

Prestatieverlies in open kantoorruimten door lawaai

Steeds meer mensen werken in de dienstensector. Het grootste deel van de tijd is men daar werkzaam in een gebouw. Een zo gezond en aangenaam mogelijke werkomgeving is daarom niet onbelangrijk, willen mensen ongehinderd en optimaal kunnen functioneren binnen een organisatie.

*- door ir. C.P.G. Roelofsens, CFM**

Lawaai is een van de aspecten in de gebouwde omgeving die het welbevinden evenals het concentratievermogen en daarmee de prestatie binnen het werk van mensen aantast. Dat prestatieverlies gepaard gaat met veel geld mag duidelijk zijn, als men zich realiseert dat de personele kosten in een organisatie een orde van grootte hoger zijn dan de huisvestingskosten. Lawaai wordt vaak gedefinieerd als ongewenst geluid. Elk geluid dat ons hindert is in principe lawaai. Dit betekent dat niet het geluid zelf of het geluidsniveau maar de perceptie van de toehoorder bepaalt of een geluid als lawaai wordt ervaren. Dit is mede afhankelijk van de werksituatie op dat moment. Alledaags lawaai of een lawaaiërigere omgeving is dus geluid dat ons stoort en hindert in het uitvoeren van onze werkzaamheden. Door lawaai gaat men slechter presteren, vooral als het gaat om denkwerk (in het bijzonder het korte termijngeheugen) en werk waarbij creativiteit is vereist. Lawaai heeft een negatieve en soms najlende invloed op prestatie en geheugen. Lawaai in kantoorruimten is een actueel probleem dat helaas nog steeds te weinig wordt onderkend door het management binnen ondernemingen [8].

Twee van de belangrijkste oorzaken van lawaai op de werkplek zijn de

introdactie van de open kantoorwerkplek en het toch zo transparant en open mogelijk uitvoeren van gesloten bedoelde kantoorwerkplekken. Het probleem groeit door de vergroting van de bezettingsgraad en de toename van gesprekken via bijvoorbeeld de computer en de speaker op de telefoon.

Het doel van dit artikel is om aan de hand van een tweetal wetenschappelijke modellen voornoemd probleem inzichtelijk te maken en aan te tonen in welke mate lawaai - in dit geval gesprekken rondom de open werkplek - van invloed is op de prestatie van mensen werkzaam in een open kantooromgeving.

DE OPEN KANTOORRUIMTE

Kantoorruimten kunnen grofweg in twee categorieën worden ingedeeld. Open kantoorruimten met een grote



Open kantoorruimte.

- FIGUUR 1-



Ir. C.P.G. Roelofsens

concentratie werkplekken (zie figuur 1), al of niet gescheiden door schermen en kasten en conventionele kantoorruimten waar de medewerkers hun eigen ruimte hebben gescheiden van de rest.

Open kantoorruimten worden om verschillende redenen geprefereerd. De werkplek binnen open kantoorruimten is meestal 50 % kleiner dan in conventionele kantoorruimten (zie figuur 2).

Aanpassingen in de indeling van een open kantoorruimte zijn makkelijker uitvoerbaar. Een open kantoorruimte is ook makkelijker te verhuren. Daarnaast worden de economische voordelen van een open kantoorruimte nog eens benadrukt door te wijzen op aspecten als het verkorten van de werkaftstanden en het bevorderen van:

- de communicatie;
- de informatiestromen;
- de werkrelaties;
- werkbetrokkenheid;
- de transparantie;
- een frisse en moderne architectuur.

* Grontmij | Technical Management te Amersfoort

Matige akoestische situaties – aan- gaande bijvoorbeeld gespreksprivacy en moeilijke concentratie door onge- wenste gesprekken - worden op de strategische beslissingsmomenten bin- nen het huisvestingsproces niet serieus genomen, omdat de te verwachten economische en organisatorische voor- delen van een open kantoorruimte zo evident zijn, dat medewerkers worden geacht te zijner tijd gewend te raken aan het omgevingslawaai.

Uit verschillende onderzoeken blijkt dat vooral spraak (bv. intern overleg, telefoongesprekken) de meest storende geluidbron vormt binnen open kan- toorrouiten. Hierbij wordt het pro- bleem niet zozeer gevormd door het gespreksvolume of de situatie dat ver- schillende medewerkers tegelijkertijd op normaal niveau op hun werkplek- ken (telefoon)gesprekken voeren, maar vooral door het verstaan van een ge- sprek dat afleidt. Als medewerkers eenmaal zijn afgeleid dan blijkt dat men gemiddeld tien minuten of meer nodig heeft om weer op hetzelfde con- centratieniveau te komen als voor de afleiding. Helaas zijn er binnen een open kantoorruimte veel – bijna con- stant – afleidingen door conversaties gedurende de dag [1]. Het reduceren van de spraakverstaanbaarheid tussen de verschillende werkplekken in een open kantoorruimte is dus van groot belang

SPRAAKVERSTAANBAARHEID VERSUS SPREEKPRIVACY

Spraakverstaanbaarheid

De spraakverstaanbaarheid in een ruimte is te evalueren aan de hand van de spraakverstaanbaarheidsindices SII (Speech Intelligibility Index) of STI (Speech Transmission Index). De SII [2] is afgeleid en in principe gelijk aan de STI [3], echter met een iets grotere nauwkeurigheid. De STI en SII zijn meet- en berekenbare grootheden voor de spraakverstaanbaarheid waarvan de waarde varieert tussen 0 (niet verstaan- baar) en 1 (uitstekend verstaanbaar). Spraak is gemoduleerd door een test- signaal met bepaalde spraakkaracteris- tieken; uitgaande van het gegeven dat spraak kan worden beschreven door een breedbandige witte ruis, gemodu- leerd met bepaalde fluctuatiefrequen- ties. Op de plaats van ontvangst wordt de modulatie diepte van het ontvangen

signaal in een aantal frequentiebanden vergeleken met dat van het testsignaal. Het spraakverstaanbaarheidsverlies is gerelateerd aan de reductie in de modu- latediepte.

Spreekprivacy

Spreekprivacy is het tegenovergestelde van spraakverstaanbaarheid en kan het best worden beschreven aan de hand van de Privacy Index.

$$\text{Privacy Index} = 1 - \text{Spraakverstaanbaarheidsindex} \quad (-).$$

De relatie spraakverstaanbaarheidsindex, spraakverstaanbaarheid en spreek- privacy is nader toegelicht in tabel 1.

Voor een acceptabele spreekprivacy wordt een spraakverstaanbaarheids- index geadviseerd kleiner dan of gelijk aan 0,2 [7]. Voor het beoordelen van de spraakverstaanbaarheid tussen twee

tegenover elkaar liggende werkplekken, al of niet gescheiden door geluidsscher- men, is voor dit onderzoek gebruik gemaakt van het model van Wang en Bradley [5].

BEÏNVLOEDINGSASPECTEN

Conversatiegeluiden storen bij het lezen niet door hun volume maar door de mate van overeenkomst tussen de stor- ring en de tekst die we lezen. Gesprek- ken werken negatiever door op het resultaat dan het geluidsniveau op de achtergrond, vooral als de gesprekken gaan over herkenbare onderwerpen. Gesprekken die we niet verstaan, bij- voorbeeld in een vreemde taal, storen veel minder. Lawaai kan een negatieve invloed hebben op het geheugen. Con- versatiegeluiden maken het moeilijker om iets te onthouden. Ook andersoor- tige geluiden zijn van invloed, maar storen minder. Onderzoeken naar pres-



Voorbeelden van werkplek binnen open kantoorruimte

- FIGUUR 2-

Spraakverstaan- baarheidsindex (-)	Spraakverstaan- baarheid	Spreekprivacy
0,00 – 0,30	Slecht	Goed
0,30 – 0,45	Matig	Redelijk
0,45 – 0,60	Redelijk	Slecht
0,60 – 0,75	Goed	Zeer slecht
0,75 – 1,00	Uitstekend	Nee

Vertaling van de spraakverstaanbaarheidsindex naar verstaanbaarheidskwalificaties [4].

- TABEL 1-

taties in zowel lawaai-erige als goede geluidsomgevingen tonen niet altijd grote verschillen aan. Dit komt omdat men de dagelijkse geluidsomgeving tracht te compenseren met een hogere concentratiegraad. Hiervoor krijgt men vaak achteraf de rekening gepresenteerd; men raakt moe, afgemat en slecht gehumeurd. Men presteert minder en werkt slechter samen met collega's.

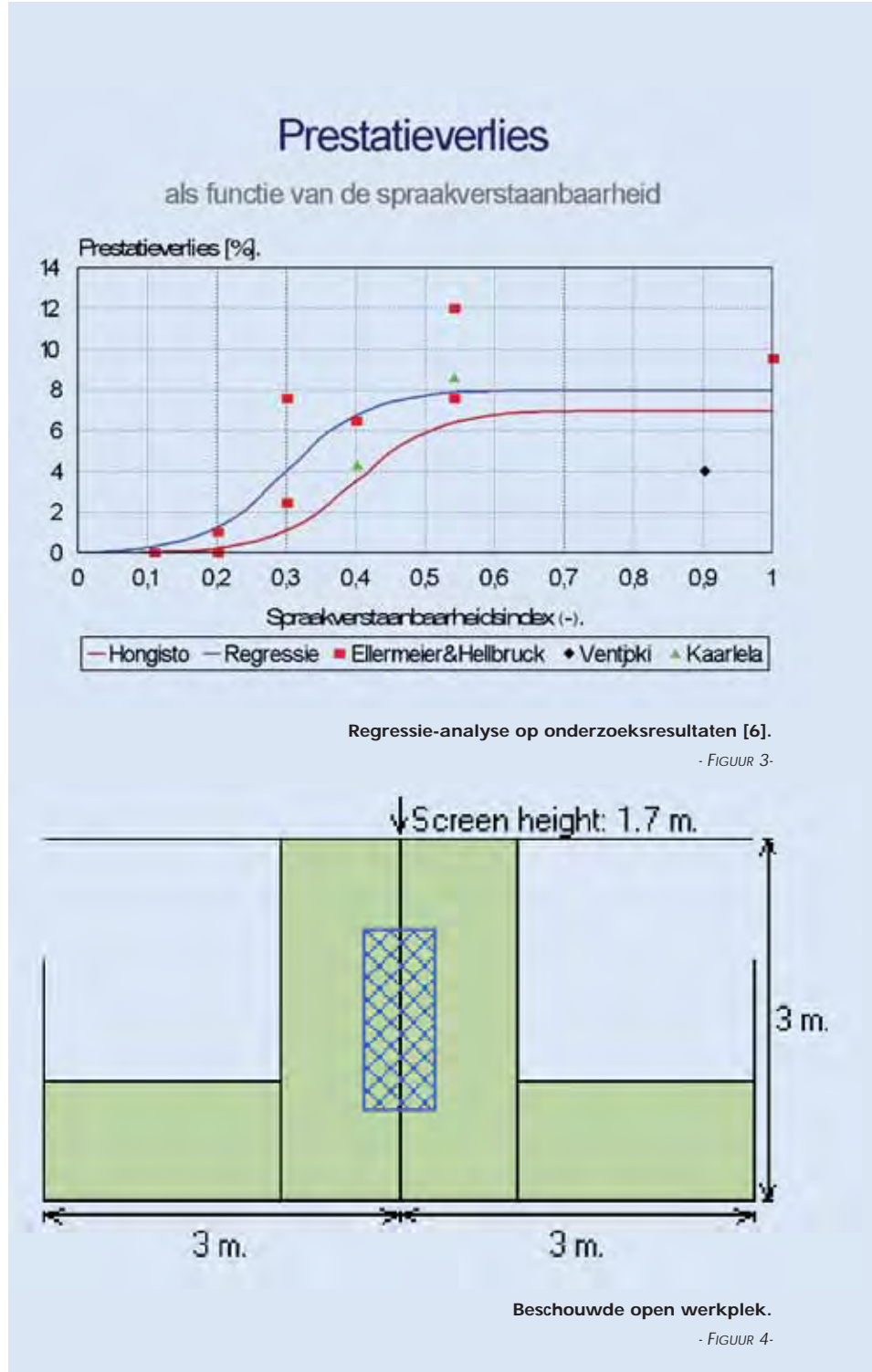
Mensen reageren min of meer instinctief op geluid. Men reageert altijd op een nieuw geluid; men verliest de aandacht voor het werk en wordt afgeleid. Het gevolg kan zijn dat men belangrijke informatie mist of gestoord wordt midden in een belangrijke gedachte of als men net een goed idee krijgt.

De zintuiglijke indrukken houdt de mens actief, tot een bepaald niveau. Daarboven werkt elke invloed storend. Die grens verschilt van persoon tot persoon, afhankelijk van het werk, de situatie, de indruk etc. Geluid kan ook tot betere prestaties leiden. Zo kan een- tonig werk met veel herhaling, bijvoorbeeld schilderwerk of lopende bandwerk, wel wat geluid hebben. Daartegenover staat dat moeilijke taken concentratie vergen. Het activeringsniveau wordt ook beïnvloed door persoonlijke omstandigheden (bv. gezondheid, slaap, drugs, geneesmiddelen, werkdruk etc.). Lawaai wordt belastend als men moet beslissen hoe een bepaalde opdracht is te vervullen. Lawaai zorgt ervoor dat men zich gedeeltelijk afsluit van de beschikbare informatie. Dit kan betekenen dat men de opdrachten niet altijd op de beste manier vervult.

Lawaai is van invloed op de strategie die men kiest om een probleem op te lossen. Als men last heeft van lawaai, kiest men simpelweg de favoriete strategie – zelfs als de omstandigheden veranderen en het lawaai wegvalt.

Lawaai verhoogt de werkdruk. Een probleem dat is op te lossen door de ambitie bij te stellen, m.a.w. men gaat taken verrichten zonder de ambitie het beste te willen.

Lawaai vermindert het prestatievermogen, zelfs nadat het lawaai is weggeval- len. Nawerkingen als vermoeidheid, irritatie en depressie zijn het resultaat. Lawaai verhult de verbale communica-

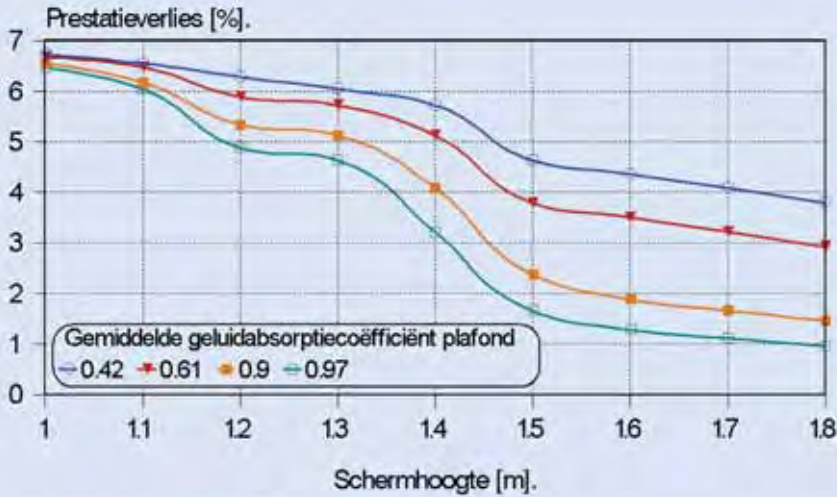


tie, oftewel lawaai wordt een verhul- lende nevel voor alles wat we zeggen of anderen tegen ons zeggen. Een lawaai- erige omgeving vergt dus een grotere inspanning, zowel van de spreker als van de toehoorder. Het wordt nog moeilijker als de toehoorder zich tege- lijkertijd op zijn/haar werk moet con- centreren [8].

PRESTATIEVERLIJES

Het ligt voor de hand het prestatiever- lies, door matige akoestische situaties, te relateren aan de mate van spraakver- staanbaarheid in een ruimte. Hiervoor is gebruik gemaakt van de onderzoeks- resultaten van het Institute of Occupa-

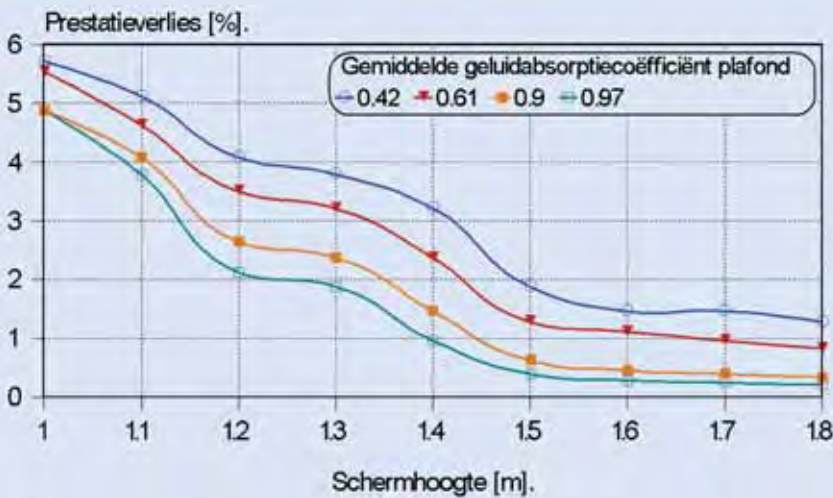
tional Health te Finland [6]. Uit een inventarisatie binnen het kader van dit Finse onderzoek blijkt dat het presta- tieverlies varieert tussen de 4 en 45 %, afhankelijk van de taak. De beste presta- tie doet zich voor als spraak afwezig is (STI=0) en het grootste prestatiever- lies treedt op als spraak perfect is te verstaan (STI=1). Tussen deze twee uitersten wordt verondersteld dat het prestatieverlies als functie van de spraakverstaanbaarheid in principe dezelfde curve is als de subjectieve spraakverstaanbaarheid als functie van de spraakverstaanbaarheidsindex, con- form IEC 60268-16 met een maximum van 7 %; zijnde het minimum presta- tieverlies binnen voornoemde inventa-



Achtergrondgeluidniveau 41,9 dB(A)

Prestatieverlies als functie van de spraakverstaanbaarheid, de schermhoogte en de geluidabsorptie van het plafond (Achtergrondgeluidniveau 41,9 dB(A).

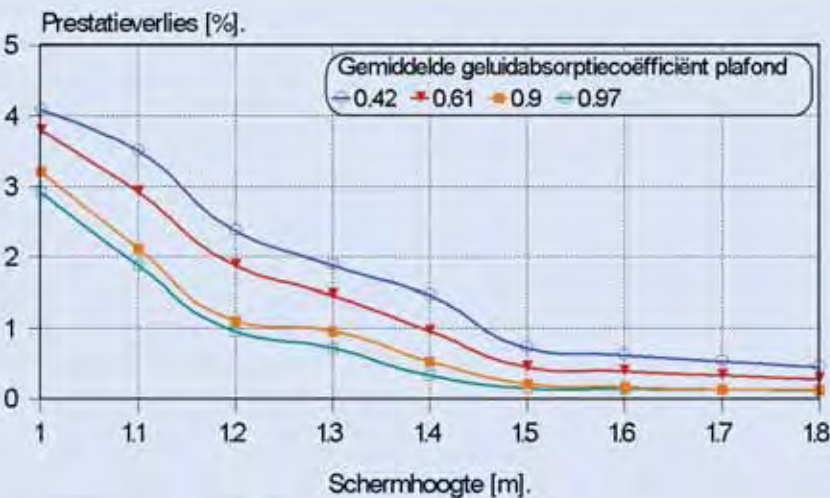
- FIGUUR 5-



Achtergrondgeluidniveau 44,9 dB(A)

Prestatieverlies als functie van de spraakverstaanbaarheid, de schermhoogte en de geluidabsorptie van het plafond (Achtergrondgeluidniveau 44,9 dB(A).

- FIGUUR 6-



Achtergrondgeluidniveau 46,9 dB(A)

Prestatieverlies als functie van de spraakverstaanbaarheid, de schermhoogte en de geluidabsorptie van het plafond (Achtergrondgeluidniveau 46,9 dB(A).

- FIGUUR 7-

risatie voor het nakijken van tekst (Zie rode curve in figuur 3). In het Finse onderzoek is het model echter niet afgeleid via regressie-analyse van de onderzoeksresultaten. Om die reden leek het zinvol binnen het kader van deze beschouwing alsnog regressie-analyse uit te voeren op de onderzoeksresultaten om na te gaan in hoeverre dit van invloed zou kunnen zijn op het uiteindelijke model. De resultaten zijn grafisch weergegeven in figuur 3. De blauwe curve is de door regressie-analyse afgeleide functie.

Door de Boltzmann sigmoïdfunctie, zoals geadviseerd in voornoemd onderzoek, via regressie-analyse te bepalen is als voorspellingsmodel de volgende functie af te leiden (zie blauwe curve in figuur 3):

$$DP = 8,03 * (1 - 1 / (1 + \text{EXP}((STI - 0,30) / 0,06)))$$

Hierin is:

DP = prestatieverlies (%)

STI = spraakverstaanbaarheidsindex (-)

Het maximum blijkt dan iets hoger te liggen. Voorts verschillen de resultaten duidelijk in het spraakverstaanbaarheidsindexinterval tussen ca. 0,2 en 0,5. De hier afgeleide herziene functie lijkt onzes inziens niet alleen beter aan te sluiten op weergegeven onderzoeksresultaten maar tevens beter overeen te stemmen met de vertaling van de spraakverstaanbaarheidsindex naar verstaanbaarheidskwalificaties, zoals weergegeven in de NPR 3438 [4].

BESCHOUWDE SITUATIE

Om een indruk te krijgen over de mate van prestatieverlies van medewerkers in een open kantoorruimte is een rekenstudie uitgevoerd. Hierbij is uitgegaan van een open werkplek, zoals weergegeven in figuur 4, waarbij de schermhoogte, de geluidabsorptiecoëfficiënt van het plafond evenals het achtergrondgeluidniveau varieerden. Om aansluiting te blijven houden met voornoemd Fins onderzoek is voornamelijk het door hen voorgestelde voorspellingsmodel aangehouden, in plaats van de hier afgeleide herziene functie.

BEREKENINGSRESULTATEN

De berekeningsresultaten zijn grafisch weergegeven in de figuren 5 t/m 7.

CONCLUSIES

Op grond van de beschouwing wordt het volgende geconcludeerd:

- aan de hand van voornoemde modellen is het mogelijk het prestatieverlies door gesprekken te kwantificeren bij diverse bureauopstellingen in een open kantoorruimte;
- het resultaat van het Finse onderzoek is onzes inziens te verbeteren door een relatie af te leiden via regressie-analyse op grond van de weergegeven onderzoeksresultaten;
- de hier afgeleide functie lijkt onzes inziens niet alleen beter aan te sluiten op de in figuur 3 weergegeven onderzoeksresultaten maar tevens beter overeen te stemmen met de vertaling van de spraakverstaanbaarheidsindex naar verstaanbaarheidskwalificaties, zoals weergegeven in de NPR 3438;
- het maximale prestatieverlies voor kantoormedewerkers bij gesprekken die goed zijn te verstaan, is conform de herziene functie ca. 8 %;
- met gebruik van de herziene functie zouden de curven in de figuren 5 t/m 7 iets hoger komen te liggen in de grafiek;
- vooral in het spraakverstaanbaarheidsindexinterval tussen ca. 0,2 en 0,5 verschilt de herziene functie significant met het model zoals weergegeven in het Finse onderzoek;
- de spraakverstaanbaarheidsindex dient lager te zijn dan 0,5 wil er enige positieve invloed zijn op de prestatie;
- voor een acceptabele spreekprivacy wordt een spraakverstaanbaarheidsindex geadviseerd kleiner dan of gelijk aan 0,2 [7];
- bij toename van het achtergrondgeluidniveau neemt de spraakverstaanbaarheid van gesprekken af en het prestatieverlies toe. Voor open kantoorruimten is een achtergrondgeluidniveau van minimaal 45 dB(A) wenselijk bij de aanwezigheid van gesprekken die kunnen afleiden. Het achtergrondgeluidniveau mag echter niet hoger zijn dan 48 dB(A) [7];
- in de praktijk betekent het voorgaande de toepassing van zowel een zeer goed geluidabsorberend plafond als hoge geluidsschermen en een goede spraakmaskering. Zonder deze drie maatregelen is een goede spreekprivacy in een open kantoorruimte niet te realiseren;

- algemene maatregelen ter voorkoming van activiteiten met te hoge geluidsniveaus bevorderen de spreekprivacy en vergroten de prestatie;
- aanvullend dient er binnen het ontwerp van open kantoorruimten te allen tijde rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van gesloten kantoorruimten waarin een kantoormedewerker zich kan terugtrekken voor het voeren van een telefoongesprek of werkzaamheden waarbij een hogere concentratiegraad is vereist.



LITERATUUR

1. F. W. Folsom, Th. A. Koenig, "The impact of open plan speech noise on employee productivity & satisfaction and the facility solutions", Dynasound Inc
2. ANSI Standard S3.5, 1997
3. NEN-EN-ISO-9921 "Ergonomie - Beoordeling van spraakverstaanbaarheid", oktober 2003
4. NPR 3438 "Ergonomie - Geluidshinder op de arbeidsplaats - Bepaling van de mate van verstoring van communicatie en concentratie", november 2006
5. C. Wang, J.S. Bradley "Sound Propagation between two adjacent rectangular workstations in an open plan office. I Mathematical modelling", NRCC-46314, 2002.
6. V. Hongisto "A model predicting the effect of speech of varying intelligibility on work performance", Indoor Air, 2005
7. J.S. Bradley, B.N. Gover "Criteria for open-plan offices", Inter-Noise 2004
8. "Geluid en het moderne kantoor", Hilanders, Helsingborg, Zweden, 1999.

LEGIONELLA-BESTRIJDING

Het Belgische bedrijf Ecodis heeft een technologie ontwikkeld om de Legionellabacterie te bestrijden. De Nederlandse overheid steunt deze nieuwe aanpak in legionellabestrijding en verleende Ecodis een VGB-vergunning om in Nederland het water te desinfecteren zonder chemicaliën, zonder zout en zonder het op te warmen tot 60 °C. VGB staat voor Verklaring van Geen Bezwaar.

GEEN BEZWAAR

Het 2B Sure Legionella Beheerssysteem heeft groen licht gekregen van Kiwa, de internationale organisatie voor certificatie en onderzoek. Met een Verklaring van Geen Bezwaar maakt Kiwa de weg vrij voor deze alternatieve techniek om Legionella problemen te voorkomen. In 2006 is het aantal bij VROM bekende legionella gevallen met 45 % toegenomen ten opzichte van 2005.

KLIMAAT-VERANDERING

Ruim 60 deelnemers trok de 'Game Klimaatverandering in de Bouw' die onlangs plaatsvond in het Provinciehuis van de provincie Utrecht. Doelstelling was alle schakels in de bouwketen (opdrachtgevers, bouwers, architecten, installateurs, adviseurs en dubo-coördinatoren) inzicht te geven in hun verantwoordelijkheid om klimaatverandering tegen te gaan. Tijdens de 'Game' kwam een feitenbetoog van de heer Hiddes, directeur van AM Energy en Voorzitter Projectontwikkeling Woningbouw Projectgroep Duurzame energie aan de orde, maar ook een 'praktijksituatie' in de vorm van een rollenspel.

ANALYSE VAN LEGIONELLA

De methode voor de bepaling van Legionella in water is verbeterd, zo meldt NEN. Het gepubliceerde normontwerp vervangt de methode uit 1991 en is op een aantal punten aangepast en uitgebreid. Belanghebbenden kunnen tot 1 juli 2007 bij NEN commentaar indienen op het normontwerp.