

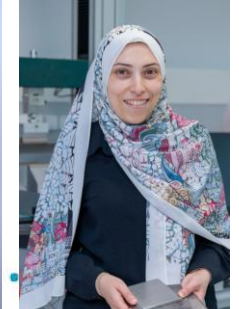
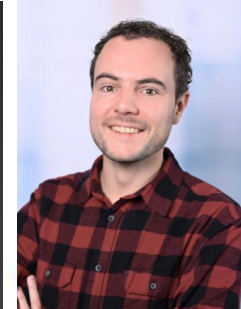
Praktijklessen door studieprojecten

Vana Tsimopoulou & Danny Janssen

Lectoraat Asset Management, HZ University of Applied Sciences

Kennisdag Bevergraverij, 13 november 2025
Leuven, België

Ons team in een vogelvlucht



Achtergrond

- ✓ Civil Techniek
- ✓ Waterbeheer & Waterveiligheid
- ✓ Werktuigkunde

Doel

- ✓ Praktijkgericht onderzoek
- ✓ Onderwijs

Focus

- ✓ Risicogestuurd & Datagedreven assetmanagement

Assets van belang

Waterbouwkundig infrastructuur



Riolen & gemalen



Procesindustrie



Natuur



Studieprojecten van belang

- Dieren in de Dijk (Regieorgaan SIA, penvoerder: HZ) ←
- Veiligheidsraamwerk dierlijke graverij (HWBP, penvoerder: Deltares)
- BONSAI (Interreg NWE, penvoerder: STOWA)
- Hoogwatervluchtplaatsen Monitoring & Bever zendering (Kenniscentrum Bever, Dieren in de Dijk co-financiering)
- Bevers en (Water)veiligheid (Regieorgaan SIA, penvoerder: Hogeschool Van Hall Larenstein – voorstel)

Vetrekpunt van alle studies

Verschillende diersoorten actief in dijken



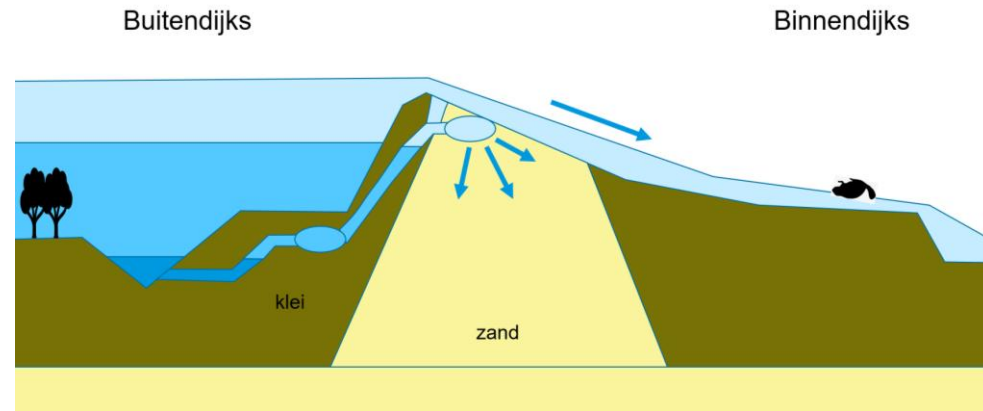
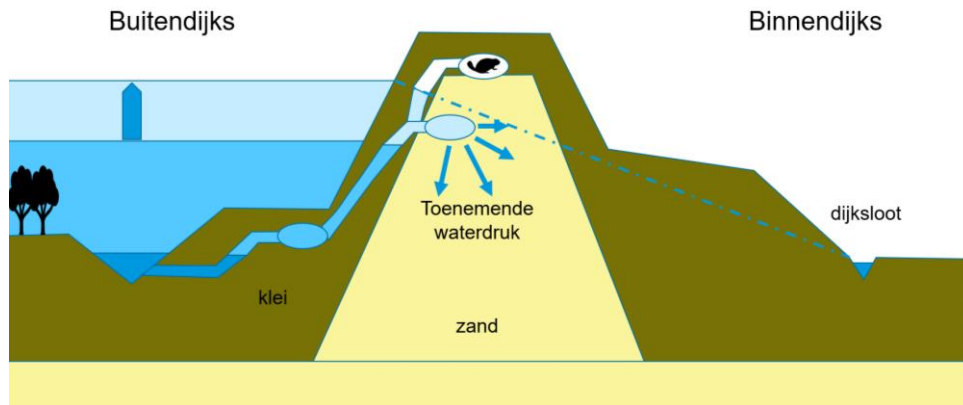
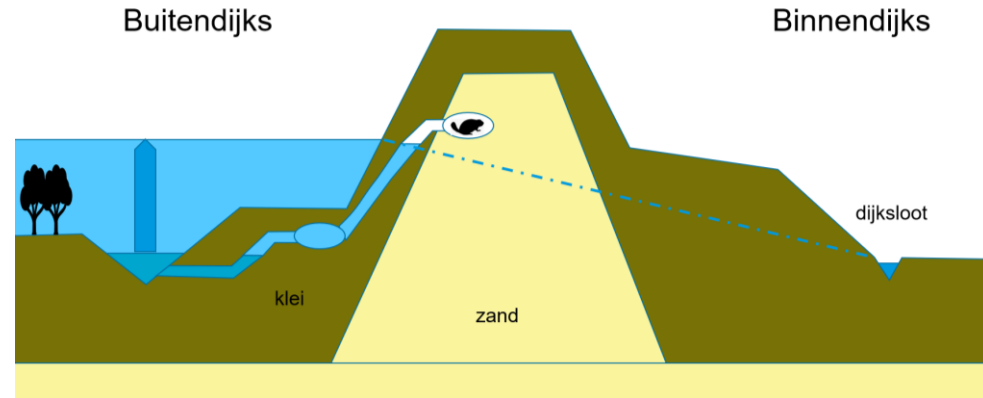
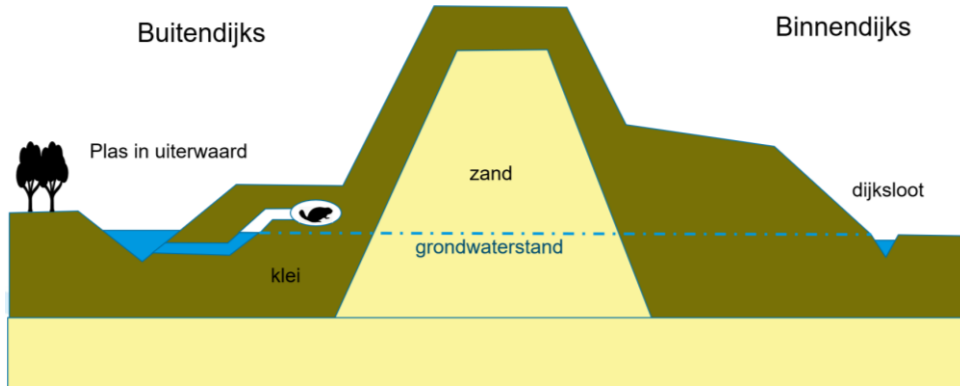
© Wilde konijnen. Fotograaf: Katinkal.



▲ De muskuraat of bisamrat is gevreesd omdat het dijk dijken kan ondergraven. © Foto Dreamstime



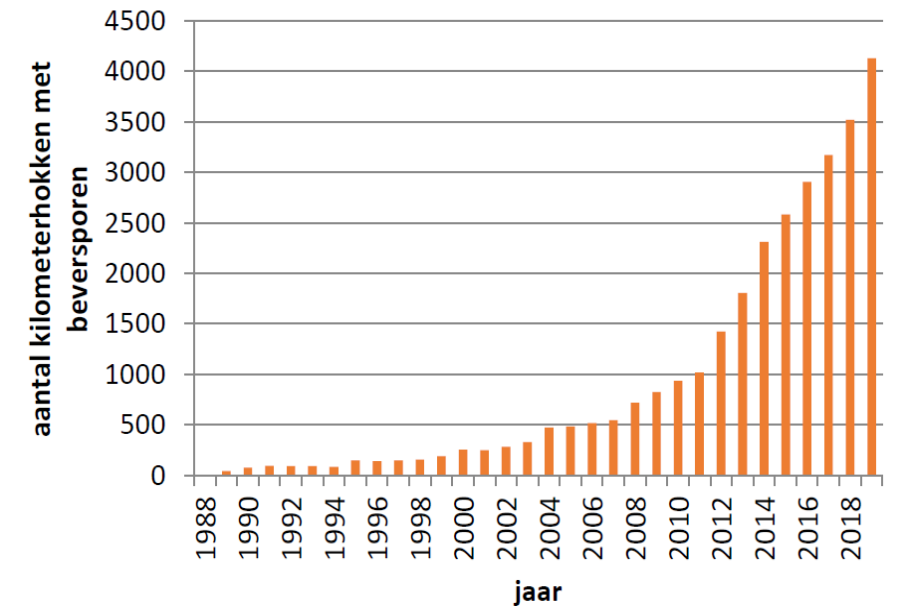
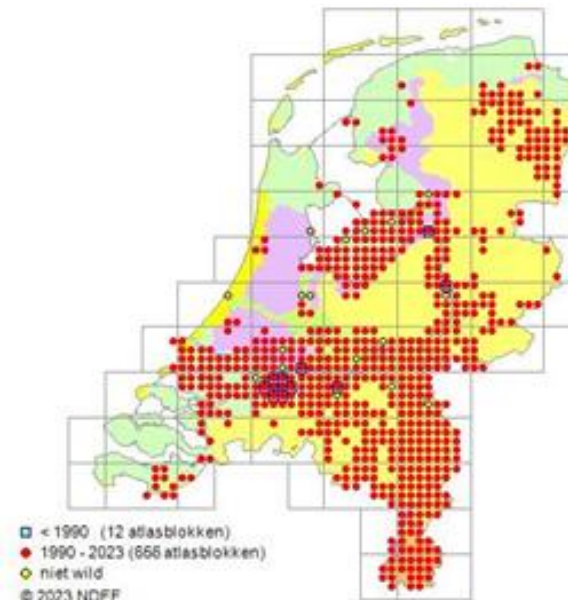
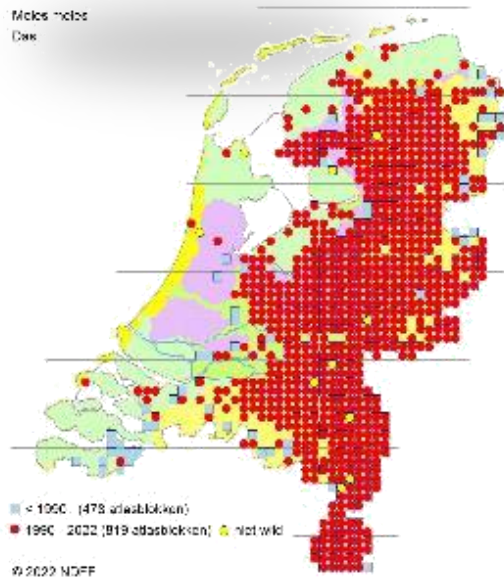
Structurele integriteit kan in gevaar komen



! Probleem van steeds grotere urgentie



- **Sterketoename** bever- en dassenpopulaties in NL
- Bever & das = **beschermde dieren**



! Probleem van steeds grotere urgentie



- Geen expliciete aandacht voor graverij in **dijkontwerp en beoordeling**
- Graverij behandeld als een **onderhoudskwestie**
- **Geen eenduidige aanpak** om ze aan te pakken
- **Aarbeidsintensieve** praktijk (detectie & herstel)



Dieren in de Dijk project

- 2,5 jarig project naar dierlijke graverijen in dijken (**feb 2024 – jul 2026**)
- € 300.000,- onderzoekbeurs door nationaal regieorgaan praktijkgericht onderzoek SIA
- € 300.000,- cofinanciering van de partners, in-kind bijdrage

Consortium



Lead partner



BZ Ingenieurs & Managers

Knowledge partners

Other parties



Rijkswaterstaat
Ministry of Infrastructure and the Environment



waterschap
limburg



Waterschap
Aa en Maas

Professional network



Dieren in de dijk doel

➞ *Dijkbeheerders ondersteunen bij beheer en onderhoudsbeslissingen*

Korte termijn (0-5 jaar)

Dieren in de Dijk

**Kennis
ontwikkelen**

Kennisdelen

**Studenten
motiveren**

Langere termijn (5-10 jaar)

Risicogestuurd beheer van dieren in de dijk



volledig onderbouwde keuzes in graverij/dijkbeheer

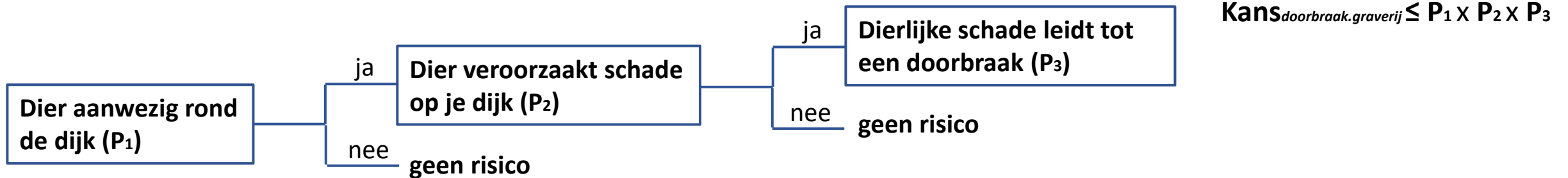
Welke kennis hebben wij nodig?

Risicotoetsing

$$\text{Risiko}_{\text{doorbraak.graverij}} = \text{Kans} \times \text{Gevolg}$$

De kans van dijkdoorbraak door graverij is een **voorwaardelijke kans met drie onderdelen**

- De kans dat de **dier aanwezig** is rond je waterkering
- De kans dat de **dier schade veroorzaakt** op je waterkering
- De kans dat de dierlijke **schade tot een dijkdoorbraak leidt**



Kansen P_1 , P_2 en P_3 moeten we zo goed mogelijk kunnen bepalen

Handelingsperspectief

Doelstellingen (en werkpakketen)

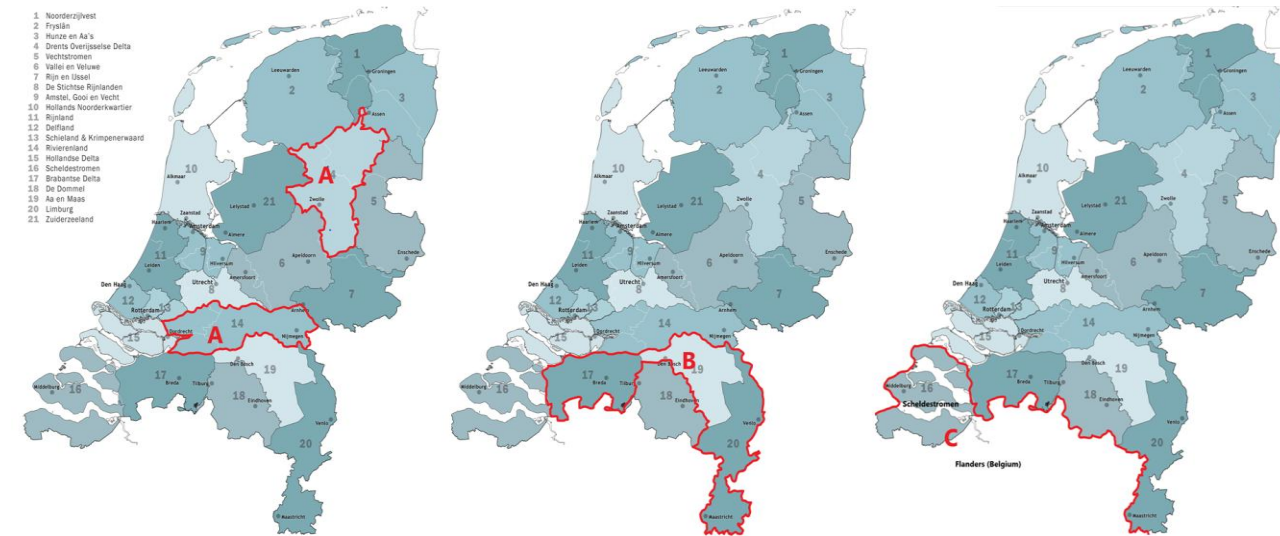
WP1 Kennis ontwikkelen rond de kans van graafschade op je dijk (P1 en P2)

WP2 Toepasbaarheid en effectiviteit van beheersmaatregelen (detectie, inspectie, ontmoediging)

WP3 Effect van graverij op dijksterkte (P3)

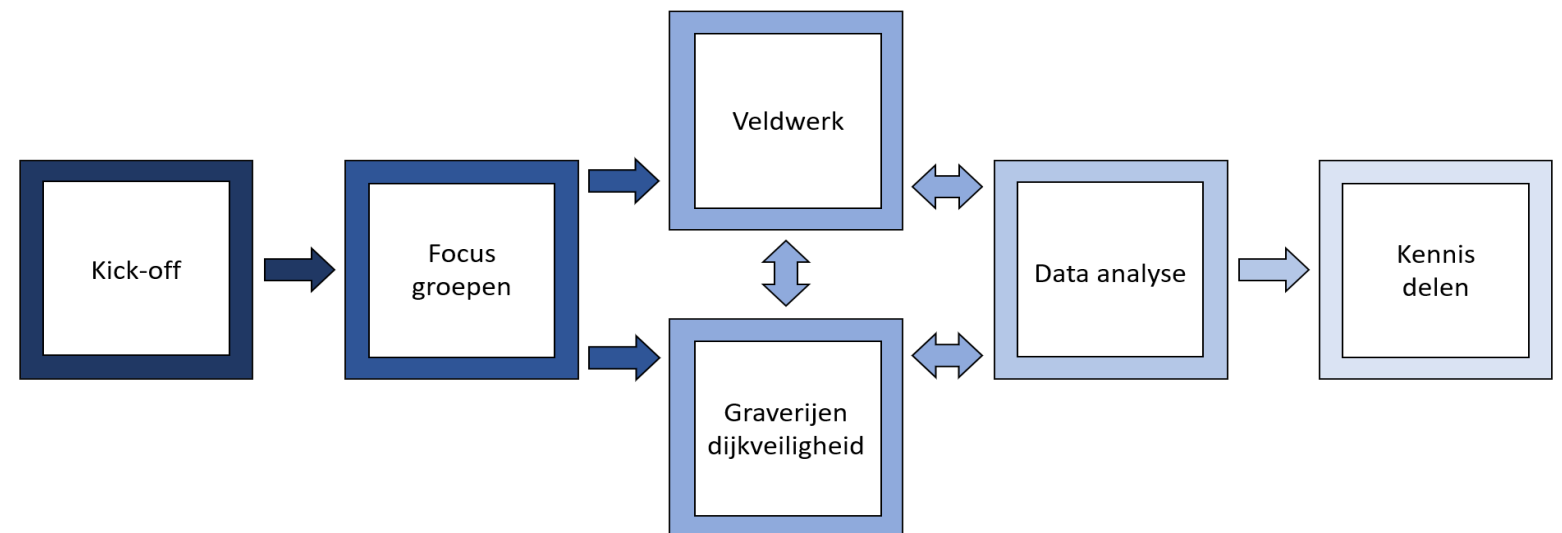
WP4 Disseminatie door onderwijs en wikiplatform

Methodologie



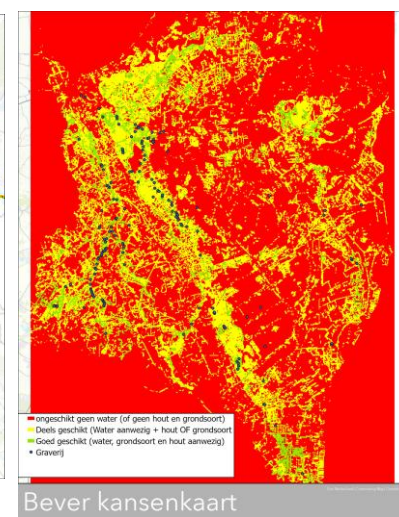
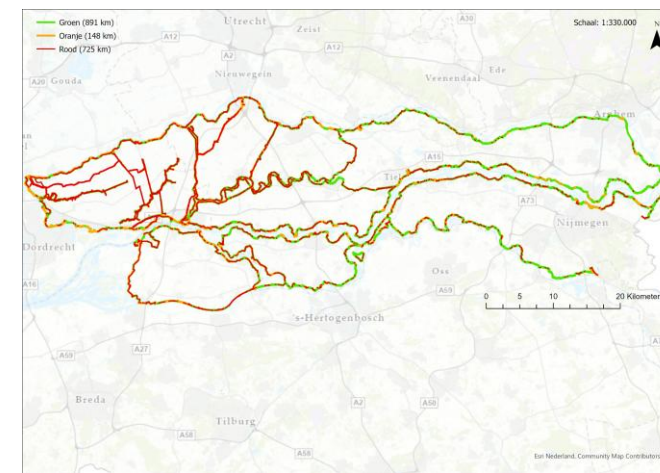
- **Focus groepen** om onderzoeksvragen te prioriteren
- **Veldonderzoek** om data over de onderzoeksvragen te verzamelen
- **Desk research** om data tot handelingsperspectieven te vertalen

Workflow



WP 1 – Kans van graafschade

Desk research (focus op de bever)

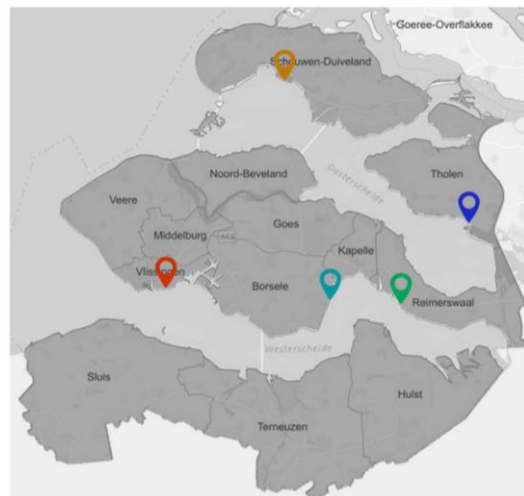
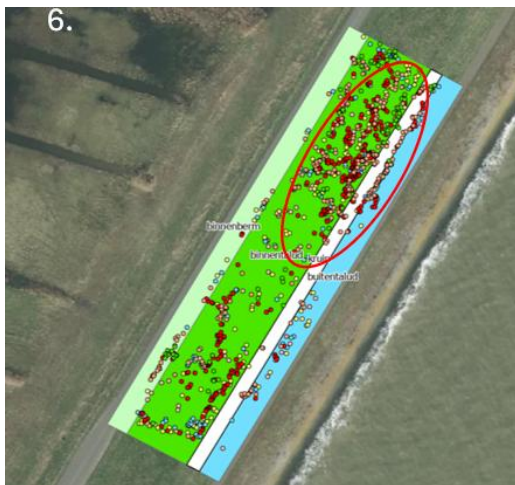


- Kanskaarten ontwikkeld op basis van **waargenomen schades** in 2 regio's (Rivierenland, Hunze en Aa's)
- **Afstand tot water, vegetatie en kleirijke bodems** blijken de meest bepalende factoren te zijn
- De beschikbare datasets blijken **onvoldoende voor statistisch betrouwbare analyses** en **missen cruciale gegevens**, zoals coördinaten en afmetingen van beverholen.
- Vergelijkbare **interregionale studies** zijn nodig om deze beperkingen te overwinnen (meer data)
- **Verrijk schadegegevens** met informatie over **inspecties per dijktraject** en over de **locatie en exacte afmetingen van preventieve maatregelen** voor meer betrouwbare analyses.

WP 1 – Kans van graafschade



Hoedekenskerke



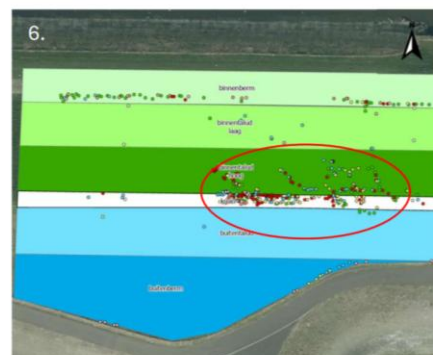
Veldonderzoek (focus on moles)

- 5 locaties in Zeeland met hoge risico van golfoverslag
- Joint surveys graverij vs dijkparameters
- Hypothese: **voedselbeschikbaarheid** **dominante factor** voor molactiviteit op de dijk (onderliggende factoren: Grondsoort, Vegetatie, Beheer grasbekleding)

→ **Data-analyse in progress**
→ Benadering biedt mogelijkheden voor een **voorspellingsmodel van molgedrag op de dijk**



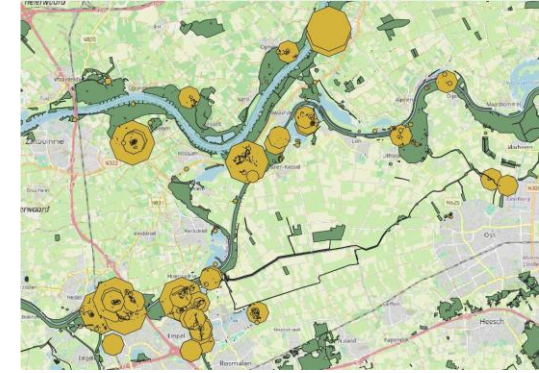
Ritthem



Lessen van WP1

Dier aanwezig rond
de dijk (P_1)

Dier veroorzaakt schade
op je dijk (P_2)



- **Kennis over het gedrag** van dieren wel **aanwezig in de ecologie/biologie domein**.
- Dijkbeheer eist wat **hogere niveau van detail**: e.g. we willen weten niet alleen wanneer de bever aanwezig is/kan zijn, maar ook wanneer de kans van aanwezigheid groter bij locatie A is dan locatie B.
- Huidige kennis over het gedrag van dieren met bestande data (**dierwaarnemingen**) **vergelijken en combineren** is essentieel om P_1 goed te kunnen bepalen.
- Het is van belang om dierwaarnemingen op een **consistente manier centraal te registreren** om data-gestuurd inzichten ook te kunnen afleiden
- Om P_2 goed te kunnen bepalen hebben we **consistente registratie van grafschade data** nodig

WP 2 – Beheer van graverij (detectie, inspectie, ontmoediging)

- Verschillend veldwerk
 - Everdingen
 - Dijle (bever)
 - Terheijden (vos)
 - Scheldestromen (mol)
- Verschillende technieken
 - Handheld LiDAR
 - Grondradar
 - ERT
 - Schoorsteenveegstok
 - Visueel
 - Robotmol
 - Drones (verschillende sensoren)



WP 2 – Beheer van graverij

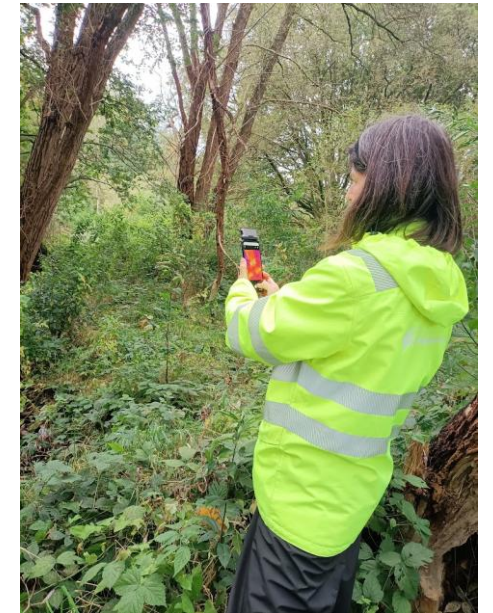
Inspecties van beverschades (Rivierenland & Vlaanderen)



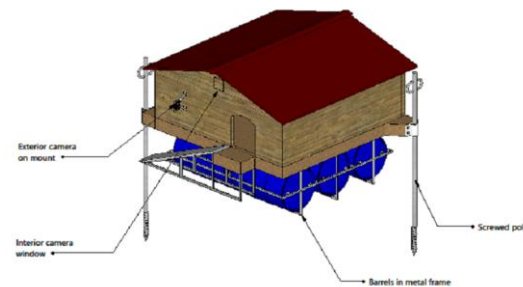
Wildlifecamera installatie (Rivierenland)



Beveropsporing met IR (Vlaanderen)



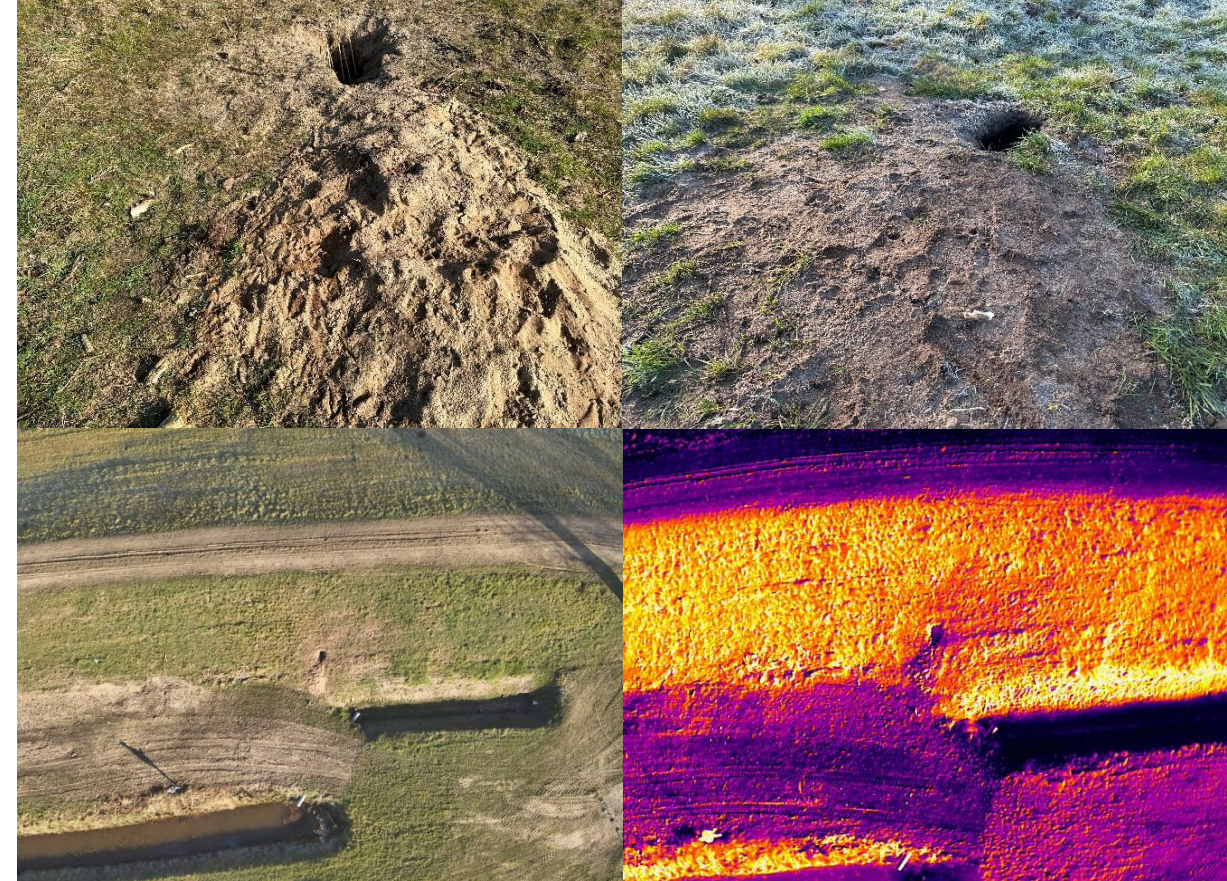
Ontwerp & monitoring HVP (Aa en Maas)



Terheijden

Uitvoeren metingen in vossenholen met verschillende meettechnieken:

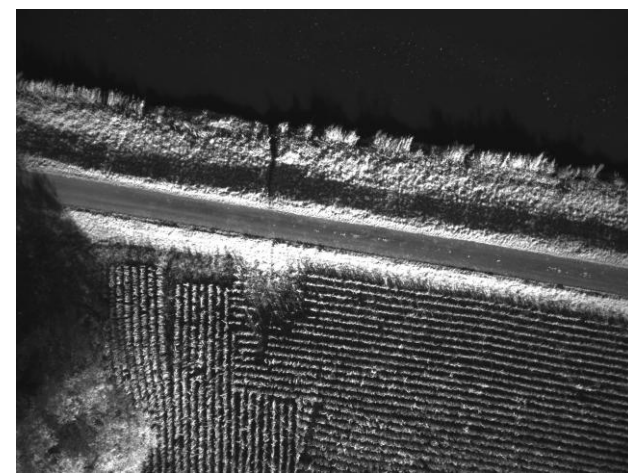
- ERT
- GPR
- Burrow surveyor (robotmol)
- Thermische camera op drone
- Handheld LiDAR
- Reparatie van hol



Dijle

Drone survey met een veranderend waterpeil.

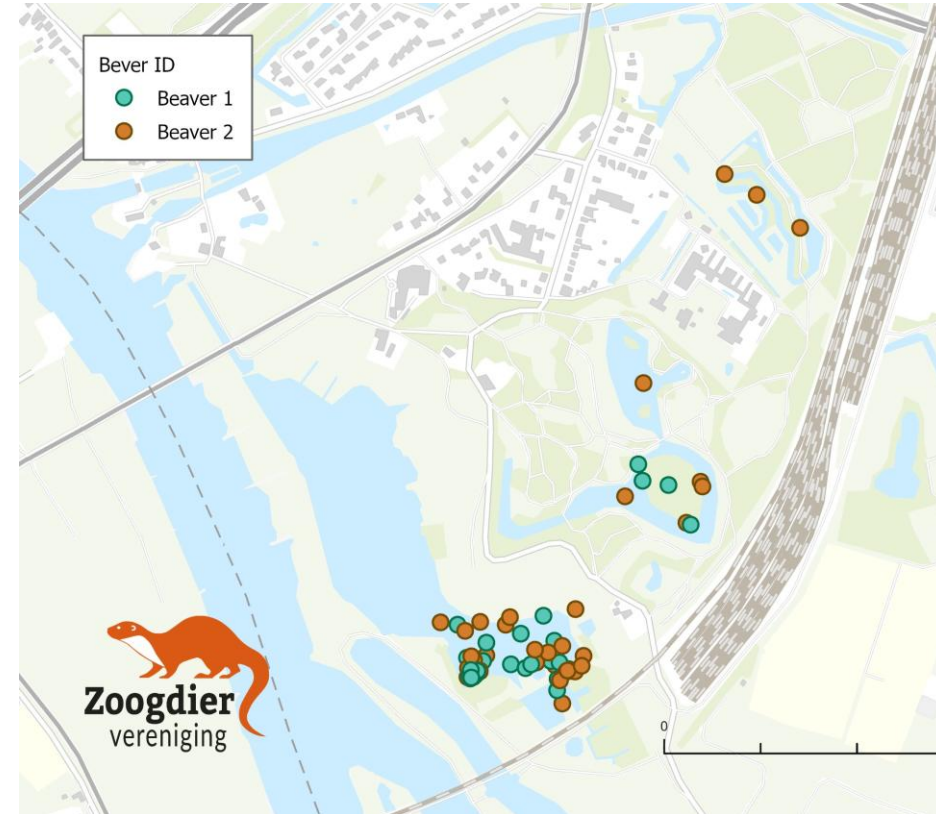
- RGB
- Multispectral
- Thermal



WP 2 – Nog te doen

- 2^e drone survey (Vught)
 - Detecteren van bevergraverijen in samenwerking met defensie gebruik makende van drones voorzien van Multi-spectrale camera's.
- Sonar survey
 - Opzetten veldwerk om de limieten en snelheden van verschillende apparatuur met elkaar te vergelijken.
- Final data processing.

Terreingebruik en gedrag van bevers in laagland watersystemen – mbv telemetrie



Lessen WP2 (tot heden)

- Geen 'one size fits all' oplossing
- Onderwateringangen zijn de moeilijkst te detecteren
- Inzicht van TNO: beperkte zichtbaarheid onder water kan mogelijk worden verbeterd met sonar op andere frequenties
- Bever zichtbaar in burcht met infrarood camera



WP 3 – Effect van graverij op dijksterkte (P3)

- Opstellen vragenlijst voor **Structured Expert Judgement (SEJ)**-analyse
- Doel (gekozen ism Deltares): de kennis van experts op gestructureerde wijze benutten om **onzekerheden in te schatten bij beperkte data**.
- De resultaten vormen **input voor probabilistische modellen** die de kans op dijkdoorbraak door dierlijke graverij berekenen.
- Case study voor eerste opzet: 5 locaties in Zeeland (mol)
- Later toepasbaar maken voor andere locaties/dieren.

WP 4 – Factsheets

- Opstellen en delen factsheets over dierlijke graverij.
 - Sturende maatregelen
 - Detectie van de bever
 - Detectie van graverij
 - Inventarisatie van holen
- Samen met STOWA en BWZ ingenieurs

Beschrijving techniek

De techniek maakt gebruik van een lawinesensor aan een flexibele stok die in een dierlijke graverij kan worden aangebracht. De techniek is in staat om de lengte van het hol te bepalen en de richting van de graverij. Om deze techniek te gebruiken zijn de volgende onderdelen vereist:

- * Een flexibele, aan elkaar te koppelende stok, bijvoorbeeld een Schoorsteenveger.
- * Lawinesensor zowel een zender als ontvanger.
- * Markerings, bijvoorbeeld vlaggetjes
- * Optioneel een waterdichte Camera.
- * Minimaal 2 personen.

De zender van de lawinesensor wordt vastgemaakt aan het uiteinde van de flexibele stok, bijvoorbeeld met tape. Nadat het signaal van de lawinesensor getest is, kan deze worden toegepast in het veld.



Figure 1. De stok in het veld

Gebruik techniek in het veld

Nadat de ingang van de graverij gevonden is dienen de volgende stappen te worden uitgevoerd om de lengte te bepalen.

1. Breng de stok aan in de ingang van de graverij en duw deze al draaiende in de graverij.
2. Koppel een nieuw stuk aan als dit nodig is, totdat de stok niet meer verder kan.
3. Trek de stok langzaam uit de graverij en meet de stoklengte die in de graverij is gegaan.

Om de richting van de graverij te bepalen dienen na stap 2 in het vorige stappenplan de volgende stappen te worden genomen:

1. Ga met de lawinesensor ontvanger over het maaiveld, en vindt het punt waar de ontvanger de minimale afstand tot de zender aangeeft. Markeer dit punt.
2. Trek de stok een gewenste lengte uit de graverij en herhaal stap 1 op de nieuwe locatie.
3. Herhaal het proces totdat de stok volledig uit de graverij is gekomen.

Nabewerking gegevens

Er is geen nabewerking van de gegevens nodig na gebruik van het meetinstrument in het veld. Op basis van de gevonden lengte en oriëntatie van het gangenstelsel kan er ter plaatse ingeschat worden of het gangenstelsel een acuut risico vormt of niet.

Samenvatting

- ✓ Grove inschatting grootte graverij
- ✗ Detectie locatie van graverij
- ✗ Aantonen aanwezigheid soort
- ✓ Het instrument past in een rugzak
- ✓ 500,- voor apparatuur
- ⌚ 30 minuten meten per graverij in het veld
- ⌚ 0 minuten per graverij na meting

Soorten graverij

De grootte van het hol kan bepaald worden bij de volgende dierlijke graverijen:

- ✓ Bever
- ✓ Das
- ✓ Vos
- ✓ Muskrans
- ✗ Konijn
- ✗ Mol
- ✗ Muis
- ✗ Rivierkreeft

Verstoring diersoort

De methode betreft een dierlijke graverij, waarmee de methode een dier verstoort. Ga na bij het bevoegd gezag of er maatregelen genomen dienen te worden voordat de methode in het veld wordt gebruikt.

Nauwkeurigheid

De methode is in staat om een grove inschatting te maken van de dimensies van een graverij, het is met deze methode nooit met zekerheid te zeggen is of de gevonden graverijlengte daadwerkelijk de maatgevende lengte is. De methode geeft het verkeerde resultaat als de gang een loodrechte hoek maakt of als het gangenstelsel splitst in meerdere gangen.

Mede mogelijk gemaakt door



Belangrijke inzichten van andere studies

Deltares: Modelling P3

- Beverschade heeft minimaal effect op homogene dijkvakken
- Publicatie resultaten verwacht in de komende weken/maanden



Deltares: Agent Based Model ontwikkeld voor beveractiviteit tijdens hoogwater (P1&P2)

- Goede basis voor een **voorspellend model van beverschade**
- Nog onbetrouwbare resultaten **door gebrek aan invoergegevens**
- Betere registratie van graafschade en zenderingsdata noodzakelijk

Vana Tsimopoulou

Email: v.tsimopoulou@hz.nl



Danny Janssen

Email: d.janssen@hz.nl

