

D6.1 Training modules and pilot training courses

ANNEX 3a

Ultrasoon en Ultragrafie metingen (EN: The
Ultrasound/Ultra-graphics module)



D6.1 Training modules and pilot training courses

Annex 3a – Ultrasoon en Ultragrafie metingen (EN: The Ultrasound/Ultra-graphics module)

INSITER - Intuitive Self-Inspection Techniques using Augmented Reality for construction, refurbishment and maintenance of energy-efficient buildings made of prefabricated components.

This research project has received funding from the European Union's H2020 Framework Programme for research and innovation under Grant Agreement no 636063.

D6.1 Training modules and pilot training courses

Ultrasoon en Ultragrafie metingen

'Knowledge transfer through awareness, training and self-instruction'

Issue Date	18 September 2018
Produced by	DEMO Consultants
Main author	Ruud Geerligs
Co-authors	Theo d'Achard van Enschat (Gevelscan) / Luc Holtkamp (Leakworx)
Version:	0.1
Reviewed by	Jan Cromwijk (ISSO)
Approved by	<i>Not applicable</i>
Dissemination	Public

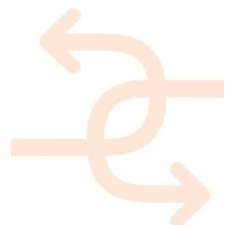
Colophon

Copyright © 2018 by INSITER consortium

Use of any knowledge, information or data contained in this document shall be at the user's sole risk. Neither the INSITER Consortium nor any of its members, their officers, employees or agents accept shall be liable or responsible, in negligence or otherwise, for any loss, damage or expense whatever sustained by any person as a result of the use, in any manner or form, of any knowledge, information or data contained in this document, or due to any inaccuracy, omission or error therein contained. If you notice information in this publication that you believe should be corrected or updated, please contact us. We shall try to remedy the problem.

The authors intended not to use any copyrighted material for the publication or, if not possible, to indicate the copyright of the respective object. The copyright for any material created by the authors is reserved. Any duplication or use of objects such as diagrams, sounds or texts in other electronic or printed publications is not permitted without the author's agreement.

This research project has received funding from the European Union's H2020 Framework Programme for research and innovation under Grant agreement no 636063.

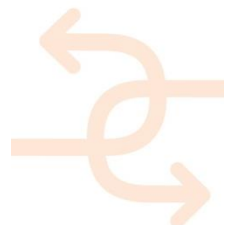


Note

The training material for Ultrasonic and Ultragraphic measurements is made for testing the content on the Dutch market. For this reason the training is originally in Dutch. The training material is translated in English as well.

Inhoudsopgave

1. INTRODUCTIE ULTRASOON EN ULTRAGRAFIE	4
1.1 Belang van ultrasoon meten	4
1.2 Wat is ultrasoon geluid?	5
1.3 Wat is het verschil tussen ultrasoon en ultragrafie?	6
1.4 Welke apparatuur wordt er gebruikt	6
1.5 Proces kwaliteitsborging luchtdichte aansluiting	7
1.6 Wie, wanneer en resultaat van gebruik meetapparatuur voor luchtdichting?	10
1.7 Hoe gaat de ultrasoon meetmethode in de praktijk?	10
1.8 Wat zie je bij Ultragrafie?	13
2. OPDRACHTEN	16
3. REFERENTIES	18



1. Introductie Ultrasoon en Ultragrafie

1.1 Belang van ultrasoon meten

Door steeds hogere energetische eisen aan gebouwen wordt het belangrijker om de kwaliteit van de bouw te borgen. Er moet gebouwd worden volgens afspraak.

Eén van de belangrijke aspecten is de luchtdichtheid van de gebouwschil. Niet alleen voor energiezuinigheid, maar ook voor het voorkomen van bouwfysische problemen en comfort- en gezondheidsklachten.

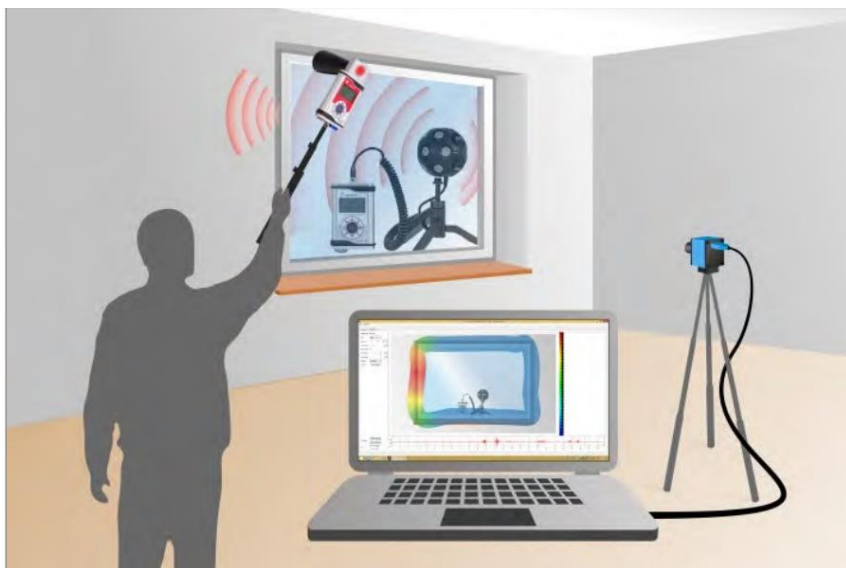
Een goede controle van de luchtdichtheid is essentieel.

Deze controle bestaat uit de volgende onderdelen:

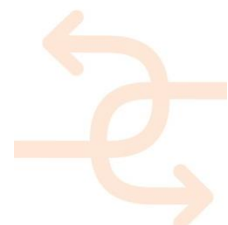
- zijn de juiste materialen gebruikt;
- zijn de afdichtingsmaterialen op de juiste toegepast;
- kijken of de aansluiting goed dicht is;
- meten of de aansluiting goed dicht is.

De meest bekende manier van meten, is de blower door test. Hiermee wordt het gehele gebouw op over / onderdruk gebracht en gekeken hoeveel lucht er via de gebouwschil verloren gaat. Een andere manier is het uitvoeren van ultrasoon metingen, eventueel in combinatie met ultragrafie.

Ultrasoon metingen kunnen al tijdens het begin van de bouw worden toegepast, ook als het gebouw nog niet wind en waterdicht is. Deze meting geeft gelijk een goede terugkoppeling of de aansluiting luchtdicht is en eventuele tekortkomingen kunnen direct worden verholpen. Extra voordelen zijn dat de meting niet afhankelijk is van een temperatuurverschil over de gevel (zoals ten kan plaatsvinden in alle weersomstandigheden. Verder hoeft het gebouw niet te worden ontruimd en kan er gemeten worden terwijl het pand in gebruik is.



Figuur 1: Opstelling Ultragrafie Bron: Sonotec



1.2 Wat is ultrasoon geluid?

Niet al het geluid kunnen we horen. Geluid met een hele lage frequentie (minder dan 20Hz) en geluid met een hele hoge frequentie (meer dan 20.000 Hz) kunnen we niet horen.

Naarmate we ouder worden, wordt ons gehoor minder en kunnen we minder horen.

Geluid met een hele lage frequentie (< 20Hz) die we niet kunnen horen noemen we infra sound.

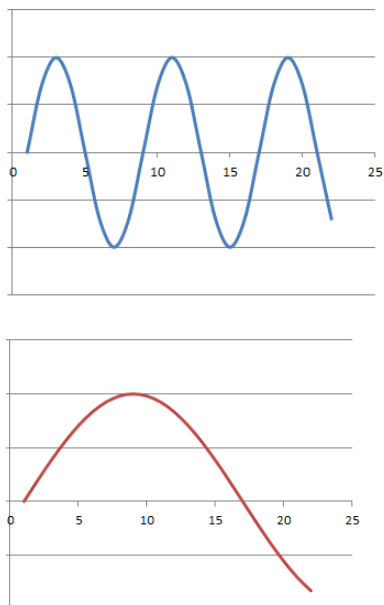
Geluid met een hele hoge frequentie (> 20.000 Hz) die we niet kunnen horen noemen we ultrasound.



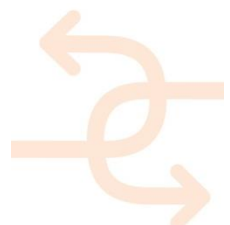
Figuur 2: Horen

Geluid met een hoge frequentie heeft hoge toon en een korte geluidsgolf. (blauwe lijn)

Geluid met een lage frequentie heeft een lage toon en een lange geluidsgolf. (rode lijn)



Figuur 3: Geluidsgolven (hogere frequentie en lagere frequentie)



1.3 Wat is het verschil tussen ultrasoon en ultragrafie?

Bij ultrasoon metingen wordt de geluidsdruk geregistreerd aan de ene kant van de constructie, dat wordt uitgezonden door de ultrasoon zender aan de andere kant van de constructie. De verschillen in de ontvangen geluid duiden op mogelijke luchtlekkages.

Bij ultragrafie wordt de gemeten geluidsdruk wordt als kleurenbeeld weergegeven op een digitale afbeelding van het betreffende bouwdeel. De kleuren komen overeen met de gemeten geluidsdruk (in dB) en is een indicatie voor de aanwezigheid en de ernst van kieren in de aansluitingen.

1.4 Welke apparatuur wordt er gebruikt

Bij ultrasoon metingen wordt gebruik gemaakt van ultrasoon geluid. Een geluidsbron zendt geluidsgolven uit met een frequentie die door het menselijk gehoor niet zijn waar te nemen. Geluid met een hoge frequentie heeft door zijn kleine golflengte, weinig moeite om door zeer kleine openingen de andere zijde van de constructie te bereiken. Aan de andere zijde registreert een ontvanger het signaal wat de bron uitzendt en zet dit om in een voor mensen hoorbaar geluid (ultrasoon) of beeld (ultragrafie)

De volgende apparatuur is nodig:

Geluidsbron en ultrasoon generator

De generator maakt hoogfrequent geluid en de geluidsbron zendt het uit.



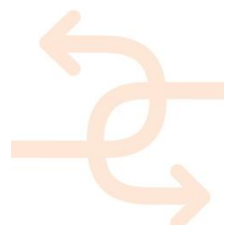
Figuur 4: Ultrasoon generator en geluidsbron Bron: Insiter

Ultrasoon ontvanger

De ultrasoon ontvanger registreert het ultrasoon geluid



Figuur 5: Ultrasoon ontvanger Sonotek Bron: Sonotek



Ultragrafie

Voor ultragrafie is een ontvanger nodig, een camera en een laptop met software om de gegevens te verwerken.



Figuur 6: Ontvanger, camera en laptop met software voor ultragrafie Bron: Insiter

1.5 Proces kwaliteitsborging luchtdichte aansluiting

Voor een goede luchtdichte aansluiting is het van belang om stap voor stap te controleren:

1. Heb ik de juiste materialen voor de aansluiting luchtdicht te maken?

Zijn de materialen voor de luchtdichting geschikt voor de toepassing en de naad die moet worden gedicht. Houd rekening met : milieubelasting, duurzaamheid, elasticiteit, uitzetting van het bouwdeel in combinatie met het vermogen van de afdichting om dit op te vangen, temperatuurverschillen in de voeg, krimp door droging of zwellling door vocht, bouwtoeranties en toepassingsgebied.

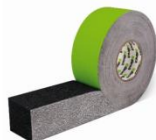
Zie verder module luchtdicht bouwen van BuildUpSkills.

Dichtingsprofielen, schuimbanden / schuimmateriaal

Dichtingsprofielen
Dichtingsprofielen worden bijvoorbeeld als kaderprofielen (rondlopende profielen) in de sponning van draaiende delen opgenomen. Ook in beglazingsystemen worden rubbers toegepast.



Schuimbanden
Schuimbanden worden gebruikt om aansluitingen luchtdicht te maken. De producten moeten over het algemeen aangebracht worden op een droge en schone ondergrond. Controleer bij de leverancier of de gekozen schuimband geschikt is voor de toepassing.



Schuimmateriaal
Daarnaast wordt van schuimmateriaal luchtdichtingen gemaakt voor o.a. kanaalplaten en meterkastvloeren.



Kleefband, pasta-dichting, manchetten

Kleefbanden
Met kleefbanden worden de voegen tussen prefab gevelelementen en de aansluitingen van kozijnen (en stelkozijnen) op het binnensponnblad vaak luchtdicht afgewerkt. Deze komen voor onder verschillende namen, zoals: bitumen, butyl, EPDM, tapes en plakbanden.



Pasta-dichtingen
Pasta dichtingen worden gebruikt voor het luchtdicht aansluiten van het dampremmend vlak op doorvoeren. Ook aansluitingen rond verankeringen, ventilatiebuizen, kabels en dergelijke kunnen door middel van een pasta worden afgedicht.



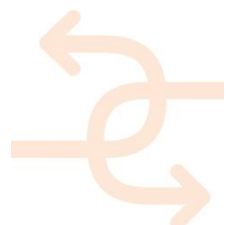
Manchetten
Manchetten worden toegepast bij doorvoeren van kabels, leidingen en buizen.

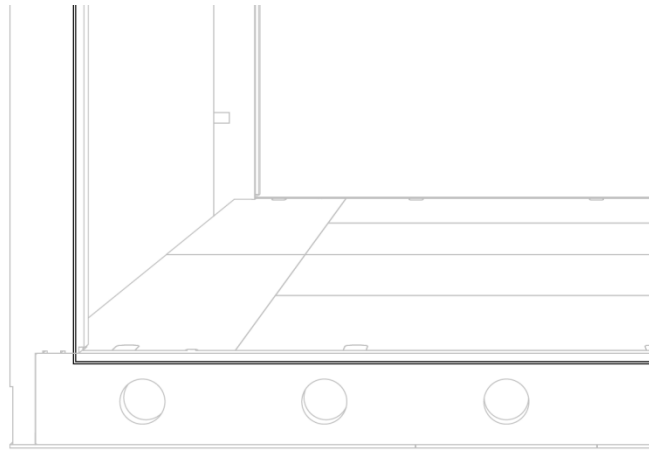


Figuur 7: Verschillende afdichtingsmaterialen voor verschillende toepassingen Bron: BuildUpSkills

2. Heb ik de materialen op de juiste manier verwerkt?

Hierbij moeten de richtlijnen van de leverancier gevolgd worden, de dichting moet op de juiste plaats aangebracht worden, op de juiste manier en de luchtdichting moet niet onderbroken worden. De dichting mag niet beschadigen tijdens het verbinden van de elementen / onderdelen aan elkaar. Zorg voor foto's als bewijs dat het goed verwerkt is.

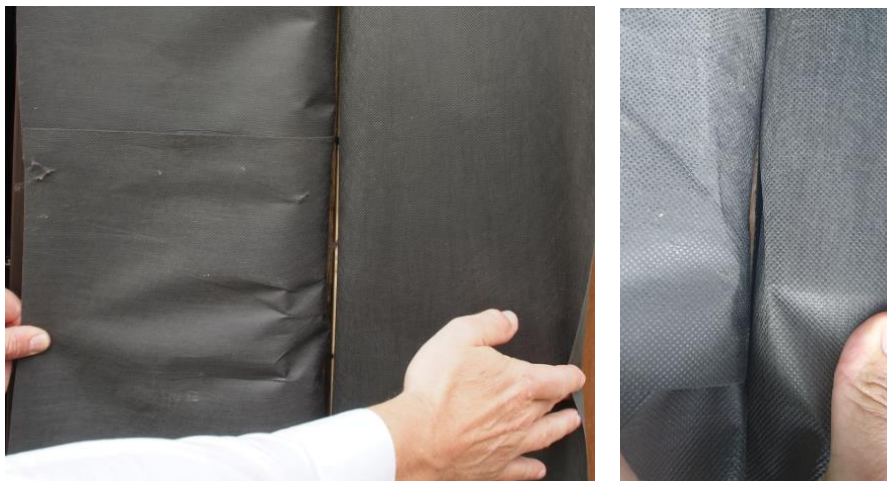




Figuur 8: Praktijk en tekening. Bron: Insiter

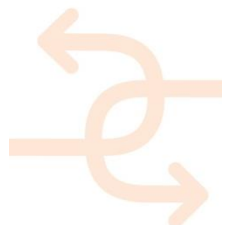
3. Zie ik nadat de aansluiting is gemaakt is nog onvolkomenheden?

Kijk of de aansluiting goed is uitgevoerd. Niet verschoven, geen licht door te zien, aaneensluitend.



Figuur 9: Bij aansluiting nog licht te zien en aansluiting strak tegen elkaar aan. Bron: Insiter

4. Controleer kritische aansluitingen met ultrasound om er zeker van te zijn dat de aansluiting goed is gerealiseerd. Nadat de stappen één tot en met drie zorgvuldig zijn doorlopen, is het aan te bevelen dat kritische aansluitingen gecontroleerd worden met ultrasound direct nadat de elementen / onderdelen verbonden zijn. Niet alle tekortkomingen zijn zichtbaar en tijdens het plaatsen kan ongemerkt de dichting verschoven of beschadigd zijn. Met ultrasound kunnen de luchtdichtingen per onderdeel gecontroleerd worden en hoeft de rest van het gebouw nog niet gereed te zijn.



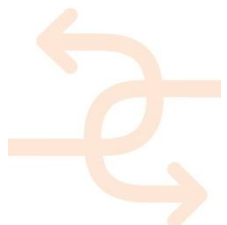


Figuur 10: Opstelling ultragrafie meting: 1. Camera 2. Ontvanger 3. Laptop met software. De ultrasoon geluidsbron staat buiten en is niet zichtbaar op deze foto. Bron: Insiter

5. Controleer als het gebouw gereed is (luchtdicht) met blower door test op luchtdichting. Indien het gebouw luchtdicht is kan het gecontroleerd worden op de totale luchtdichting.



Figuur 11 Bron: BlowerDoor



1.6 Wie, wanneer en resultaat van gebruik meetapparatuur voor luchtdichting?

Meetmethode	Resultaat	Wanneer	Door wie
Ultrasoon (prescan)	Geeft indicatie door middel van geluid waar mogelijke luchtlekken aanwezig zijn. Snelle methode.	Zo snel mogelijk nadat aansluiting of doorvoer is gemaakt en correctie nog mogelijk is.	Door vakman (timmerman, prefab elementen monteur) voor uitvoering en uitvoerder/kwaliteitsborger beoordeling .
Ultragrafie	Geeft indicatie en graduatie door middel van afbeelding waar mogelijke luchtlekken zijn. Bewijs kan worden opgenomen in gebouwdossier. (eventueel via BIM)	Zo snel mogelijk nadat aansluiting of doorvoer is gemaakt en correctie nog mogelijk is. Kan tevens toegepast worden bij oplevering gebouw voor kwaliteitsborging. (geen beperkingen qua temperatuur of wind)	Door expert Ultragrafie voor uitvoering. Beoordeling door expert/ specialist in overleg met uitvoerder.
Blowerdoor	Lekverlies wordt gemeten door gebouw op over en/of onderdruk te brengen. (n50 / qv10-waarde)	1. Bij methode B wordt de luchtdichtheid van de gebouwschil bepaald en is er afhankelijk van de situatie nog ruimte om de luchtdichtheid te verbeteren. Gebouwschil moet gesloten zijn en winddruk < 3 Bft.	Expert Blower Door voor uitvoering. Beoordeling door expert in overleg met uitvoerder.
		2. Bij methode A wordt de luchtdichtheid van een gebouw bepaald in gebruikstoestand. Gebouwschil is gesloten en winddruk < 3 Bft.	
Thermografie voor luchtdichting	Warmteverlies luchtlekken zichtbaar maken door IR-camera.	In combinatie met Blower Door test. Alleen mogelijk indien er een temperatuurverschil is tussen binnen en buiten. (ca. 12 a 15 °C)	Expert Thermografie

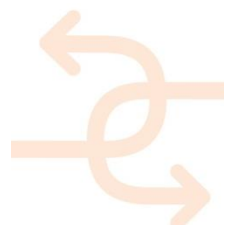
1.7 Hoe gaat de ultrasoon meetmethode in de praktijk?

De procedure voor een ultrasoon meting wordt aan de hand van foto's bij een project in Delft beschreven.

1. Opstellen geluidsbron met ultrasoon generator.

De ontvanger wordt geplaatst aan de kant met het minste omgevingsgeluid.

De geluidsbron aan de andere zijde van de gebouwschil.





Figuur 12: Opstelling geluidsbron Bron: Insiter

2. Opstellen van ontvanger

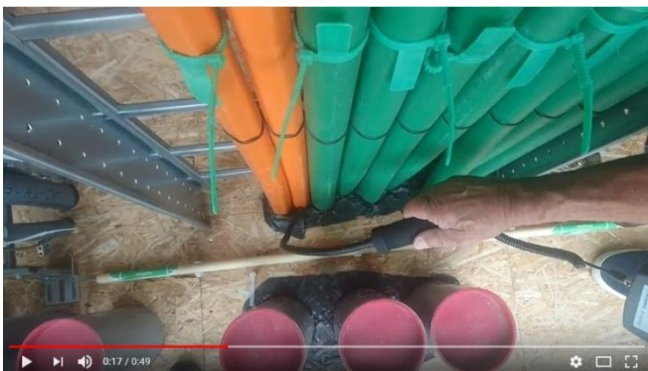
Met de ultrasoon handontvanger kan direct gemeten worden bij de te onderzoeken aansluiting.



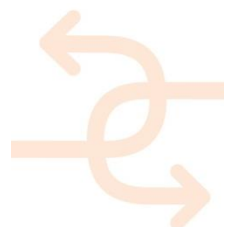
Figuur 13: Meting Ultrasoon geluid Bron: Insiter

Ultrasoon meting

<https://youtu.be/uO6rmq1ia4E>



Figuur 14: Bron: Insiter

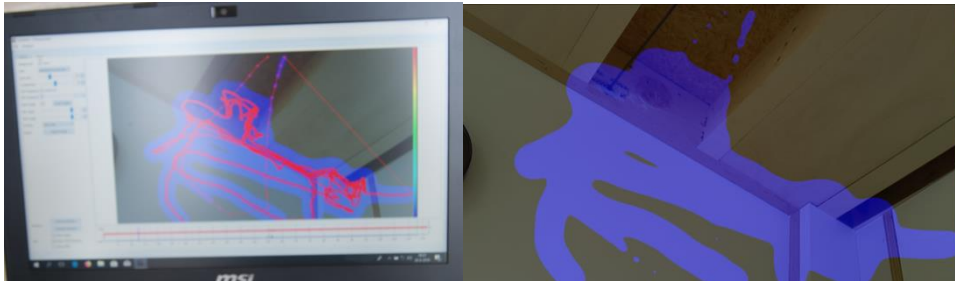


Voor ultragrafie zijn er een aantal extra stappen

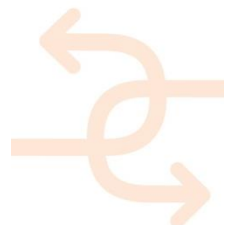
- a. Opstellen camera gericht op de te onderzoeken aansluiting (1)
- b. Opstarten computer en software voor ultragrafie. Verbinden van camera met computer (3)
- c. Foto maken van de te onderzoeken aansluiting
- d. Controleren van verbinding (wifi) tussen camera en ontvanger
- e. Scannen van de te onderzoeken aansluiting (2)
- f. Afbeelding van ultragrafie bewerken en opslaan



Figuur 15: Opstelling ultragrafie Bron: Insiter



Figuur 16: Ruwe gegevens en bewerkte afbeelding ultragrafie Bron: Insiter



Ultragrafie meting

<https://youtu.be/CH3608Hu6RA>



Figuur 17: Bron: Insiter

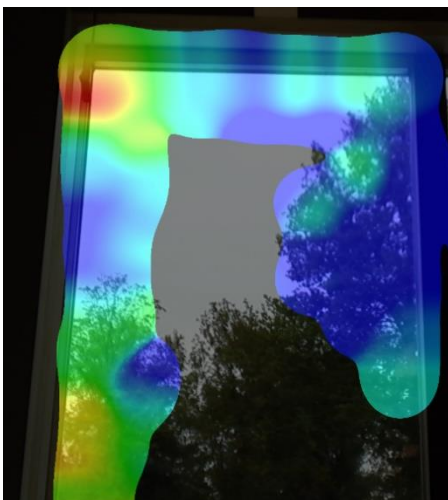
1.8 Wat zie je bij Ultragrafie?

Het geluid dat ontvangen wordt is niet hoorbaar. Om toch inzicht te geven in de ultrasound die ontvangen wordt, wordt dit omgezet in hoorbaar geluid (ultrasoon) of in een afbeelding (ultragrafie). Bij ultragrafie (net zoals bij thermografie) geven de kleuren het geluidsniveau aan.

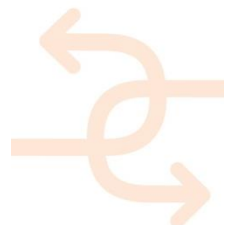
Zonder inzicht te hebben in de waarden die behoren bij de kleuren kan je snel verkeerde conclusies trekken. De schaal die behoort bij de ultragrafie afbeelding van het raamkozijn hieronder loopt van – 86dB voor het rode gebied tot -100dB voor het blauwe gebied. Het gaat hier dus om de afname van het geluidsniveau. Hoe meer het geluid wordt tegengehouden bij de aansluiting, hoe beter de aansluiting is.

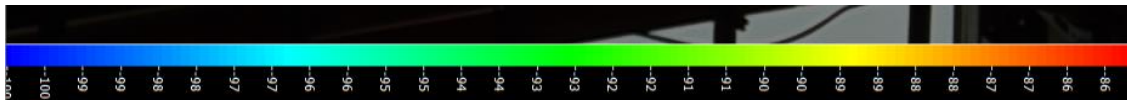
Vraag:

Op welke plaats is de aansluiting het minst luchtdicht en hoe zie je dat?



Figuur 18: Bron: Gevelscan Ultragraphyx (www.ultragraphyx.com)





Figuur 19: Schaal dB waarden Bron: Gevelscan Ultragraphyx (www.ultragraphyx.com)

Antwoord

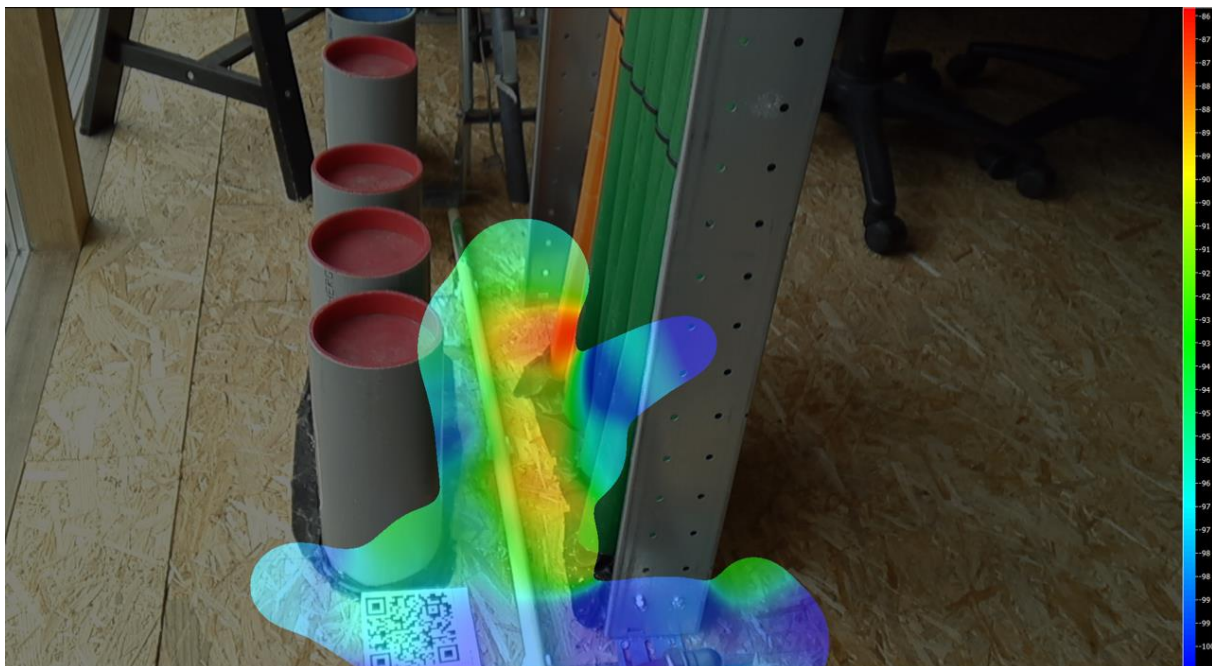
In het rode gebied links boven in het raamkozijn is de aansluiting het minst luchtdicht.

De rode kleur geeft aan dat daar het meeste ultrasound door de aansluiting komt. Of zoals de schaal aangeeft het minste ultrasound wordt tegengehouden.

Bij het aflezen zijn er twee zaken van belang:

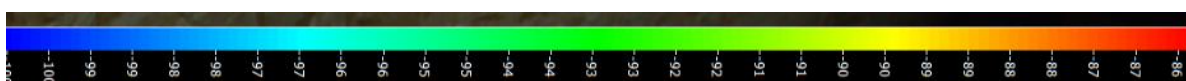
- Zijn er duidelijke verschillen te constateren tussen de verschillende plekken
- Zijn die verschillen zodanig groot dat dit duidt op een luchtlek. Als vuistregel kan een verschil van minimaal 20dB aangehouden worden voor een aanzienlijk luchtlek.

Voorbeeld van een Ultragrafie-meting

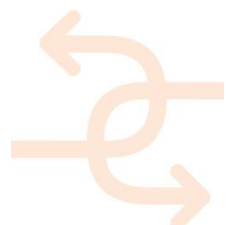


Figuur 20: Ultragrafie opname kabeldoorvoer Bron: Gevelscan Ultragraphyx (www.ultragraphyx.com)

Dit is een afbeelding van een kabeldoorvoer door een houten vloer met de kleuren van een ultrasoon meting. Het geluid is dus zichtbaar gemaakt. (Ultragrafie)



Figuur 21 Schaal dB waarden Bron: Gevelscan Ultragraphyx (www.ultragraphyx.com)



Bij rood komt er meer ultrasoon geluid langs de kabels. Afname van het geluid is 86dB. Bij blauw komt weinig ultrasoon geluid langs de kabels. Afname van het geluid is -100dB. Het verschil is minder dan 20 dB en de verwachting is dat het hier dan gaat om een klein luchttek. Verder onderzoek laat zien dat de luchtdichting bij de oranje kabels niet helemaal goed is.

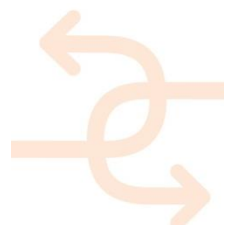


Figuur 21: Detail doorvoer Bron: Insiter

De ultrasoon meting geeft dus een goede indruk over de luchtdichtheid van de aansluiting. Maar geeft niet aan hoe groot het lek is en wat de uiteindelijke gevolgen zijn van het lek op de totale prestatie van het gebouw.

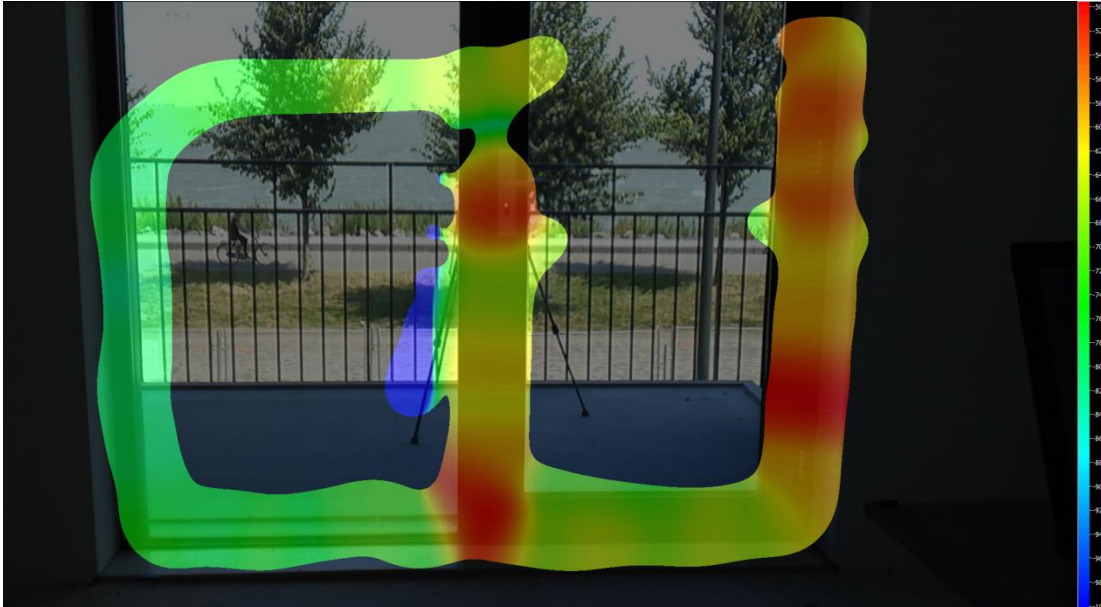
Als een mogelijk gebrek geconstateerd wordt, zal dit verder onderzocht moeten worden.

Het gebruik van ultrasoon metingen vereist ervaring en kennis. Kennis van de meetapparatuur en kennis van het gedrag van ultrasoon geluid in relatie tot afstand, materialen in de constructie en de weg die het ultrasoon geluid moet afleggen in de constructie. Analyse van de resultaten is altijd nodig om de juiste conclusies te trekken.

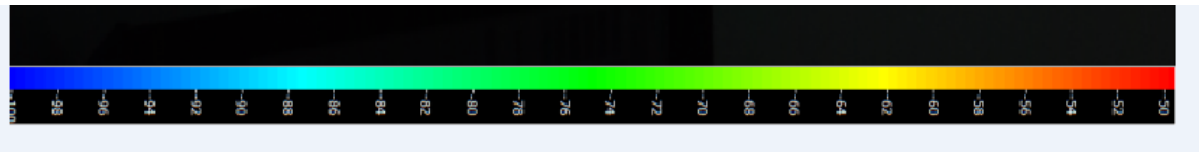


2. Opdrachten

Vraag: Wat zie je op de onderstaande foto?



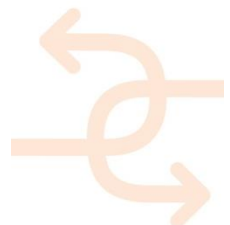
Figuur 22: Ultragrafie opname Bron: Gevelscan Ultragraphyx (www.ultragraphyx.com)



Figuur 23: Schaal dB waarden Bron: Gevelscan Ultragraphyx (www.ultragraphyx.com)

Antwoord:

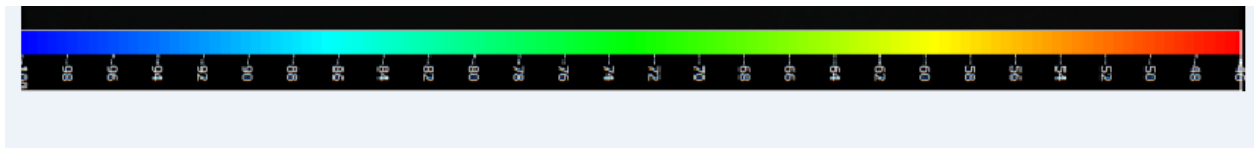
- Dubbele deur;
- Ultragrafie (ultrasoon geluid wordt zichtbaar gemaakt);
- Zender staat buiten, dus ontvanger staat binnen (niet zichtbaar);
- Op de rode plekken wordt het uitgezonden geluid het minst tegengehouden of anders gezegd het beste doorgelaten;
- Verschil in afname van geluid tussen rood (50 dB) en blauw (98 dB) = 48 dB;
- De rode kleur is dus een duidelijke indicatie dat er mogelijk een luchtlek is. Nader onderzoek is vereist;
- Mogelijke luchtlekken met name bij deurbeslag, onderzijde aansluiting en aan rechter scharnierkant.



Vraag: Wat zie je op de onderstaande foto?



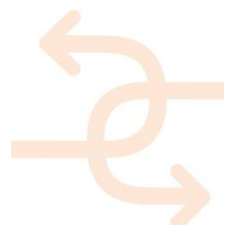
Figuur 24: Ultragrafie opname Bron: Gevelscan Ultragraphyx (www.ultragraphyx.com)



Figuur 25: Schaal dB waarden Bron: Gevelscan Ultragraphyx (www.ultragraphyx.com)

Antwoord:

- Dubbele deur met bovenlicht;
- Ultragrafie (ultrasoon geluid wordt zichtbaar gemaakt);
- Op de rode plekken wordt het uitgezonden geluid het minst tegengehouden of anders gezegd het beste doorgelaten;
- Verschil in afname van geluid tussen rood (48 dB) en blauw (98 dB) = 50 dB;
- De rode kleur is dus een duidelijke indicatie dat er mogelijk een luchtlek is. Nader onderzoek is vereist;
- Mogelijke luchtlekken voornamelijk bij aansluiting deuren in het midden van de foto en rechterzijde scharnierkant.

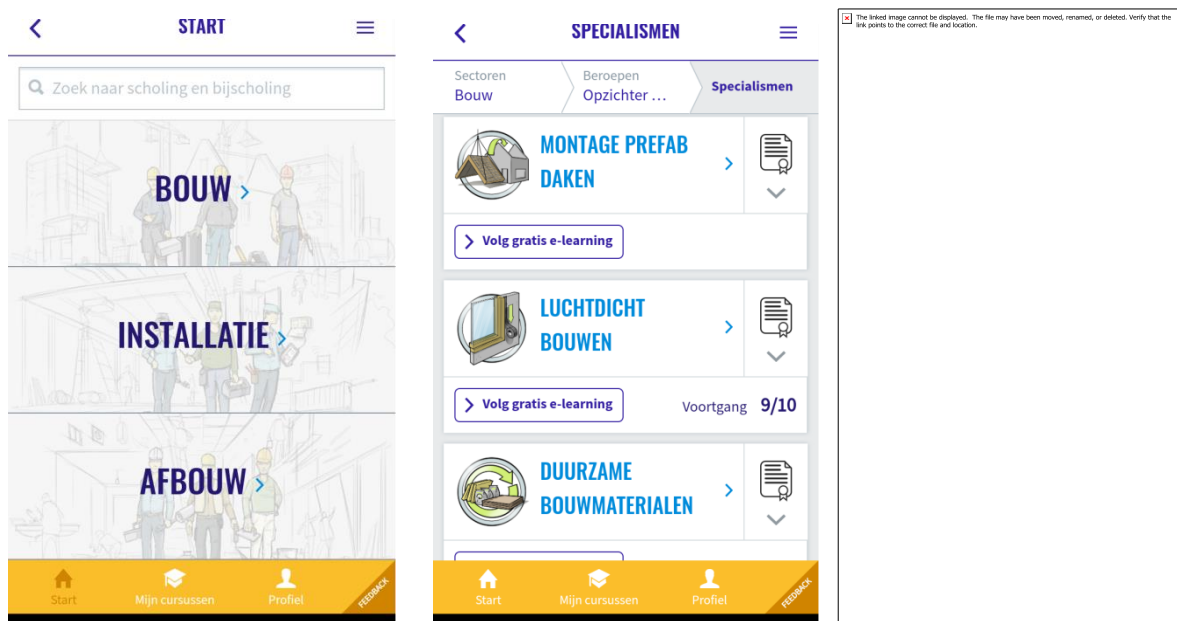


3. Referenties

De inhoud van de module Meten van Luchtdichtheid – Ultrasoon en Ultragrafie is tot stand gekomen door gebruik van kennis en materiaal van Gevelscan Ultragraphyx (www.ultragraphyx.com) en INSITER (www.insiter-project.eu/en).

Deze module is een samenwerking is tussen BUStoB Grant Agreement No. 649737 en INSITER.

De online cursus Luchtdicht bouwen is te volgen via de BuildUpSkills Adviser app (beschikbaar in AppStore) .



Figuur 26: BuildUpSkills Adviser app

