

Voordracht uit de 11de vakantiecursus in de behandeling van afvalwater 'Beluchting', die op 22 en 23 april 1976 werd gehouden aan de TH Delft.

1. Inleiding

In het totale milieubeheer spelen de rioolwaterzuiveringsinstallaties een belangrijke rol voor wat betreft het kwaliteitsbeheer van het oppervlaktewater. Dat deze installaties t.a.v. andere milieu aspecten problemen kunnen opleveren is de laatste tijd duidelijk naar voren gekomen. Dit geldt met name de geluid- en stankhinder die de installaties kunnen veroorzaken. De problemen doen zich zowel voor bij bestaande als nieuwe installaties. Dat deze problemen pas de laatste jaren duidelijk naar voren komen



IR. W. M. SCHULLER
Akoestisch Adviesbureau
Ir. V. M. A. Peutz BV,
Nijmegen

kan toegeschreven worden aan het volgende:

- Er is een grote toename van het aantal zuiveringsinstallaties.
- Bestaande installaties die vroeger buiten woongebieden lagen worden door uitbreidingsplannen omringd met woonwijken.
- Landelijke gebieden waar planologisch de plaats van een zuiveringsinstallatie gepland is, worden in toenemende mate bevolkt door mensen die juist rust zoeken en daardoor nieuwe geluidbronnen snel als hinderlijk zullen ervaren.
- Tenslotte is er de algemene maatschappelijke tendens naar steeds hogere eisen aan milieu en omgeving.

Overigens dient gesteld te worden dat de grens waarbij geluid als hinder ondervonden wordt zeer subjectief is. Gelet op de veranderende normen en de subjectiviteit is het uiterst moeilijk grenzen aan te geven wat wel en geen hinder is. De ISO (International Organization for Standardization) doet aanbevelingen over deze grenzen in 'Assessment of noise with respect to community response'. Het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne heeft een interpretatie van de ISO-aanbevelingen gegeven in de cirkulaire 'Geluidhinder 1973'. Deze bronnen worden veelvuldig gehanteerd door de Gemeenten die in het kader van de Hinderwet moeten zorgen voor acceptabele geluidniveaus. Voorts is op 2 oktober 1975 bij de Tweede Kamer een wetsontwerp 'Geluidhinder' ingediend.

De moeilijke hanteerbaarheid van de Hinderwet in de praktijk blijft in dit artikel verder buiten beschouwing. Wel zal worden ingegaan op het geluid als fysisch verschijnsel, over de meetbaarheid



Afb. 1 - De geluiddruk als functie van de tijd.

en het uitdrukken in eenheden die representatief zijn voor datgene wat het menselijk oor waarneemt. Vervolgens op de geluidhinder en de normstelling en tenslotte op de potentiële geluidbronnen van een zuiveringsinstallatie. Op grond van prognoses (bij nog te bouwen installaties) dan wel op grond van metingen (bij bestaande installaties) kunnen adequate mogelijkheden tot geluidbeperking worden aangegeven.

Wat betreft de geluidproductie van zuiveringsinstallaties is dit artikel voornamelijk gebaseerd op metingen en onderzoeken die uitgevoerd zijn door het Akoestisch Adviesbureau ir. V. M. A. Peutz BV en het Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en Westfriesland met medewerking van de beherende instanties van de installaties waar gemeten is. De resultaten van de onderzoeken waren zodanig dat met name wat betreft puntbeluchters, vijzels en overstorten als specifieke geluidbronnen van zuiveringsinstallaties reeds een redelijk betrouwbare konklusie gemaakt kon worden.

Ook voor de geluidproductie van een aantal mechanische onderdelen van een zuiveringsinstallatie kunnen grenswaarden aangegeven worden. De overige resultaten zijn thans nog niet zodanig dat een algemene konklusie gerechtvaardigd is. De mogelijkheden tot geluidbeperking zoals genoemd zijn als voorbeeld bedoeld.

2. Geluid

Teneinde de betekenis van geluidniveaus (en geluidnormen) enigszins te verduidelijken zullen enige eigenschappen en eenheden van geluid behandeld worden.

Geluid is een wisseldruk gesuperponeerd op de barometrische druk. Een periodiek groter en kleiner wordend ballonnetje kan als een puntbron opgevat worden, waarvan het afgestraalde geluid zich in alle richtingen uitbreidt. Een groot geluidafstralend vlak zal aanleiding kunnen geven tot een vlakke lopende golf.

Voorbeelden van *geluidbronnen* zijn de stem, een gong, een orgelpijp, een luidspreker, een machine, vallend water. In het ontstaansmechanisme is altijd een 'trillend iets' de oorzaak van het geluid. Aan het geluid, een golfverschijnsel, kan men onderkennen een voortplantingssnelheid

(c in m/s; in lucht circa 340 m/s), een golflengte (λ in m) en een frekwentie of toonhoogte (het aantal trillingen per seconde in Hz).

De afgelegde weg is snelheid maal de tijd:

$$\lambda = c \cdot \frac{1}{f}, \text{ dus } c = \lambda \cdot f$$

Zo heeft een brom van 100 Hz een golflengte van circa 3,4 m, een fluit van 1000 Hz een golflengte van 34 cm en een sis van 10.000 Hz een golflengte van 3,4 cm.

Een jong oor kan frekwenties van circa 16 tot circa 18.000 Hz horen. De *geluiddruk* p , d.w.z. de rimpel op de atmosferische druk, is een maat voor de geluidsterkte. Een voorbeeld van wat de mens als een geluid van gelijkblijvende sterkte zou ervaren is weergegeven in afb. 1. De geluiddruk wisselt wel als functie van de tijd.

Energiebeschouwingen hebben ertoe geleid de effectieve waarde van de geluiddruk als sterktemaat te accepteren:

$$p_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} p^2 dt}$$

Een effectieve geluiddruk van $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ komt overeen met een geluid dat het menselijk oor juist kan waarnemen, de zogenaamde gehoordrempel, een effectieve geluiddruk van 20 à 200 N/m^2 komt overeen met de pijngrens. Het is niet praktisch een dergelijke geluiddruk uitgedrukt in N/m^2 op lineaire schaal toe te passen, o.a. vanwege de grote spreiding (10^6 à 10^7) in geluidniveaus. Men heeft een logaritmische maat geïntroduceerd, het *geluiddrukniveau* L_p uitgedrukt in decibel (dB):

$$L_p = 10 \log \frac{p_{\text{eff}}^2}{p_0^2} \text{ [dB]}$$

waarin:

p_0 = referentiedruk = $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$

Teneinde enig 'gevoel' te verkrijgen voor geluiddrukkniveaus is onderstaande tabel I opgesteld:

TABEL I

Geluiddruk p [N/m^2]	Geluidniveau L [dB]	Voorbeeld
$2 \cdot 10^{-5}$	0	gehoordrempel
$2 \cdot 10^{-4}$	20	bladergeritsel
$2 \cdot 10^{-3}$	40	fluisteren 1 m
$2 \cdot 10^{-2}$	60	gesprek 1 m
$2 \cdot 10^{-1}$	80	radio luid
2	100	claxon dichtbij
20 à 200	120 à 140	mitrailleur - pijngrens

Aan de geluidbronnen, die het geluid produceren en afstralen kan men een geluidvermogen P toekennen, hetgeen weer in een logaritmische maat een geluidvermogen-niveau L_p geeft:

$$L_p = 10 \log \frac{P}{P_0} \text{ [dB]}$$

waarin:
 $P_0 = \text{referentievermogen} = 10^{-12} \text{ W}$

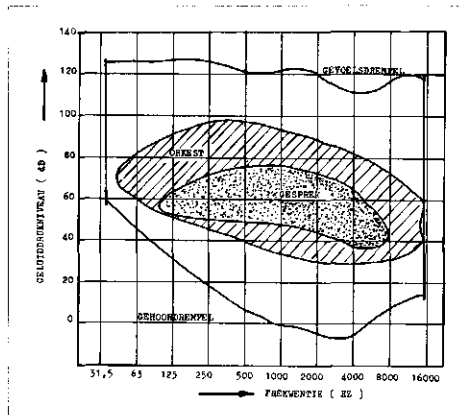
Een geluidvermogeniveau van 80 dB komt overeen met 0,1 m W, van 100 dB met 10 m W en 120 dB met 1 W. Er zijn dus met een zeer hoog akoestisch niveau toch nog relatief geringe vermogens gemoeid. In afb. 2 is weergegeven (vertikaal) het geluidniveau als functie van de frekwentie (horizontaal). Binnen de buitenste krommen (gehoordrempel en gevoelsdrempel) speelt alle geluid zich af.

In het hoorbare frekwentiegebied kan men circa 9 oktaven onderkennen (het oog kan voor licht 'slechts' één oktaaf onderkennen), terwijl de gevoeligheid van het oor, zeker voor lagere geluidniveaus, voor lagere frekwenties geringer is dan voor hogere. De waarde 0 dB voor de gehoordrempel is gekozen voor 1000 Hz. De *luidheid* van het geluid wordt dus niet alleen bepaald door het geluidniveau maar ook door de toonhoogte (frekwentie). Het blijkt niet eenvoudig de luidheid in één maat uit te drukken, tenzij van een hoge exaktheid afstand gedaan wordt. Voor de praktijk blijkt het het eenvoudigst en voldoende nauwkeurig te zijn het geluid via een zogenaamd A-filter te meten (zie afb. 3).

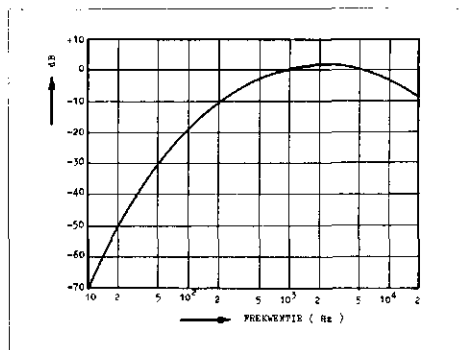
Op deze wijze wordt een voor de frekwentie-afhankelijke gevoeligheid van het menselijk oor gekorrigeerd niveau gemeten en uitgedrukt in dB(A). Deze waarde is een logaritmische eenheid. Wanneer men twee geluidbronnen heeft, zullen de geluidniveaus logaritmisch optellen tot het totale geluidniveau. Zo geven twee niet gekorrigeerde geluidbronnen van elk 60 dB(A) geen 120 dB(A) maar 'slechts' 63 dB(A). Bij wijze van voorbeeld zijn in afb. 4 enige gemeten geluidniveaus als functie van de frekwentie van verschillende geluidbronnen weergegeven.

3. Geluidhinder en normstelling

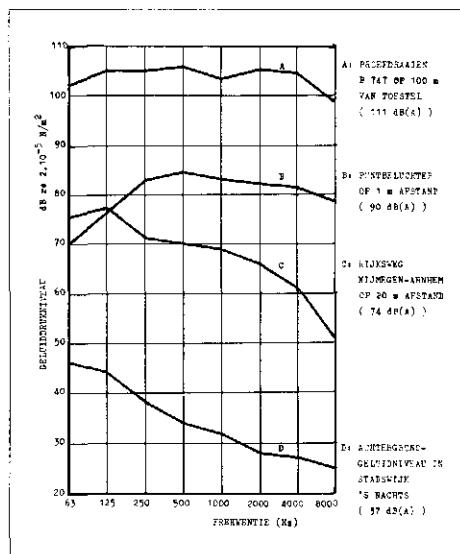
Het stellen van geluidnormen of het maken van prognoses over geluidhinder is een complexe zaak. Geluid heeft verschillende 'dimensies', waarvan de luidheid de belangrijkste is. Deze 'luidheid', gemeten via een A-filter en uitgedrukt in dB(A) wordt dan ook meestal gebruikt voor de normstelling. Hoe groot de luidheid kan zijn voordat het als hinder wordt ervaren is niet in zijn algemeenheid te geven. Harde geluiden behoeven nog niet hinderlijk te zijn. Een puntbeluchter en een orkest kunnen eenzelfde geluidniveau, uitgedrukt in dB(A), afgeven, maar de waardering voor het geluid van het orkest zal in het algemeen hoger liggen dan



Afb. 2 - Het domein van het geluid in het frekwentie-geluidniveau-vlak.



Afb. 3 - Frekwentie-afhankelijke correcties conform het A-filter.



Afb. 4 - Spektra van enige geluidbronnen.

die voor de puntbeluchter. Voor een goede normstelling voor geluidhinder kunnen de volgende vragen geformuleerd worden. Hoe luid mag nu een bepaald geluid op een bepaalde plaats gedurende een bepaalde periode zijn, voordat van geluidhinder sprake is en hoeveel luider mag nu een bepaald geluid zijn dat even hinderlijk geoordeeld wordt als een korter durend of minder vaak voorkomend geluid, dat

overigens hetzelfde is? Deze vragen kunnen slechts beantwoord worden door wetenschappelijk onderzoek met behulp van enquêtes, welke gehouden worden met betrekking tot geluidhinder, en met behulp van luisterproeven in het laboratorium. Enquêtes hebben tot verschillende systemen geleid voor de beoordeling van geluid en geluidhinder. Toch kan men stellen dat dit gebied nog niet uitputtend is onderzocht. Luisterproeven in laboratoria hebben tot het zogenaamde 'equal energy' principe geleid, d.w.z. tot de hypothese dat bijv. een geluid dat twee keer zo lang duurt als een ander geluid de helft van de geluid-energie per tijdseenheid dient te bezitten om even hinderlijk te zijn als dat andere geluid. In totaal wordt door beide geluiden derhalve dezelfde hoeveelheid geluidenergie ('equal energy') gerepresenteerd. Wanneer geluid niet op prijs gesteld wordt, wordt het lawaai genoemd. Lawaai kan in het algemeen drie gevolgen hebben, t.w.:

- gehoorbeschadiging (fysiologische hinder);
- verstoring van de spraakcommunicatie (functionele hinder);
- geluidhinder in algemene zin (sociale en psychologische hinder).

Zoals uit de meetresultaten zal blijken, is het geluid als gevolg van rioolwaterzuiveringsinstallaties, gezien de hoogte van de geluidniveaus, niet gehoorbeschadigend; gehoorbeschadiging treedt immers, in de regel, eerst op bij geluidniveaus van ca. 80 à 90 dB(A) bij een expositie-duur van 8 uur per dag gedurende vele jaren. Evenmin wordt in het algemeen, zeker binnen woningen in de omgeving van zuiveringsinstallaties, de spraakcommunicatie in ernstige mate gestoord; de spraak wordt immers, in de regel, bij geluidniveaus van 60 à 70 dB(A) van nagevoel niet tot enigszins bemoeilijkt, terwijl bij geluidniveaus van 70 à 80 dB(A) spraakoverdracht moeilijk is. Dat het geluid van rioolwaterzuiveringsinstallaties lawaai genoemd wordt, is dan ook een geval van sociale en psychologische hinder.

Behalve akoestische eigenschappen van het geluid, welke een belangrijke rol spelen bij de fysiologische en functionele hinder (gehoorbeschadiging en verstoring van de spraakcommunicatie) zoals o.a.:

- geluidniveaus in dB(A);
- soort geluid, bijv. hoorbare zuivere tonen of pulserend geluid;
- tijdsduur van het geluid;
- tijdstip van het geluid;
- soort omgeving waar het geluid optreedt, bijv. woonwijk of industriegebied, slaapkamer of fabriekshal;

spelen bij sociale en psychologische hinder — gelijk het woord reeds zegt — ook sociale en psychologische factoren een rol zoals o.a.:

- betrokkenheid bij het geluid;
- persoonlijke gevoeligheid;
- publieke opinie, bijv. al of niet een aktie-kommittee aanwezig;
- andere inkonvenienten in de woon-omgeving, zoals bijv. het al of niet aanwezig zijn van winkels, openbaar vervoer etc.

Bovenstaande geeft globaal de complexiteit weer van de verschillende factoren, welke een rol spelen bij het ontstaan van geluidhinder.

Het beschrijven of voorspellen van geluidhinder op grond van alleen akoestische eigenschappen van geluid is dan ook niet wel doenlijk. Aangezien er bij de huidige stand van onderzoek geen beter middel is, worden de te stellen geluidnormen voor toelaatbare geluidniveaus in een omgeving gebaseerd op de aanbevelingen van de ISO (International Organization for Standardization) 'Assessment of noise with respect to community response', Ref.no.: ISO/R 1996-1971 (E), eerste editie, mei 1971, op de cirkulaire 'Geluidhinder 1973' van het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, uitgegeven 28 augustus 1973 en in speciale gevallen op het ter plaatse reeds heersende achtergrondgeluidniveau. Bij het stellen van normen wordt door de ISO en het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne o.a. rekening gehouden met de volgende factoren:

- tijdstip waarop het geluid zich voordoet: dag, avond, nacht;
- aard van de omgeving: landelijk, rustig met weinig verkeer, stad, nabij hoofdweg of drukke spoorlijn, stad met werkplaatsen en bedrijven, stadscentrum met bedrijven, handel, kantoren en vermaak, industriegebied;
- bestemming van de ruimte waarin een geluid zich voordoet.

Bij de beoordeling van geluid wordt zowel door de ISO als door het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne rekening gehouden met de volgende factoren:

- aard van het geluid: kontinu, onderbroken, ruiskarakter, hoorbare (zuivere) tonen;

- tijdsduur van het geluid: beperkte periode, met langdurige pauzes, ononderbroken.

In 'Geluidhinder 1973' worden voor nieuwe situaties de in tabel II gegeven geluidnormen aangegeven.

TABEL II - Voorbeelden van geluidnormen buiten (brochure 'Geluidhinder 1973').

Aard van de woonomgeving	Aanbevolen grenswaarde dB(A)		
	dag	avond	nacht
1. Landelijke omgeving (ook voor herstellingsoorden en stille recreatie)	40	35	25
2. Rustige woonwijk, weinig verkeer	45	40	30
3. Woonwijk in stad	50	45	35
4. Woonwijk nabij hoofdweg, drukke spoorlijn; woonwijk in stad met enkele werkplaatsen of bedrijven	55	50	40
5. Stadscentrum (bedrijven, handel, kantoren, vermaakcentra)	60	55	45
6. Gebied met voornamelijk zware industrie	65	60	50

Het gebruik van de in bovenstaande tabel gegeven waarden als geluidnormen dient echter met enige reserve en in ieder geval met grote voorzichtigheid te geschieden. Het reeds aanwezige achtergrondgeluidniveau, i.e. het geluidniveau dat zonder de beoogde installatie reeds heerst, kan in vele gevallen als een indicatie benut worden bij het stellen van de geluidnormen. Het ontwerp wet Geluidhinder gaat van een zonerings-principe uit. Rondom bepaalde industrieterreinen worden zones aangegeven, op de grens waarvan het geluidniveau voor continu geluid 's nachts 40 dB(A) niet mag overschrijden. Hoe een en ander geïnterpreteerd zal moeten worden, zal nog nader door de Minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne worden aangegeven in Algemene Maatregelen van Bestuur.

4. Geluidbronnen

De geluidbronnen op rioolwaterzuiveringsinstallaties zijn in drie groepen te verdelen:

- mechanische apparatuur;
- water (spattend, stromend, stortend);
- lucht in water.

Hoewel de mechanische apparatuur in hoge mate bij kan dragen aan het totale geluidniveau van een zuiveringsinstallatie, is deze in het algemeen geen specifiek probleem voor een zuiveringsinstallatie. Genoemd kunnen worden:

- motoren en tandwielkasten van puntbeluchters;

- motoren en tandwielkasten van vijzels;
- motoren van beluchttingsborstels;
- pompen;
- compressoren (lucht, gas);
- slibpersen;
- blowers;
- ventilatoren;
- gasmotoren;
- automatische roosterwerken;
- kettingtransporteurs;
- etc.

Het water- en lucht in water-lawaaï is wel een specifiek probleem bij zuiveringsinstallaties.

Genoemd kunnen worden:

- spattend water bij puntbeluchters;
- lucht in water bij bellenbeluchting;
- watergeluid van bellenbeluchting;
- overstorten;
- water bij vijzels;
- slaan van beluchttingsborstels in water;
- spattend water bij beluchttingsborstels.

Soms is het geluid van de eerste en de tweede groep (mechanisch versus water) niet eenvoudig te scheiden zoals bijv. bij puntbeluchters en vijzels. Op een aantal van de specifiek bij rioolwaterzuiveringsinstallaties voorkomende geluidbronnen willen wij hier nader ingaan.

4.1. Overstorten

Het geluidniveau afkomstig van overstorten wordt veroorzaakt door het vallende water. In de praktijk blijkt het geluidvermogeniveau L_p met behulp van een empirische formule berekend te kunnen worden:

$$L_p = K_1 + 10 \log Q \cdot h^2$$

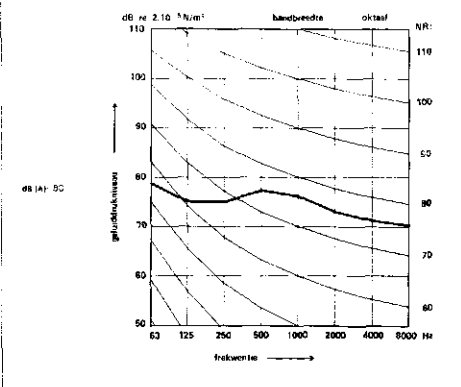
waarin K_1 een konstante, Q het debiet per strekkende meter, en h de valhoogte zijn.

Dergelijke geluidvermogens geven in de praktijk geluidniveaus op ca. 1 meter van de bron in de orde van grootte van circa 75 dB(A) tot 90 dB(A). In afb. 5 is de spektrale verdeling van het geluidniveau, typerend voor een overstort, weergegeven.

4.2. Vijzels

Aan vijzels kan men onderkennen het geluid van het water dat als het ware een winding omlaag valt en het geluid van de elektromotor en tandwielkast. Ook hier kan voor het watergeluid een empirische formule toegepast worden:

$$L_p = K_2 + 10 \log h \cdot H \cdot Q$$



Afb. 5 - Luchtgeluidniveau gemeten 1 meter boven overstort.

waarin L_p het geluidvermogeniveau, K_2 een konstante, h de steek, H de opvoerhoogte en Q het debiet van de vijzel zijn. In de praktijk worden bij grotere vijzels watergeluiden gemeten van circa 85 à 90 dB(A).

Een spektrale verdeling is weergegeven in afb. 6.

Het geluid van de elektromotor en tandwielkast is zeker voor de grotere vijzels niet dominant, temeer daar deze doorgaans in een gebouwtje zijn geplaatst.

4.3. *Puntbeluchters en spattend water*

Bij de puntbeluchters kan men onderkennen het geluid van:

- de elektromotor;
- de tandwielkast;
- het spattende water.

De hoogte van de geluidniveaus van de elektromotor en de tandwielkast blijkt behalve van het elektrisch vermogen ook sterk van de bouwwijze af te hangen.

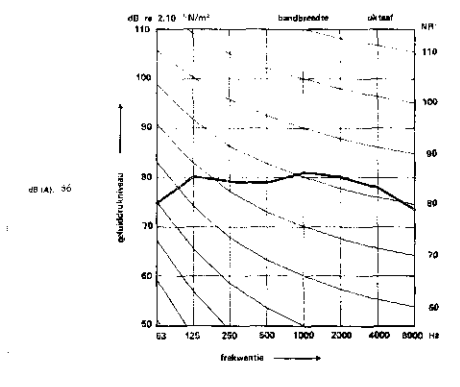
Voor de elektromotor is in het merendeel van de gevallen de koelventilator de dominante geluidbron.

Het geluidvermogeniveau van het spattende water van veel beluchters blijkt evenredig te zijn met het elektrische geïnstalleerde vermogen:

$$L_p = K_3 + 10 \log P$$

waarin K_3 een konstante is en P het elektrisch geïnstalleerde vermogen.

Elektromotoren kunnen geluidniveaus op 1 meter afstand geven in de orde van grootte van circa 70 à 90 dB(A), afhankelijk van vermogen en bouwwijze, tandwielkasten van circa 90 dB(A) afhankelijk van vermogen en bouwwijze en het spattende water van circa 95 dB(A) voornamelijk afhankelijk van het vermogen, echter ook enigszins van het toerental (omtrekssnelheid), pompdiepte, stotend of slepend bedrijf en type beluchter. (Alle variabelen hebben een

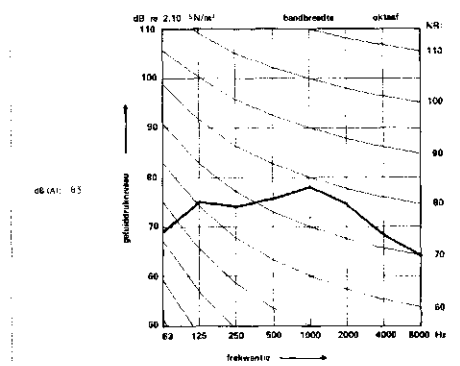


Afb. 6 - Luchtgeluidniveau gemeten 1 meter boven vijzel.

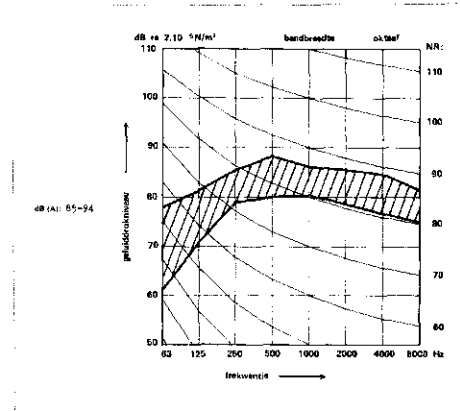
direkte relatie met het geïnstalleerde vermogen.)

Echter op grond van de formule kan in de praktijk reeds een waarde met een redelijke nauwkeurigheid gevonden worden.

Een spektrale verdeling van het geluidniveau op 1 meter afstand van elektromotor en tandwielkast is gegeven in afb. 7, van spattend water op 1 meter afstand in afb. 8. Opgemerkt kan worden dat de geluidniveaus



Afb. 7 - Luchtgeluidniveau gemeten op 1 meter afstand van de aandrijving van een puntbeluchter.



Afb. 8 - Spreiding van de geluidniveaus van een tiental puntbeluchters gemeten op 1 meter boven het wateroppervlak.

van de partiële bronnen van de puntbeluchters superponeren.

Aandacht dient tevens besteed te worden aan de richtkarakteristiek van de bron door zijn plaatsing. Zo zal het geluid van een puntbeluchter in een carousselinstallatie op een andere wijze naar de omgeving uitstralen dan dezelfde puntbeluchter geplaatst in een vierkante bak van een actiefslibinstallatie.

4.4. *Beluchting*

Bij bellenbeluchting kan men qua geluidproductie een onderscheid maken tussen fijne en grove bellen.

Een voorbeeld van de spektrale verdeling van het geluidniveau van fijne bellen op 1 meter van het wateroppervlak is weergegeven in afb. 9.

4.5. *Overige geluidbronnen*

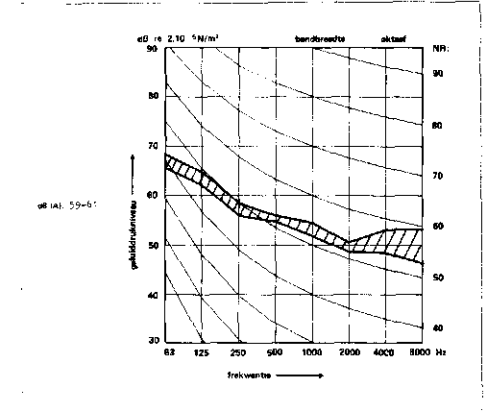
De overige bronnen (ook bij andere technische installaties aanwezig), komen niet bij alle rioolwaterzuiveringsinstallaties voor.

Volstaan zal dan ook worden in dit bestek de orde van grootte van het geluidniveau op 1 meter afstand in tabel III aan te geven.

TABEL III

Geluidbron	Geluidniveau op 1 m afstand in dB(A) (orde van grootte)
motoren	70— 90
tandwielkasten	75— 85
kompressoren	85— 95
gasmotoren	95—100
blowers	100—105
kettingtransporteurs	95—100
pompen in gemalen	80— 85
ventilatoren	80— 90
roosterwerken	60— 70

Voor de geluidbronnen in verband met water kan tabel IV als overzicht gegeven worden:



Afb. 9 - Spreiding van de geluidniveaus gemeten op 20 cm afstand boven een beluchting met fijne bellen.

TABEL IV

Geluidbron	Geluidniveau op 1 m afstand in dB(A) (orde van grootte)
overstorten	75—90
vijzels (grotere)	85—90
spattend water puntbeluchters	90—100
spattend water beluchttingsborstels	ca. 90
slaan van beluchttingsborstels	ca. 85
watergeluid van beltenbeluchting	55—60

5. Mogelijkheden tot geluidbeperking

Het beperken van geluidhinder kan nodig zijn bij zowel bestaande als bij nieuwe installaties.

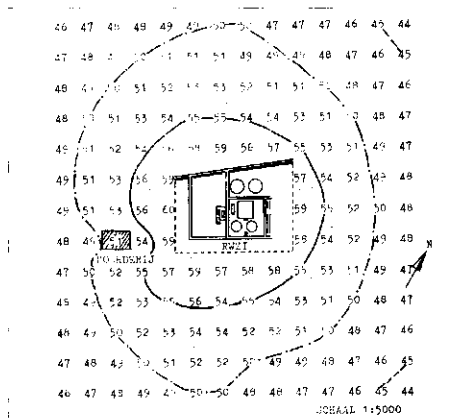
Bij bestaande installaties kan door verschuiving van de normstelling ten gevolge van veranderde externe omstandigheden in de omgeving het geproduceerde geluidniveau als hinderlijk worden ervaren. Na vaststelling van de norm kan op grond van metingen van de gehele installatie een eventuele overschrijding van deze norm geconstateerd worden. Door metingen van de onderdelen van de installatie kan de bijdrage van elk onderdeel vastgesteld worden.

Voor nieuw te bouwen zuiveringsinstallaties is het mogelijk mede dankzij uitgebreid onderzoek in opdracht van het Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en West-Friesland prognoses te maken van de totale geluidproductie van de installatie d.m.v. berekeningen m.b.v. een computer. In de ontwerpfase kan met deze prognose reeds rekening worden gehouden in de vorm van de planologische plaats van de installatie, lay-out van de installatie (bijv. afscherming van geluidproducerende onderdelen door hogere onderdelen van de installatie), situering van richtingsgevoelige onderdelen zoals vijzels en akoestische voorzieningen. Afhankelijk van de bijdrage van de verschillende onderdelen van de installatie kunnen zowel bij bestaande als ook bij nieuwe installaties per onderdeel de noodzakelijke akoestische voorzieningen worden gedimensioneerd.

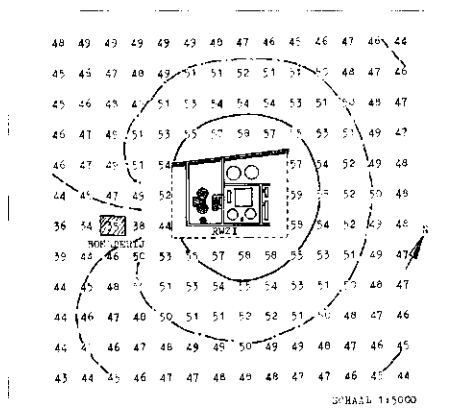
Een voorbeeld van een dergelijke prognose wordt gegeven in afb. 10 en 11 waaruit duidelijk blijkt de invloed van de akoestisch afschermende werking van twee gistingstanks.

5.1. Overstorten

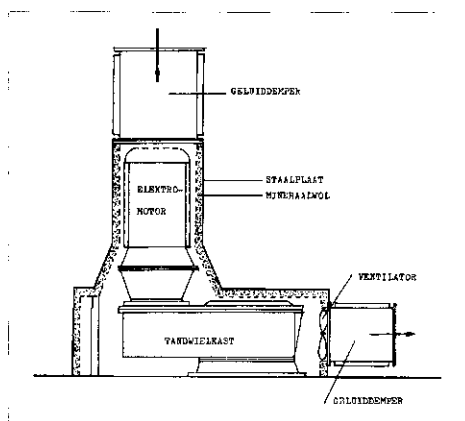
Bij overstorten kan het geluidniveau actief gereduceerd worden door de valhoogte te beperken. Twee in cascade geplaatste overstorten met elk de halve valhoogte geven een lager geluidniveau dan een met de hele valhoogte. Ook een geleiding van het vallende water met behulp van een gebogen overstortrand, geeft een aanzienlijke geluidreductie.



Afb. 10 - Voorbeeld van een prognose van de geluidniveaus in dB(A) rondom een rioolwaterzuiveringsinstallatie zonder slijbgistingstanks. Geluidniveau t.p.v. de boerderij 51 dB(A). Equi-dB(A)-kontouren van 55 en 50 dB(A) zijn aangegeven.



Afb. 11 - Voorbeeld van een prognose van de geluidniveaus in dB(A) rondom een rioolwaterzuiveringsinstallatie met slijbgistingstanks. Geluidniveau t.p.v. de boerderij 35 dB(A). Equi-dB(A)-kontouren van 55, 50 en 45 dB(A) zijn aangegeven.



Afb. 12 - Principe omkasting aandrijving puntbeluchters.

Verder kunnen overstorten nog afgeschermd of afgedekt worden, waarbij een juiste dimensionering van de toe te passen materialen vereist is.

5.2. Vijzels

Daar vijzels in het merendeel van de gevallen een sterke richtkarakteristiek hebben (verschillen tussen voor en achter het vijzelgemaal van de orde van grootte van 20 dB(A)), kan in het ontwerp-stadium vaak een draaiing van het gemaal reeds gunstige gevolgen hebben. Veranderingen in de konstruktie van de vijzel (verkleinen van de spoed) zijn o.i. niet in de praktijk toegepast.

Een eenvoudige manier tot geluidreductie is de vijzelgoot dichtzetten met een geluid-isolerende konstruktie (dit is veelal toch nodig i.v.m. thermisch kromtrekken van de vijzel).

5.3. Puntbeluchters

Het geluid van de elektromotor en de tandwielkast van de puntbeluchters kan reeds aanzienlijk gereduceerd worden door aanpassing van de bouwwijze. Door toepassing van een op akoestisch verantwoorde wijze gekonstrueerde koelventilator kan men steeds reducties in de orde van grootte van circa 10 dB(A) bereiken, en door gebruik te maken van speciale tandwielkasten reducties van circa 7 dB(A) t.o.v. standaarduitvoeringen.

Indien op deze wijze geen voldoende geluidreductie gerealiseerd kan worden, kan overgegaan worden tot totale omkasting van motor en tandwielkast, waarbij geluid-dempers worden toegepast in de koelopeningen (zie ook afb. 12).

Een dergelijke kast kan bijv. bestaan uit beton of metselwerk of opgebouwd zijn uit plaatstaal met mineraalwol en geperforeerde plaat aan de binnenzijde. De dempers zijn bijv. opgebouwd uit geluidabsorberende koelissen.

5.4. Spattend water bij puntbeluchters

Het geluid van het spattend water kan een probleem vormen. In onderzoek is het effect van een gaas boven het wateroppervlak, teneinde de valhoogte van het water te beperken. De invloed hiervan op de beluchting is (nog) niet geheel duidelijk. Als mogelijkheden tot beperking van het geluid kunnen genoemd worden akoestische barrières, die kunnen bestaan uit verhoogde bassinranden, dan wel aarden wallen of muren in de omgeving van het bassin. Bij carousel-installaties moet rekening gehouden c.q. kan gebruik gemaakt worden van de richtingsgevoeligheid van het beluchtingsgedeelte van de installatie.

Indien akoestische barrières niet mogelijk zijn of onvoldoende resultaat opleveren zal overgegaan moeten worden tot een volledige afscherming van beluchter en spattend water. Een oplossing in deze richting is mogelijk door een volledige over-

kapping van het beluchtingsgedeelte zoals is aangegeven in afb. 13 of door een scherm zoals aangegeven in afb. 14. Bij een volledige afscherming moet rekening gehouden worden met de invloed hiervan op de beluchting. In de oplossing van afb. 13 zijn hiervoor openingen gemaakt met geluid-absorberende koelissen. Voor een oplossing zoals in afb. 14 is modelonderzoek verricht op de proefinstallatie van het Adviesbureau van de Vereniging van Nederlandse Gemeenten Dwars, Heederik en Verhey te Hoogland met als resultaat dat een volledige afscherming met kleine toevoeropeningen voor lucht geen negatieve invloed heeft op de beluchtingscapaciteit van de beluchter. De resultaten van deze oplossing op praktisch-schaal zijn thans nog niet bekend.

5.5. Overige geluidbronnen

De overige geluidbronnen behoren niet specifiek tot een rioolwaterzuiveringsinstallatie. In het merendeel van de gevallen wordt met behulp van bouwkundige constructies het geluidniveau gereduceerd. Voor bijv. gasmotoren en blowers vormen behalve geluidhinder ook gehoorbeschadiging of kommunikatiestoornis overwegingen om het geluid van bepaalde machines te reduceren. In dit bestek wordt hier niet nader op ingegaan.

5.6. Bellenbeluchting

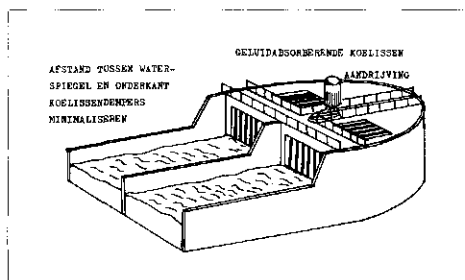
De geluidproductie van het beluchtingscircuit van een bellen-beluchtingsinstallatie kan gereduceerd worden door akoestische barrières of door afdekking.

6. Conclusie

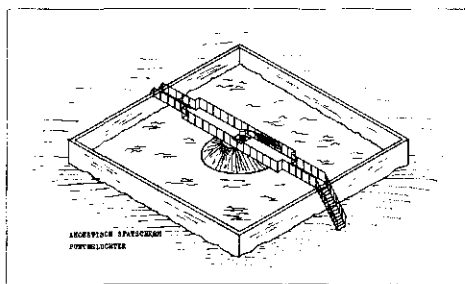
Rioolwaterzuiveringsinstallaties kunnen vooral in relatief stille en geluidgevoelige omgevingen geluidoverlast veroorzaken. Geluidoverlast is te voorkomen, maar kan met name daar waar hoge eisen worden gesteld aan het geluidniveau uitgebreide voorzieningen noodzakelijk maken. De situering van een zuiveringsinstallatie is dan ook uit het oogpunt van geluidhinder belangrijk in verband met de te treffen voorzieningen.

De situering van bepaalde onderdelen van een zuiveringsinstallatie is belangrijk met name met betrekking tot de richtingsgevoeligheid en afscherming door akoestische barrières. Op basis van de thans bekende gegevens is het mogelijk een prognose te maken voor de geluidproductie van een groot aantal onderdelen van een zuiveringsinstallatie en kunnen eventuele mogelijkheden tot geluidbeperking ontworpen worden.

De metingen en onderzoeken die de basis zijn geweest voor dit artikel zijn niet



Afb. 13 - Principe afdekking beluchterkoppen.



Afb. 14 - Principe spatscherm puntbeluchters.

afdoende voor alle geluidproblemen bij alle soorten zuiveringsinstallaties.

Schrijver is veel dank verschuldigd aan ir. R. den Engelse van het Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en West-Friesland, die in vruchtbare discussies veel heeft bijgedragen bij de totstandkoming van de huidige know-how.

