

GELUIDHINDER IN DRINKWATERINSTALLATIES

Rapport van de Werkgroep Geluidhinder van de KIWA-
Commissie Distributie

Mededeling nr. 77 van het KIWA

Opgesteld door de Werkgroep Geluidhinder
van de Commissie Distributie

Nieuwegein, februari 1984

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen KIWA N.V.

correspondentieadres

Sir Winston Churchill-laan 273

Postbus 70

2280 AB Rijswijk

Telefoon (070) 90 27 20

Telex 32480

Postrekening 52 92 95

speurwerklaboratorium

Groningenhaven 7

Postbus 1072

3430 BB Nieuwegein

Telefoon (03402) 6 08 60

INHOUD

	blz.
SUMMARY	3
SAMENVATTING	6
1 INLEIDING	9
1.1 Verantwoording	9
1.2 Achtergronden	11
2 ENIGE GELUIDKUNDIGE BEGRIPPEN	14
3 GELUIDEN UIT DRINKWATERINSTALLATIES	17
3.1 Algemeen	17
3.2 Tappunten of tapkranen	20
3.3 Sanitaire toestellen	21
3.4 Was- en vaatwasmachine-aansluitingen	22
3.5 Warmwatertoestellen	23
3.6 Appendages	24
3.7 Drukverhogingsinstallaties en circula- tiepompen	24
3.8 Drukverminderingstoestellen en volume- stroombegrenzers	25
3.9 Leidingen	25
3.10 Leidinghulpstukken (fittingen en koppe- lingen)	26
4 GELUIDNIVEAUS	27
4.1 Meetgegevens	27
4.2 Normstelling	31
5 MAATREGELEN TEGEN GELUIDHINDER	34
5.1 Algemeen	34
5.2 Bestrijding van het geluid aan de bron	34
5.3 Bestrijding van de voortplanting door de installatie	38
5.4 Maatregelen van bouwkundige aard	46

6	AANBEVELINGEN	blz. 50
7	LITERATUUR	53

SUMMARY

Houses and residential buildings quite often have trouble from noise caused by drinking water installations. To counteract the nuisance eventually it is necessary to know the nature and origin of this noise.

However, there seems to be a general lack of knowledge in this field. Despite a lot of research and ample literature published on the subject, the various acoustic aspects of drinking water systems are (still) not clearly defined.

Nevertheless, they have been attracting greater attention in the last few years. The government has introduced legislation and there are now a number of standards and regulations for the design and construction of drinking water installations that deal with their noise aspects in whole or in part. Against this background the Distribution Committee of KIWA set up a working party with terms of reference to collate our existing fragmentary knowledge and experience in the field of water system noise, to carry out a critical review of existing requirements and regulations and to make recommendations for future action accordingly.

The working party concludes that the following recommendations should serve to produce drinking water installations that may be expected to comply with the most important relevant standard, namely NEN 1070: "Geluidwering in woongebouwen" (Prevention of Noise in Residential Buildings).

Laying down requirements for noise generation from
appliance fittings

This refers *inter alia* to supplementary KIWA quali-

ty requirements and division into classes with their respective applications.

Laying down requirements for water pressure

Endeavour must be made to secure a certain maximum working pressure for every appliance connected. In practice this maximum working pressure can be secured by use of a pressure reducer or in some cases by laying down requirements for the size of pipes.

Laying down requirements for the size of pipes

Smaller pipe diameters may be advantageous provided their use is locally restricted, e.g. to appliance connections. When using local resistances such as flow limiters, attention must be paid to their effect on downstream appliances and of course to their own noise generation.

Laying down requirements for installation

The relevant standard specifications must include additional requirements for the installation of drinking water systems.

In this connection attention must be paid to floor and wall bushings, brackets, insulation, water noise dampers, etc..

Laying down requirements for building construction

Attention is invited *inter alia* to NPR 5075 (Netherlands Practical Guideline; 1983 draft). Architects, builders and installers must adequately understand each other's problems from the stand-point of noise.

If quiet appliances are used with a limited but sufficient working pressure, and if the necessary attention be paid to the building construction, there will in most cases be sufficient guarantee for a quiet drinking water installation.

SAMENVATTING

In woningen en woongebouwen wordt vrij vaak hinder van het geluid ondervonden veroorzaakt door drinkwaterinstallaties. Eventueel hiertegen te nemen maatregelen vragen een inzicht in de aard en het ontstaan van dit geluid.

Er blijkt alom een gemis aan kennis te bestaan op het gebied van geluid. Ondanks het feit dat er veel onderzoek heeft plaatsgevonden en dat er veel gepubliceerd wordt bestaat er (nog) geen duidelijk beeld van de diverse geluidsaspecten van drinkwaterinstallaties.

De laatste jaren krijgen de geluidsaspecten echter meer aandacht. De overheid speelt er op in met haar wetgeving op dit gebied. Daarnaast zijn er een aantal normen en voorschriften voor het ontwerp en uitvoering van drinkwaterinstallaties die geheel of gedeeltelijk invloed uitoefenen op de geluidsaspecten.

Om de bestaande versnipperde kennis en ervaring op het gebied van geluid samen te vatten en om bestaande en nieuwe eisen en voorschriften voldoende te onderbouwen is door de Commissie Distributie van het KIWA een Werkgroep opgericht.

De Werkgroep is tot de conclusie gekomen dat de volgende aanbevelingen kunnen worden gedaan ten einde drinkwaterinstallaties te verkrijgen die naar verwachting voldoen aan de belangrijkste norm in dit kader, te weten NEN 1070, "Geluidwering in woongebouwen".

Het stellen van eisen aan de geluidproductie van toestellen en van appendages

Hierbij wordt onder andere gedacht aan aanvullende

KIWA-kwaliteitseisen en aan een klasse-indeling met de bijbehorende toepassingsgebieden.

Het stellen van eisen aan de waterdruk

Er moet worden gestreefd naar een bepaalde maximale gebruiksdruk voor elk aangesloten toestel. In voorkomende gevallen kan deze maximale gebruiksdruk worden bereikt door toepassing van een drukverminderingstoestel of in sommige gevallen door eisen te stellen aan de dimensionering van de leidingen.

Het stellen van eisen aan de dimensionering van het leidingnet

Kleinere leidingmiddellijnen kunnen gunstig zijn, mits deze slechts plaatselijk worden toegepast, bijvoorbeeld bij toestelaansluitingen. Bij toepassing van plaatselijke weerstanden, zoals volumestroombegrenzers, moet worden gelet op de invloed ervan op de benedenstrooms aanwezige toestellen en uiteraard ook op de eigen geluidproductie.

Het stellen van eisen ten aanzien van de aanleg

In de betreffende werkbladen moeten aanvullende eisen worden opgenomen ten aanzien van de aanleg van drinkwaterinstallaties. Daarbij moet aandacht worden geschonken aan vloer- en muurdoorvoeringen, beugeling, isolatiestukken, watergeluidsdempers, etc..

Het stellen van eisen ten aanzien van de bouwkundige constructie

Onder andere hiervoor kan worden verwezen naar NPR 5075 (Nederlandse praktijkrichtlijn; ontwerp 1983). Zowel bouwkundigen als installatietechnici zullen ten aanzien van het geluidsaspect voldoende op de hoogte moeten zijn van elkaars discipline.

Indien geluidarme toestellen worden toegepast bij een beperkte, maar voldoende gebruiksdruk en er de nodige aandacht wordt geschonken aan de bouwkundige constructie zal er in de meeste gevallen voldoende waarborg zijn voor een geluidarme drinkwaterinstallatie.

1 INLEIDING

1.1 Verantwoording

Het gebruik van een drinkwater- en sanitaire installatie in een woning of woongebouw geeft in vele gevallen aanleiding tot het optreden van geluidshinder.

De mate van hinder wordt door meer factoren bepaald dan die door de installatie zelf. Van veel belang zijn onder andere de bouwconstructie, de frequentie van het gebruik van de installatie, de sterkte van het achtergrondgeluid en het tijdstip van het gebruik (overdag of 's nachts). Bovendien wordt geluid in de meeste gevallen anders ervaren door huisgenoten dan door bijvoorbeeld de burenen.

Het achteraf wijzigen van geluidshinder veroorzakende installaties of het achteraf treffen van voorzieningen ter beperking van geluidshinder is meestal zeer kostbaar, veel kostbaarder dan het vooraf voorkomen of beperken van hinder.

In het algemeen kan worden gesteld dat er gestreefd moet worden naar:

- het voorkomen of beperken van het ontstaan van geluid;
- het voorkomen of beperken van de voortplanting van geluid.

De Commissie Distributie van het KIWA heeft een Werkgroep opgericht die tot taak kreeg de stand van zaken op het gebied van geluidshinder in drinkwaterinstallaties te inventariseren en met aanbevelingen te komen.

Deze Werkgroep Geluidshinder, voluit de Werkgroep

"Beperking van geluidhinder door drinkwaterinstallaties in woningen en woongebouwen", kreeg als doelstelling mee:

- het onderzoek naar geluid, dat wordt veroorzaakt door het gebruik van drinkwaterinstallaties;
- het nagaan van de bestaande eisen en het opstellen van eventueel aanvullende eisen voor het maximale geluidniveau dat door een drinkwaterinstallatie mag worden veroorzaakt;
- het bovenstaande te verwerken ten behoeve van eventueel op te stellen richtlijnen met als doel het geluid, dat door toestellen in de installatie wordt veroorzaakt, te beperken, de voortplanting ervan te beperken en door opstellingseisen de hinder ten gevolge van het optredende geluid tegen te gaan;
- het aangeven van aanwijzingen voor een eventueel nader onderzoek.

De samenstelling van de Werkgroep was:

- | | |
|------------------------------------|---|
| ir. E. Gerretsen | - Technische Fysische
Dienst TNO-TH, Delft |
| ir. R.W. Goyen
(voorzitter) | - Gemeentewaterleidingen,
Amsterdam |
| ing. G.A. Heintges | - N.V. Waterleidingmaatschappij
Limburg, Maastricht |
| ing. G.A. van Kaam
(secretaris) | - Gemeentewaterleidingen,
Amsterdam |
| ing. W. Kleine | - Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland,
Bloemendaal |
| ing. A.H.J. Venhorst | - Gemeentelijk Gas-, Elektriciteits- en Waterbedrijf,
Arnhem |
| ir. J.T. van der Zwan | - KIWA N.V., Nieuwegein |

1.2

Achtergronden

Ten einde geluidhinder van drinkwaterinstallaties zoveel mogelijk te voorkomen moeten geluidniveaus worden aangegeven die maximaal door sanitaire toestellen in een geluidsgevoelige ruimte geproduceerd mogen worden. Welke geluidniveaus nog acceptabel worden geacht, hangt af van vele objectieve en subjectieve factoren. Als objectieve factoren zijn alle akoestische eigenschappen van het geluid te noemen, zoals de sterkte, toonhoogte, al of geen zuivere tonen, tijdstip en plaats waar het geluid optreedt. Als subjectieve factoren kunnen worden genoemd: het sociale- en psychologische milieu waarbinnen het geluid optreedt, zoals bijvoorbeeld eigen toilet of wastafel, of van de burens, de persoonlijke gevoeligheid, de publieke opinie zoals algemeen ongenoegen in een flatgebouw en andere ongemakken in de woonomgeving.

Er zijn diverse voorschriften, normen en richtlijnen die in meer of mindere mate tot doel hebben de geluidproduktie, als gevolg van het gebruik van de drinkwaterinstallatie, te beperken.

Het zou onjuist zijn het probleem van de geluidhinder te beperken tot de gebruiker van de drinkwaterinstallatie. De installatie is een onderdeel van een woning en derhalve een produkt dat ontstaat door samenwerking tussen opdrachtgever, de architect en zijn adviseurs en de watertechnisch installateur.

Aldus bezien moet één van hen verantwoordelijk worden gesteld voor een installatie die geluidhinder veroorzaakt:

- de architect wordt al dan niet deskundig geadviseerd;
- de opdrachtgever kan van de adviezen van de ar-

chitect afwijken;

- de watertechisch installateur kan tijdens de aanleg moeilijk aanwijsbare fouten maken die zich pas bij het in gebruik nemen van de installatie, of enige tijd daarna, als geluidhinder openbaren.

De huidige stand van zaken is zodanig dat de kennissen aanzien van de geluidaspecten beperkt is en dat de toe te passen materialen te weinig worden getoetst aan de geluidproduktie ervan.

De architect kan en moet, behalve op zijn eigen oordeel, afgaan op een aantal voorschriften, normen en richtlijnen. In dit kader kunnen worden genoemd:

- "Het Besluit Geluidswering Gebouwen";
- de "Bouwverordening" met als toezichthoudende instantie de afdeling "Bouw- en Woningtoezicht";
- de norm NEN 1070 "Geluidswering in gebouwen" te zamen met het ontwerp van de Nederlandse praktijkrichtlijn NPR "Beperking van lawaai veroorzaakt door installaties";
- de norm NEN 1006 "Algemene voorschriften voor drinkwaterinstallaties (AVWI-1981)", waarvan een aantal artikelen met name voor het geluidaspect van belang zijn:

1.4e De drinkwaterinstallatie moet zodanig zijn uitgevoerd dat geluidhinder wordt vermeden.

2.2.1 De in een drinkwaterinstallatie te verwerken materialen en toestellen zijn toelaatbaar indien zij niet in strijd zijn met de in 1.4 vermelde grondslagen.

2.2.2 Materialen en toestellen worden in het algemeen geacht aan het gestelde in 2.2.1 en de overige in deze norm vervatte eisen te voldoen, indien zij van het KIWA-keurmerk dan wel KIWA-attestmerk zijn voorzien en

worden gebruikt in de door het KIWA genoemde toepassingen.

- 3.4.3b In wanden, vloeren en plafonds mogen leidingen zijn weggewerkt, indien daardoor gebruikers van andere percelen of andere woningen geen overlast kunnen ondervinden.
- 3.6.1 De leidingen moeten, mede gelet op middellijn en massa, stevig en duurzaam zijn bevestigd, doch zodanig dat de leidingen vrij kunnen uitzetten en krimpen en geen oorzaak kunnen zijn van geluidhinder.
- 4.3.3 Drukverhogingsinstallaties die een onderdeel vormen van een drinkwaterinstallatie dienen aan de volgende voorwaarden te voldoen:
 - g de uitvoering moet zodanig zijn dat geen geluidhinder optreedt.

Een nadere uitwerking van de voorschriften, normen en richtlijnen is noodzakelijk ten einde de geluidproduktie te beperken en daarmee geluidhinder te voorkomen.

Om tot een goede afstemming in de toepassing van NEN 1006 (AVWI) en NEN 1070 te komen zal waar nodig in zogenaamde werkbladen en NPR-bladen deze nadere uitwerking moeten worden gegeven.

Daarnaast zal het waterleidingbedrijf meestal materialen en toestellen toelaten die voorzien zijn van het KIWA-keurmerk en die worden gekeurd volgens kwaliteitseisen. Bij het opstellen en herzien van de kwaliteitseisen, werkbladen en NPR-bladen kunnen nadere eisen ten aanzien van de toelaatbare geluidsniveaus worden gesteld. Mogelijk kan hierbij dit rapport van de Werkgroep Geluidhinder van nut zijn.

ENIGE GELUIDKUNDIGE BEGRIPPEN

Geluid

Trillingen van de lucht, voor mensen hoorbaar tussen 20 en 20.000 trillingen per seconde (frequentie); wordt uitgedrukt in Hz (Herz).

Het menselijk oor is het gevoeligst voor trillingen tussen 500 en 5000 Hz (500 Hz = bromtoon; 5000 Hz = hoge fluittoon).

Geluidsterkte

Verschillen in geluidsterkte worden veroorzaakt door verschillen in de amplituden van de geluidgolven. Hoe groter deze zijn, des te groter zullen de verschillen in geluidsdruk zijn en ook de geluidsterkte.

De geluidsterkte wordt evenwel niet uitgedrukt in geluiddruk, want deze kan binnen de grenzen van het menselijk oor een factor 10^7 variëren en is ook niet in overeenstemming met de geluidsterkte zoals de mens deze ervaart. De geluidsterkte is logaritmisch gekoppeld aan de geluiddruk en wordt het geluiddrukkniveau genoemd met als eenheid de decibel (dB). Als nulpunt is gekozen de grens van hoorbaarheid, de effectieve geluiddruk:

$$P_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ [N/m}^2\text{]}$$

Het geluiddrukkniveau is nu

$$L_p = 10 \log \frac{p^2_{eff}}{P_0^2} \text{ [dB]}$$

Het geluiddrukkniveau kan worden opgegeven voor geluid met een bepaalde frequentie of meerdere frequenties binnen een bepaalde band (bijvoorbeeld octaafband).

Geluidniveau

Onder geluidniveau wordt verstaan het geluiddruk-niveau dat voor het gehele hoorbare frequentiegebied volgens een bepaalde wijze is gemeten. Hierbij is tot op zekere hoogte rekening gehouden met de eigenschappen van het menselijk gehoororgaan. Het geluidniveau wordt uitgedrukt in dB(A).

(Voor de definitie zie IEC-publicatie 651.)

Geluidoverdracht

Overdracht van luchtgeluid:

De geluidbron brengt in een ruimte de lucht in trilling, die een muur of vloer treft. Deze wordt op zijn beurt in trilling gebracht en geeft dit weer af aan de andere zijde (aan- en afstralen).

Overdracht van contactgeluid:

De geluidbron brengt door direct contact trilling over op een muur of vloer. De muur of vloer geeft dit aan de andere zijde weer af.

Geluidabsorptie

Het vermogen van bepaalde materialen of constructies om geluiden op te nemen (absorberen) uit de ruimte zelf.

Geluidisolatie

De eigenschap van bepaalde materialen of constructies om de doorgang van geluiden te verzwakken. Geluidisolatie, het tegenhouden van luchtgeluid, is dus iets anders dan geluidabsorptie.

Redelijke geluidisolatie wordt alleen bereikt door toepassing van zware materialen, goede kierdichting of speciale constructies.

Trillingisolatie

Het onderbreken van de weg tussen de trillingbron en de constructie. Dit kan geschieden door het toepassen van zogenaamde trillingisolatoren van rubber, stalen veren, enz. of door het aanbrengen van verende lagen, zoals kurk, vilt en rubber.

Kenmerkend watergeluidniveau

Specifiek voor appendages en toestellen bestaat het begrip kenmerkend watergeluidniveau, hetgeen het geluidniveau aangeeft bij de voor het appendage of toestel kenmerkende gebruikdruk, bij de meetomstandigheden zoals aangegeven in ISO 3822.

3 GELUIDEN UIT DRINKWATERINSTALLATIES

3.1 Algemeen

Geluidproductie van een drinkwaterinstallatie is een samenspel tussen de verschillende onderdelen van die installatie, te weten de leidingen, de appendages, de aangesloten toestellen en de bouwkundige constructie.

De geluidproductie van de genoemde onderdelen kunnen niet geheel los van elkaar worden gezien, omdat er nooit een volkomen geluidisolatie tussen die onderdelen aanwezig is. Geluid kan zich voortplanten en in bijzondere gevallen zelfs worden versterkt. Zo zullen geluidarme toestellen toch geluidhinder kunnen opleveren, indien deze toestellen bijvoorbeeld zijn aangesloten op een slecht gedimensioneerd en/of slecht gemonteerd leidingsysteem. Omgekeerd kan een goed leidingsysteem oorzaak zijn van geluidhinder als één of meer aangesloten toestellen een hoog kenmerkend geluidniveau hebben.

Bij geluidhinder zijn derhalve zowel het ontstaan als de voortplanting van het geluid van belang.

De volgende ontstaanmechanismen kunnen worden onderscheiden: turbulentie, cavitatie, waterslag, uitstroming en luchtaanzuiging.

- Turbulentiegeluid ontstaat door wervelingen die bijvoorbeeld optreden als het water langs een leidingwand stroomt. Vaak wordt dit geluid bij bochten, aftakkingen en oneffenheden in leidingen opgewekt. Bij de in Nederland gangbare snelheden in de leidingen is de invloed van turbulentiegeluiden uiterst gering.
- Cavitatie treedt veelal op bij scherpe doorsnede-

veranderingen.

De totale energie-inhoud van de passerende volumestroom water blijft, afgezien van de wrijvingsverliezen, constant. Als gevolg van snelheidtoename bij een doorsnedeverkleining zal daarom de (statische) druk afnemen. Bijvoorbeeld tussen de zitting en het leertje van de kraan kan daardoor een dermate lage druk ontstaan, dat de druk onder de dampdruk van het water daalt en dampbellen ontstaan. Even later, wanneer de doorsnede weer groter wordt, zal de snelheid afnemen en de druk weer toenemen en de gevormde dampbellen imploderen. Een en ander gaat gepaart met knalachtige geluiden.

Het ontstaan van cavitatie hangt voornamelijk af van de stromingstechnische uitvoering van het toestel of appendage en de stroomsnelheid in de leiding. Cavitatie is een belangrijke bron van geluidhinder en kan vooral optreden bij toestellen met een klepconstructie.

- Waterslag ontstaat doordat een waterkolom in haar beweging wordt gestuit en het leidingsysteem met een klap aanstoot, bijvoorbeeld bij het plotseling dichtdraaien van een kraan. Deze klap wordt soms nog gevolgd door het ratelend geluid van reflecties van de waterkolom tegen de uiteinden van leidingen of vernauwingen. Waterslag zal echter zelden voorkomen indien de installatie op een zorgvuldige wijze juist is gedimensioneerd.
- Uitstroomgeluiden worden deels in het water zelf, deels in het te vullen voorwerp opgewekt. Bij dit soort geluiden zijn vooral de vrije valhoogte, de volumestroom en de wijze waarop de waterstraal het trefoppervlak raakt van belang. Ook deze geluidbron kan aanzienlijk bijdragen tot het ontstaan van geluidhinder.

- Aanzuigen of meesleuren van lucht bij de afvoer van water naar een afvoersysteem kan oorzaak zijn van gorgelgeluiden. Deze geluiden blijven in dit kader verder onbesproken, aangezien dit rapport zich beperkt tot de drinkwaterinstallatie. De geluidproduktie kan echter aanzienlijk zijn en is belangrijk in verband met mogelijke voortplanting van het geluid via de drinkwaterinstallatie.

Het door bovengenoemde ontstaanmechanismen veroorzaakte geluid kan via het leidingsysteem van de drinkwaterinstallatie worden voortgeplant.

Daarnaast kan het geluid direct en/of indirect worden afgestraald.

Indirecte afstraling vindt plaats indien het geluid van de geluidbron (eventueel van elders voortgeplant) via het contact met de bouwkundige constructie wordt afgedragen aan de ruimte. Bij directe afstraling heeft de geluidbron geen contact met de bouwkundige constructie of is er sprake van een goede geluid- of trillingisolatie.

Bij de produktie en de voortplanting van geluid kunnen in principe alle onderdelen van een drinkwaterinstallatie een rol spelen, te weten onder andere:

- tappunten of tapkranen;
- sanitaire toestellen;
- appendages;
- drukverhogingsinstallaties en circulatiepompen;
- drukverminderingstoestellen en volumestroombegrenzers;
- leidingen;
- leidinghulpstukken.

3.2 Tappunten of tapkranen

De werking van nagenoeg alle tappunten of tapkranen is terug te voeren tot het stromen van water door een verstelbare weerstand (klep). Om die reden zal eerst het hydraulisch gedrag van het water tijdens het openen van een tapkraan worden beschouwd. Er wordt hierbij uitgegaan van een constante druk voor de kraan.

- De kraan is gesloten. Er vindt uiteraard geen stroming plaats.

De weerstand over de klep is dus oneindig groot.

- De kraan wordt zover geopend dat het water door klep en zitting kan stromen. De weerstand is zeer hoog en de stroomsnelheid laag. De stroming zal daarom laminair zijn. Van geluidproduktie is hier nog geen sprake.

- Bij het verder openen van de klep zal de snelheid zeer snel toenemen. Het stromingsbeeld wordt turbulent waarbij enig geluid wordt geproduceerd. Tevens kan in dit stadium al cavitatie beginnen op te treden waardoor de geluidproduktie aanmerkelijk groter wordt.

- Tijdens het verder openen van de kraan zal de snelheid tussen klep en zitting aanvankelijk nog toenemen. Na een maximale waarde te hebben bereikt zal de snelheid afnemen. Dan wordt de weerstand in andere delen van de kraan merkbaar. Het gevolg is dat het cavitatieverschijnsel verdwijnt. De weerstanden in andere delen van de kraan veroorzaken turbulentiegeluiden.

Het totale geluidniveau zal echter minder zijn.

- Indien de kraan nog verder geopend wordt zal blijken dat de overige weerstanden in de kraan overheersen. Verstellen van de klep heeft dan steeds minder invloed op de volumestroom en deze

invloed zal tenslotte geheel verdwijnen.

Bij herhaling van deze procedure bij hogere voordruk zal blijken dat cavitatie eerder zal ontstaan. Bij een lagere voordruk daarentegen kan cavitatie volledig achterwege blijven.

Uit het voorstaande volgt dat cavitatie en in mindere mate turbulentie in hoofdzaak het geluidniveau van een tapkraan bepaalt.

Uit de directe samenhang met de voordruk kan worden geconcludeerd dat de voordruk een elementaire invloed heeft op de geluidproduktie. Bij een onderzoek naar maatregelen om de geluidproduktie te beperken zal de voordruk steeds in belangrijke mate betrokken zijn.

3.3 Sanitaire toestellen

Uit een recent onderzoek van de Stichting Bouwresearch, uitgevoerd door Akoestisch Adviesbureau Peutz is gebleken dat het toilet de meeste geluidshinder veroorzaakt, zowel in de eigen woning als in de naastgelegen woning.

- Reservoirspoeling; het spoelproces:

Hooggeplaatste stortbakken kunnen een hinderlijk geluid produceren. Door de valhoogte worden hoge snelheden in de valpijp verkregen waardoor turbulentiegeluiden optreden. Tevens zullen aan het einde van de spoeling gorgelgeluiden ontstaan door het meezuigen van lucht onder het hevelmechanisme.

Laaggeplaatste stortbakken werken met lagere snelheden en functioneren volgens een ander principe. Deze stortbakken veroorzaken ook geluid. Tijdens de spoeling wordt door de afvoer steeds geluid geproduceerd.

- Reservoirspoeling; het vulproces:

Tijdens het vullen worden door een vlotterkraan turbulentie- en cavitatiegeluiden geproduceerd zoals in het voorgaande is omschreven.

In bijna gesloten stand kan het cavitatiegeluid bij een langzaam sluitende vlotterkraan zeer hinderlijk zijn (zingen of fluiten).

Het uit de vlotterkraan stromende water zal bij het treffen van de bodem of de wand van het reservoir of van de inmiddels hier aanwezige waterinhoud uitstroomgeluiden veroorzaken.

Tenslotte kan het sluiten van een snelsluitende vlotterkraan de oorzaak zijn van waterslag. Het betreft dan doorgaans een combinatie van factoren (hogere waterleidingdruk, onvoldoende beugeling, enz.), omdat de volumestroom die wordt afgestopt betrekkelijk klein is.

- Closetspoelkraan:

Closetspoelkranen produceren tijdens de spoeling veel geluid.

Het betreft hier cavitatie- en turbulentiegeluiden als eerder omschreven.

Een spoelkraan kan door ontregeling snelsluitend worden en aanleiding geven tot waterslag in de installatie.

3.4 Was- en vaatwasmachine-aansluitingen

Tijdens het vulproces van was- en vaatwasmachines zal in tegenstelling met andere kranen geen sprake zijn van cavitatie. De aangesloten vulslang, de magneetkraan en de uitstroomopening in de machine leveren zoveel weerstand dat de druk benedenstrooms van de kraan steeds voldoende hoog is. Tevens zal in de meeste gevallen de kraan volledig zijn geopend.

Afhankelijk van de constructie van de machine veroorzaakt het uitstromen van water in het toestel een zekere hoeveelheid geluid.

Voortplanting van dit geluid is niet te verwachten door het dempend effect van de vulslang. Wel is door het sluitgedrag van de magneetkraan de kans op waterslag aanwezig.

3.5 Warmwatertoestellen

Bij warmwatertoestellen kan onderscheid worden gemaakt tussen voorraad- en doorstroomtoestellen.

- Voorraadtoestellen

Door hun constructie is van dit type toestellen geen geluidhinder te verwachten. Wel is bekend dat bij hard water en toepassing van gasboilers de zich vormende laag ketelsteen kan gaan trillen en een hinderlijk geluid veroorzaken onder invloed van de ontstane dampbellen tijdens het opwarmen. De bij voorraadtoestellen behorende appendages zullen onder normale omstandigheden geen aanleiding geven tot geluidhinder. Een defecte keerklep in een inlaatcombinatie kan echter een bron zijn van ernstige geluidhinder.

- Doorstroomtoestellen

Met name in de tapspiraal van een geiser kunnen door plaatselijk hoge temperaturen zich ook bij lage doorstroomsnelheden cavitatieverschijnselen voordoen.

Een in een installatie aanwezige geiser kan bepaalde geluiden die (elders) worden geproduceerd in verhevigde mate afstralen.

3.6 Appendages

Appendages, onder andere stopkranen, keerkleppen, watermeters, zijn vaak zodanig geconstrueerd en gedimensioneerd dat de weerstand in relatie tot de nominale volumestroom gering is, zodat het kenmerkend geluidsniveau over het algemeen laag is.

Bij bijvoorbeeld hoekstopkranen en vlotterkranen kan wel een hoger (en hinderlijk) kenmerkend geluidsniveau optreden, welke onder andere afhankelijk is van de heersende druk.

Keerkleppen kunnen in de volgende bijzondere gevallen oorzaak zijn van aanzienlijke geluidhinder:

- te grote keerklep of een te kleine volumestroom. Het veelvuldig openen en sluiten van de keerklep veroorzaakt dan een tikkend geluid. Deze situatie komt vooral voor in circulatieleidingen;
- bij snelsluitende kranen of appendages kan een keerklep aan het begin van de binnenleiding aanleiding geven tot waterslag met de bijbehorende geluidproduktie;
- een defecte keerklep kan gaan ratelen en een bron zijn van geluidhinder.

3.7 Drukverhogingsinstallaties en circulatiepompen

Elektromotoren, pompen en compressoren kunnen veel geluid produceren. Hierbij spelen vooral een rol de rotatiefrequentie, de wijze van opstellen en het schakelen. Een hogere rotatiefrequentie veroorzaakt een grotere geluidproduktie. Het geluid kan via de fundatie en/of leidingaansluitingen op de bouwkundige constructie en op de drinkwaterinstallatie worden overgedragen.

Onvoldoende ondersteuning of bevestiging van een

circulatiepomp kunnen oorzaak zijn van trillende leidingen die aldus geluid produceren.

Een te grote circulatiepomp veroorzaakt hogere stroomsnelheden dan gangbaar en kunnen in extreme gevallen tot geluidhinder leiden als gevolg van grote turbulentie van het water in de leidingen. Dit laatste vindt in versterkte mate plaats wanneer zich lucht in het systeem bevindt.

3.8 Drukverminderingstoestellen en volumestroombegrenzers

Voor zover het toestellen betreft met een klepconstructie, vertonen drukverminderingstoestellen het gedrag van een tapkraan (zie de beschrijving aldaar). Het snel openen en sluiten van een drukverminderingstoestel kan een sissend geluid veroorzaken, hetgeen vooral voorkomt indien in relatie tot de volumestroom een te groot toestel wordt toegepast. Bij kleine volumestromen, bij nagenoeg gesloten klep, zullen cavitatiegeluiden ontstaan. Bij grotere volumestromen ontstaan turbulentiegeluiden. Volumestroombegrenzers geven een ander beeld. Hierbij kunnen cavitatiegeluiden juist optreden bij de maximale volumestroom wanneer de doorlaatopening relatief het kleinst is.

3.9 Leidingen

De geluidproduktie van stromend water door rechte en gebogen leidingen is in het algemeen verwaarloosbaar.

Geluiden, die vooral in de toestellen ontstaan, kunnen zich bij de geluidbronnen manifesteren. De geluiden kunnen zich echter ook via de leidingen voortplanten en elders worden afgestraald.

Metalen leidingen en in iets mindere mate kunststof leidingen en het medium (drink)water planten geluid uitstekend voort. Warmwaterleidingen welke regelmatig opwarmen en afkoelen en dus geen deel uitmaken van een warmwatercirculatiesysteem, kunnen trillende geluiden voortbrengen op plaatsen van beugeling en doorvoering.

De rechtstreekse afstraling hangt af van de wijze van bevestiging en de aard van de bevestigingswanden. Starre metalen beugels kunnen de bevestigingswand of de toestellen in trilling brengen en hinderlijke geluiden veroorzaken. Bij toenemende massa van de bevestigingswand zal de wand minder trillen en derhalve minder geluid afstralen.

3.10 Leidinghulpstukken (fittings en koppelingen)

Bij de in Nederland gangbare stroomsnelheden van drinkwater door leidingen (in het algemeen minder dan 2 m/s) wordt ter plaatse van fittings en koppelingen weinig geluid geproduceerd.

4 GELUIDNIVEAUS

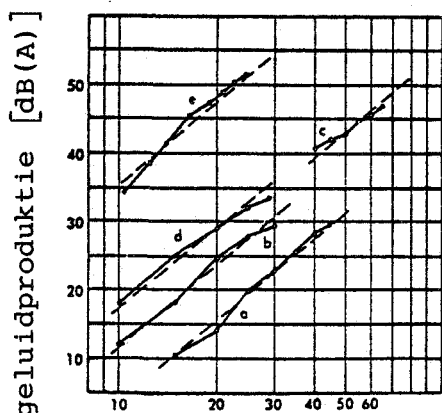
4.1 Meetgegevens

Ten einde de geluidproduktie van tappunten, toestellen en dergelijke te bepalen is (internationaal) een laboratoriummethode genormaliseerd (ISO 3822, DIN 52218). Bij deze methode wordt het geluid dat een toestel veroorzaakt bij een genormaliseerde gebruiksdruk vergeleken met het geluid van een standaard watergeluidsbron (IGN). Deze bron wekt hoge geluidsniveaus op, mede om ook in praktijksituaties metingen te kunnen verrichten. Het geluidniveau van de standaard watergeluidbron wordt voor gemiddelde praktijkomstandigheden op 45 dB(A) gesteld. Aan het toestel wordt op grond van het gemeten verschil in het laboratorium een overeenkomstig lagere waarde toegekend (kenmerkend watergeluidniveau).

In Duitsland worden de toestellen op deze wijze in twee groepen verdeeld, te weten groep I als het kenmerkend watergeluidniveau lager is dan 20 dB(A) en groep II als dat niveau hoger is, maar niet hoger dan 30 dB(A) (DIN 4109). In de Nederlandse praktijkrichtlijn NPR 5075 (ontwerp 1983) wordt een dergelijke groepenindeling niet toegepast, maar worden wel gedifferentieerde eisen gesteld aan het kenmerkend watergeluidniveau, respectievelijk 20, 25 en 30 dB(A), afhankelijk van de in de NPR aangegeven omstandigheden.

De feitelijk optredende geluidsniveaus in woningen kunnen hoger of lager uitvallen dan de genormaliseerde situatie in het laboratorium, afhankelijk van de verschillen in de situatie bij die woningen (bouwkundige constructie, ruimtelijke indeling, gebruiksdruk, leidingnet en voortplanting van het geluid).

In het hierna volgende zijn enkele meetresultaten in grafiekvorm opgenomen. De grafieken geven een globaal beeld van de geluidproduktie bij variatie van de parameters druk en volumestroom van enkele typen tappunten.

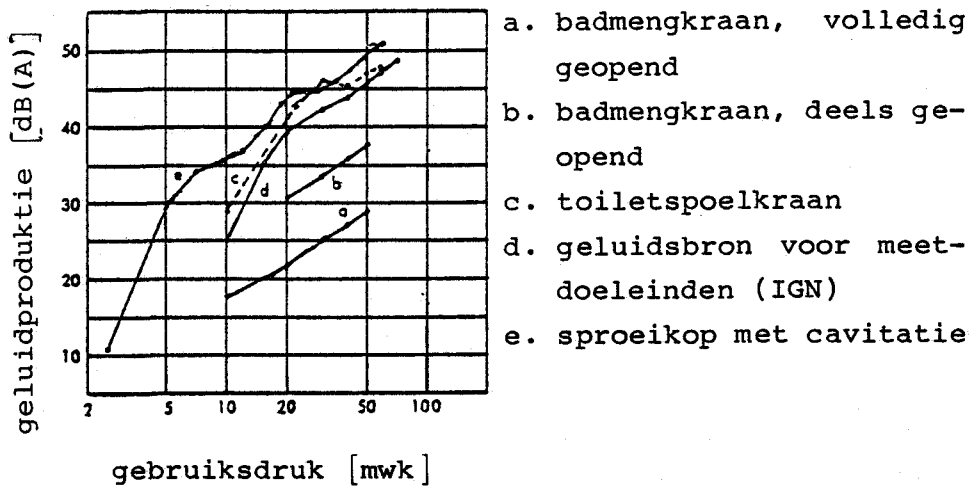


- a. badmengkraan, volledig geopend
- b. badmengkraan, deels geopend
- c. toiletspoelkraan
- d. draadnet en zeef van een schuimstraalmondstuk
- e. geluidbron voor meetdoeleinden (IGN)

volumestroom [l/min]

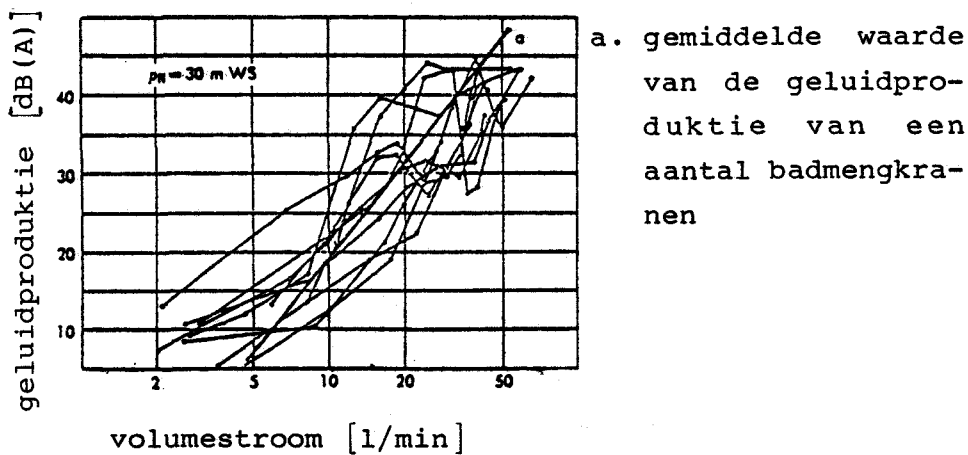
Afbeelding 4.1 - Geluidproduktie van enkele tappunten bij verschillende volumestromen als gevolg van verschillende gebruiksdrukken.

Uit afbeelding 4.1 blijkt dat een verdubbeling van de volumestroom een toename van de geluidproduktie van ongeveer 12 dB tot gevolg heeft. Tevens blijkt dat bij de in Nederland gangbare volumestromen van 10-25 l/min (0,17-0,42 l/s) de geluidniveaus zich bevinden tussen 20 en 30 dB(A).



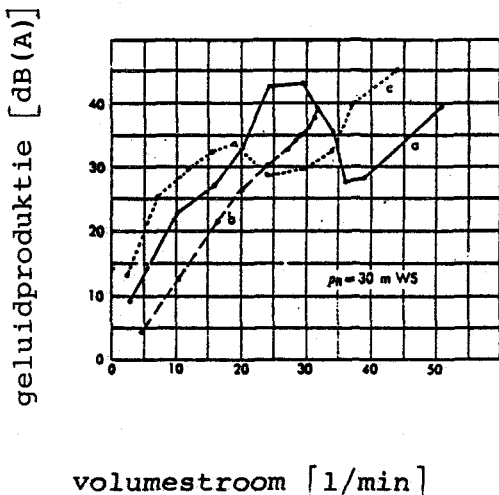
Afbeelding 4.2 - Geluidproductie van enkele tappunten bij verschillende gebruiksdrukken.

Uit de voorstaande afbeelding blijkt dat een verdubbeling van de gebruiksdruk een toename van de geluidproductie met ongeveer 6 dB tot gevolg heeft.



Afbeelding 4.3 - Geluidproductie van een aantal badmengkranen die ten gevolge van het openen van de kraan bij verschillende standen van de klep een bijbehorende volumestroom leveren. De statische voordruk is constant ($\approx 300 \text{ kPa}$).

In afbeelding 4.4 is het gedrag aangegeven zoals zich dat bij meerdere kranen voordoet, namelijk het niet continu toenemen van de geluidproduktie tijdens het opendraaien ervan.

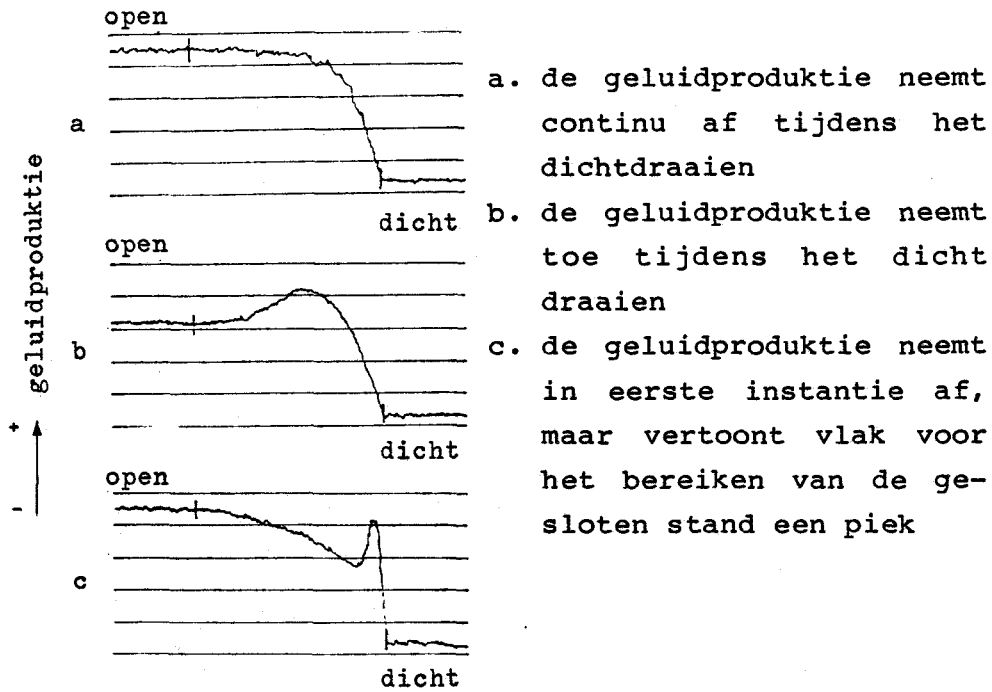


- a. het toestel heeft een uitgesproken maximale geluidproduktie in de half open stand
- b. een toestel met een gelijkmatig toenemende geluidproduktie (met straalbreker)
- c. een toestel met een lagere geluidproduktie in de half open stand

Afbeelding 4.4 - Karakteristieke verlopen van de geluidproduktie van drie verschillende kranen tijdens het opendraaien ervan.

De statische voordruk is constant ($\approx 300 \text{ kPa}$).

Cavitatie is vaak een belangrijk ontstaanmechanisme van geluid bij tapkranen. In afbeelding 4.5 is van drie verschillende tapkranen de geluidproduktie gegeven tijdens het dicht draaien ervan. In de bijna gesloten stand spelen bij b en c cavitatiegeluiden een hoofdrol.



Afbeelding 4.5 - Geluidproductie van drie verschillende tapkranen tijdens het dichtdraaien ervan.

4.2

Normstelling

In NEN 1070 worden concrete eisen gesteld aan het toelaatbare geluidniveau in woningen. Onder andere installaties voor de aan- en afvoer van water met inbegrip van de aangesloten toestellen mogen geen hogere geluidniveaus veroorzaken dan in de hierna volgende tabel is vermeld. Er wordt daarbij opgemerkt dat voor een betere geluidbeperking het aan te bevelen is te eisen dat het geluidniveau 5 dB beneden de in de norm gestelde maximaal toelaatbare waarde van het geluidniveau blijft.

ruimte	toelaatbaar geluidniveau [dB(A)]
a. in kamers:	
installaties voor de aan- of afvoer van water in dezelfde woning	40 ¹
installaties voor de aan- en afvoer van water niet in dezelfde woning	35
overige installaties al of niet in dezelfde woning	30
b. in overige ruimten behoudens bergruimten: installaties voor de aan- of afvoer van water in dezelfde woning	geen eisen
installaties voor de aan- en afvoer van water niet in dezelfde woning	40
overige installaties	40 ¹
c. in bergruimten	geen eisen

¹) Deze eis geldt niet voor de kamer waarin het geluidproducerende toestel is geplaatst.

Tabel 4.1 - Maximaal toelaatbaar geluidniveau in dB(A) in tot woningen behorende ruimten, veroorzaakt door installaties (NEN 1070).

De eisen vermeld in tabel 4.1 gelden voor elk van de installaties afzonderlijk. Voor de installaties voor de aan- of afvoer van water gelden de eisen voor elk armatuur afzonderlijk.

Voor het toelaatbare geluidniveau in kamers gelden de eisen voor lege (ongemeubileerde en ongestoffeerde) kamers. In gestoffeerde en/of gemeubileerde kamers dient het geluidniveau ten minste 5 dB lager te zijn dan in de tabel is vermeld.

Zijn zowel resultaten van metingen in lege als in gestoffeerde kamers beschikbaar dan zijn de meetresultaten in de lege kamers maatgevend.

Het Besluit Geluidwering Gebouwen bevat dezelfde eisen als hiervoor genoemd, echter deze betreffen slechts het toilet.

5 MAATREGELEN TEGEN GELUIDHINDER

5.1 Algemeen

De te nemen maatregelen tegen geluidhinder dienen te bestaan uit het bestrijden van het ontstaan van het geluid aan de bron en het beperken van de voortplanting van het geluid van de bron naar elders via de installatie en de bouwkundige constructie, zodanig dat de hinder van het ontstane geluid beperkt blijft.

5.2 Bestrijding van het geluid van de bron

Indien de geluidproduktie bij de bron klein is kunnen de overige maatregelen beperkt of zelfs helemaal achterwege blijven. Om die reden is geluidbestrijding aan de bron de meest doeltreffende methode om geluidhinder tegen te gaan.

Zoals uit het voorgaande blijkt is de bestrijding aan de bron te bereiken door:

- het beperken van de volumestroom en de gebruiksdruk, dat wil zeggen deze niet groter maken dan voor een goed gebruik is vereist;
- het toepassen van taptoestellen van een geluidarm type.

Zowel het beperken van de volumestroom als de gebruiksdruk kan worden bereikt door in een of andere vorm weerstanden (begrenzers) in de installatie aan te brengen.

In artikel 2.1.1 van NEN 1006 wordt vermeld dat onder normale omstandigheden de bij de toestellen nodige gebruiksdruk ten minste aanwezig dient te zijn.

Volgens dit artikel mag een hogere gebruiksdruk aanwezig zijn en meestal is dat ook het geval.

Door vóór het toestel te streven naar een gebruiksdruk van ongeveer 100 kPa blijft de energievernietiging in het toestel beperkt.

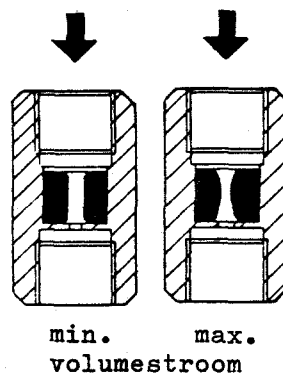
Nauwe toevoerleidingen

Bij het ontwerp van drinkwaterinstallaties is de statische druk op de begane grond en lagere verdiepingen vrijwel altijd hoger dan op de hogere verdiepingen. In de berekening van de binneninstallaties kan hiermee rekening worden gehouden door op de lagere verdiepingen leidingen met een kleinere middellijn te kiezen. De overmaat aan energie wordt dan gelijkmatig over de leidingen verminderd zonder noemenswaardige geluidproductie.

Volumestroombegrenzers

Volumestroombegrenzers kunnen in of buiten de toestellen worden gemonteerd. Plaatsing vóór mengkranen is over het algemeen niet aan te bevelen in verband met de ongunstige invloed op de regelbaarheid ervan.

In afbeelding 5.1 is een voorbeeld gegeven van een volumestroombegrenzer.



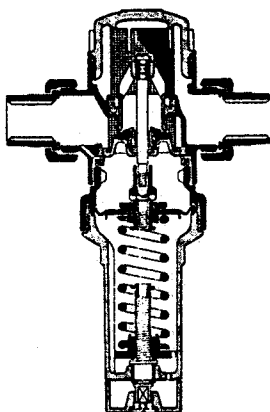
Afbeelding 5.1 - Volumestroombegrenzer.

Drukverminderingstoestellen

Drukverminderingstoestellen worden veelal centraal aan het begin van de binneninstallatie geplaatst. Bij de keuze van een drukverminderingstoestel dient er voor te worden gewaakt dat deze niet te groot wordt genomen.

Bij een overgedimensioneerd toestel zal in geval van lage belasting (kleine volumestroom) de klep voortdurend geringe verplaatsingen hebben, waardoor deze telkens met de zitting in aanraking komt. Het gevolg kan zijn dat er een hinderlijk kleppend geluid ontstaat.

In afbeelding 5.2 is een voorbeeld gegeven van een ontlast drukverminderingstoestel.



Afbeelding 5.2 - Drukverminderingstoestel.

Begrenzing ná het toestel

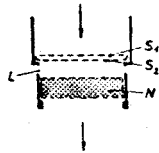
Zoals eerder vermeld ontstaat cavitatie door drukdalingen tot drukken die lager zijn dan de dampdruk. Het extra drukverlies door de weerstand wordt gecompenseerd door de geringere weerstand ter plaatse van de klepopening bij een stromingsbeeld zonder cavitatie.

Door een begrenzing ná het toestel aan te brengen wordt de volumestroom gereduceerd en het ontstaan

van geluid door cavitatie tegen gegaan.

Deze wijze van begrenzen vindt plaats door het aanbrengen van straalbrekers, douchekoppen, zogenaamde kaliberplaatjes, en dergelijke aan de uitstroomzijde van het toestel. Het nadeel bij straalbrekers met luchtaanzuiging is, dat zich daarin vuil en ketelsteen verzamelt met als gevolg een onregelmatige en geringere opbrengst.

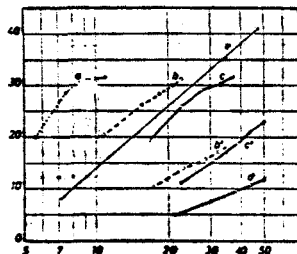
Om deze reden worden deze veelvuldig verwijderd waarmee het effect teniet wordt gedaan.



- S₁ zeef
- S₂ zeef
- N draadzeef
- L luchtspleet

Afbeelding 5.3 - Schuimstraalmondstuk of straalbreker met luchtaanzuiging.

geluidproduktie dB(A)



volumestroom [l/min]

- a. middellijn 14 mm
- b. middellijn 20 mm
- c. middellijn 24 mm
- b' en c' als b en c, echter zeef S₁ verwijderd
- d. drie evenwijdige pijpjes in uitlaatopening
- e. geluidproduktie van gebruikelijke toestellen

Afbeelding 5.4 - Geluidproduktie van schuimstraalmondstukken.

Zoals uit afbeelding 5.4 blijkt zijn er bepaalde schuimstraalmondstukken die een relatief hoge geluidproduktie veroorzaken, zodat het middel erger is dan de kwaal.

Geluidarme toestellen

Veelal ontstaan bij het sluiten van tapkranen geluiden in verschillende toonhoogten. De redenen zijn het ontstaan van verschil in trillingen van de diverse onderdelen (klep, klepbedekking, klepsteel en overige losse onderdelen) en het scherp afsnoeren van de waterstroom tussen klep en zitting. Het zorgdragen voor een goede bevestiging van de diverse onderdelen, het afronden van de sluitvakken van klep en zitting kan hierin verbetering geven. Door in de betreffende kwaliteitseisen de toegestane geluidproduktie te begrenzen kunnen deze maatregelen bij de fabrikant worden afgedwongen.

Bij langere toevoerleidingen naar een tapkraan kan door het snel sluiten een drukstoot worden veroorzaakt die gepaard kan gaan met een hinderlijk geluid door de hele woning. Hoewel door de beperking van de gebruiksdruk dit euvel mede wordt beperkt, dient bij het toestelkeur ook aan dit aspect aandacht te worden besteed.

5.3 Bestrijding van de voortplanting door de installatie

Normaliter dienen de bouwconstructies zodanig te zijn dat bij bevestiging van de taptoestellen en leidingen - inclusief het wegwerken - op de thans gangbare wijzen geen geluidhinder ontstaat.

Met het in toenemende mate toepassen van lichte scheidingswanden - gipsplaten en dergelijke - ont-

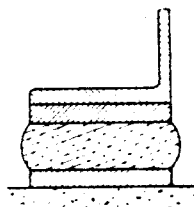
staat ter vermindering van deze in de uitvoering gevoelige constructies in grotere mate behoefte aan geluidarme toestellen.

In het hierna volgende zijn enkele maatregelen genoemd. Opgemerkt moet worden dat deze maatregelen uitermate gevoelig zijn voor fouten tijdens de uitvoering.

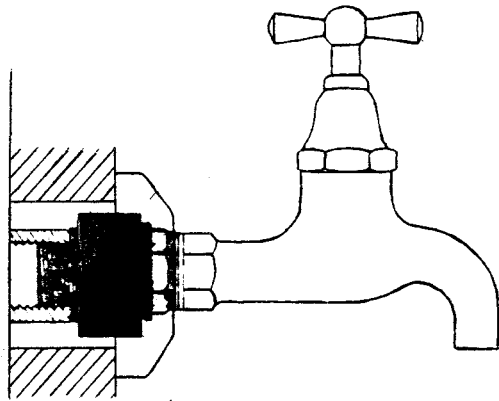
Bevestiging van het toestel aan de bouwconstructie
Bij een juiste wijze van bevestigen wordt het overdragen van trillingen van het toestel op de constructie tegengegaan door het loshouden van de geluidsbron van de constructie of door het maken van barrières in de vorm van veerkrachtige tussenstukken. In afbeeldingen 5.5, 5.6 en 5.7 worden enkele voorbeelden gegeven van dergelijke bevestigingen aan de bouwconstructie.



Afbeelding 5.5 - Muurplaat met rubber onderslag.



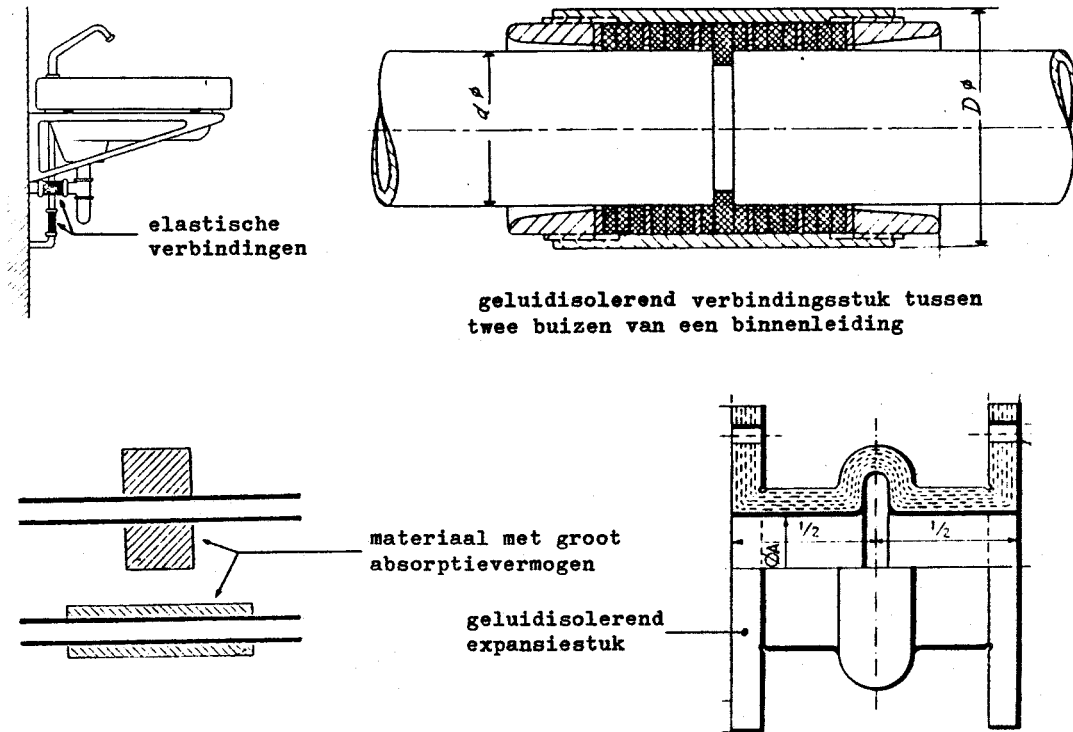
Afbeelding 5.6 - Rubber geluidsisolerend materiaal onder fundatieblokken moet zijdelings kunnen uitzetten.



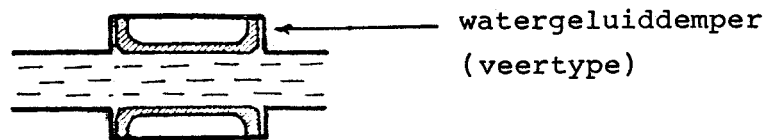
Afbeelding 5.7 - Kraan met rubber verbindingstuk.

Inbouwen van een isolatiestuk in leiding

De voortplanting van het geluid van de bron via het leidingmateriaal en het daarin aanwezige water is uitermate bepalend voor de geluidhinder die elders ontstaat. Deze voortplanting kan worden beperkt door nabij de bron isolatiestukken in de leiding op te nemen. Deze zijn alleen dan werkelijk effectief als zowel de voortplanting via het leidingmateriaal als via het water wordt beperkt.



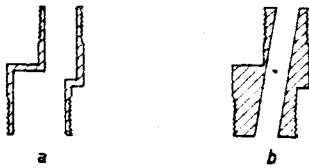
Afbeelding 5.8 - Voorbeelden van leidingonderbrekers.



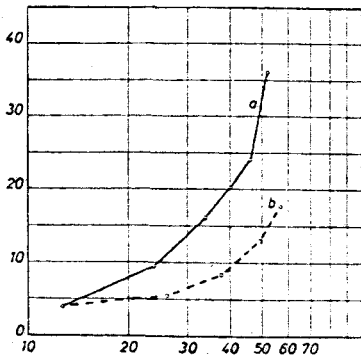
Afbeelding 5.9 - Voorbeeld van geluiddemping van door het water voortgeplant geluid.

Waarschuwing: Opgemerkt zij, dat door het toepassen van onjuist uitgevoerde verbindingstukken - bijvoorbeeld S-koppelingen - tussen taptoestel en lei-

ding en het onjuiste gebruik van bijvoorbeeld hoekstopkranen als regelkraan, de daardoor veroorzaakte geluidproduktie dermate groot is, dat andere maatregelen teniet worden gedaan.



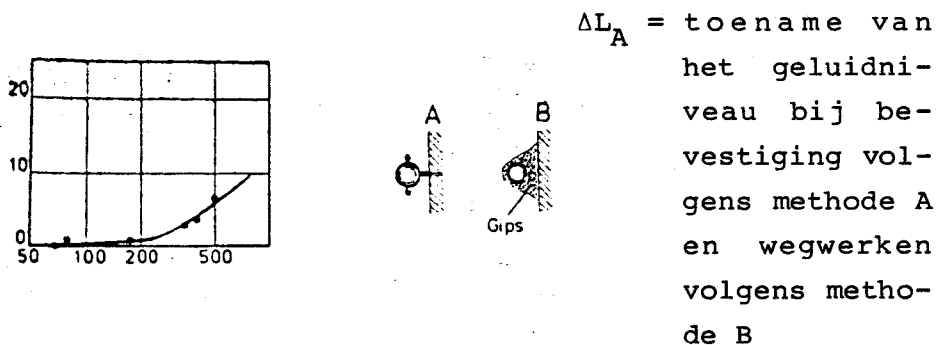
- a. stromingsongunstig
- b. stromingsgunstig



volumestroom [l/min]

Afbeelding 5.10 - Vergelijking van twee S-koppelingen.

Bevestiging van leidingen in of op de muur of vloer
In de navolgende afbeelding is het verschil in geluidniveau aangegeven in de naast liggende ruimte tussen de met A en de met B - overeenkomend met het wegwerken c.q. instorten van leidingen - aangeduide uitvoeringswijze.



massa van de wand [kg/m^2]

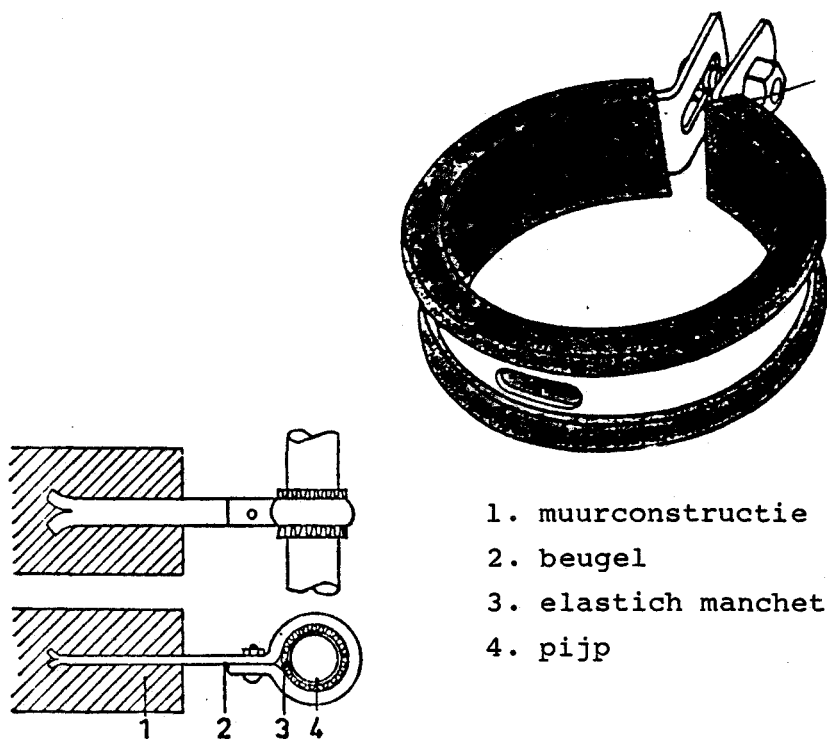
Afbeelding 5.11 - Invloed van de bevestiging van een pijpleiding op de geluidsoverdracht op een muur in afhankelijkheid van de massa van de wand.

Uit deze grafiek blijkt dat bij toenemende massa van de wand de geluidsoverdracht bij ingestorte leidingen toeneemt ten opzichte van met starre beugels bevestigde leidingen.

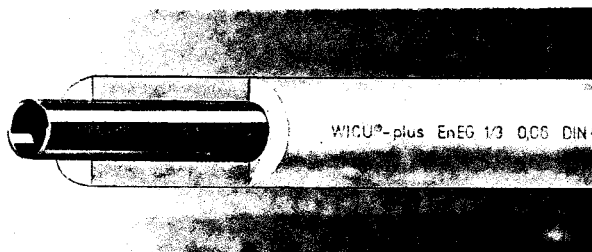
Hieruit kan worden geconcludeerd dat voor relatief lichte wanden (tot circa 200 kg/m^2), zoals binnenwanden in woningen, het geen verschil maakt of de leiding wordt gebeugeld of wordt ingestort. Bij grotere massa's zoals voor woningscheidende wanden of vloeren (circa 400 tot 500 kg/m^2) worden toegepast, treden wel hogere geluidsniveaus op bij ingestorte leidingen.

Echter alleen in kritische situaties zal dit verschil relevant zijn door de toch al lagere absolute niveaus bij bevestiging aan zware wanden.

De trillingsoverdracht van de leiding op de bouwconstructie kan verder worden beperkt door het direct contact te vermijden.



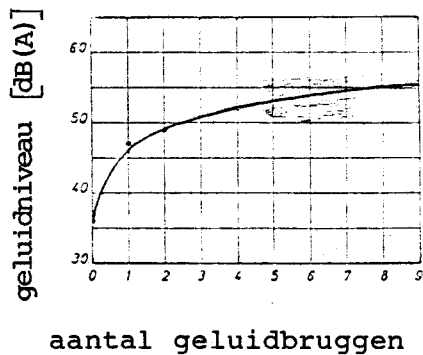
Afbeelding 5.12 - Voorbeelden leidingbevestiging vóór de muur.



Afbeelding 5.13 - Voorbeeld ingestorte leiding met flexibele ommanteling.

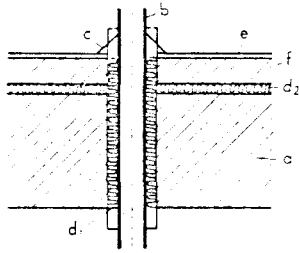
Bij alle maatregelen waarbij direct contact tussen toestel of leiding en de bouwkundige constructie wordt beperkt moet worden bedacht dat de trillingen in de leiding zelf hoog blijven, zodat overal waar wel contact wordt gemaakt - bedoeld of onbedoeld -

hoge niveaus kunnen ontstaan die het effect van alle maatregelen weer teniet kunnen doen. Zie bijvoorbeeld onderstaande grafiek waaruit blijkt dat bij overbrugging van de isolatie ter plaatse van één beugel er reeds 11 dB(A) van de geluidvermindering door de geïsoleerde beugels teniet wordt gedaan. Bij meer dan vier van dergelijke overbruggingen is het effect van deze geluidisolering vrijwel teniet gedaan.



Afbeelding 5.14 - Invloed van de geluidbruggen tussen pijp en wand op het afgegeven installatiegeluid.

Het doorvoeren van leidingen door vloeren en wanden
Voorkomen dient te worden, dat er een geluidbrug ontstaat door contact tussen de doorgevoerde leiding en de bouwconstructie.

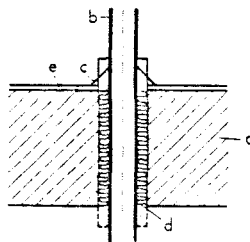


met zwevende dekvloer, met vloerbedekking

- a. gewapend betonnen vloer
- b. leiding
- c. afdekrozet
- d1. isolatiemateriaal, bijvoorbeeld steenwol
- d2. isolatielaag dekvloer
- e. vloerbedekking
- f. zwevende dekvloer

Afbeelding 5.15 - Voorbeeld van een geïsoleerde vloerdoorvoering.

zonder afwerklaag, met vloerbedekking



- a. gewapend betonnen vloer
- b. leiding
- c. afdekrozet
- d. isolatiemateriaal, bijvoorbeeld steenwol
- e. vloerbedekking

Afbeelding 5.16 - Voorbeeld van een geïsoleerde vloerdoorvoering.


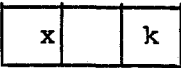
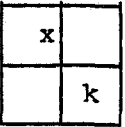
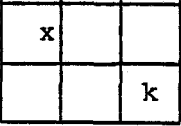
5.4 Maatregelen van bouwkundige aard

Zoals uit tabel 4.1 (NEN 1070) op pagina 32 blijkt mag het geluid veroorzaakt door de aanvoer van water in de kamers van niet tot dezelfde woning behorende ruimten niet meer dan 35 dB(A) bedragen en in kamers in dezelfde woning niet meer dan 40 dB(A). Bij de ruimtelijke indeling kan hiermee rekening worden gehouden door geen toestellen te plaatsen op of leidingen te bevestigen aan constructies in de

nabijheid van kamers.

Er is uiteraard een verband tussen de te stellen eisen aan de bouwkundige constructies, tussen het toe te passen tappunt, de geluidproduktie daarvan en de ruimtelijke indeling. Het toepassen van tappunten met een kenmerkend geluidniveau dat beneden de toegestane maximale waarde blijft is het meest aantrekkelijke. Immers, in dat geval behoeven slechts weinig of geen eisen - veelal duurder - aan de bouwkundige constructie te worden gesteld en is ook de beperking in de toelaatbare ruimtelijke indeling gering.

In de navolgende tabel - samengesteld uit de Duitse literatuur - is de invloed van wanden van verschillende constructie in combinatie met de ligging van de kamer ten opzichte van het toestel op het geluid veroorzaakt door de installatie aangegeven. De aangegeven geluidniveaus betreffen de standaard watergeluidbron (IGN). Bij toestellen of tappunten met een kenmerkend watergeluidniveau van ten hoogste 20 dB(A) (groep I volgens de Duitse normen) liggen de geluidniveaus als indicatie 25 dB lager.

ligging kamer (k) t.o.v. toestel (x)	bouwkundige constructie	globaal geluid- niveau in dB(A) met IGN
	direct gren- zend aan be- vestigingswand	70 kg/m ² 65
	200 kg/m ²	56
	500 kg/m ²	48
	200 kg/m ² met buigslappe voorzetswand	51
	spouwconstruc- tie van licht plaatmateriaal	50-55
	steenachtige spouwconstruc- tie	30-45
	ruimte tussen kamer en be- vestigingswand	circa 40
	kamer schuin onder beves- tigingswand	circa 45
	kamer schuin onder bevesti- gingswand met daartussen nog een ruimte	circa 40

Tabel 5.1 - Invloed van de combinatie wandconstruc-
tie en de ligging van de kamer ten op-
zichte van het toestel op het geluid
veroorzaakt door de installatie.

In de ontwerp NPR 5075 is de relatie tussen de
ruimtelijke indeling, de bouwkundige constructie en
de geluidproduktie van de tappunten en de toestel-
len nader uitgewerkt.

Ten aanzien van de geluidproduktie worden hierin maximaal toelaatbare (kenmerkende) geluidniveaus vermeld van 20, 25 en 30 dB(A).

Het is daarom gewenst ook voor de alhier gebruikelijke tappunten en toestellen, inclusief toiletstortbakken eisen te stellen aan het toegestane geluid.

AANBEVELINGEN

Het verdient allereerst aanbeveling de geluidhinder reeds bij de bron te bestrijden door het nemen van adequate maatregelen. Deze maatregelen betreffen onder andere eisen ten aanzien van: de geluidprodukten van toestellen en appendages en de gebruiksdruk.

Daarnaast en aanvullend dient aandacht te worden besteed aan installatietechnische zaken en de bouwkundige constructie.

De volgende aanbevelingen worden gedaan ten einde drinkwaterinstallaties te verkrijgen die naar verwachting voldoen aan NEN 1070.

Het stellen van eisen aan de geluidproduktie van toestellen en appendages

De KIWA-kwaliteitseisen voor de diverse toestellen en appendages zullen moeten worden uitgebreid met eisen van geluidniveau volgens een methode vergelijkbaar met ISO 3922 deel 1 of DIN 52218 deel 1. Er zal een klasse-aanduiding moeten worden ingesteld, waarbij als norm zou kunnen gelden een kenmerkend geluidniveau van bijvoorbeeld 20/25 respectievelijk 25/30 dB(A).

In dat systeem kan tevens plaats blijven voor toestellen en appendages met KIWA-keur waaraan geen akoestische eisen worden gesteld.

Het stellen van eisen aan de waterdruk

Akoestisch gesproken zou het een goede zaak zijn als elke installatie de beschikking heeft over zoveel druk als bedrijfstechnisch nog juist noodzakelijk is. In de praktijk zou dit echter betekenen dat in zeer veel woningen een drukverminderingstoe-

stel moet worden opgesteld. Meer praktisch is het te stellen, dat de toepassing van een drukverminderingstoestel vereist is wanneer de statische druk in enig deel van de installatie de druk van 600 kPa overschrijdt.

Tevens moet ernaar worden gestreefd de gebruiksdruk voor elk in bedrijf zijnd toestel te beperken tot ongeveer 100 kPa met een maximum van 300 kPa. Dit kan soms worden bereikt door een aangepaste dimensionering van de leidingen.

Het stellen van eisen aan de dimensionering van het leidingnet

Door het toepassen van kleinere leidingmiddellijnen naar een toestel of tappunt wordt extra drukverlies opgewekt. Uit het oogpunt van ongewenste drukverschillen is de toepassing van deze kleinere leidingmiddellijnen in de gehele installatie ontoelaatbaar.

Extra drukverlies door plaatselijke weerstanden is alleen acceptabel als het tappunt niet behoeft te regelen (lees: mengen). Toepassing hiervoor zijn onder andere de closetstortbak en de aansluiting van de wasmachine. Mogelijkheden voor mengkranen zijn er indien de weerstand in of na het mengdeelte wordt geplaatst.

Het stellen van eisen ten aanzien van de aanleg

Er zouden aanvullende bepalingen in de betreffende werkbladen kunnen worden opgenomen die aangeven waar, uit akoestisch oogpunt, op gelet moet worden bij de aanleg van drinkwaterinstallaties. Daarbij dient aandacht te worden besteed aan een aantal specifieke hulpstukken die in gegeven omstandigheden zouden kunnen worden toegepast zoals geluiddempende beugels, waterslagdempers, doorvoerconstruc-

ties voor woningscheidende vloeren en wanden, etc..

Het stellen van eisen ten aanzien van de bouwkundige constructie

Reeds bij het vaststellen van de ruimtelijke indeling tijdens het bouwkundige ontwerpstadium zal het geluidhinderaspect van drinkwaterinstallaties moeten worden betrokken.

In NPR 5075 (ontwerp 1983) worden aanwijzingen gegeven hoe overschrijding van de in NEN 1070 genoemde maximale geluidniveaus kan worden voorkomen. Hier worden combinaties weergegeven tussen enerzijds bouwkundige aspecten als ruimtelijke indeling en scheidingswandconstructies en anderzijds installatietechnische aspecten als tracering van leidingen, situering van toestellen en tappunten, alsmede de geluidniveaueklassen van deze toestellen en tappunten.

Om deze wisselwerking optimaal te kunnen benutten zullen zowel bouwkundigen als installatietechnici op dit gebied voldoende op de hoogte moeten zijn van elkaars discipline.

7

LITERATUUR

Bestrijding van geluidhinder veroorzaakt door
drinkwaterinstallaties.

Subcommissie geluidhinder van de CAB (Commissie
Aanleg Binnenleidingen).

1968

NEN 1070, Geluidwering in woongebouwen (2e druk).

Nederlands Normalisatie Instituut.

1976

NEN 1006, Algemene voorschriften voor drinkwaterin-
stallaties (AVWI-1981, 5e druk).

Nederlands Normalisatie Instituut.

NPR 5075, Sanitaire toestellen en installaties voor
de aan- en afvoer van water (ontwerp maart 1983,
afgesteld op NEN 1070).

Nederlands Normalisatie Instituut.

Toilet is de belangrijkste bron van geluidhinder in
woningen.

ir. P.H. Heringa, Akoestisch Adviesbureau Peutz &
Associés B.V.

Bouw nr. 18.

1980

Geluidisolatie.

Bouwcentrum informatiebrochure.

1975

Geluid; beknopt overzicht grondbegrippen, defini-
ties en eenheden.

B. Feitsma, TNO.

1972

Het voorkómen van geluidlekken in vloeren bij doorvoering van cv-leidingen.

Stichting bouwresearch.

Datum van publikatie onbekend.

Circulaire inzake de bestrijding van geluidhinder.

Directoraat-Generaal voor de milieuhygiëne.

1973

Lawaai van sanitaire installaties 2.

W.J.H. Scheffer.

Installatie.

1971

Geluidsbeperkende maatregelen bij badinstallaties.

Installatie.

Auteur en datum van publikatie onbekend.

Schallschutz im Hochbau nach DIN 4109.

H. Pook.

Der Sanitär und Heizungsbauer.

1973

Geluidarm sanitair in woningen is een realiseerbaar comfort.

W.M. Schuller en W.C. Kok, Akoestisch Adviesbureau Peutz & Associés B.V.

Bouw nr. 15.

1977

Voorkomen van hinder door geluid uit drinkwater- en sanitaire installaties.

Ir. Th.G. van Zoest, Commissie Aanleg Binnenleidingen.

1963

Nur wenig Energie für viel vermeidbaren Lärm.

C.A. Voigtsberger.

Sanitär- und Heizungstechnik.

1982

Der Einfluss der Bauart und der Grundrissgestaltung
auf das entstehende Installationsgeräusch in Bau-
ten.

K. Gösele und C.A. Voigtsberger.

Gesundheits-Ingenieur.

1980

Armaturengeräusche und Wege zu ihrer Verminderung.

K. Gösele und C.A. Voigtsberger.

Gesundheits-Ingenieur.

1968

Besluit geluidwering gebouwen.

Stb. 1982, 755.

Model-bouwverordening.

Vereniging van Nederlandse Gemeenten.

Bijgewerkt tot en met 15e supplement september 1978

DIN 4109, Schallschutz im Hochbau.

Deutsches Institut für Normung e.v.

1962

ISO recommendation R1996, Assessment of noise with
respect to community response.

International Organization for Standardization.

1971

DIN 52218, Prüfung des Geräuschverhaltens von Arma-
turen und Geräten der Wasserinstallation im Labora-
torium.

Deutsches Institut für Normung e.v.

1972

ISO 3822/1, Laboratory tests on noise emission by
appliances and equipment used in water supply in-
stallations-part I: Method of Measurement.

International Organization for Standardization.

1977

Sanitairlawaaï in woningen.

Stichting Bouwresearch.

Brochure B 3-4.

1981