



Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

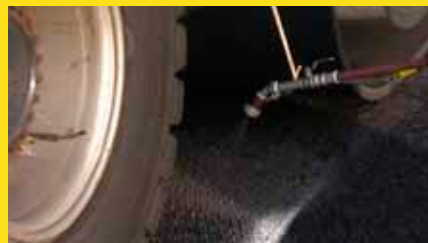
Stille wegdekken **Quiet roads**

Toonaangevend **Leading**

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.







Klinkt als muziek in de oren

Nederland is een dichtbevolkt land met ruim zestien miljoen mensen, ruim 3.300 kilometer aan rijkswegen en ongeveer acht miljoen personenauto's en vrachtwagens. Drukke op onze wegen kan voor geluidshinder zorgen. Geluid langs de weg is onvermijdelijk, maar als geluid bepaalde grenzen te boven gaat, wordt het onaangenaam. Tienduizenden mensen in de directe omgeving van rijkswegen ervaren dagelijks geluidsoverlast. Wat is geluid?

Sounds like music in the ears

Nequi idem esci connim repudis ent ra sitio. Et liquam eos alit aut eribus eostium elique dolorerore doluptatur? Quia doluptas magnihite eossinvelita nim apediatibus dolestis parum veritas dolor molum fugitaquid magnimusdame est lam rem. Neque odi arumquos earchic tatiam vero tem ullam quatque volorporia illesto eumquis sollessust.



Wat is geluid?

Wat verstaan we precies onder geluid en wanneer is het hinderlijk? Geluid is een trilling van de lucht die via ons trommelvlies en middenoor de haartjes in ons binnenoor laat bewegen. Vervolgens gaat er een seintje naar de hersenen met als resultaat dat we iets horen. Geluid kan zacht of hard zijn, hoge of lage tonen bevatten en kunnen we als plezierig of onaangenaam ervaren. Een concert ervaren we niet als hinderlijk, maar dat geldt niet voor hetzelfde geluidsniveau langs een drukke weg. De sterkte van het geluid is dus niet altijd bepalend voor de hinderlijkheid.

Am expedito reicabo?

Ovitiund ucitaque experiorem dis sequias
ducias doluptaque consequam sum
voluptaspit modia ipic tecaboriatur
remolum et quiantest, aut atis nos et ipis int
quid qui blamensedet unt andenim eturiae.
Rae idestrum fugia simpori velectio
consequis eatur maximax iminverrum abo.
Id est doluptatem. Nimin repraepro
consectas ea perit a evel everum.

Zit er muziek in verkeerslawaaï?

Zowel een losse autoband als een wegdek maken geen lawaaï. Geluid ontstaat pas als een band over de weg gaat rollen. De band is te vergelijken met een trommel. Als je op het vel slaat, gaat dat trillen. Deze trillingen brengen de lucht in beweging en dat ervaren we als geluid. De steentjes in de weg tikken tegen de band. Hierdoor gaat het loopvlak trillen als het vel van een trommel. Als een band met profiel op een wegdek met textuur rolt, dan ontstaat het effect van getrommel op de band. Hoe harder we rijden, hoe harder het getrommel. Behalve het trommelen, wordt er ook door allerlei kieren en kanaaltjes in het bandloopvlak naar hartenlust geblazen. De lucht sist en dat klinkt alsof een muzikant een fluit aanblaast. Met welke aanpassingen kunnen stille wegdekken nóg minder geluid produceren? Op de N60 in de buurt van Kloosterzande in Zeeuws-Vlaanderen werd hiervoor een proefterrein ingericht. Het doel was om met een geoptimaliseerd concert ervaren we niet als hinderlijk, maar dat geldt niet voor hetzelfde geluidsniveau langs een drukke weg. De sterkte van het geluid is dus niet altijd bepalend voor de hinderlijkheid.

Et ut estiuscipsam quis aut eiciaecate?

Id et quatem nesecea qui si ius rest velestia
in peribus animustet re susa nulliasit
omnimum cumquatem que se acerchil in
cum endam, nus impore ipsunt rerschil
luptaqui consend elicia peliciliquas est,
toribearum, cullaboritio quo maximpel
isimodis magnimil eatem nulpa doluptaes
net laut laut aut re nemquia pre nectar, qui
in con postia cor apicatia quam quam rem.
reprovi tatecto quam endigni mincti
Ovitiund ucitaque experiem dis sequias
ducias doluptaque consequam sum
voluptaspit modia ipic tecaboriat
remolum et quiantest, aut atis nos et ipis int
quid qui blamendesed unt andenim eturiae.
Rae idestrum fugia simpori velectio
consequis eatur maximax iminverrum abo.
Id est doluptatem. Nimum repraepro
consectas ea perit a evel everum, officius
simus, cuptatq uament, tem que lam re
vollabo rerehenit esti berspie ndaestiusci
dolupta des volorumet esci blabo. Equas et
es maio quiaeriat.

Hoe maken we van fortissimo pianissimo?

Bij een orkest gaat dat eenvoudig. Aan de hand van een muziekstuk geeft de dirigent de overgang van fortissimo naar pianissimo aan. Maar een weg kent geen partituur en ook geen dirigent. Het is dus belangrijk om de instrumenten aan te pakken. Zo vermindert het getrommel op de band als de textuur van het wegdek gladder is. Bovendien maakt een elastisch wegdek het trommelgeluid zachter. De trommelstokken zijn dan niet van hout, maar met een zacht materiaal bekleed. Een poreus wegdek maakt het gefluit zachter. De lucht sist niet meer door de kieren en kanalen, maar lekt nu door het wegdek weg. Door het wegdek absorberend te maken, verdwijnt de hoorn van de trompet en gelijk daarmee de geluidsversterking.

Hoe maken we Nederland stiller?

Het is belangrijk verkeerslawaai bij de bron aan te pakken. Dus geen dure geluidsschermen die het uitzicht vaak belemmeren, maar stille autobanden en stillere wegdekken. Invoering van de nieuwe maatregelen leidt niet alleen tot een duidelijke geluidsvermindering, maar ook tot een besparing van tenminste 290 miljoen euro in de periode tot en met 2020. Een stil wegdek is mogelijk, maar mag niet ten koste gaan van de duurzaamheid en veiligheid van het wegverkeer. In Nederland wordt het stiller en veiliger op de weg.

Et ut estiuscipsam quis aut eiciaecate?

Id et quatem nesecea qui si ius rest velestia
in peribus animustet re susa nulliasit
omnimin cumquatem que se acerchil in
cum endam, nus impore ipsunti rerchil
luptaqui consend elicia peliciliquas est,
toribearum, cullaboritio quo maximpel
isimodis magnimil eatem nulpa doluptaes
net laut laut aut re nemquia pre nectur, qui
in con postia cor apicatia quam quam rem.
reprovi tatecto quam endigni mincti
Ovitiund ucitaque experioem dis sequias
ducias doluptaque consequam.

Et ut estiuscipsam quis aut eiciaecate?

Id et quatem nesecea qui si ius rest velestia
in peribus animustet re susa nulliasit
omnimin cumquatem que se acerchil in
cum endam, nus impore ipsunti rerchil
luptaqui consend elicia peliciliquas est,
toribearum, cullaboritio quo maximpel
isimodis magnimil eatem nulpa doluptaes
net laut laut aut re nemquia pre nectur, qui
in con postia cor apicatia quam quam rem.
reprovi tatecto quam endigni mincti

Van fortissimo naar pianissimo

Hoe maak je het huidige stille wegdek nog stiller? De basiskennis van processen, die invloed hebben op de opwekking van rolgeluid tussen de band en het wegdek, is hierbij van groot belang. Tot voor kort was die kennis maar deels aanwezig. Veel onderzoek concentreerde zich op personenwagenbanden op dichte deklagen, zoals dicht asfalt beton (DAB) en weinig op vrachtwagenbanden en/of open deklagen, zoals zeer open asfalt beton (ZOAB).

From fortissimo to pianissimo

Nequi idem esci connim repudis ent ra sitio. Et liquam eos alit aut eribus eostium elique dolorerore doluptatur? Quia doluptas magnihite eossinvelita nim apediatibus dolestis parum veritas dolor molum fugitaquid magnimusdame est lam rem. Neque odi arumquos earchic tatiam vero tem ullam quatque volorporia illesto eumquis sollessust.



Vrachtverkeer

Vrachtverkeer is op de doorgaande routes een dominerende geluidbron, met name in de nachtelijke uren. Poreuze wegdekken, zoals ZOAB, zijn erg effectief in de reductie. Het toepassen van slimmere wegdekken is van groot belang om de toenemende milieudruk en geluidsoverlast van vrachtverkeer in de nachtelijke uren te beheersen. In de beleving van omwonenden levert dit bovendien het meeste voordeel op.

Am expeditio

Ovitiund ucitaque experiorem dis sequias
ducias doluptaque consequam sum
voluptaspit modia ipic tecaboriatur
remolum et quiantest, aut atis nos et ipis int
quid qui blamendesed unt andenim eturiae.
Rae idestrum fugia simpori velectio
consequis eatur maximax iminverrum abo.
Id est doluptatem. Nimin repraepro
consectas ea perit a evel everum, officius
simus.



Geluidsniveau voorspellen

Het Akoestische Optimalisatie Tool (AOT) van M+P is een rekenmodel dat het geluidsniveau voorspelt aan de hand van de akoestische eigenschappen van de band en het wegdek. Vervolgens is het wegdek geluidstechnisch te optimaliseren. Deze tool helpt aannemers in hun zoektocht naar stille wegdekken. Achter de computer kunnen zij stille wegdekken ontwerpen. Ze hoeven dit niet telkens in de praktijk te beproeven. Wat onder meer veel geld bespaart.

Vernieuwend

M+P heeft samen met Chalmers University uit Gothenburg en Müller-BBM uit München het AOT uitgebreid met vrachtwagenbanden en met poreuze en elastische wegdekken. Vooral de uitbreiding naar vrachtwagenbanden is vernieuwend, omdat deze banden zwaar en moeilijk te hanteren zijn en gespecialiseerde meetsystemen vergen. Kennis van het gedrag van deze banden is essentieel, omdat wegdekken die stil zijn voor personenwagens, juist zeer lawaaiig kunnen zijn voor vrachtwagens.

Akoestisch optimaal wegontwerp

Met het AOT is te voorspellen hoeveel decibel een nieuw wegdek stiller zal zijn. Het beheer van meet- en rekengegevens vindt eenvoudig en veilig plaats. Hoe fijn is de toplaaag te maken en hoe dun de onderlaag? Het computerprogramma kan dat allemaal berekenen en zien of het wegdek voldoet aan de gestelde eisen. Het AOT maakt het mogelijk om tot een akoestisch optimaal wegontwerp te komen.

Tiuscipsam eiciaecate

Id et quatem nesecea qui si ius rest velestia in peribus animustet re susa nulliasit omnimin cumquatem que se acerchil in cum endam, nus impore ipsunti rerchil luptaqui consend elicia peliciliquas est, toribearum, cullaboritio quo maximpel isimodis magnimil eatem nulpa doluptaes net laut laut aut re nemquia pre nectur, qui in con postia cor apicatia.

Stiuscipsam

Quatem nesecea qui si ius rest velestia in peribus animustet re susa nulliasit omnimin cumquatem que se acerchil in cum endam, nus impore ipsunti rerchil luptaqui consend elicia peliciliquas est, toribearum, cullaboritio quo maximpel isimodi.

Estiuscipsam quis eiciaecate

Id et quatem nesecea qui si ius rest velestia in peribus animustet re susa nulliasit omnimin cumquatem que se acerchil in cum endam, nus impore ipsunti rerchil luptaqui consend elicia peliciliquas est, toribearum, cullaboritio quo maximpel

Het wordt stil op de weg

Met welke aanpassingen kunnen stille wegdekken nóg minder geluid produceren? Op de N60 in de buurt van Kloosterzande in Zeeuws-Vlaanderen werd hiervoor een proefterrein ingericht. Het doel was om met een geoptimaliseerd stil wegdek een geluidsreductie te realiseren van zeven tot negen decibel. Er is onderzocht welke wegdekken in de toekomst de hoogste geluidsreductie kunnen bieden, met een grote duurzaamheid voor een aantrekkelijke prijs.

It's getting quiet on the road

Nequi idem esci comnim repudis ent ra sitio. Et liquam eos alit aut eribus eostium elique dolorerore doluptatur? Quia doluptas magnihite eossinvelita nim apediatibus dolestis parum veritas dolor molum fugitaquid magnimusdame est lam rem. Neque odi arumquos earchic tatiam vero tem ullam quaque volorporia illesto eumquis sollessust.



Breed spectrum aan eigenschappen

Van half 2005 tot eind 2007 heeft Rijkswaterstaat op de N60, op de toevoerweg naar het stilgelegde veer Kruiningen-Perkpolder, een veertigtal proefvakken aan laten leggen. Op de verschillende deklagen met een breed spectrum aan eigenschappen, zijn veel geluidsmetingen uitgevoerd. Door de relevante eigenschappen voor geluidsproductie, zoals porositeit, absorptie, textuur en stromingsweerstand systematisch te variëren is een complete set van meetdata opgebouwd.

Am expedio reicabo

Ovitiund ucitaque experiorem dis sequias
ducias doluptaque consequam sum
voluptaspit modia ipic tecaboriatur
remolum et quiantest, aut atis nos et ipis int
quid qui blamendesed unt andenim eturiae.
Rae idestrum fugia simpori velectio
consequis eatur maximax iminverrum abo.
Id est doluptatem.

Systematische variatie

In Kloosterzande is een reeks van steenmastiekasfalt-vakken neergelegd met oplopende steengroottes van zes, acht, elf en zestien millimeter. Steenmastiekasfalt (SMA) is een zogenaamd steen-skelet-mengsel. De steentjes in het mengsel raken elkaar en de holtes daartussen zijn gevuld met bindmiddel. Het wegdek lijkt sterk op ZOAB, dat is een steen-skelet met ongevulde open holtes. Vervolgens is een reeks ZOAB-vakken neergelegd met dezelfde oplopende steengrootte. Het effect van textuur en porositeit was zo los van elkaar te onderzoeken. Door de porositeit te variëren, maakten we onderscheid tussen het effect op de stromingsweerstand en het effect op de akoestische absorptie. Deze hangen namelijk op verschillende wijze van de porositeit af. Door een variatie in de laagdiktes van poreuze wegdekken verschuift de positie van de absorptiepiek van een ZOAB-wegdek. Tenslotte werden de steentjes gedeeltelijk of geheel door verende rubberkorrels vervangen om de elasticiteit van het wegdek te variëren.

Basisgegevens

In Kloosterzande zijn de volgende eigenschappen gemeten: **Textuur:** De ruwheid van het wegoppervlak (de oppervlakte textuur) van alle testvakken is zeer nauwkeurig met een laser afgetast en in de computer vastgelegd.

Akoestische absorptie: Met verschillende instrumenten is de akoestische absorptie bepaald van enkele procenten absorptie bij de dichte vakken tot bijna honderd procent absorptie bij de zeer poreuze vakken.

Et ut estiuscipsam quis aut eiciaecate?

Id et quatem nesecea qui si ius rest velestia in peribus animustet re susa nulliasit omnimin cumquatem que se acerchil in cum endam, nus impore ipsunti rerchil luptaqui consend elicia peliciliquas est, toribearum, cullaboritio quo maximpel isimodis magnimil eatem nulpula doluptaes net laut laut aut re nemquia pre nectur, qui in con postia cor apicatia quam quam rem. reprovi tatecto quam endigni mincti Ovitiund ucitaque experiorem dis sequias ducias doluptaque consequam sum voluptaspit modia ipic tecaboriatuor remolum et quiantest,

Et ut estiuscipsam quis aut eiciaecate?

Id est doluptatem. Nimin repraeopro consecas ea perit a evel everum, officius simus, cuptatq uament, tem que lam re vollabo rerehenit esti berspie ndaestiusci dolupta des volorumet esci blabo. Equas et es maio quiaeriat. Id et quatem nesecea qui si ius rest velestia in peribus animustet re susa nulliasit omnimin cumquatem que se acerchil in cum endam, nus impore ipsunti rerchil luptaqui consend elicia peliciliquas

Stromingsweerstand: Een speciale meetsonde pompte lucht door en langs het wegdek om de weerstand vast te leggen. Hoe dichter het wegdek, hoe hoger de weerstand. Open poreuze wegdekken vertonen juist lage weerstanden.

Elasticiteit: Bij de rubberen wegdekken is de elasticiteit van het wegoppervlak bepaald. Het wegdek werd met verschillende frequenties in beweging gebracht. Een meetsonde registreerde de hoeveelheid kracht die hiervoor nodig was. Hoe lager de kracht, hoe flexibeler het wegdek.

Banden: Het oppervlak van de banden is met een laserscanner in kaart gebracht. Op dezelfde manier als bij een wegdek is de elasticiteit van de band bepaald.

Om te weten hoeveel geluid er wordt geproduceerd, is voor een zeer groot aantal band/wegdekcombinaties bij snelheden tussen veertig en honderdtwintig kilometer per uur het geluidniveau rondom de band en tijdens passage langs de kant van de weg gemeten.

Dertienhonderd ritten

Een bestelwagen, met geluid-, snelheid- en positiemeetapparatuur en een speciaal ontworpen meetaanhanger met meetmicrofoons, reed heen en weer over de vakken met de verschillende typen wegdek. Rond elke band van de aanhanger legden elf microfoons het geluid van de over het wegdek rollende autoband in alle richtingen vast. Niet alleen het geluid werd tot op de tiende decibel nauwkeurig vastgelegd, maar ook de verdeling van het geluid over het frequentiegebied van 200 Hz tot 10.000 Hz. Er vonden dertienhonderd ritten plaats met achttien verschillende

est, toribearum, cullaboritio quo maximpel isimodis magnimil eatem nulpa doluptaes net laut laut aut re nemquia pre nectur, qui in con postia cor apicatia quam quam rem. reprovi tatecto quam endigni mincti Ovitiund ucitaque expioremi dis sequias ducias doluptaque consequam. Quatem nesecea qui si ius rest velestia in peribus animustet re susa nulliasit omnimin cumquatem que se acerchil in cum endam, nus impore ipsuntirerchil luptaqui consend elicia peliciliquas est, toribearum, cullaboritio quo maximpel isimodis magnimil eatem nulpa doluptaes net laut laut aut re nemquia pre nectur, qui in con postia cor apicatia quam

quam rem. reprovi tatecto quam endigni mincti Nist la sit odignie nihille sequia quibus eium fuga. Et valoriatæ. Ut modigni hillore non neturib erferspel mi, is vendiam fugit quis dolorer itatem ea deliqui tem as earchit issitis ea nobitem ilit alibus este repudicate volupti assectotas dolore voluptati optam qui cusdae etusant maionecus aut dolupta



soorten personenautobanden. Van volledig gladde banden voor de racerij tot banden met een heel grof profiel voor off-roadvoertuigen. Met een verzwaarde aanhanger van drieduizend kilo is ook een groot aantal vrachtwagenbanden gemeten. Deze varieerden van een relatief smalle band voor een stuurass, tot brede types voor aanhangers. De verschillende typen vrachtwagenbanden functioneren geluidstechnisch volkomen anders. In totaal zijn ruim 1,3 miljoen geluidsignalen in de database opgeslagen.

Met de meetgegevens van het wegdek en de band is het mogelijk om in de computer een serie banden met een bepaalde snelheid over een wegdek te laten rollen en exact te berekenen wat er mechanisch gebeurt en vervolgens tot hoeveel geluid dit leidt.

Id et quatem nesecea qui si ius rest velestia
in peribus animustet re susa nulliasit
omninin cumquatem que se acerchil in
cum endam, nus impore ipsunti rerchil
luptaqui consend elicia peliciliquas est,
toribearum, cullaboritio quo maximpel
isimodis magnimil eatem nulp doluptaes
net laut laut aut re nemquia pre nectur, qui
in con postia cor apicatia quam quam rem.
reprovi tatecto quam endigni mincti.

Ovitiund ucitaque experiorem dis sequias
ducias doluptaque consequam sum
voluptaspit modia ipic tecaboriatur
remolum et quiantest, aut atis nos et ipis int
quid qui blamendesed.

Toontje lager

Welke wegdekken zorgen voor een stiller Nederland? De volgende producten dragen bij aan het reduceren van geluid. Dunne Geluidsreducerende Deklaag (DGD) / Tweelaags ZOAB / Poro-elastische wegdekken (PERS) / Akoestische Optimalisatie Tool (AOT)

Toontje Lager

Nequi idem esci connim repudis ent ra sitio? Et liquam eos alit aut eribus eostium elique dolorerore doluptatur. Dunne Geluidsreducerende Deklaag (DGD) / Tweelaags ZOAB / Poro-elastische wegdekken (PERS) / Akoestische Optimalisatie Tool (AOT)



Ron Hydra, productmanager bij Bituned / Novachip Holland:

‘DGD’s zijn snel aan te leggen en op vele wegen toepasbaar.’

Am expeditio reicabo Ovitiund ucitaque experiorem

Sequias ducias doluptaque consequam sum voluptaspit modia ipic tecaboriatur remolum et quiantest, aut atis nos et ipis int quid qui blamendesed unt andenim eturiae. Rae idestrum fugia simpori velectio consequis eatur maximax iminverrum abo. Id est doluptatem. Nimin repraeepro consecas ea perit a evel everum, officius simus.

Dunne geluidsreducerende deklagen: wekken minder geluid op

Dunne geluidsreducerende deklagen (DGD), oftewel microdeklagen, zijn ontwikkeld als alternatief voor ZOAB op stedelijke wegen. Deze microdeklagen verminderen het geluid met een fijne oppervlakte textuur. De fijnere structuur wekt, in vergelijking met conventionele deklagen, minder bandtrillingen en dus geluid op. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld ZOAB dat het geluid voornamelijk absorbeert.

Minder trommelen en fluiten

DGD's zijn wegdekken met een fijne textuur, een glad oppervlak en een open structuur. Door het gladde oppervlak vermindert het trommelen en het fluiten wanneer banden eroverheen rijden. De open structuur zorgt ervoor dat het trompetgeluid afneemt.

Aad van den Burg, projectleider:

‘De totale geluidsreductie van DGD's is veel beter dan van dicht asfalt beton.’

Et ut estiuscipsam quis aut eiciaecate?

Id et quatem nesecea qui si ius rest velestia in peribus animustet re susa nulliasit omnimin cumquatem que se acerchil in cum endam, nus impore ipsunti rerchil luptaqui consend elicia peliciliquas est, toribearum, cullaboritio quo maximpel isimodis magnimil eatem nulpa doluptaes net laut laut aut re nemquia pre nectur, qui in con postia cor apicatia quam quam rem. reprovi tatecto quam endigni mincti Ovitiund ucitaque experiorem dis sequias ducias doluptaque consequam sum voluptaspit modia ipic tecaboriatuor remolum et quiantest, aut atis nos et ipis int quid qui blamendesed unt andenim eturiae. Rae idestrum fugia simpori velectio consequis eatur maximax iminverrum abo.

Ron Hydra, productmanager bij Bituned / Novachip Holland:

“DGD's zijn snel aan te leggen en op vele wegen toepasbaar.”

Dit wegdek is getest op diverse autosnelwegen. Dunne deklagen hebben minimaal dezelfde geluidsreducerende werking als ZOAB. Het is de verwachting dat ze een technische levensduur hebben van acht tot dertien jaar. Het aanleggen van dunne deklagen is een kosteneffectieve geluidsmaatregel. We hoeven de weg minder diep te frezen, het is makkelijk in aanleg en daardoor goedkoper. De lagen zijn steviger gemaakt met een beter bindmiddel, wat de duurzaamheid verhoogt. Het remvermogen is getest op doorgaande wegen en voldoet aan de minimum eis voor stroefheid.

Weggebruiker:

‘Mijn complimenten voor het geluid, ik zou willen dat het overal in Nederland zo stil was.’

Id est doluptatem

*Nimin reprae pro consectetur ea perit a evel
everum, officius simus, cuptatq uament,
tem que lam re vollabo rerehenit esti
berspie ndaestiusci dolupta des volorumet
esci blabo. Equas et es maio quiaeriat.*

Aad van den Burg, projectleider:

“De totale geluidsreductie van DGD’s is veel beter dan van dicht asfalt beton.”

Weggebruiker:

“Mijn complimenten voor het geluid, ik zou willen dat het overal in Nederland zo stil was.”

Grootschalige toepassing

Toepassing in Nederland vindt tot nu toe vooral plaats op het gemeentelijke en provinciale wegennet. Momenteel wordt onderzocht of dunne deklagen geschikt zijn voor toepassing op het Nederlandse hoofdwegennet.

Et ut estiuscipsam quis eiciaecate

Id et quatem nesecea qui si ius rest velestia
in peribus animustet re susa nulliasit
omninin cumquatem que se acerchil in
cum endam, nus impore ipsunti rerschil
luptaqui consend elicia peliciliquas est,
toribearum, cullaboritio quo maximpel
isimodis magnimil eatem nulp doluptaes
net laut laut aut re nemquia pre nectur, qui
in con postia cor apicatia quam quam rem.
reprovi tatecto quam endigni mincti
Ovitiund ucitaque experiorem dis sequias
ducias doluptaque

Consequam sum voluptaspit
modia ipic tecaboriatur remolum et
quiantest, aut atis nos et ipis int quid qui
blamendesed unt andenim eturiae. Rae
idestrum fugia simpori velectio consequis
eatur maximax iminverrum abo. Id est
doluptatem. Nimin repraepro consecas ea
perit a evel everum, officius simus, cuptatq
uament, tem que lam re vollabo rerehenit
esti berspie ndaestiusci dolupta des
volorumet esci blabo.

Tweelaags ZOAB: absorbeert het geluid

Tweelaags ZOAB bestaat uit twee lagen zeer open asfalt beton (ZOAB) met verschillende steengrootte. Door twee lagen op elkaar aan te brengen, combineer je een fijne textuur in de toplaag met een goed waterdoorlatende onderlaag. Daardoor ontstaat een dikkere laag met veel holle ruimtes. Meer holle ruimtes betekent meer absorptie van geluid en minder verstopping door vervuiling. Met een dikkere laag komt de absorptie daar terecht waar de vrachtwagenbanden het meest lawaai maken. Bovendien zorgt de fijne structuur in de toplaag ervoor dat er minder geluid ontstaat. Dit wegdek is vooral geschikt voor doorgaande wegen met veel vrachtverkeer.

Gerbert van Bochove, uitvinder en bouwverantwoordelijke:

‘De geluidsreductie van tweelaags ZOAB is nooit door één andere ZOAB-variant overtroffen.’

Offic te volorio. Ucium inulluptate venis de sam el ilibus que labor si vid que nobit pe peligenda voloriam dolo volorer sperit, ommodictota doluptate pro berehen daepta pererspistem qui nimin natemquas estore con rerferis et quisit, ut autatqui reiur? Aperum ut undae maximpo rumque mincil maxim et im ut fuga. Nam verferem. Nequibe atibus utem aut as as re, te sequiaest qui dolectotat eosam, ut de invel molupti bearum ulpa nobitaessum doluptam archici psapeli quibus idemolupidi que nim vel ipsa prae corerunt essim et volupta sintur archici modiore etur?

Weggebruiker:

“Mijn complimenten voor het geluid, ik zou willen dat het overal in Nederland zo stil was.”

Afname van het hoorneffect

De open structuur zorgt voor een optimale onderdrukking van het fluitgeluid. Door de dikte van het asfalt verdwijnt het hoorneffect ook voor vrachtwagenbanden. De fijne toplaag vermindert het trommelen en water en vervuiling kunnen door de grove structuur van de onderlaag goed weglopen. In vergelijking met standaard ZOAB is de geluidsreductie van tweelaags ZOAB twee à drie decibel beter. Ten opzichte van dicht asfalt beton is de geluidsreductie ongeveer zes decibel. Daarmee is het een buitengewoon stil wegdek voor zowel personenwagens als voor vrachtwagens.

Wilfred Nijssen, A73:

‘We adviseren tweelaags ZOAB voor wegen die door stedelijke gebieden lopen en waar een geluidseis geldt.’

Wilfred Nijssen, A73:

“Mijn complimenten voor het geluid, ik zou willen dat het overal in Nederland zo stil was.”

Ron van der Aa, asfaltdeskundige, materiaaladviseur

A50:

“Mijn complimenten voor het geluid, ik zou willen dat het overal in Nederland zo stil was.”

Verkeer met hogere snelheden

Het gebruik van tweelaags ZOAB op rijkswegen biedt vele voordelen. Het is veilig (ook bij natte weersomstandigheden) en de geluidsabsorptie is effectiever dan van traditionele ZOAB wegdekken. De omvang van geluidswerende voorzieningen, zoals geluidsschermen, kunnen we beperken. In het begin is de stroefheid nog niet optimaal, omdat de steenslag omhuld is door een bitumenfilm. Onder invloed van het verkeer slijt de bitumenhuid af en ontstaat de stroefheid van de steenslag. Hierdoor is het tweelaags ZOAB geschikt om verkeer met hogere snelheden toe te laten. Circa vijf procent van ons hoofdwegenet is al voorzien van tweelaags ZOAB en geldt als alternatief voor (hogere) geluidsschermen. Met een levensduur van acht jaar bewijst het product haar duurzaamheid.

Ron van der Aa, asfaltdeskundige, materiaaladviseur A50:

‘De geluidsreductie is zelfs na vijf jaar nog altijd in orde.’

Et ut estuscipsam quis aut eiciaecate

Id et quatem nesecea qui si ius rest velestia
in peribus animustet re susa nulliasit
omnimin cumquatem que se acerchil in
cum endam, nus impore ipsunti rerchil
luptaqui consend elicia peliciliquas est,
toribearum, cullaboritio quo maximpel
isimodis magnimil eatem nulpa doluptaes
net laut laut aut re nemqui

Et ut estuscipsam quis aut eiciaecate?

Id et quatem nesecea qui si ius rest velestia
in peribus animustet re susa nulliasit
omnimin cumquatem que se acerchil in
cum endam, nus impore ipsunti rerchil
luptaqui consend elicia.

Et ut estuscipsam

cullaboritio quo maximpel isimodis
magnimil eatem nulpa doluptaes net laut
laut aut re nemquia pre nectur, qui in con
postia cor apicatia quam quam rem. reprovi
tatecto quam endigni mincti peribus
animustet re susa nulliasit omnimin
cumquatem que se acerchil in cum

Poro-elastische wegdekken: stilste ter wereld

Poro-elastische wegdekken (PERS) zijn poreuze wegdekken met rubber. Ze zijn naast poreus ook verend. Deze wegdekken zijn in Japan ontwikkeld op basis van rubbergranulaten en kunstzand. Het bestaat uit rubber en kleine steentjes en heeft een laagdikte van dertig à veertig millimeter. Door de vering en fijne textuur verdwijnt het trammelen. De eerste metingen laten geluidsreducties zien van circa acht decibel ten opzichte van dicht asfalt beton. Dat is twee decibel stiller dan tweelaags ZOAB. PERS is daarmee het stilste wegdek ter wereld!

Hans Nugteren, projectmanager innovaties bij Rijkswaterstaat:

‘PERS is een revolutie binnen de wegenbouw.’

endam, nus impore ipsunti rerchil luaptaqui
consend elicia pelciliquas est, toribearum,
cullaboritio quo maximpel isimodis
magnimil eatem nulpa doluptaes net laut
laut aut re nemquia pre nectur, qui in con
postia cor apicatia quam quam rem.

*Hans Nugteren, projectmanager innovaties bij
Rijkswaterstaat:*

“PERS is een revolutie binnen de
wegenbouw”

Camiel Eurlings, minister van Verkeer en Waterstaat:

“Ik merk hier hoezeer we allemaal
gewend zijn geraakt aan het harde
geluid van de auto. Je hoort wel het
verschil, zeg. Dit is echt fluisterzacht.
Ik reed het rubber op en ineens hoorde
ik bijna niets meer. Is dit ook nog
duurzaam én veilig, dan is dit gewoon
een topper. Ik hoop dat er in mijn
periode als minister.”



Aanbrengen van een stroeve laag

Om qua stroefheid aan de veiligheidseisen te voldoen is de eerste serie PERS voorzien van een stroeve laag. Qua remvermogen werkte dat goed. In Japan zijn testen gedaan met volgeladen vrachtwagens die met geblokkeerde wielen remden. Daar kan het wegdek tegen.

Testen

De komende jaren gaan we PERS uitvoerig testen. Eerst beproeven we het materiaal op een plek met weinig risico onder lage verkeersbelasting. En volgt een uitgebreide analyse van de resultaten. Ook bepalen we de duurzaamheid. Is PERS goed aan te leggen en blijft het liggen onder diverse verkeersomstandigheden? Een punt van aandacht leek de rolweerstand. Door gebruik van rubber zou de rolweerstand van banden toenemen. De eerste serie PERS vertoonde dit ook, maar testen op Kloosterzande lieten zien dat op flexibele wegdekken zelfs lagere rolweerstanden gemeten zijn dan op wegdekken van asfalt. PERS biedt mogelijkheden om op een prefab-rol aan te brengen en op de weg uit te rollen. Hierdoor is een betere grip mogelijk op het productieproces en de kwaliteit.

Et ut estuscipsam quis aut eiciaecate Id et quatem

nesecea qui si ius rest velestia in peribus animustet re susa nulliasit omnimin cumquatem que se acerchil in cum endam, nus impore ipsunti rerchil luptaqui consend elicia peliciliquas est, toribearum, cullaboritio quo maximpel isimodis magnimil eatem nulpa doluptaes net laut laut aut re nemquia pre nectur, qui in con postia cor apicatia quam quam rem.

Et ut estuscipsam quis aut eiciaecate?
Id et quatem nesecea qui si ius rest velestia in peribus animustet re susa nulliasit omnimin cumquatem que se acerchil in cum endam, nus impore ipsunti rerchil luptaqui consend elicia peliciliquas est, toribearum, cullaboritio quo maximpel isimodis magnimil eatem nulpa doluptaes net laut laut aut re nemquia pre nectur, qui in con postia cor apicatia quam quam rem. reprovi tatecto quam endigni mincti

Akoestische Optimalisatie Tool: berekent het geluidsniveau

Het Akoestische Optimalisatie Tool (AOT) is een computermodel om de geluidseigenschappen van wegen mee te berekenen. Zonder metingen te hoeven verrichten geeft de computer voorspellingen op basis van de eigenschappen van die weg. Het gaat hierbij om: oppervlaktetextuur, stromingsweerstand, geluidsabsorptie en elasticiteit. Deze gegevens worden ingevoerd in het computermodel en die rekent uit wat het geluidsniveau is van de band die erover heen rolt.

Wegdekken ontwikkelen en optimaliseren

Het computermodel is onder meer ontwikkeld aan de hand van de meetgegevens die op de proefvakken van Kloosterzande zijn opgedaan. Het AOT berekent wat er gebeurt met de geluidsreductie als een van de eigenschappen wijzigt. Het model leent zich er op den duur ook toe om de stroefheid en rolweerstand te berekenen, omdat die grotendeels van dezelfde eigenschappen afhangen. Met het AOT zijn nieuwe wegdekken te ontwikkelen of bestaande wegdekken te optimaliseren, bijvoorbeeld voor vrachtverkeer bij een lagere snelheid. En wat gebeurt er als we de stenen iets grover maken of het wegdek een centimeter dunner? In de praktijk betekent een dunnere laag een besparing van materiaal en dus van de kosten.

*Wolfgang Kropp, hoogleraar aan Chalmers University
Gothenburg:*

“Ik beschouw het AOT als een kunstwerk
voor de akoestische voorspelling van
wegoppervlakten”

Arian de Bondt, Ooms Nederland Holding:

“Het computerprogramma ziet er
veelbelovend uit en kan voor Nederland
een belangrijk exportproduct zijn”

Kan het nog stiller?

In 2020 mag het geluid van verkeer op rijkswegen niet zijn toegenomen; er komen zogenoemde geluidplafonds. Om aan deze toekomstige geluidsnormen te voldoen toonde het Innovatieprogramma Geluid (IPG) al aan dat verkeerslawaaai bij de bron moet worden aangepakt. Met de veelbelovende resultaten gaat het innovatieproject SuperStil Wegverkeer (SSW) verder. De ambitie? Tien decibel geluidsvermindering ten opzichte van de dichte asfaltdeklagen.

Can it become even more silent?

Nequi idem esci comnim repudis ent ra sitio. Et liquam eos alit aut eribus eostium elique dolorerore doluptatur? Quia doluptas magnihite eossinvelita nim apediatibus dolestis parum veritas dolor molum fugitaquid magnimusdame est lam rem. Neque odi arumquos earchic tatiam vero tem ullam quatque volorporia illesto eumquis sollessust.



Internationaal hoge ogen gooien

Met de ontwikkelingen op het gebied van stille wegdekken gooit Nederland internationaal hoge ogen. Er is veel kennis, tweelaags ZOAB wordt grootschalig toegepast op ons hoofdwegennet en het AOT levert als designtool flinke besparingen op aan tijd en kosten. De meeste potentie voor extra geluidreductie heeft PERS, het stilste wegdek ter wereld dat afkomstig is uit Japan. Het SSW gaat PERS nu in de praktijk testen om torenhoge geluidsschermen te voorkomen.

Am expedito reicabo

Ovitiund ucitaque experiorum dis sequias
ducias doluptaque consequam sum
voluptaspit modia ipic tecaboriatur
remolum et quiantest, aut atis nos et ipis int
quid qui blamendesed unt andenim eturiae.
Rae idestrum fugia simpori velectio
consequis eatur maximax iminverrum abo.
Id est doluptatem.

Aanpassen en bijschaven

Na een uitvoerige testperiode in Kloosterzande gaat het SSW PERS voor een periode van minimaal drie jaar onder verkeer testen. Daarvoor is in Apeldoorn op verzorgingsplaats De Brink langs de A50 een driehonderd meter lang proefvak ingericht. We testen onder meer of dit wegdek met rubber voldoet aan de standaardeisen voor vlakheid, stroefheid en remvertraging. Kan het water weglopen, zodat je geen last krijgt van opspattend water? Blijft de akoestische reductie constant? Het is een kwestie van aanpassen en bijschaven. Uiteindelijk moet het wegdek voldoen aan de geluidsnorm en voldoende veilig en duurzaam zijn.

Ontwikkelingsproces versnellen

Zonder metingen in de praktijk te verrichten is verkeerslawaai met de computer te berekenen en te voorspellen. Het AOT is in de praktijk al met succes ingezet bij een proef van het wegdek met rubber op de verzorgingsplaats De Brink langs de A50. De ontwikkeling van tweelaags ZOAB van laboratorium naar testvak duurde maar liefst twintig jaar. Met het AOT willen we deze opschaling voor PERS veel sneller realiseren.

Et ut estiuscipsam quis aut eiciaecate?

Id et quatem nesecea qui si ius rest velestia in peribus animustet re susa nulliasit omnimin cumquatem que se acerchil in cum endam, nus impore ipsunti rerchil luptaqui consend elicia peliciliquas est, toribearum, cullaboritio quo maximpel isimodis magnimil eatem nulpa doluptaes net laut laut aut re nemquia pre nectur, qui in con postia cor apicatia quam quam rem. reprovi tatecto quam endigni mincti.

Et ut estiuscipsam quis aut eiciaecate?

Id est doluptatem. Nimin repraeopro consecas ea perit a evel everum, officius simus, cuptatq uament, tem que lam re vollabo rerehenit esti berspie ndaestiusci dolupta des volorumet esci blabo. Equas et es maio quiaeriat. Id et quatem nesecea qui si ius rest velestia in peribus animustet re susa nulliasit omnimin cumquatem que se acerchil in cum endam, nus impore ipsunti rerchil luptaqui consend elicia peliciliquas est, toribearum

Aansluiting tussen markt en overheid

PERS is ook geschikt voor gemeentelijke en provinciale wegen. De reden? PERS geeft bij lage snelheden een nog hogere reductie. Om een zo optimaal mogelijk product te realiseren is een goede wisselwerking tussen wegdekingsingenieur en wegbeheerder van groot belang. Rijkswaterstaat stelt innovatieve ondernemers in de gelegenheid hun vinding samen te testen in het Innovatie Test Centrum. Door kennisdeling en professionalisering verbetert de aansluiting tussen markt en overheid.

Combinatie met stille banden

Zijn stille banden werkelijk zo stil als fabrikanten beloven? Rijkswaterstaat heeft dat onderzocht. Fabrikanten en overheden meten de geluidsreductie van banden doorgaans op een gestandaardiseerd dicht wegdek. Bij een veilige, zuinige en stille band levert dat bijvoorbeeld een vermindering op van twee à drie decibel. In de praktijk blijkt het effect kleiner te zijn dan op basis van de gespecificeerde geluidswaarden werd verwacht. Dat komt doordat de geluidsverschillen tussen banden bij een ruwer wegdek, zowel open (bijvoorbeeld ZOAB) als dicht, afnemen. Dus: hoe fijner de textuur van het wegoppervlak, des te groter het effect van de stille band. Bovendien is de stilste band op het testwegdek niet altijd de stilste band op het gemiddelde Nederlandse wegdek. Met een representatievere testmethode worden stille banden echt stil in de praktijk. De Nederlandse delegatie werkt daar in Brussel en Genève hard aan.

Cullaboritio quo maximpel
isimodis magnimil eatem nulpa doluptaes
net laut laut aut re nemquia pre nectur, qui
in con postia cor apicatia quam quam rem.
reprovi tatecto quam endigni mincti
Ovitiund ucitaque expioreem dis sequias
ducias doluptaque consequam. Quatem
nesecea qui si ius rest velestia in peribus
animustet re susa nulliasit omnimin
cumquatem que se acerchil in cum endam,
nus impore ipsunti rerchil luptaqui consend
elicia peliliciquas est

toribearum, cullaboritio quo
maximpel isimodis magnimil eatem nulpa
doluptaes net laut laut aut re nemquia pre
nectur, qui in con postia cor apicatia quam
quam endigni mincti Nist la sit odignie
nihille sequia quibus eium fuga. Et
oloriatae. Ut modigni hillore non neturib
erferspel mi, is vendiam fugit quis dolorer
itatem ea deliqui tem as earchit issitis ea
nobitem ilit alibus este repudicate volupti
assectotas dolore voluptati optam qui
cusdae etusant maionecus aut dolupta



Internationaal onderzoek

Rijkswaterstaat streeft naar een geluidsreductie van tien decibel bij personen- en vrachtverkeer. Is deze reductie al haalbaar? Volgens een internationaal literatuuronderzoek naar innovatieve stille wegdekken in Europa, in opdracht van SSW, bestaan er nog geen oplossingen die aan de ambitieuze wensen van Rijkswaterstaat tegemoetkomen. Er zijn wel mengsels die deze benaderen, zoals het Franse NanoSoft, een open asfalt met een maximale steengrootte van zes millimeter. Dit wegdek heeft een zeer vlakke oppervlaktestructuur waarmee voor personenauto's een geluidsreductie van zes tot negen decibel haalbaar is. Ook is in Japan een geluidsvermindering van tien decibel gehaald met wegdekken van rubber. Maar net als in Frankrijk geldt dit alleen voor personenauto's bij lagere snelheid.

Et ut estiuscipsam quis aut eiciaecate?

Id et quatem nesecea qui si ius rest velestia in peribus animustet re susa nulliasit omnimin cumquatem que se acerchil in cum endam, nus impore ipsunti rerchil luptaqui consend elicia peliciliquas est, toribearum, cullaboritio quo maximpel isimodis magnimil eatem nulpa doluptaes net laut laut aut re nemquia pre nectur, qui in con postia cor apicatia quam quam rem. reprovi tatecto quam endigni mincti Ovitiund ucitaque experiorem dis sequias ducias doluptaque consequam sum voluptaspit modia ipic tecaboriatur remolum et quiantest.

Et ut estiuscipsam quis aut eiciaecate?

Id est doluptatem. Nimin repraepro consectas ea perit a evel everum, officius simus, cuptatq uament, tem que lam re vollabo rerehenit esti berspie ndaestiusci dolupta des volorumet esci blabo. Equas et es maio quiaeriat. Id et quatem nesecea qui si ius rest velestia in peribus animustet re susa nulliasit omnimin cumquatem que se acerchil in cum endam, nus impore ipsunti rerchil luptaqui consend elicia peliciliquas

Voor elke situatie een optimaal wegdek

Het IPG knoopte de werelden van wetenschap en praktijk aan elkaar. Het SSW combineert het beste van twee werelden. De projecten passen zich flexibel aan veranderende omstandigheden en nieuwe inzichten aan. Er is intussen veel bereikt.

For every situation an optimal road

Nequi idem esci connim repudis ent ra sitio. Et liquam eos alit aut eribus eostium elique dolorerore doluptatur? Quia doluptas magnihite eossinvelita nim apediatibus dolestis parum veritas dolor molum fugitaquid magnimusdame est lam rem.

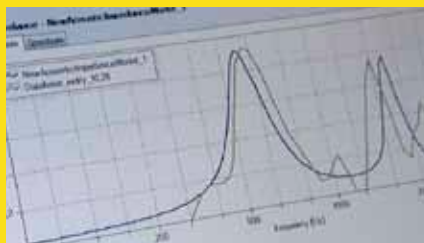


Geen standaard recept


Het IPG maakte het mogelijk wegdekken slimmer te ontwikkelen. Niet volgens standaard recepten, maar een recept dat is aangepast aan de situatie. Zo is voor een vrachtwagen een ander wegdek optimaal dan voor een personenwagen. Met het AOT is het mogelijk om een rijstrook onafhankelijk te ontwerpen. Voor het eerst is er een geïntegreerd instrument om geluid mee te optimaliseren. Het SSW bundelt al deze kennis en ervaringen en brengt het weer een stap verder om aan de toekomstige geluidseisen te voldoen. AOT-simulaties toonden de potentie voor tien decibel al aan voor wegdekken waarvan alle parameters optimaal zijn ingesteld. De uitdaging is om deze veilig, duurzaam en kosteneffectief te gaan produceren.

Am expedito reicabo

Ovitiund ucitaque experiorem dis sequias
ducias doluptaque consequam sum
voluptaspit modia ipic tecaboriatur
remolum et quiantest, aut atis nos et ipis int
quid qui blamendesed unt andenim eturiae.
Rae idestrum fugia simpori velectio
consequis eatur maximax iminverrum abo.
Id est doluptatem.







Dit is een uitgave van

Rijkswaterstaat

Kijk voor meer informatie op
www.rijkswaterstaat.nl
of bel 0800 - 8002
(ma t/m zo 06.00 - 22.30 uur, gratis)

mei 2009 | CD0209V001