de door rookmelders bewaakte ruimten zijn gegeven in het Bouwbesluit 2003. Ter illustratie is in de figuren 1 en 2 een locatie van de rookmelders weergegeven bij verschillende situaties. Daarnaast is het mogelijk dat extra rookmelders noodzakelijk zijn om overeenkomstig hoofdstuk 5 aan de prestatie-eis geluidniveau te kunnen voldoen.

Aangepast voorstel tekst 1^e alinea 8.1 Omvang van de bewaking

De omvang van de bewaking is in eerste instantie afhankelijk van de indeling van het gebouw waarin de rookmelder(s) moet(en) worden aangebracht. Overeenkomstig het Bouwbesluit 2012 en het Besluit Bouwwerken Leefomgeving mag een verblijfsruimte in een gebouw alleen worden verlaten door een ruimte die met minimaal één rookmelder is beveiligd.

OPMERKING De uitgangspunten voor de omvang van de door rookmelders bewaakte ruimten zijn gegeven in het Bouwbesluit 2012 en Besluit Bouwwerken Leefomgeving (Staatsblad 2018, 291). Ter illustratie is in de figuren 1 en 2 een locatie van de rookmelders weergegeven bij verschillende situaties. Daarnaast is het mogelijk dat extra rookmelders noodzakelijk zijn om overeenkomstig hoofdstuk 5 aan de prestatie-eis geluidniveau te kunnen voldoen.

5.4 Aanpassing NEN-EN 14604

Het toepassingsgebied van de NEN-EN 14604 beperkt zich tot de gebruiksfunctie woonfunctie. Dit staat op gespannen voet met het Bouwbesluit 2012 en het Besluit Bouwwerken Leefomgeving die ook de gebruiksfuncties bijeenkomstfunctie voor kinderopvang voor kinderen jonger dan 4 jaar en logiesfunctie omvat. Het is de aanbeveling om dit aanhangig te maken bij de Standing Committee on Construction. Dit is het Europese overleg waarin het Ministerie BZK is vertegenwoordigd, waarin de keuze van de Nederlandse overheid om de EN 14604 ook van toepassing te verklaren voor andere gebruiksfuncties kan worden toegelicht en het verzoek kan worden neergelegd om het toepassingsgebied van de EN 14604 in lijn met deze keuze te verbreden.

6 Ondertekening

Delft, 17 juni 2019



Dr. ir. I.J.J. van Straalen
Auteur



Drs. R.A. Bezemer
Tweede lezer



Dr. P.C. Rasker
Research manager
Structural Reliability

Referenties

- Ball, M. & Bruck, D. (2004), *The effect of alcohol upon response to fire alarm signals in sleeping young adults*. Shields, J. (Ed.). Proceedings of the Third Human Behaviour in Fire Conference, pp. 291-302, London, Interscience Communications.
- Bakker, M., Kobes, M., Wolfs, L. (2018), Tien jaar fatale woningbranden onderzocht, Instituut Fysieke Veiligheid.
- Brennan, P. & Bruck, D. (2001), *Report on reaction of adults to fire related cues while asleep*, Melbourne, Centre for Environmental Safety and Risk Engineering.
- Bruck, D. (1999), *Non-awakening in children in response to a smoke detector alarm*, Fire Safety Journal, 32, pp. 369-376.
- Bruck, D. & Bliss, R.A. (2000), *Sleeping children and smoke alarms*, pp. 602-613, Proceedings of the 4th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology, Asia-Oceania Association for Fire and Technology, Tokyo.
- Bruck, D. & Thomas, I. (2006), *Reducing fire deaths in older adults. Investigation of auditory arousal with different alarm signals in sleeping older adults*, Quincy, MA, National Fire Protection Association.
- Bruck, D. & Thomas, I. (2007), *Optimizing fire alarm notification for high risk groups research project*, Waking effectiveness of alarms (auditory, visual and tactile) for adults who are hard of hearing, Quincy, MA, National Fire Protection Association.
- Bruck, D., Thomas, I. & Ball, M. (2007), *Waking effectiveness of alarms (auditory, visual and tactile) for the alcohol impaired*, Quincy, MA, National Fire Protection Association.
- Bruck, D. & Thomas, I. (2008a), *Towards a Better Smoke Alarm Signal – an Evidence Based Approach*, pp. 403-414, Fire Safety Science – Proceedings of the Ninth International Symposium.
- Bruck, D. & Thomas, I. (2008b), Comparison of the effectiveness of different emergency notification signals in sleeping older adults, Fire Technology, 44(1), 15-38. Doi: 10.107/S10694-007-0017-5.
- Centers for Disease Control and Prevention (2005), Trends in Vision and Hearing Among Older Americans, in: Lee, A (Ed.), The audibility of smoke alarms in residential homes, Maryland: Consumer Product Safety Commission.
- Edwards. (2015). Low Frequency Emergency Signaling Handbook – A practical guide to compliance and its history.
<https://www.edwardsfiresafety.com/Media/520Hz/520%20Hz%20Signaling%20Handbook.pdf>
- Homans, N.C., Metselaar, R.M., Dingemanse, J.G., Schroeff, P. van der, Brocaar, M.P., Wieringa, M.H., Baatenburg de Jong, R.J., Hofman, A., Goedegebure, A.

(2017), *Prevalance of Age-Related Hearing Loss, Including Sex Differences, in Older Adults in a Large Cohort Study*, Laryngoscope 127, March 2017

Kobes, M., Groenewegen-ter Morsche (2015), *Gebrand op inzicht – Een onderzoek naar de effectiviteit van rookmelders*, Instituut Fysieke Veiligheid, Brandweeracademie.

Lee, A. (2005), *The audibility of smoke alarms in residential homes*, Bethesda, ML, Consumer Product Safety Commission.

NEN-EN 14604 (2005), Rookmelders (Smoke alarms), NEN, augustus 2005.

NEN 2555 (2008), *Brandveiligheid van gebouwen – Rookmelders van woonfuncties*, NEN, december 2008.

NEN-ISO 8201 (2001), Akoestiek - Akoestisch noodsignaal voor ontruiming, NEN, februari 1991.

Smits, C., Kramer, S.E. & Houtgast, T. (2006), *Speech reception thresholds in noise and self-reported hearing disability in a general adult population*, Ear and Hearing, 27, pp. 538-549.

Straalen, I.J.J. van, Gallis, H.R., Bezemer, R.A. (2015), *Risicogestuurde brandveiligheid in de langdurige zorg - Onderbouwing van een beslisondersteunend model*, TNO-rapport 2015 R11060.

Thomas, I., Bruck, D. (2015), *The Basis for Recommending the 520 Hz Fire Alarm Signal*, Centre for Environmental Safety and Risk Engineering Victoria University, Melbourne Australia, SFPE, Emerg Trends enewslet,
https://www.sfpe.org/page/FPE_ET_Issue_96/The-Basis-for-Recommending-the-520-Hz-Fire-Alarm-Signal.htm

A Resultaten vragenlijst IRCC

Tabel A.1 – Overzicht toepassing rookmelder verschillende landen

Land	Rookmelder verplicht	Detectiemethode en stroomvoorziening	Geluidstype	Locaties en geluidsterkte (met gesloten deuren)	Alternatieven (niet-akoestisch) toegestaan	520 Hz blokgolf Afwijkende eisen locatie en geluidsterkte	Leveranciers, marktanalyse en verkoopcijfers
Nederland (huidig)	Nieuwbouw en bestaand in geval van kamergewijze verhuur, en bij functiewijziging naar woonfunctie	Alleen optisch Aansluiting op lichtnet en reserve batterij vereist	Signaal toon $\leq$ 3500 Hz (EN 14604) Patroon niet gespecificeerd	In iedere ruimte welke onderdeel is van een vluchtroute. Ten minste één per verdieping. 65 dB(A) op ieder punt voor verblijfsruimte en vluchtroute, 75 dB(A) op ieder punt voor slaapruiimte, 85-110 dB(A) op 3 m (EN 14604).	Alleen als aanvullende maatregel	Toegestaan Geen afwijkende eisen locatie en geluidsterkte	FireAngel (draadloos koppelbare hoorn) Marktanalyse niet gedaan Verkoopcijfers niet bekend
Australië	Nieuwbouw en bestaand	Voor huizen optisch en ionisatie. Voor andere gebouwen zijn er meer mogelijkheden.	ISO 8201 of ISO 7731 520 Hz blokgolf toegestaan	85-105 dB(A) op 3 m	Ja, doel staat voorop niet de technologie.	Toegestaan Geen afwijkende eisen locatie en geluidsterkte	Niet bekend
Engeland	Nieuwbouw en bestaand (alleen bij verbouw of renovatie)	Optisch en ionisatie		75 dB(A) bij hoofdeinde 85 dB(A) op 3 m	Ja, wanneer gewoon alarm niet voldoet	Toegestaan Geen afwijkende eisen locatie en geluidsterkte	Niet bekend

Canada	Nieuwbouw (bedraad) en bestaand (batterij mag)	Optisch en ionisatie	ISO 8201 patroon	65-100 dB(A) (15 dB(A) boven omgevingsgeluid)	Ja, spraak is altijd toegestaan. Andere opties soms	Toegestaan Geen afwijkende eisen locatie en geluidsterkte	Edwards, Chubb. Markt-analyse en verkoopcijfers onbekend.
China	Geen reactie ontvangen						
Japan	Nieuwbouw en bestaand	Optisch	Niet gespecificeerd	Verplicht in slaapkamer en trappenhuis 70- dB(A) op 1 m	Nee	Toegestaan Geen afwijkende eisen locatie en geluidsterkte	Niet bekend
Nieuw-Zeeland	Nieuwbouw en bij renovatie	Verwezen naar normen	Niet gespecificeerd	Minimaal 1 rookmelder per verdieping Op max. 3 m van slaapk. 75- dB(A) op 3 m -100 dB(A) op 0 m	Ja, wanneer gewoon alarm niet voldoet. Bedraad alarm moet hoorbaar zijn.	Toegestaan Geen afwijkende eisen locatie en geluidsterkte	-
Noorwegen	Nieuwbouw en bestaand	Optisch altijd geaccepteerd, andere mogelijk	Niet gespecificeerd	Minimaal 1 rookmelder per verdieping 60- dB(A) in woon- en slaapkamer	Optisch alarm vereist voor publieke gebouwen. Bij > 1000 pers. ook spraak.	Toegestaan Geen afwijkende eisen locatie en geluidsterkte	-
Oostenrijk	Nieuwbouw en bestaand	Optisch en ionisatie (EN 14604)	Signaal toon ≤ 3500 Hz (EN 14604)	Verplicht in verkeers- en gezamenlijke ruimtes. 85-110 dB(A) op 3 m (EN 14604)	Alleen als aanvullende maatregel	Toegestaan Min. 82 dB(A)	Niet bekend

Schotland	Nieuwbouw en bestaand	Optisch en ionisatie (afhankelijk van locatie)	Signaal toon $\leq$ 3500 Hz	Vereist in woon- en slaapkamer, keuken en verkeersruimtes. 7 m woonk. 3 m slaapk. 65- dBA Binnen huis onderling verbonden	Ja, als alternatieve oplossing	Toegestaan Geen afwijkende eisen locatie en geluidsterkte	-
Singapore	Nieuwbouw en bestaand (alleen bij verbouw of renovatie)	Optisch en ionisatie	Signaal toon $\leq$ 3500 Hz (EN 14604)	85-110 dB(A) op 3 m (EN 14604)			
Spanje	Geen reactie ontvangen						
Verenigde Staten	Nieuwbouw en bestaand	Optisch en ionisatie	Laagfrequent signaal moet hogere harmonische bijdragen hebben	75 dB(A) hoofdeinde (15 dB(A) boven omgevingsgeluid, 5 dB(A) boven hard geluid) Locaties in IBC en IRC	Niet toegestaan als vervanging, alleen ter verduidelijking	Toegestaan Geen afwijkende eisen locatie en geluidsterkte	Geen 520 Hz rookmelders te koop. Geen marktanalyse
Zweden	Nieuwbouw (aanbevolen voor bestaand)	Optisch en ionisatie (EN 14604)	Signaal toon $\leq$ 3500 Hz (EN 14604)	75 dB(A) bij hoofdeinde en 65 dB(A) andere ruimten	Toegestaan als extra oplossing voor slecht-horenden	Toegestaan Geen afwijkende eisen locatie en geluidsterkte	Niet bekend

Tabel A.2: Volledige reacties op vragenlijst

a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings? c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)? d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)? e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses. g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country? If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions. h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country? j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available? k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms? (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?		
1	Sweden	a) Yes in all new dwellings since 1998, see Boverkets building regulations, BBR section 5:2513 below. 5:2513 Smoke alarm devices Smoke alarm devices shall be installed when this is a precondition for the design of the fire protection. Smoke alarm devices shall be designed and located to ensure they detect and warn of fire with high level of reliability. Smoke alarm devices shall also be designed with sufficiently fast reaction time to alert at an early stage. Smoke alarm devices shall be designed to ensure corrosion, thermal effects or other factors in the building's environment do not affect reliability. (BFS 2011:26). <i>General recommendation</i> The design of smoke alarm devices can be verified in accordance with SS-EN 14604. Smoke alarm devices should be fitted with alarm indicators. Examples of properties that are important to reliability are the capability of detecting various types of combustion, that the power supply is guaranteed even during outages, location that ensures a fast enough reaction time and good coverage. To ensure good coverage, at least one fire detector should be placed on each floor containing spaces where people are present other than occasionally. Smoke alarm devices should be placed in, or outside, every room for sleeping people. If stairs are present, smoke alarm devices should also be placed in the space directly above the stairs. (BFS 2011:26). b) Only in new buildings by the building regulation. But in practice also in all existing dwellings by general recommendations to the fire safety law. c) Anyone that fulfils the European standard SS-EN 14604. (today normally scattered light). d) Anyone that fulfils the European standard SS-EN 14604 e) 75 db(A) at the sleeping persons head, se general recommendation to BBR 5:2512. See also question one.

a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings? c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)? d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)? e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses. g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country? If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions. h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country? j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available? k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms? (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?		
		The volume of an evacuation alarm should be designed to suit the ambient noise in the premises. Evacuation alarms used in dwellings in occupancy class 3 or premises and housing for sleeping people in occupancy classes 4 and 5 should be positioned to ensure the sound level at the place of a sleeping person's head is at least 75 dB(A). The sound level for other premises should not fall below 65 dB(A) in places where people are present other than occasionally. The sound level should be at least 10 dB(A) above the ambient normal background level and should not be less than 115 dB(A) at a one meter distance from the alarm device. f) Not for dwelling in general, but they could be used as a complement to normal fire alarms for people with special needs. g) If they fulfil the EN-14604 standard. Otherwise they can't be CE-marked and put on the European market. h) No. i) Not that we know of. j) Not to our knowledge. k) We have no numbers to share with you.
2	New Zealand	a) Smoke alarms are required in new or renovated (requiring Building Consent) dwellings. Acceptable solutions C/AS1 2.2.1, C/AS2 2.2.1(b) apply. b) Newly built dwellings only. c) The New Zealand legislation refers to other Standards for the manufacture of smoke alarms, and thus the specification as per the relevant Standard. Battery-operated and/or stand-alone smoke alarms as per Acceptable Solution F7/AS1, shall be manufactured to either one of AS 378:1993, ISO 12239:2003 or BS EN 14604:2005. Interconnected, hard-wired smoke alarms fall under NZS 4514:2009 and should comply with either the UL217:2006, CAN/ULC S531:2002, BS5446 Part 1 (2000), EN 14604:2005, ISO 12239:2003 or AS3786:1993.

a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings? c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)? d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)? e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses. g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country? If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions. h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country? j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available? k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms? (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?		
		d) There are no requirements for battery-operated stand-alone smoke alarms. Interconnected hard-wired smoke alarms must give an audible alarm but the type of sound is not specified. e) F7/AS1 3.3.1 Smoke alarms shall be located as follows: (a) in multi-storey units there shall be at least one smoke alarm on each level within the household unit. (b) On levels containing the sleeping spaces, the smoke alarms shall be located either: (i) in every sleeping space or (ii) within 3.0 m of every sleeping space. In this case the smoke alarms must be audible to sleeping occupants on the other side of the closed doors. (c) In all cases, so that the sound pressure level complies with that in NZS 4514 (which is not less than 75 dBA when measured from the sleeping position, and not more than 100 dBA measured from any normally accessible point at a height of 1.8m). Smoke alarms shall be installed on or near the ceiling. f) NZS4514:2009 5.3.2. allows, where audible alarm signals are not adequate, additional types of sensory stimulating alarm devices to be used, such as visual or vibrating pillow devices. g) No. (1) At present there are no proposals for New Zealand to adopt the new UL217 standard. New Zealand does reference the UL217:2006.
3	Japan	a) Smoke alarms are required for dwellings in Japan. The legal basis of regulation is Article 9-2 of the Fire Service Law and local public organization ordinance. b) They are required for newly built dwellings and also for existing dwellings. c) Photoelectric type (scattered light or transmitted light) is required. d) There is no regulation on the type of sound. e) The place of attachment etc. of the smoke alarm differs according to the municipality. However, installation of smoke alarms in "bedroom" and "stairs" is mandatory. Regarding sound loudness, it is required to be 70 dB or more at a position 1 m away. f) It is not permitted to substitute other alternative warnings systems like slow whoop, etc. for a smoke alarm. g) At the developer level of the manufacturer, it seems that it is shared to a certain extent.

a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings? c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)? d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)? e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses. g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country? If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions. h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country? j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available? k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms? (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?		
		h) There is no difference in regulation by wave version. i) I have no idea about it. j) I have no idea about it. k) I have no idea about it. (1) In Japan, the ministerial ordinance defines standards for smoke detectors, but it is not originally adopted UL standards, and there is no intention to adopt UL 217 as well.
3	Norway	a) YES. Please see section 11-12 (2): https://dibk.no/globalassets/byggeregler/regulation-on-technical-requirements-for-construction-works--technical-regulations.pdf b) Both. Two separate regulations. c) According to the pre-accepted solutions to the building regulations optical smoke detectors must be installed. d) The type of sound or audio frequency is not specified in the regulations or pre-accepted solutions. The pre-accepted solutions are referring to EN 14604 (row houses etc.) and EN 54-series (apartment buildings). In addition to acoustic alarm, optical alarm must be installed in parts of buildings for the general public, work buildings and other buildings where universal design is a requirement. Alarm by voice message must be installed according to the pre-accepted solutions in fire cells which include more than one floor and is designed for more than 1000 persons. e) According to the pre-accepted solutions related to section 11-12 smoke detectors in dwellings must cover the kitchen area, living room, outside bedroom and technical rooms. There must be at least one smoke detector per floor. Smoke detectors must be placed so that the sound loudness is at least 60 decibels (dBA) in living rooms and bedrooms when intermediate doors are closed. f) Not included in the pre-accepted solutions. g) No.

a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings? c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)? d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)? e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses. g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country? If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions. h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country? j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available? k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms? (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?		
4	Australia	a) Yes. Under the National Construction Code (NCC), developed by the Australian Building Codes Board (ABCB), smoke alarms are required for dwellings that are classified under the NCC as either Class 1 buildings (houses), Class 2 buildings (multi –dwelling buildings) and Class 3 buildings (hotels, boarding houses, backpacker accommodation and the like). For Class 1 buildings, the relevant Performance clause is BCA Volume Two P2.3.2 and the relevant Deemed-to-Satisfy (DtS) clause is BCA Volume Two Part 3.7.2. For Class 2 and 3 buildings, the relevant Performance clause is BCA Volume One EP2.1 and BCA Volume One DtS clauses are Table E2.2a and Specification E2.2a. A copy of the NCC is available on the ABCB website https://www.abcb.gov.au/ncc-online/NCC?pageNumber=1&searchTerm=&sort=&results=&generalParam={%22applications%22:[].%22years%22:[%22{C4166DCC-D939-41A9-855D-D66F2AACC2D3}%22]} b) The application of the NCC is determined by the individual Australian State and Territory building regulations which call up the NCC. Although the building regulations generally apply the NCC to newly built dwellings and to alterations/additions to dwellings, in the case of smoke alarms the building regulations also generally require retrospective smoke alarms in existing dwellings. c) The NCC references Australian Standards AS 3786 for Class 1 buildings; and either AS 3786 or AS 1670.1 for Class 2 and 3 buildings. AS 3786 is based on ISO 12239 and allows scattered light, transmitted light or ionization detection. AS 1670.1 permits a range of detectors to suit the particular hazard and risk to life or property as set out in the extract below. AS 7240.7 contains the requirements for point type smoke detectors. The standard allows scattered light, transmitted light or ionization detection.

- a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
- b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings?
- c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)?
- d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)?
- e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
- f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses.
- g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country?
- If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions.
- h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)?
- i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country?
- j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available?
- k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms?
- (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and
- (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?

(a) Fire detectors, selected to suit the particular hazard and risk to life or property, or both, conforming to at least one of the following:

- (i) AS ISO 7240.5 Point-type heat detectors.
- (ii) AS 7240.6 Carbon monoxide fire detectors.
- (iii) AS 7240.7 Point-type smoke detectors.
- (iv) AS ISO 7240.8 Carbon monoxide fire detectors with heat sensor.
- (v) AS ISO 7240.10 Point-type flame detectors.
- (vi) AS 7240.12 Line type smoke detectors using optical beam.
- (vii) AS 7240.15 Point-type smoke detector with heat sensor.
- (viii) AS 7240.20 Aspirating smoke detector (ASD).
- (ix) AS 7240.22 Smoke-detection equipment for ducts.
- (x) AS 7240.27 Smoke detectors with CO and heat sensor.
- (xi) AS 1603.13 Duct sampling smoke detectors.
- (xii) EN 54-27 Duct smoke detectors.
- (xiii) EN 54-22 Resettable line-type heat detectors.
- (xiv) EN 54-28 Non-resettable line-type heat detectors.

		a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings? c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)? d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)? e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses. g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country? If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions. h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country? j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available? k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms? (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?
		d) AS 3786 specifies a signal pattern in accordance with either ISO 8201 or ISO 7731. The standard also allows a signal pattern with a fundamental frequency of 520Hz with odd harmonics to approximate a square wave. The detector must provide an output of at least 85dBA and not more than 105 dBA at 3m. e) AS 3786 in Clause 4.2 specifies a signal pattern in accordance with either ISO 8201 or ISO 7731. The standard also allows in Clause 4.2.1.3 a signal pattern with a fundamental frequency of 520Hz with odd harmonics to approximate a square wave. Clause 5.18 specifies that the detector must provide an output of at least 85dBA and not more than 105 dBA at 3m. f) The Code is technology agnostic, so if other technologies can satisfy the referenced standards than it can potentially be used. Slow whoop and flashlights are typically associated with commercial buildings or multi-storey residential as additional features of the system, whereas trilling pillows would be a voluntary choice to improve awareness of a potential fire for those with a potential hearing impairment. g) The 520 Hz square wave version is permitted by AS 3786. h) There is no difference for location or sound loudness in the case of the 520 Hz detector. i) Not aware of any. j) Not aware of any, however, the ABCB conducted research through Victoria University into the effectiveness of smoke alarm audibility, which discusses the 520 Hz in some detail. This is attached. k) Not aware if such data is available. The following site provides some additional information about smoke alarms in Australia - http://www.homemods.info/Download.ashx?File=d669b080b4d265bbb9fb52f6c5e59e5
5	Austria	a) YES. Please see clause 3.11 in https://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie_2_26.03.15.pdf b) Both c) CE marked products according to EN 14604

a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings? c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)? d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)? e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses. g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country? If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions. h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country? j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available? k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms? (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?		
		d) The type of sound or audio frequency is not specified e) According to OIB guideline 2 clause 3.11 smoke detectors have to be situated in corridors and all common rooms of flats. Concerning loudness Smoke detectors have to fulfill clause 5.17.3 of EN 14604. Mounting and fixing details see https://www.bundesfeuerwehrverband.at/wp-content/uploads/2017/07/TRVB-122-13-ohne-Anhang-3.pdf f) Only additionally g) No h) min 82dB(A) i) No j) No k) No
6	Scotland	a) Smoke alarms are required in the principle living room, every circulation space and any inner room (a room with no direct access to an exit) and a heat alarm is required in every kitchen. Optical (recommended in living rooms) and ionisation alarms (recommended in circulation spaces) should conform to BS EN 14604. Heat alarms (kitchen) should conform to BS 5446: Part 2. Multi sensor alarms conforming to BS 5839: Part 6 are an option in place of a single sensor optical or ionisation alarm. All smoke and heat detectors should be mains operated with a battery back-up and be interlinked. (Clauses 2.11.0 – 2.11.10 of Domestic Technical Handbook) b) Building Regulations only apply to new, altered or converted buildings. However, Scottish Government has recently introduced an amendment to the Scottish tolerable standards for dwellings, requiring all dwellings to be fitted with heat and smoke detection as above, with the proviso that they may be sealed for life battery units c) See response to question 1, however, other means of meeting the building standard may be adopted. d) Type of sound not specified within Technical Handbook guidance, however, reference is made to volume of sound. e) See response to question 1 for general requirements. General guidance on location provided plus, where in a circulation area, a smoke detector should be sited not more than 7 m from a livingroom door and not more than 3 m from every bedroom door – this may result in more than one detector being required in the circulation area, particularly in larger dwellings.

a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings? c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)? d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)? e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses. g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country? If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions. h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country? j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available? k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms? (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?		
		BS 5446-1 calls for sound output to be 85 dB(A) at 3 m (therefore outside a bedroom door); allowing for a sound attenuation of around 20 dB at a domestic door, this would result in a sound level of 55 - 65 dB at a bed-head. (Clause 2.11.7) f) Not specifically referred to but may be permitted as an "alternative solution". g) Not within guidance to building standards. h) Not applicable i) Scottish Government does not hold this information j) Scottish Government does not hold this information k) Scottish Government does not hold this information
7	Canada	a) The National Building requires hardwired smoke alarms with a battery back-up in all dwelling units. Smoke alarms are required on each floor of a dwelling, as well as in each bedroom and must all be interconnected such that the sounding of one alarm will activate all alarms in the home. b) Smoke alarms are required for newly built dwelling units (permanent connect to electrical circuit with battery back up). In the case of Existing Buildings smoke alarms are also required but may be permitted to be on battery supply only. c) The smoke alarms may of ionization type or photoelectric. Codes do not specify one over the other. In many cases installers are now using dual sensor detectors photo/ionization). Usually the ionization alarm responds quicker in fast flame fires and the photoelectric will respond quicker in smoldering fires. d) Subsection 3.2.4: The sound patterns of smoke alarms shall a) meet the temporal patterns of alarm signals b) be a combination temporal pattern and voice relay. Canada requires the smoke alarms to meet very distinct sound patterns [Alarm Signal Temporal Pattern. The temporal pattern of an alarm signal relates to –

- a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
 - b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings?
 - c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)?
 - d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)?
 - e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
 - f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses.
 - g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country?
- If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions.
- h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)?
 - i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country?
 - j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available?
 - k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms?
- (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and
- (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?

the time during which the signal is produced and the intervals between the individual signal pulses. The international standard ISO 8201, "Acoustics – Audible emergency evacuation signal," includes a pattern that is becoming widely used in different countries and it is appropriate for this pattern to be adopted in Canada. The temporal pattern can be produced on most signalling devices. Most existing alarm systems can be modified, and this pattern could be phased in when the systems require modification. The characteristic of the pattern is a 3-pulse phase followed by an off phase. The 3 pulses each consist of an on phase lasting for 0.5 ± 0.05 s followed by an off phase lasting for 0.5 ± 0.05 s sounded for 3 successive on periods and then followed by an off phase lasting for 1.5 ± 0.15 s on Temporal pattern for fire alarm signal.

Although the diagram shows a square wave form, the wave can have other shapes that produce a similar effect. If single stroke bells are to be used, the temporal pattern can be produced by having the bell struck three times at a rate of one stroke per second followed by an interval of 2 s of silence.]

Voice relay is also acceptable and voice will come on and state fire, fire, fire, evacuate. Research that we have reviewed in Canada show that the voice activated (preferably pre-recorded mother's voice) is the most effective in waking a young child)

- e) Article 3.2.4.20

"Smoke alarms must be installed on or near ceiling and conform to and be installed per the ULC Standards S531 "Smoke Alarms", ULC S553 Installation of Smoke Alarms, and ULC S524 Installation of Fire Alarm Systems"

- f) For residential homes no alternative. But in the case of residential occupancies like apartment buildings, seniors homes, areas where there are persons with hearing impairment etc. audible devices are combined with visual signals i.e. strobes.
- g) Yes, in Canada the 520 hz is recognized but not required.
- h) No difference in dBA requirements
- i) Yes (Edwards, Chubb,)
- j) Not Sure

a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings? c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)? d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)? e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses. g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country? If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions. h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country? j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available? k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms? (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?		
		k) Not known
8	Singapore	a) It is our requirements for Home Fire Alarm Device (HFAD) to be installed within residential homes, for new residential homes and existing homes carrying out fire safety works. You can refer to Clause 6.3.6 under our Fire Code 2018. (can be downloaded here www.scdf.gov.sg/home/fire-safety/downloads/acts-codes-regulations) b) As the above reply for Qn.1. c) Any detector with smoke detection technology is acceptable. d) The type of sound is not specified, however the alarm sounder with sound level compliant with the following standards (EN 14604, AS 3786, UL 217) e) The requirements on the minimum number of detectors for different home types, as well as the locations in which detectors shall be installed, are stipulated under Cl.6.3.6 of the Fire Code 2018. The minimum sound loudness shall complies with the following standards (EN 14604, AS 3786, UL 217). f) Additional independent functions to enhance the operation of the HFAD may be included as optional features (e.g. visual alarms, vibration pads etc.) g) No, it is not. h) In general, design of smoke detection systems must comply with EN14604; no specific control as above. In general, the number of audible alarm sounders used shall be sufficient to produce a minimum sound level of either 65 dB(A), or 5 dB(A) above the ambient noise level likely to persist for a period longer than 30 seconds, whichever is greater. In all parts of the buildings, the sound level produced by audible alarm sounders signalling shall not exceed 120 dB(A). i) No. j) No. k) No.
9	England	a) Yes, for new dwellings and when certain 'building work' is undertaken to existing dwellings.

- a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
 - b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings?
 - c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)?
 - d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)?
 - e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
 - f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses.
 - g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country?
- If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions.
- h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)?
 - i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country?
 - j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available?
 - k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms?
 - (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and
 - (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?

Approved Document B volume 1- For Housing. Approved Document B volume 2 for Flats. Following guidance in BS 5839 pt 6 2013 and BS EN 14604 2005

- b) Always required in new build. There is no general requirement for smoke alarms to be fitted retrospectively to existing dwellings under the Building Regulations. However, if 'building work' is undertaken to an existing dwelling such as an extension to a house or alterations to a flat – smoke alarms may be required.
- c) Either ionization or scattered light (optical) detectors are acceptable.
- d) To be confirmed once further reference documents received.
- e) The approved document B volume 1 (1.10 to 1.18) and volume 2 (1.9 to 1.18) both give information about positioning of smoke alarms. There is also guidance within BS 5839 pt 6. Section 13 Audible fire alarm devices and audibility specifies need to achieve 75 dB (A) at the bedhead. To achieve this BS EN 14604 requires the sound output of smoke alarms to be 85dB (A) at 3 metres.
- f) These are not generally asked for in typical dwellings. If there is a particular known need then other methods of raising the alarm signal may be used. There is guidance for specific cases in BS 5839 pt 6 2013 Section 14 Fire alarm warnings for deaf and hard of hearing people
- g) This is acknowledged in BS 5839 pt 6 2013 Section 13, 13.1.3 and 13.2 (See part of extract below).

		13.1.3 Frequency <i>Research has shown that the most effective alarm signal to rouse hard of hearing people, children and intoxicated young adults from sleep is a 520 Hz square wave signal (one octave higher than middle C). However, at the time of drafting this British Standard, equipment to produce this alarm signal is not readily available in the UK.</i> <i>The integral sounder of most smoke alarms produces a sound with a frequency in excess of 2 000 Hz. The major frequencies of bells and electronic sounders used in fire detection and fire alarm systems are often at least one octave lower. Age and damage to hearing reduce the sensitivity of the ear, particularly to frequencies above 2 000 Hz (see also Clause 14). High-frequency sounds are also subject to greater attenuation by partitions, dividing walls and doors. An increase in frequency by one octave (so doubling it) can increase the attenuation by walls by around 5 dB, although the corresponding change in attenuation by doors is not as great.</i> 13.2 Recommendations The following recommendations are applicable. a) Other than in the case of smoke alarms and heat alarms, the frequency(ies) produced by fire alarm sounders should be in the range of 500 Hz to 1 000 Hz. The frequency produced by smoke alarms and heat alarms should not exceed 3 500 Hz. b) The fire alarm warning should be clearly distinguishable from the sound produced by any other alarm system in the premises (e.g. an intruder alarm system or a carbon monoxide warning system). All fire alarm sounders in single premises should produce a similar alarm signal. However, if smoke alarms are installed in the same premises as a Grade A, B or C system (to form a mixed system), the smoke alarms need not produce the same alarm signal as the sounders in the Grade A, B or C system. c) In the following premises, all smoke alarms and heat alarms (if provided) in Grades D, E and F systems should be interlinked, such that, when fire is detected by any smoke alarm or heat alarm, an audible fire alarm warning is given by all smoke alarms and heat alarms (if provided) in the premises. 36 • © The British Standards Institution 2013 h) Not currently specified in the standards. (1) Referred to MHCLG and BSi.
10	USA	a) Yes – See attached document for provisions. The IBC and IRC call up the need for smoke alarms and the standard NFPA 72, National Fire Alarm and Signalling Code, sets out the details of installation. These are for new buildings. Will address existing in question 2. Note also that the smoke alarms themselves must comply with UL 217, Standard for Smoke Alarms. https://standardscatalog.ul.com/standards/en/standard_217_8 Where smoke detectors are used in place of smoke alarms compliance with UL 268, Smoke detectors for Fire Alarm Systems, is required. https://standardscatalog.ul.com/standards/en/standard_268_6

- a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
 - b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings?
 - c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)?
 - d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)?
 - e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
 - f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses.
 - g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country?
- If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions.
- h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)?
 - i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country?
 - j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available?
 - k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms?
- (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and
- (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?

- b) The ICC Addresses both. New provisions are found in the IBC, International Fire Code (IFC) and IRC. The existing requirements are in the IFC Chapter 11 which addresses minimum construction requirements for of existing buildings and International Property Maintenance code (IPMC).
- c) Any technology that complies with UL 217 or UL 268. The links above provide brief descriptions the types of technologies.
- d) Temporal 3 is required for all alarm signals for evacuation. NFPA 72 section 24.4.2.1 states for Voice Evacuation, the evacuation message shall be preceded by two cycles of the evacuation signal per 18.4.2
For Alarms specifically, notification is Temporal 3 for smoke alarm/evacuation. Voice messages are allowed between the T-3, but this is intended for clarification and NOT for waking. In certain occupancies, strobe lights and/or tactile waking are required. Typically, these are met by separate notification devices. (A few AHJs do require voice messaging for alarms that combine smoke alarm and carbon monoxide alarm warning.) The requirement is referring or relates only to household fire alarms systems or smoke alarms (see section 29.3.5.2 of NFPA 72). IMPORTANT to note that a "square wave" is NOT a requirement. In developing the testing method, the determination was that the harmonics, not the wave shape, were the important characteristic. The reference to a "square wave" was removed from NFPA 72 as a result. Thus, UL 217 states:

84.5 Low frequency alarm signal format

84.5.1 A low frequency alarm shall have a fundamental frequency of 520 (F1) Hz ± 10 percent, with subsequent harmonic frequencies occurring at 1560 (F3), 2600 (F5) and 3640 (F7) Hz ± 10 percent as determined by a Fast Fourier Transform (FFT) analysis of the audible alarm signal.

84.5.2 The spectral analyses shall be performed in a reverberant room per the test setup as described in 84.2.2. The FFT measurement shall be a 30 second spectrum averaging of a 12.8 (kHz) frequency span of 2 (Hz) resolution, non-weighted.

- a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
 - b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings?
 - c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)?
 - d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)?
 - e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
 - f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses.
 - g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country?
- If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions.
- h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)?
 - i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country?
 - j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available?
 - k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms?
 - (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and
 - (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?

84.5.3 The maximum sound pressure level (dB) of any frequency within the FFT measurement shall be at least 5 dB less than the F1 sound pressure level (dB). The minimum sound pressure level (dB) of the odd harmonics shall not be less than 20 dBA for F3, 30 dBA for F5 and 50 dBA for F7 of the fundamental F1 level.

- e) The code language in the IBC and IRC sets out where they are to be located. This is also consistent with NFPA 72. Regarding the minimum sound level delivered by the audible notification system in rooms where people sleep, 18.4.5.1 of NFPA 72 requires either 15 dB above the average ambient sound level, 5 dB above any peak sound level lasting 60 seconds or more, or at least 75 dBA, whichever is greatest. As it relates to household fire alarm systems and smoke alarms, 29.3.6 requires the audible fire alarm signals to meet the sleeping area requirements of 18.4.5.1.
- f) NFPA 72 section 18.10.1 allows tactile devices to be used IN ADDITION to the required appliances.
No reference to flash lights; we do have requirements to Visual appliances throughout NFPA 72, for the hearing impaired. If "flashlight" means strobe then yes, required in some cases.
I see no reference to Slow Whoop in the 2019 edition of NFPA 72. In past editions this was acceptable, and many installed systems using this signal.
- g) NFPA 72-2010 edition required 520 hz signals as of January 1, 2014. Required for all Building Fire Alarms systems to provide this signal in the areas which people are sleeping. Smoke alarms do not have this same requirement at this time.
This is a more recently addressed issue in the US. NFPA 72 has recognized the 520 Hz but it is only required where the codes call it up. A proposal was approved that will appear in our 2021 IBC and IFC that will require 520 Hz. The 2021 will not become regulation until adopted and it is not yet published. This is only for hotels and apartments (Group R1 and R2) not for smaller residential such as Group R3 and R4 or one or two family dwellings. No smoke alarms are currently on the market that fulfill the 520 Hz requirement. The power required is more than battery or backup battery can currently sustain. (This may change, but is accurate today.) System connected devices ARE available that produce the 520 Hz sound.

- a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
 - b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings?
 - c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)?
 - d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)?
 - e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
 - f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses.
 - g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country?
- If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions.
- h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)?
 - i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country?
 - j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available?
 - k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms?
 - (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and
 - (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?

These are the new requirements – note that this is possible as there is a fire alarm system and smoke detectors in the building versus in homes where there are only smoke alarms.

907.5.2.1.3 Audible signal frequency in Groups R-1 and R-2 sleeping rooms.

Audible signal frequency in Groups R-1 and R-2 occupancies shall be in accordance with Sections 907.5.2.1.3.1 and 907.2.1.3.2.

907.5.2.1.3.1 Fire alarm system signal.

In sleeping rooms of Groups R-1 and R-2 Occupancies, the audible alarm activated by a fire alarm system shall be a 520 Hz low-frequency signal complying NFPA 72.

907.5.2.1.3.2 Smoke alarm signal in sleeping rooms.

In sleeping rooms of Groups R-1 and R-2 Occupancies that are required by Sections 907.2.8 or 907.2.9 to have a fire alarm system, the audible alarm signal activated by single or multiple-station smoke alarms in the dwelling unit or sleeping unit shall be a 520 Hz signal complying NFPA 72. Where a sleeping room smoke alarm is unable to produce a 520 Hz signal, the 520 Hz alarm signal shall be provided by a listed notification appliance or a smoke detector with an integral 520 Hz sounder.

The following is justification provided to the committee. See also the testimony on this item at our hearings.

http://hearingvideos.iccsafe.org/search/?icc_title=f144&group&committee&hearing=cah

Reason: This Proposal seeks to enhance the waking effectiveness of high risk segments of the population in the International Fire Code (IFC) by requiring a consistent use of the 520 Hz low frequency audible fire alarm signal in new Group R-1 and R-2 occupancies that are required to have a fire alarm system. This approach is an interim option to get the low frequency signal in buildings where the technology is commercially available and avoids requiring the low frequency signal in buildings where the technology is not currently available in the stream of commerce. The proposal has taken careful consideration to not require the low frequency technology in buildings without a fire alarm system because there are no smoke alarms currently available with an integral sounder capable of producing the low frequency signal. However, it does not

- a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
- b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings?
- c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)?
- d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)?
- e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
- f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses.
- g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country?
- If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions.
- h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)?
- i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country?
- j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available?
- k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms?
- (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and
- (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?

prohibit their installation if the product becomes available in the future. The reason the proposal does require the low frequency signal in sleeping areas of buildings with a fire alarm system because there are numerous manufacturers of system connected smoke detectors with an integral sounder that produces the 520 Hz low frequency signal.

Peer-reviewed research has concluded the 520 Hz low frequency is six times more effective than the standard 3 KHz signal at waking high risk segments of the population (people over 65, people who are hard of hearing, school age children and people who are alcohol impaired). The standard 3 KHz audible alarm signal has been used in the majority of fire alarm horns and smoke alarms for the past 30 years.

The reason this Proposal is necessary is because NFPA 72 stipulates both the 520 Hz and 3 KHz signal in the sleeping rooms of hotels, dormitories and apartment building bedrooms when smoke alarms are installed in the sleeping room. Specifically, Chapter 18 of NFPA 72 requires audible notification appliances (horns, speakers or smoke detectors with an integral sounder bases) to produce the 520 HZ low frequency signal in all sleeping rooms of buildings with a protected premises fire alarm system. Whereas Chapter 29 of NFPA 72 only requires smoke alarms to produce the 520 Hz low frequency signal for people with hearing loss or provided voluntarily for those with hearing loss. The different requirements within NFPA 72 present a life safety issue because the waking effectiveness of the 520 Hz low frequency is superior to 3 KHz audible alarm signal awakening high risk segments of the population. The low frequency signal needs to be provided in areas intended for sleeping for people over 65, people who are hard of hearing, school age children and people who are alcohol impaired.

There are several product solutions currently available in the market capable of providing the 520 Hz low frequency signal.

1. Fire alarm system horns and horn/strobes
2. Smoke detectors with integral sounder bases
3. Speakers connected to an Emergency Voice Alarm Communication (EVAC) system

- a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
 - b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings?
 - c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)?
 - d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)?
 - e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
 - f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses.
 - g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country?
- If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions.
- h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)?
 - i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country?
 - j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available?
 - k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms?
- (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and
- (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?

Peer-Reviewed Research:

Ian R. Thomas and Dorothy Bruck, Waking Effectiveness of Alarms for Adults Who Are Hard of Hearing (Melbourne, Australia: Victoria University), National Fire Protection Association, 2007

This proposal is submitted by the ICC Fire Code Action Committee (FCAC). The FCAC was established by the ICC Board of Directors to pursue opportunities to improve and enhance assigned International Codes with regard to fire safety and hazardous materials in new and existing buildings and facilities and the protection of life and property in wildland urban interface areas. In 2017 the Fire-CAC has held 3 open meetings. In addition, there were numerous conference calls, Regional Work Group and Task Group meetings for the current code development cycle, which included members of the committees as well as any interested parties, to discuss and debate the proposed changes. Related documentation and reports are posted on the FCAC website at: <https://www.iccsafe.org/codes-tech-support/cs/fire-code-action-committee-fcac/>

Cost Impact: The code change proposal will increase the cost of construction. The total installation cost will only increase in new R-1 and R-2 occupancies where a fire alarm system is required by Section 907 by requiring the use of the 520 Hz low frequency audible fire alarm signal. In accordance with the included cost analysis the estimated price increase is \$57 per sleeping room for occupancies that are not required to utilize an emergency voice alarm communication (EVAC) system for occupant notification and approximately \$107 per sleeping room for occupancies that are required to utilize an (EVAC) system for occupant notification.

For non-EVAC systems, the solution utilizes a currently available smoke detector with an integral low frequency sounder base instead of installing a smoke alarm and low frequency horn. For EVAC systems, the solution utilizes a currently available fire alarm system speaker and a smoke detector with an integral low frequency sounder base.

Committee's approval statement – Approved as submitted

- a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
- b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings?
- c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)?
- d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)?
- e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard.
- f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses.
- g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country?
- If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions.
- h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)?
- i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country?
- j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available?
- k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms?
- (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and
- (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?

Committee Reason: The committee stated that although there are technical issues this is needed due to an aging population and the research shows that low frequency devices are more effective. In addition it was noted that there are devices that are currently available that can meet the requirement. (Vote: 9-5)

- h) At this time there are no different regulations using 520 Hz Same number/location/loudness: 75 dB at pillow OR 85 dB output for a smoke alarm. Research is underway to determine whether a lower dB level could be used for the 520 Hz tone. However, NFPA 72 (below) does specify a 75 dB at the pillow level and UL 217 requires alarms to provide 85 dB output. This level is a huge power draw. Currently, NFPA 72, Chapter 29, Single and Multiple Station Smoke Alarms and Household Signaling Systems reads:

29.5.10.1* Mild to Severe Hearing Loss.

Notification appliances provided for those with mild to severe hearing loss shall comply with the following:

- (1) *An audible notification appliance producing a low frequency alarm signal shall be installed in the following situations:*

- (a) *Where required by governing laws, codes, or standards for people with hearing loss*
- (b) *Where provided voluntarily for those with hearing loss*

- (2)* *The low frequency alarm signal output shall comply with the following:*

- (a) *The waveform shall have a fundamental frequency of 520 Hz +/-10 percent.*
- (b) *The minimum sound level at the pillow shall be 75 dBA, or 15 dB above the average ambient sound level, or 5 dB above the maximum sound level having a duration of at least 60 seconds, whichever is greater.*

29.5.10.2* Moderately Severe to Profound Hearing Loss.

Visual notification appliances in accordance with the requirements of 18.5.5.8 and tactile notification appliances in accordance with the requirements of Section 18.10 shall be required for those with moderately severe to profound hearing loss in the following situations:

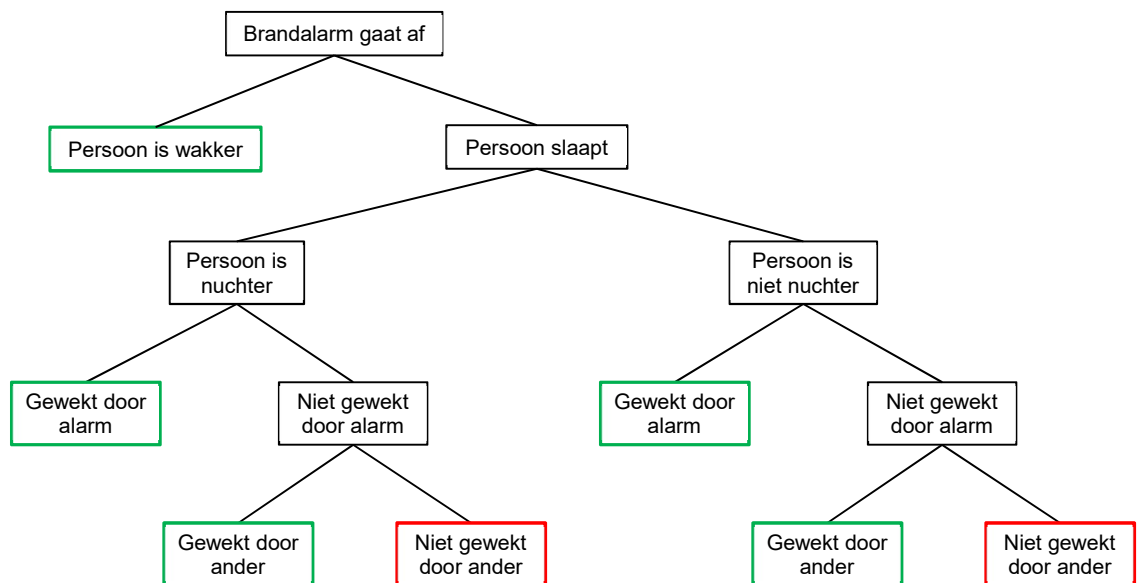
- (1)* *Where required by governing laws, codes, or standards for people with hearing loss*
- (2) *Where provided voluntarily for those with hearing loss.*

a) Are smoke alarms required for dwellings in your fire safety code? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. b) Are they required for newly built dwellings or also for existing dwellings? c) Which types of detecting is required or allowed (scattered light, transmitted light or ionization)? d) Which type of sound(s) is (are) required or allowed (pure tones, square wave sounds, white noise, whooping, voice messages)? e) What are the regulations for locating and installing of smoke alarms and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? Please also refer to the relevant clause of your code or standard. f) Are also other alternative warnings systems like slow whoop, flashlight, and trilling pillows allowed by your code? If so, please refer to the relevant clauses. g) Are the advantages of the 520 Hz square wave version recognized in your country? If the use of 520 Hz square wave version smoke alarms is allowed in your country, please also answer the following questions. h) Differs the regulations for locating and installing of a smoke alarm in case of the 520 Hz version and what are the required minimum sound loudness in dB(A)? i) Do you know suppliers of 520 Hz square wave version smoke alarms in your country? j) Is a market analyses of the introduction of the 520 Hz square wave smoke alarm version performed and available? k) Are the numbers of sold 520 Hz version smoke alarms available and how do they compare with other versions of smoke alarms? (1) if there is any intention for any country to consider adoption of the new UL217* standard within their code for smoke alarms; and (2) what benefits (if any) are considered to be associated with it over current standards?		
		i) Not at this time, there are reports of one being submitted into UL for testing. No smoke alarms are currently on the market that fulfill the 520 Hz requirement. j) Market analysis is not available. k) There are no 520 Hz smoke alarms being sold in US to our knowledge.
		a)

B Gebeurtenissenbomen

B.1 Kans dat persoon wordt gealarmeerd

De gebeurtenissen die worden beschouwd om tot de kans te komen dat een persoon wordt gealarmeerd, zijn weergegeven in figuur B.1. De aangehouden kansen op de gebeurtenissen zijn gegeven in tabel B.1.



Figuur B.1 – Gebeurtenissenboom alarmering.

De kansen voor de gebeurtenis “persoon is wakker” zijn berekend aan de hand van een schatting van het aantal slaapuren per leeftijdscategorie. Over het algemeen gaat men bij het ouder worden minder slapen. Er is aangenomen dat in de leeftijdscategorie jongere geen alcohol wordt gedronken. In de andere leeftijdscategorieën zal dit weinig voorkomen; er is 1% aangenomen, hetgeen neerkomt op eens in de 2-3 maanden. Voor de kans gewekt door een ander is aangenomen dat de meeste jongeren onder toezicht van ouders of verzorgers zullen slapen. In de gemiddelde leeftijdscategorie zullen personen vaak samen slapen (als stel), terwijl bij ouderen dit minder vaak zal voorkomen.

Tabel B.1 – Aangehouden kansen voor gebeurtenissen

Gebeurtenis	Categorie ¹	Ja	Nee
Persoon is wakker ²	Jongere	14/24 = 0,58	10/24 = 0,42
	Gemiddelde	16/24 = 0,67	8/24 = 0,33
	Oudere, slechthorende	17/24 = 0,71	7/24 = 0,29
Persoon is nuchter (< 0,5‰) ²	Jongere	1	0
	Gemiddelde	0,99	0,01
	Oudere, slechthorende	0,99	0,01
Gewekt door alarm 3100 Hz, nuchter (< 0,5‰) ³	Jongere	0,5	0,5
	Gemiddelde	0,8	0,2
	Oudere, slechthorende	0,7	0,3
Gewekt door alarm 3100 Hz, niet nuchter ³	Jongere	0,5	0,5
	Gemiddelde	0,6	0,4
	Oudere, slechthorende	0,5	0,5
Gewekt door alarm 520 Hz, nuchter (< 0,5‰) ³	Jongere	0,95	0,05
	Gemiddelde	1	0
	Oudere, slechthorende	0,95	0,05
Gewekt door alarm 520 Hz, niet nuchter ³	Jongere	0,95	0,05
	Gemiddelde	1	0
	Oudere, slechthorende	0,95	0,05
Gewekt door ander ¹	Jongere	0,9	0,1
	Gemiddelde	0,5	0,5
	Oudere, slechthorende	0,3	0,7

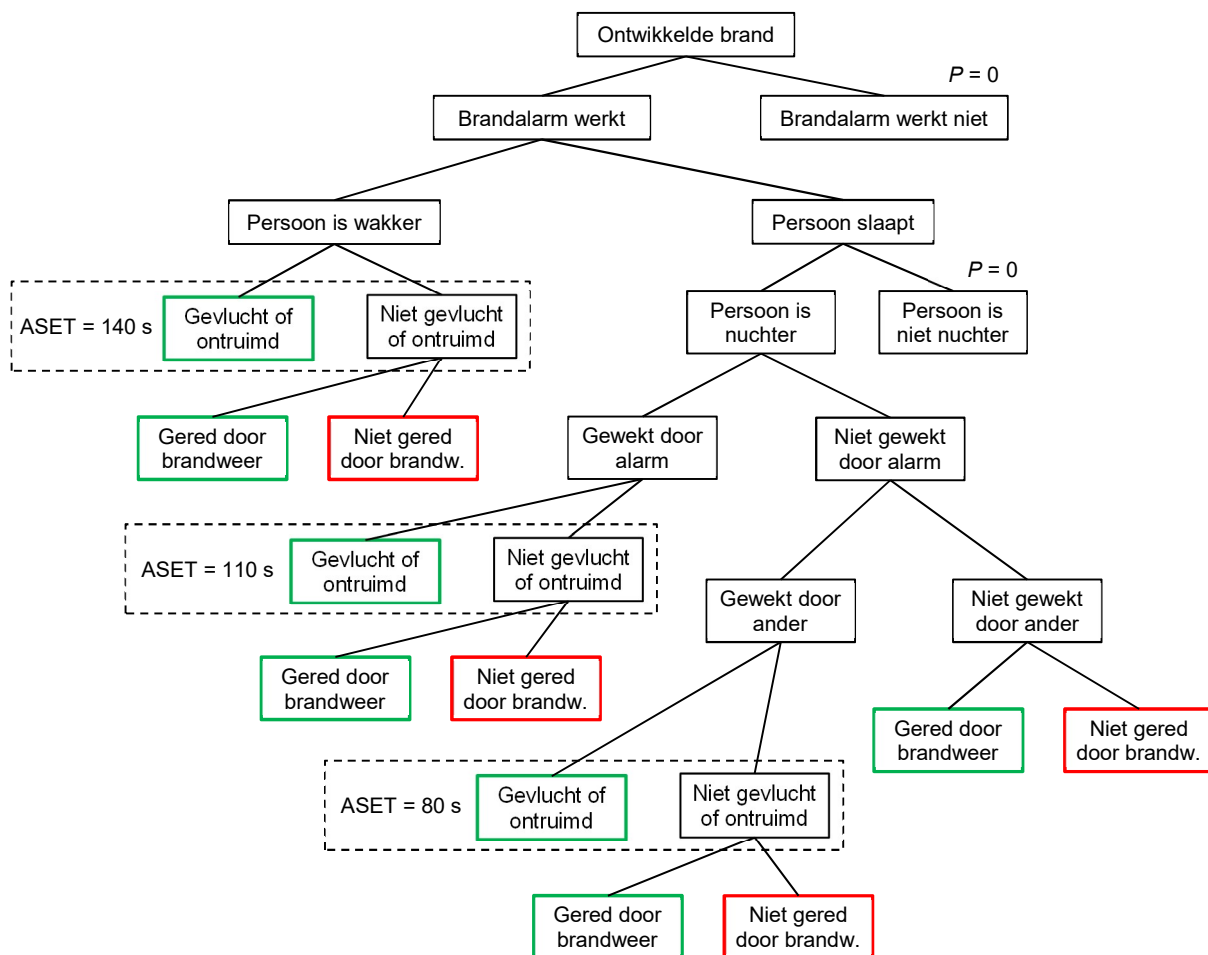
¹Geschatte en berekende waarden gebaseerd op resultaten Bruck & Thomas (2008)

²Geschatte en berekende waarden

³Gebaseerd op resultaten Bruck & Thomas (2008)

B.2 Kans dat persoon in veiligheid weet te komen

De gebeurtenissen die worden beschouwd om tot de kans te komen dat een persoon in veiligheid weet te komen zijn weergegeven in figuur B.2. De aangehouden kansen op de gebeurtenissen, in aanvulling op tabel B.1, zijn gegeven in tabel B.2.



Figuur B.2 – Gebeurtenissenboom persoon in veiligheid.

De kansen voor vluchten en ontruimen zoals gegeven in tabel B.2 volgen uit een betrouwbaarheids-analyse van de ASET en RSET. Daarbij zijn ASET en RSET normaal verdeeld en is een variatiecoëfficiënt van 20% voor beide aangehouden. De gegeven waarden zijn gemiddelden gebaseerd op een eerdere studie uitgevoerd door TNO, waarvan de resultaten niet openbaar zijn. Daarbij zijn zowel een middelgrote als een grote brand beschouwd die leiden tot levensbedreigende omstandigheden in de woning. Voor de beschouwde vluchtroutes geldt ASET = 140 s bij het ontstaan van de brand en de RSET = 120 s voor de ontruiming van ouderen. De waarden vormen de basis voor de andere tijden. De kans op redding door de brandweer is voor de ouderen kleiner, omdat zij moeilijker ter been zijn.

Tabel B.2: Aangehouden kansen voor gebeurtenissen

Gebeurtenis	Categorie ¹	RSET	Ja	Nee
Gevlucht of ontruimd ASET = 140 s ³	Jongere	90 s	0,93	0,07
	Gemiddelde	60 s	1,00	0,00
	Oudere, slechthorende	120 s	0,71	0,29
Gevlucht of ontruimd ASET = 110 s ³	Jongere	90 s	0,76	0,24
	Gemiddelde	60 s	0,98	0,02
	Oudere, slechthorende	120 s	0,38	0,62
Gevlucht of ontruimd ASET = 80 s ³	Jongere	90 s	0,34	0,66
	Gemiddelde	60 s	0,84	0,16
	Oudere, slechthorende	120 s	0,08	0,92
Gered door brandweer ²	Jongere	-	0,5	0,5
	Gemiddelde	-	0,5	0,5
	Oudere, slechthorende	-	0,3	0,7

¹Geschatte en beredeneerde waarden gebaseerd op resultaten Bruck & Thomas (2008)

²Geschatte en beredeneerde waarden

³Gebaseerd op eerdere TNO onderzoek

Op basis van de gebeurtenissenboom gegeven in figuur B.2 en de kansen voor de gebeurtenissen gegeven in tabel B.2 is de kans dat een persoon niet veilig naar buiten komt, berekend. Hierbij zijn de volgende aannames gedaan:

- Kobes en Groenewegen-ter Morsche (2015) geven aan dat in 70% van de woningen één of meer rookmelders aanwezig zijn. Tevens geven zij aan dat in lang niet alle gevallen deze ook effectief zijn. Verondersteld is dat in 50% van de woningen één of meer rookmelders aanwezig zijn die ook werken.
- Volgens Van Straalen en anderen (2015) is de kans op een brand gelijk aan $5 \cdot 10^{-6}$ per m² per jaar.
- Het gemiddelde vloeroppervlak van een woning is gelijk aan 120 m² (<https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2013/04/twee-derde-van-alle-woningen-eengezinswoning>), waarmee de kans op een brand gelijk is aan $6 \cdot 10^{-4}$ per jaar per woning.
- Van het aantal branden dat ontstaat blijkt 4% van de branden zich dusdanig te ontwikkelen dat deze ook levensbedreigend zijn.
- Op basis van CBS gegevens is het aantal in Nederland woonachtige mensen als volgt aangenomen:
 - Jongere – 2,8 miljoen
 - Gemiddelde – 11,0 miljoen
 - Oudere – 3,3 miljoen

C Resultaten metingen geluidniveau woningen

Voor een drietal verschillende typen woningen (rijtjeshuis met betonnen wanden en vloeren, rijtjeshuis met stenen wanden en houten vloeren en appartement met betonnen wanden en vloeren) zijn metingen uitgevoerd. Daarbij is gebruik gemaakt van een 3100 Hz rookmelder (FireAngel optische rookmelder, vaste lithium batterij, 10 jaar - ST-622-BNLT) en een 520 speaker (FireAngel Low Frequency Sounder, 230V, oplaadbare NIMH Powerback, WI-SAFE 2 - W2-LFS-630-EUT). De rookmelders zijn in het midden van de hal van de beschouwde verdieping tegen het plafond geplaatst en in de op de verdieping aanwezige verblijfsruimten zijn in het midden van de ruimte metingen van het geluidniveau uitgevoerd met een gekalibreerde geluidsgeluidmeter aangebracht op een hoogte van 1,5 meter.

C.1 Metingen geluidniveau rookmelders

Om het geluidniveau van de beide rookmelders vast te stellen zijn in de zgn. dode kamer van de TU-Delft metingen uitgevoerd, waarbij het geluidniveau op 3 meter afstand is gemeten. Onderstaand zijn de resultaten van de metingen en het gemiddelde (m) en de standaardafwijking (sd) weergegeven.

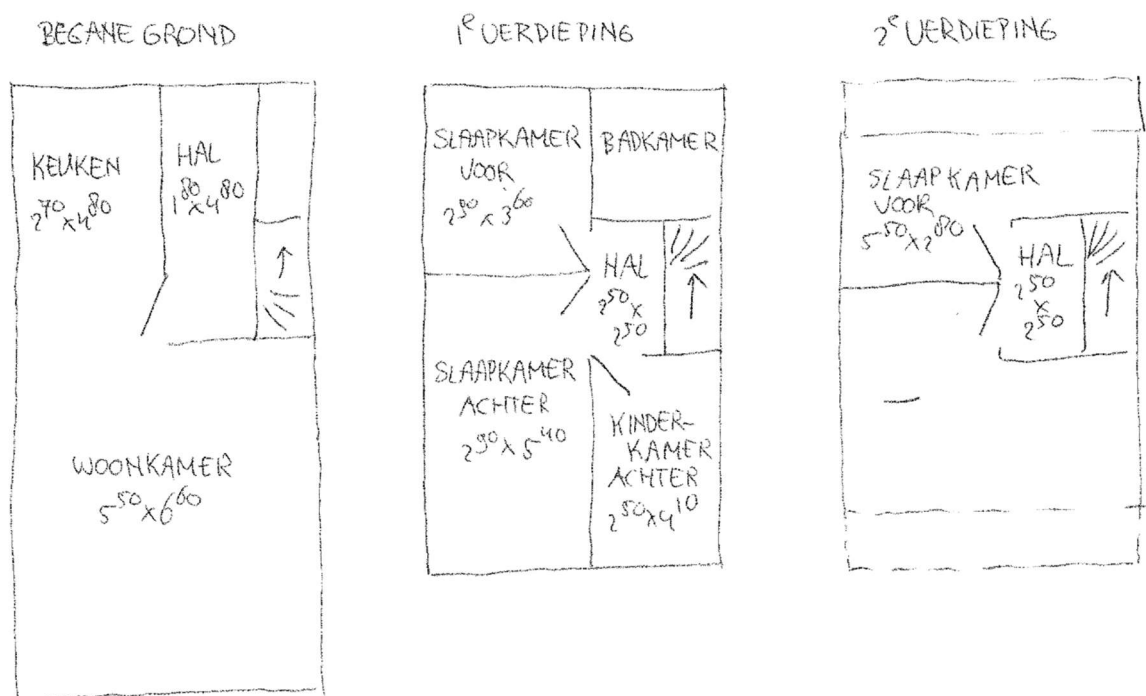
De gemiddelde waarden zijn aangehouden in de verdere analyses. Wat verder opvalt, is dat de 3100 Hz rookmelder meer spreiding vertoont dan de 520 Hz speaker. Dit blijkt ook het geval te zijn bij de metingen uitgevoerd in de drie woningen.

	geluidniveau in dB(A)	
meting	3100 Hz	520 Hz
1	87,9	90,7
2	86,2	90,1
3	88,6	90,6
4	88,0	91,0
5	87,5	90,4
6	87,8	90,5
7	88,1	91,0
8	88,2	90,2
9	87,0	90,6
10	88,1	91,0
m	87,7	90,6
sd	0,7	0,3

C.2 Metingen rijtjeshuis met betonnen wanden en vloeren

Het betreft een woning met een vloeroppervlak van ca. 9,0 x 5,5 meter met een begane grond (hal en woonkamer/keuken), een 1^e verdieping (hal met 2 grote slaapkamers en 1 kleinere slaapkamer) en een 2^e verdieping (1 slaapkamer). De

begane grond heeft een hard vloeroppervlak en de wanden zijn behangen. Op de 1^e en 2^e verdieping zijn de wanden eveneens behangen, maar op de vloer is een wollen vloerbedekking toegepast. De binnendeuren zijn opdekdeuren en hebben een spleet aan de onderzijde.



De bron is in de hal geplaatst en in de ruimten op dezelfde verdieping zijn de metingen uitgevoerd. Alle ramen en deuren zijn afgesloten tijdens de meting. Op basis van het gemiddelde en het gemiddelde geluidniveau vastgesteld in de dode kamer, is de demping berekend. Uit deze metingen blijkt dat de demping maximaal 10 dB(A) voor de 3100 Hz rookmelder en 8,5 dB(A) voor de 520 Hz speaker.

BG - bron hal, meting woonkamer		
meting	3100 Hz	520 Hz
1	81,6	81,5
2	76,6	82,6
3	78,1	81,4
4	81,0	81,5
5	82,2	83,4
m	79,9	82,1
sd	2,2	0,8

demping	7,8	8,5
---------	-----	-----

1e - bron hal, meting slaapkamer achter		
meting	3100 Hz	520 Hz
1	73,9	88,3
2	79,3	88,7
3	77,4	88,4
4	79,6	88,2
5	78,5	86,6
m	77,7	88,0
sd	2,1	0,7

demping	10,0	2,6
---------	------	-----

1e - bron hal, meting kinderkamer achter		
meting	3100 Hz	520 Hz
1	79,8	85,2
2	75,0	83,9
3	75,7	83,2
4	77,9	83,5
5	80,2	83,7
m	77,7	83,9
sd	2,1	0,7

1e - bron hal, meting slaapkamer voor		
meting	3100 Hz	520 Hz
1	82,3	90,3
2	83,6	89,7
3	79,8	90,3
4	81,5	89,3
5	82,7	90,3
m	82,0	90,0
sd	1,3	0,4

demping	10,0	6,7
---------	------	-----

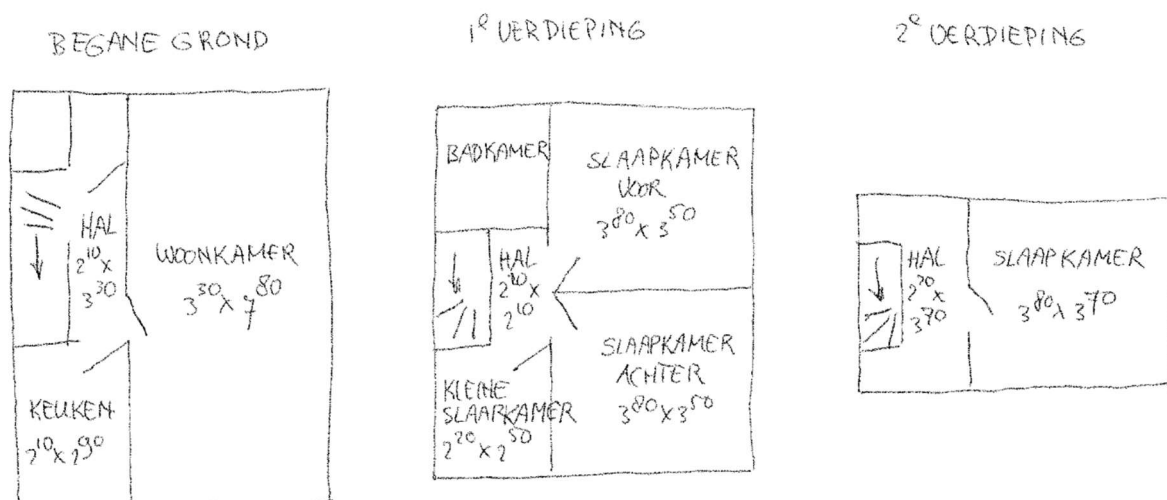
demping	5,8	0,6
---------	-----	-----

2e - bron hal, meting slaapkamer voor		
meting	3100 Hz	520 Hz
1	78,3	89,5
2	80,9	87,3
3	78,7	88,5
4	76,4	88,2
5	79,5	86,8
m	78,8	88,1
sd	1,5	0,9

demping	9,0	2,6
---------	-----	-----

C.3 Metingen rijtjes huis met stenen wanden en houten vloeren

Het betreft een woning met een vloeroppervlak van ca. 8,0 x 6,0 meter met een begane grond (hal, woonkamer en keuken), een 1^e verdieping (hal met 2 grote slaapkamers en 1 kleinere slaapkamer) en een 2^e verdieping (1 slaapkamer). De begane grond heeft een hard vloeroppervlak en de wanden zijn behangen. Op de 1^e en 2^e verdieping zijn de wanden eveneens behangen, maar op de vloer is een wollen vloerbedekking toegepast. De binnendeuren zijn paneeldeuren en hebben een dorpel aan de onderzijde.



De bron is in de hal geplaatst en in de ruimten op dezelfde verdieping zijn de metingen uitgevoerd. Alle ramen en deuren zijn afgesloten tijdens de meting. Op basis van het gemiddelde en het gemiddelde geluidniveau vastgesteld in de dode kamer, is de demping berekend. Uit deze metingen blijkt dat de demping maximaal 8 dB(A) voor de 3100 Hz rookmelder en rond de 12 dB(A) voor de 520 Hz speaker met een uitschieter van 17 dB(A).

BG - bron hal, meting woonkamer		
meting	3100 Hz	520 Hz
1	87,1	80,6
2	86,0	78,7
3	85,3	78,6
4	85,0	79,3
5	84,9	78,3
m	85,7	79,1
sd	0,8	0,8

BG - bron hal, meting keuken		
meting	3100 Hz	520 Hz
1	84,4	80,8
2	85,2	77,7
3	81,1	77,4
4	80,1	75,8
5	80,4	77,0
m	82,2	77,7
sd	2,1	1,7

demping	2,1	11,5
---------	-----	------

demping	5,5	12,9
---------	-----	------

1e - bron hal, meting slaapkamer achter		
meting	3100 Hz	520 Hz
1	78,3	78,0
2	79,3	77,5
3	80,1	78,5
4	81,0	77,5
5	79,4	77,5
m	79,6	77,8
sd	0,9	0,4

1e - bron hal, meting kinderkamer achter		
meting	3100 Hz	520 Hz
1	78,4	77,3
2	82,7	75,8
3	82,4	80,4
4	78,4	78,6
5	81,9	80,3
m	80,8	78,5
sd	1,9	1,8

demping	8,1	12,8
---------	-----	------

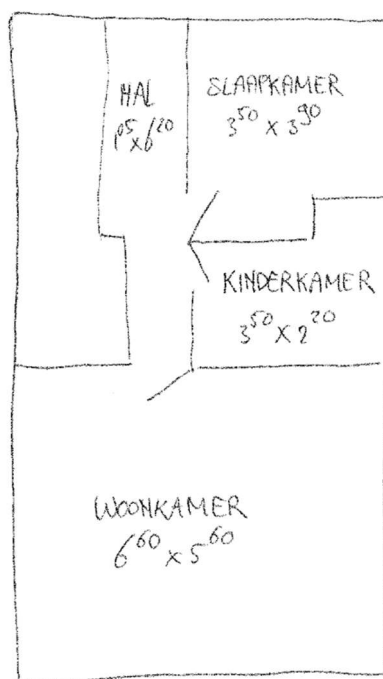
demping	7,0	12,1
---------	-----	------

1e - bron hal, meting slaapkamer voor			2e - bron hal, meting slaapkamer		
meting	3100 Hz	520 Hz	meting	3100 Hz	520 Hz
1	85,1	74,1	1	82,7	76,4
2	83,7	71,8	2	85,4	79,0
3	83,0	75,1	3	83,1	77,3
4	84,3	72,6	4	83,0	80,4
5	84,2	72,6	5	83,5	78,1
m	84,1	73,2	m	83,5	78,2
sd	0,7	1,2	sd	1,0	1,4

demping	3,7	17,4	demping	4,2	12,4
---------	-----	------	---------	-----	------

C.4 Metingen appartement met betonnen wanden en vloeren

Het betreft een woning met een vloeroppervlak van ca. 11,0 x 6,6 meter met een lange smalle hal (ca. 6,20 meter lang) met twee slaapkamers en een woonkamer/keuken aan het einde van de hal. Er is een laminaat vloerafwerking toegepast. De binnendeuren zijn opdekdeuren en hebben een spleet aan de onderzijde. De deur van de woonkamer/keuken heeft voor een deel glaspanelen.



De bron is in de hal geplaatst en in de ruimten zijn de metingen uitgevoerd. Alle ramen en deuren zijn afgesloten tijdens de meting. Op basis van het gemiddelde en het gemiddelde geluidniveau vastgesteld in de dode kamer, is de demping berekend. Uit deze metingen blijkt dat de demping maximaal 4,6 dB(A) voor de 3100 Hz rookmelder en 9,2 dB(A) voor de 520 Hz speaker.

bron hal, meting woonkamer		
meting	3100 Hz	520 Hz
1	87,0	84,5
2	81,7	84,1
3	77,8	84,1
4	83,5	84,2
5	85,5	84,9
m	83,1	84,4
sd	3,2	0,3

bron hal, meting kinderkamer		
meting	3100 Hz	520 Hz
1	86,7	83,4
2	88,2	82,9
3	84,5	88,2
4	88,0	87,6
5	88,2	87,8
m	87,1	86,0
sd	1,4	2,3

demping	4,6	6,3
---------	-----	-----

demping	0,6	4,6
---------	-----	-----

bron hal, meting slaapkamer		
meting	3100 Hz	520 Hz
1	88,3	81,8
2	84,3	81,2
3	84,0	81,4
4	84,9	82,1
5	82,3	80,7
m	84,8	81,4
sd	2,0	0,5

demping	3,0	9,2
---------	-----	-----