

Procesontwikkeling testen en valideren

Human Capital Hub Noord

Ir. Jelle Pama

1. Van idee naar product

Het komen tot een nieuw innovatief en succesvol product is niet eenvoudig. Het is een weg van experimenteren, tegenslagen en doorzetten. En de uitkomst is onzeker. Dit vraagt een goede voorbereiding, maar ook open staan voor opbouwende kritiek van partners. Dat heb je nodig om verder te komen. Een goed team is dan ook een belangrijke voorwaarde voor succes. Er is geen kant- en klaar stappenplan te geven voor een succesvol innovatieproces. Wel kunnen een aantal **basisstappen** worden benoemd, welke eigenlijk altijd doorlopen zouden moeten worden. Deze stappen in het innovatieproces zijn:

1. **Ideefase:** In deze fase heb je een probleem gesignaleerd en een eerste idee voor een oplossing bedacht.
2. **Vorbereiding:** In deze fase ontwikkel je een visie over je innovatie. Je bepaalt je doelen, bepaalt welke kennis en ervaring je nodig hebt om de gewenste innovatie te realiseren en stelt op basis daarvan je team samen.
3. **Marktanalyse:** In deze fase breng je de markt in beeld en bedenkt hoe je bedrijf hier op kan anticiperen. Je brengt de begin- en gewenste eindsituatie in beeld. Ook is het zinvol om te onderzoeken welke regionale en landelijke subsidiemogelijkheden er zijn.
4. **Uitwerken idee:** In deze fase ga je het oorspronkelijk idee zoveel mogelijk uitwerken, waarbij het oorspronkelijke doel (het oplossen van een bepaald probleem) steeds in ogenschouw moet worden gehouden.
5. **Praktijktesten:** In deze fase ga je kennis en ervaring met je nieuwe product ontwikkelen. Door het doen van allerlei experimenten en praktijktesten, krijg je een steeds beter beeld van de (indicatieve) eigenschappen van het materiaal of van het product. Je komt hierdoor steeds meer in de richting die je op wilt met je product. Het gaat hierbij niet alleen om materiaaleigenschappen, maar ook om functionele eigenschappen van materiaal en product, de mogelijkheden van bewerken en de mogelijkheden voor produceren.
6. **Ontwikkelen definitief prototype:** In deze fase ontwikkel je het optimale prototype, wat voldoet aan de vooraf gestelde eigenschappen.
7. **Verificatie en validatie:** In deze fase wordt gecontroleerd of het product voldoet aan de eisen van je opdrachtgever (verificatie). Daarnaast bekijk je of jouw oplossing ook voldoet aan de verwachtingen van de opdrachtgever (validatie).
8. **Certificering:** In deze fase wordt het product beoordeeld of deze voldoet aan (inter)nationale regelgeving of bepaalde specificaties.
9. **Productie:** In deze fase wordt je product gereed gemaakt om de markt op te gaan.
10. **Monitoren in de praktijk:** de prestaties van het product worden gedurende een bepaalde tijd beschouwd en geanalyseerd



2. Het belang van praktijktesten

Voor veel bedrijven is het belangrijk om tijdens het ontwikkelen van hun product, meer kennis te hebben van de verschillende eigenschappen. Het uiteindelijk valideren van het product is de laatste stap in het ontwikkelproces. Uit een aantal interviews welke wij gehouden hebben met regionale mkb-bedrijven, blijkt dat er juist een belangrijke behoefte is aan het doen van praktijktesten en experimenten. Als reden wordt vaak genoemd een lagere instapdrempel en ook lagere kosten. Er wordt echter wel een professioneel en wetenschappelijk onderbouwd onderzoek gevraagd.

Als BuildinG en vanuit de lectoraten van KCNR richten wij ons op de fase voorafgaand aan de validatie door de officiële erkende certificeringsinstanties. Het zorgen voor voldoende testcapaciteit binnen de regio is belangrijk om in tussenstappen tijdens de productontwikkeling op onderdelen (kleinere) testen te kunnen uitvoeren. Interessant voor iedereen die in onze regio bezig is met ontwikkeling van biobased en andere circulaire (bouw)materialen.

3. Eigenschappen van materialen

Materiaaleigenschappen zijn onder te verdelen in vele verschillende categorieën. Elk met hun eigen doel en doelgroep en dat bepaalt ook de gewenste waarden aan bepaalde eigenschappen.

Voor het testen van (bouw)materialen kennen we o.a. de volgende eigenschappen:

- Chemische eigenschappen
- Fysische eigenschappen
 - Soortelijk gewicht, stijfheid
 - Porositeit, permeabiliteit
 - Warmtegeleiding, warmteweerstand
 - Uitzettingscoëfficiënt
- Mechanische eigenschappen
 - Druksterkte, treksterkte, buigsterkte, afschuivingssterkte
 - Vermoeingssterkte
 - Vervormbaarheid
- Bouwfysische eigenschappen
 - Thermische isolatie
 - Geluidsisolatie (luchtgeluid, contactgeluid)
 - Vochtdoorlatendheid
- Brandeigenschappen
 - Brandwerendheid
 - Rookontwikkeling
- Functionele eigenschappen
- Bewerkingseigenschappen

Voor elementen (wanden, vloeren, daken) kennen we o.a. de volgende eigenschappen:

- Thermische isolatiewaarde, U-waarde
- Weerstand luchtgeluid
- Weerstand contactgeluid
- Luchtdichtheid, luchtdoorlatendheid
- Vochtbestendigheid
- Sterkte- en stijfheidseigenschappen
- Seismische eigenschappen



- Brandwerendheid, brandvoortplanting, rookvoortplanting
- Milieuprestaties (LCA)
- Losmaakbaarheid

4. Onze aanpak m.b.t. biobased materialen

Hoe komen we van een nieuwe grondstof (plant) tot een toepassing die voldoet? Welke stappen zijn nodig om tot een betrouwbaar nieuw bouwproduct te komen? Het gaat hierbij om het ontwikkelen en produceren van bijvoorbeeld isolatie, plaatmateriaal of een biobased gevelement uit gewassen als vlas, hennep, lisdoddes, etc.

Om verder te komen in deze ontwikkeling zullen er kleine (betaalbare) testen moeten worden gedaan om eigenschappen te bepalen zodat we steeds weer een stap verder kunnen komen in het proces. Het gaat in het begin vooral om een 'indicatie' te hebben dat we in de goede richting zitten. Het is daarbij van groot belang om partijen te benaderen welke al actief zijn in de keten en ook de nodige kennis met zich meebrengen. We zoeken dan uiteraard naar een samenwerking met de regionale (mkb-) bedrijven.

Stap 1: Kies een bronmateriaal (gewas) en maak inschatting van verwacht gebruik

Stap 2: Ontwikkel de eerste ideeën voor mogelijke toepassingen

Stap 3: Benader partijen uit de keten, voor samenwerking

Stap 3: Maak inzichtelijk de eisen die horen bij de mogelijke toepassingen

Stap 4: Maak een klein testplan

Stap 5: Uitvoeren van de 1^e kleine testen

Stap 6: Analyse van resultaten en opstellen vervolgstappen.

Bedenk welke testen en experimenten je zelf kunt doen en welke testen je elders moet laten uitvoeren

Stap 7: Opstellen van een vervolg testplan

Stap 8: Uitvoeren van meervoudige testen om te komen tot verantwoorde parameters van materiaaleigenschappen

Stap 9: Ontwikkel prototype en mock-ups voor het verder markt-gereedmaken van het product

Indien een onderzoeksvraag rechtstreeks van een externe partij komt, zal eerst een startgesprek plaatsvinden, om de probleemstelling en de gezocht oplossing goed op te kunnen halen. In een open gesprek zal dan in gezamenlijkheid een 1^e aanzet tot een onderzoeksprogramma worden opgesteld. Dit zal daarna verder worden uitgewerkt.

5. Testequipment bij BuildingG

1. CYCLIC TEST EQUIPMENT

1.1. Test that can be conducted on this equipment

This is a quasi-static test equipment (see Figure 1).

Tests that can be conducted in this equipment are:

- *Panel tests (cold form steel, timber, composite)*
- *Masonry wall tests*
- *Column, beam or frame tests*
- *Cyclic loading tests (increasing plus and minus test protocols, see Figure 2)*
- *Out of plane force capacity tests (see Figure 3)*

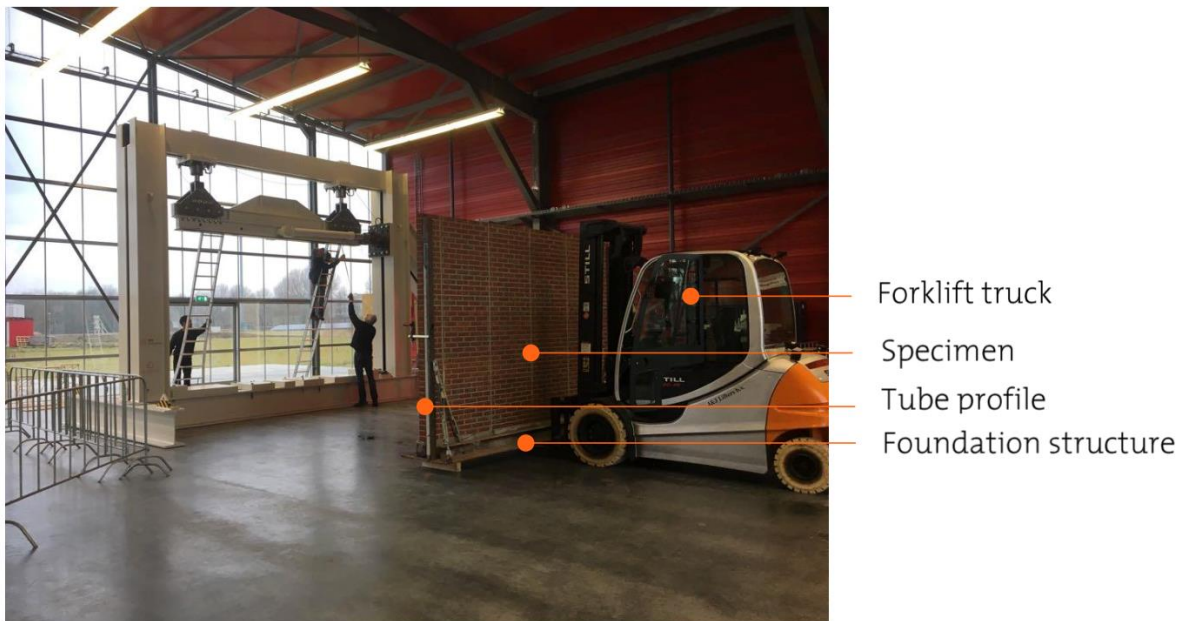


Figure 1. Cyclic test equipment.

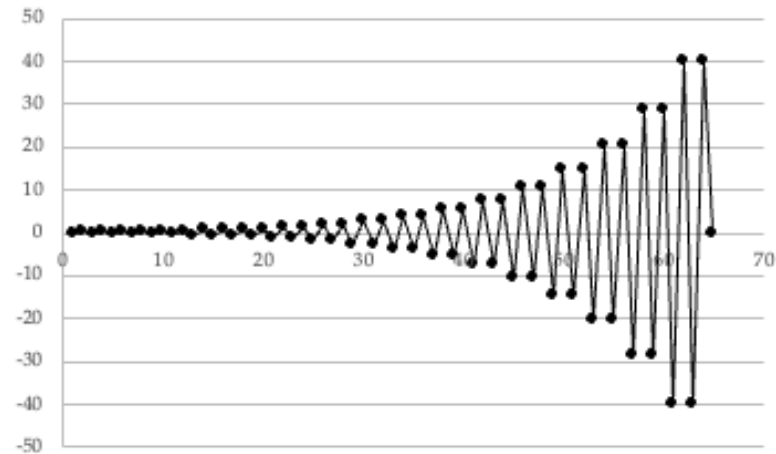


Figure 2. A typical cyclic test protocol.



Figure 3. Out-of-plane strength test equipment.

1.2. Equipment description

The frame of the test setup is formed by two post-aligned steel frames which are interconnected. The basis of the frame is a rectangular closed portal frame (A in Figure 4) in which the specimen is placed. The height allowed for the specimen is 2600 mm. The width can range from 1100 mm to 4000 mm. The bottom beam of it passes through the portal frame and supports the steel shore (C) that connects to the portal frame at the position of the horizontal actuator. Steel beam B in Figure 4 takes care of the stability of the test setup in transverse direction.

All steel profiles of the test frame are interconnected by weld connections thus minimizing movement in the connections. The test specimens are supported at the bottom side by a rigid concrete foundation formed by a horizontally positioned driven pile. At the topside, the test specimens are provided with a steel plate which enables the connection between the specimen and the test setup. The horizontal load is generated by a horizontally positioned actuator with a maximum capacity of 500 kN. A load beam distributes this horizontal load over the topside of the specimen. For the sake of symmetry in the push and pull cycles the force exerted by the horizontal jack engages in the centre of the load beam using two steel arms. The horizontal load is measured

by two load cells positioned at each steel arm. The load beam is stiffened at the top with an IPE-profile on which two vertically positioned hydraulic actuators with a capacity of 200 kN each, provide the desired vertical load on the test specimen. Because the steel load beam will translate horizontally throughout the test the vertical jacks are connected to the beam by means of crane trolley. The crane trolley is connected to the actuator by a load pin which measures the vertical force of the actuator.

An actual test being performed on this frame can be seen in Figure 5.

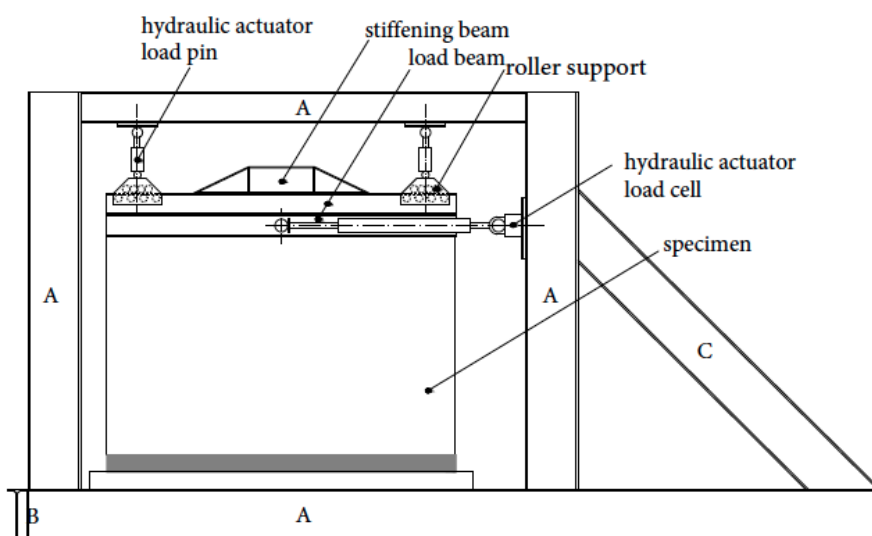


Figure 4. Test setup for static-cyclic shear tests.



Figure 5. An example masonry wall test.

2. UNIDIRECTIONAL SHAKE TABLE

2.1. Test that can be conducted on this equipment

*This is a real-time dynamic test equipment (see Figure 6, 7 and 8).
Tests that can be conducted in this equipment are:*

- *Dynamic earthquake tests*
- *Dynamic periodic loading tests*

2.2. Equipment description

The shake table is 2mx3m in plan dimensions. It moves in the long direction (parallel to the 3m edge). The characteristics of the table are as below:

- payload is 10tonnes,
- overturning moment is 5tm,
- stroke is +-7cm
- max PTA is 0.7g

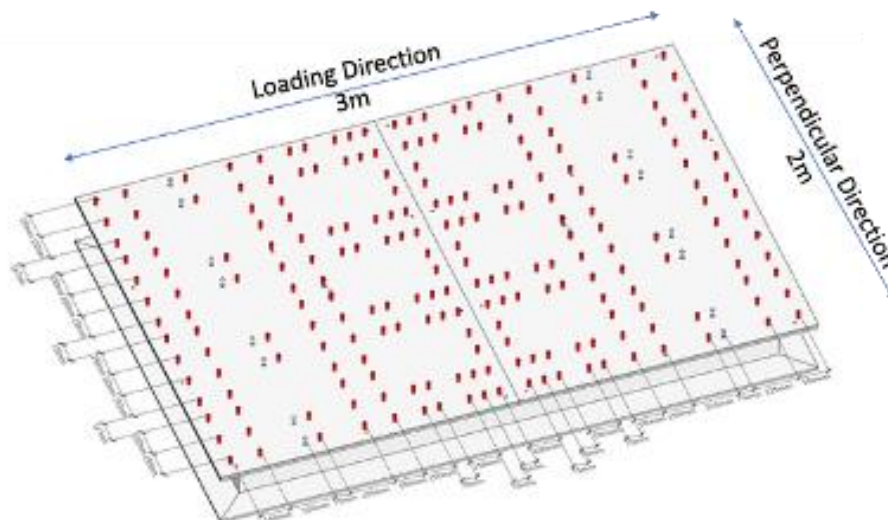


Figure 6. Hole pattern and general dimensions of the shake table.



Figure 7. A cavity wall specimen being tested on the shake table.



Figure 8. A solid masonry wall specimen being tested on the shake table (credit: SafeGO Project, NoorderRuimte).

3. SMALL SHAKE TABLE

3.1. Test that can be conducted on this equipment

This is a real-time dynamic test equipment but in a smaller size (see Figure 9). Tests that can be conducted in this equipment are:

- *Testing / calibration of vibrational sensors*
- *Student projects and demonstrations*
- *Public events and demonstrations*



Figure 9. Small shake table used for testing KNMI accelerometers and geophones

3.2. Equipment description

The shake table is 1m x 1m in plan dimensions. It is unidirectional. The characteristics of the table are as below:

- 100kg payload
- Max 2g PTA
- Elektro-mechanic actuator
- 100Hz sampling rate
- Can be synchronized with other data acquisition boxes BuildinG has, other sensors can be attached to the tested model

4. COMPONENT TEST APPARATUS

4.1. Test that can be conducted on this equipment

This is a quasi-static test equipment (see Figure 10, 11 & 12).

Tests that can be conducted in this equipment are:

- *Wall (1mx1m) in-plane and out of plane tests (Figure 10)*
- *Masonry spandrel tests*
- *Timber joist - to - wall connection and strengthening tests (Figure 11)*
- *Mortar compression tests*
- *Brick stacks bond wrench test*

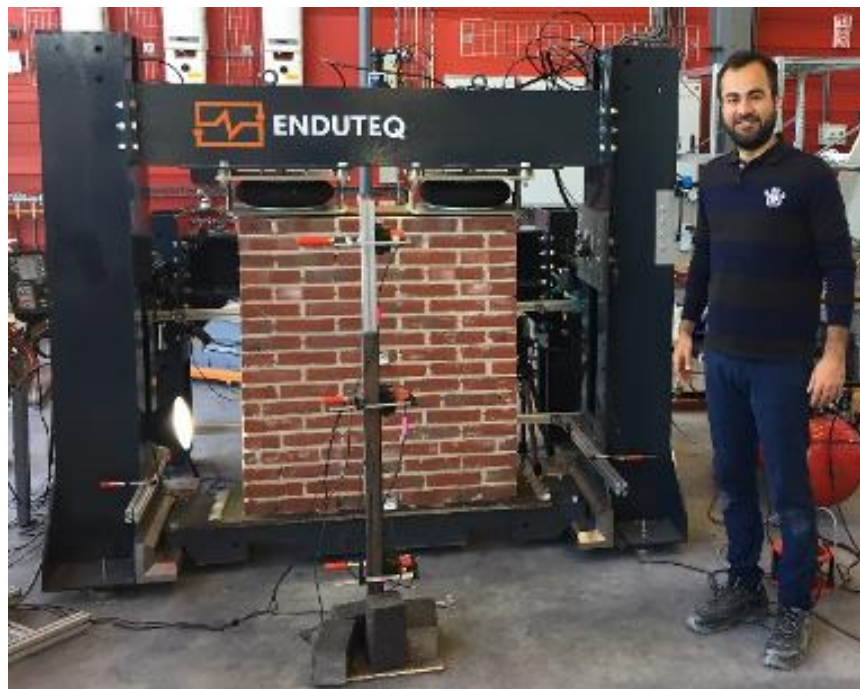
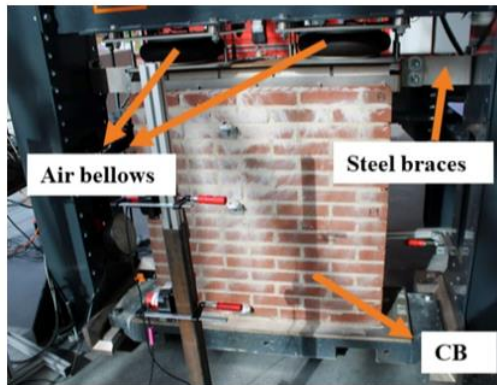
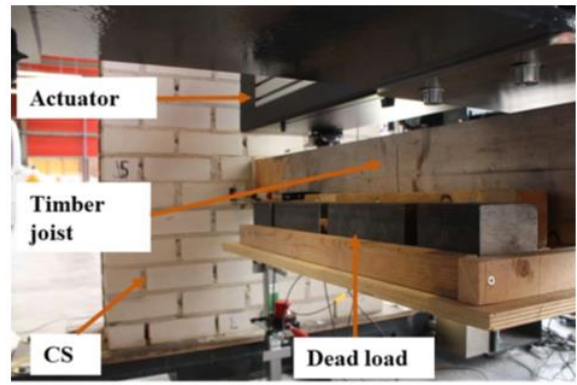


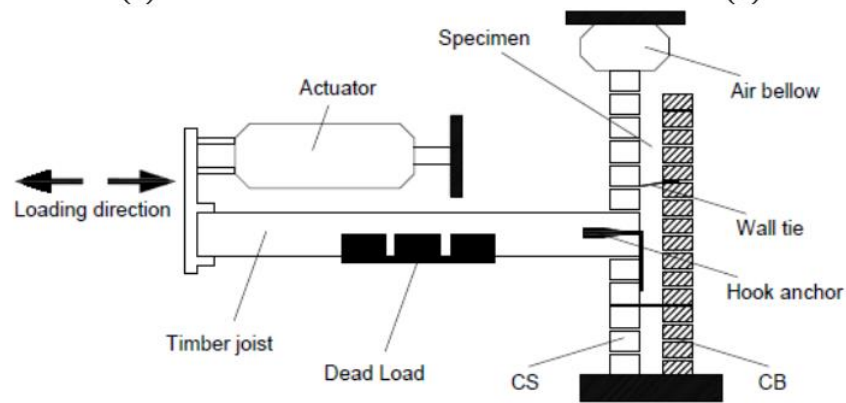
Figure 10. Wall in-plane test example.



(a)



(b)



(c)

Figure 11. Timber joist to wall connection test example (credit: Onur Arslan).



Figure 12. Brick stacks bond-wrench test example.



4.2. *Equipment description*

The equipment consists of:

- A loading frame (Enduteq)
- 30kN electro-mechanic actuator (MTS)
- MTS control system and software
- Air bellows for vertical loading
- Connectors for attaching sensors to the system
- Head adapter for mortar testing
- Head adapter for bond-wrench testing

5. ECO TESTHOUSE

5.1. Test that can be conducted on this equipment

This is a experimental house with test equipment (see Figure 13).

Tests that can be conducted in this equipment are:

- *Testing airtightness of wall-elements and windowframes*
- *Testing jointed of elements*
- *To experiment with different wall layers (vapour permable)*
- *Demonstrate with different wall layers and materials*



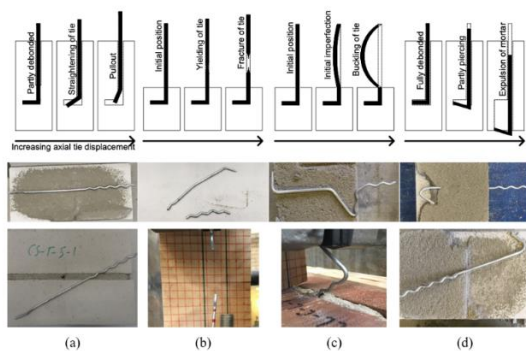
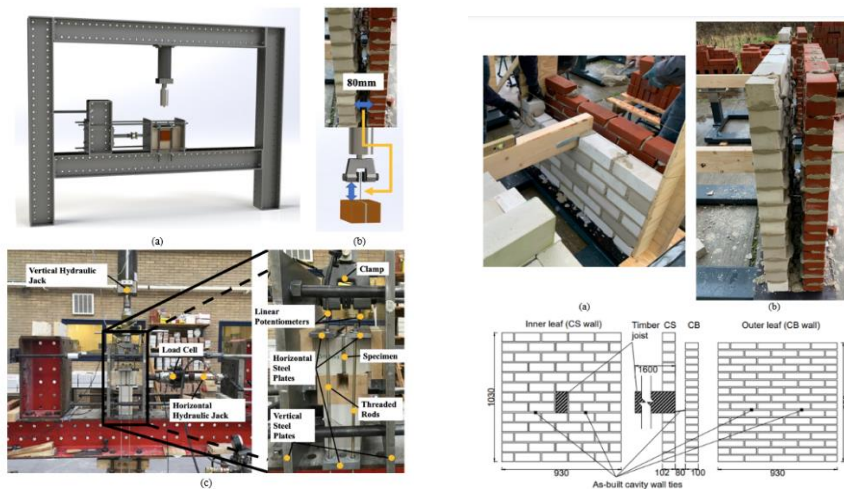
Figure 13. ECO Testhouse

6. Best practices

Experimenteel onderzoek en modellering van verbindingen in traditionele Groningse woningen

De provincie Groningen heeft te maken met aardbevingen als gevolg van gaswinning, waardoor veel schade aan huizen is ontstaan. Constructieve schade na aardbevingen laat zien dat uit-het-vlak bezwijken van muren één van de meest voorkomende faalmechanismen is in gebouwen van ongewapend metselwerk. Uit-het-vlak faalmechanismen in metselwerk is vaak het gevolg van slechte wand-wand, wand-vloer of wand-dak verbindingen, waardoor met name slanke wanden onvoldoende steun ondervinden als gevolg van de zwakke randcondities.

Afgelopen jaren heeft Onur Arslan onderzoek gedaan naar het seismisch gedrag van twee type verbindingen: wand-wand verbindingen in spouwmuren en van verbindingen tussen spouwmuren en houten vloeren, zoals deze veel voorkomen in de traditionele Groningse huizen. Het onderzoek is onderverdeeld in drie fasen: (1) inventarisatie gebouwen en verbindingen in de omgeving van Groningen, (2) uitvoering van laboratorium proeven op de verbindingen, en (3) voorstel en validatie van numerieke en mechanische modellen voor de verbindingen.



Onur Arslan is op 30 november 2023 gepromoveerd op dit onderzoek en de kennis en inzichten welke hij met zijn onderzoek heeft opgedaan zijn waardevol voor de regio.



7. Bedrijven voor certificering in Nederland

- KIWA:** Test- en validatiecentrum voor bouwmaterialen en -producten. Kunnen proces of productcertificaat leveren voor producten voor bouw en infra. KIWA beschikt over expertise op het gebied van het onafhankelijk monitoren van de kwaliteit en het gebruik van bouwmaterialen als hout, beton, staal, glas, dakbedekking, gevelbekleding, isolatie, kunststoffen, asfalt en keramische producten.
<https://www.kiwa.com/nl/nl/markten/bouwmaterialen/>
- SKG-IKOB** SKG-IKOB is ontstaan uit de fusie van SKG en IKOB-BKB, twee bedrijven met jarenlange expertise in onderzoek en certificatie.
<https://www.skgikob.nl>
- SHR / KOMO** SHR test, adviseert en deelt kennis over houtsoorten, materiaalkeuze en verwerking. Van plaatmateriaal tot biobased halffabrikaten, van verf tot lijm en van kisten tot schroeven, nagels, nieten en andere (bouw)materialen. Maar ook over specifieke toepassingsgebieden, zoals renovatie, restauratie, energiezuinig bouwen, meubels en (scheeps) interieurbouw.
<https://www.shr.nl/komo>
- Effectis** Een internationaal erkend bedrijf gespecialiseerd in brandonderzoek, testen en productcertificering. Het gaat hierbij met name om producten met een brandprestatieklasse (brandwerendheid en brandgedrag): rookafvoerinstallaties, bouwglas, brandwerende producten, brandkleppen, isolatieproducten enz.
<https://effectis.com/nl/>
- Peutz** Adviseur, laboratorium en certificeringsinstantie voor met name akoestiek, bouwfysica en brandveiligheid.
<https://www.peutz.nl/laboratoria>
- TCKI** Een onafhankelijk onderzoeksinstituut, kenniscentrum en adviesbureau voor minerale grondstoffen en de daarmee geproduceerde bouwmaterialen.
<https://www.tcki.nl>