

Onderzoek waterkwaliteit NV gebied Koningsvliet 2024-2025



Sweco Nederland B.V.	Handelsregister 30129769
Onderwerp	Onderzoek waterkwaliteit NV gebied Koningsvliet 2024-2025
Projectnummer	51025328
Klant	Waterschap Aa en Maas
Auteur	Ghislaine Stoop en Rens van der Meijden
Gecontroleerd door	Adrie Otte
Vrijgegeven door	Ron Buitelaar
Datum	14-04-2026
Versie	D3
Documentreferentie	NL26-648800269-170350

Samenvatting

Deze rapportage beschrijft de waterkwaliteit in het Nutriënten Verontreinigd (NV-)gebied de Koningsvliet, dat sinds eind 2023 is aangewezen. Het gebied ligt tussen de Maas (noord), het Drongelens Kanaal (zuid/west) en de Dieze (oost). De oppervlaktewater-kwaliteit voldoet niet aan de Kaderrichtlijn Water (KRW) nutriëtnormen (stikstof en fosfor). Het doel is om de waterkwaliteit in beeld te brengen en zodanig te verbeteren dat het gebied de NV-status zo snel mogelijk verliest. Daarvoor is in 2024 extra monitoring gestart van veldparameters en nutriënten, als aanvulling op de bestaande KRW-monitoring.

Om het gebied inzichtelijk te krijgen is een gebieds- en systeembeschrijving opgesteld. In de systeembeschrijving wordt het gebied geologisch en hydrologisch gekarakteriseerd. Daarna worden de oppervlaktekwaliteitsmetingen besproken. Voor de waterkwaliteit blijkt uit metingen dat in zowel Koningsvliet Oost als West de KRW-normen voor totaal stikstof en fosfor op verschillende meetpunten worden overschreden. Ook het inlaatwater uit Drongelens Kanaal, Nieuwe Bossche Sloot en Nieuwe Loonse Vaart heeft te hoge nutriënten-concentraties. In het gebied zelf nemen de concentraties eerst af (door instromend relatief schoon kwelwater) en later weer toe, onder invloed van stedelijk gebied (afspoeling, riooloverstorten) en landbouwactiviteiten. Deze informatie dient als basis voor de water- en stoffenbalans.

Voor 2024 een waterbalans opgesteld, waarin alle inkomende en uitgaande waterstromen (inlaat, neerslag, kwel, uit- en afspoeling, lozingen, uitlaat via gemalen e.d.) zijn gekwantificeerd voor Koningsvliet Oost en West. Hiermee wordt inzichtelijk welk aandeel verschillende bronnen hebben in het watervolume en hoe dat samenhangt met nutriëntenbelasting. Op basis van gemeten en geschatte concentraties per bron zijn vrachten voor stikstof en fosfor berekend. Hieruit blijkt dat de belangrijkste potentiële bronnen van nutriënten komt door inlaatwater en uit- en afspoeling van agrarische percelen. Het grootste aandeel van de fosforbelasting in de Koningsvliet komt van het inlaatwater. De landbouw is de grootste bron van stikstof en voor fosfaat is de landbouw de op een na grootste bron. Op basis van de balansen wordt geconcludeerd dat maatregelen aan de bron (landbouwpraktijk, stedelijk rioolstelsel, overstorten) en de verbetering van de kwaliteit van inlaatwater nodig zijn om de KRW-doelen te halen en de NV-status te verliezen.

Daarnaast wordt er een aanbevelingen gedaan voor de monitoring. Er zijn nu veel meetpunten (8 in oost, 9 in west), maar niet alle zijn representatief of even frequent bemeeten. De KRW vereist minimaal één representatief meetpunt per waterlichaam. Hierin wordt voorgesteld welke meetpunten nodig zijn om het meetnet zo optimaal mogelijk te maken. Onder andere door nieuwe meetpunten strategisch te plaatsen en sommige tijdelijke punten na afloop van het onderzoek af te schalen.

Een gevoeligheidsanalyse laat zien, dat de jaargemiddelde stikstofbelasting door de landbouw in Koningsvliet West waarschijnlijk tussen de 39 en 63% ligt en de fosforbelasting tussen de 32 en 54%. Voor Koningsvliet Oost ligt de stikstofbelasting door de landbouw jaargemiddeld waarschijnlijk tussen 35 en 60% en de fosforbelasting tussen 33% en 54%. Dit betekent dat de het aandeel van de landbouw in de totale nutriëntenbelasting hoe dan ook boven de 19% ligt en dat het gebied daarom voldoet aan de criteria voor aanwijzing als Nutriënt Verontreinigd Gebied.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
1.1	Achtergrond en aanleiding	7
1.2	Doelstelling van dit rapport	8
1.3	Inhoud	8
2	Systeembeschrijving.....	9
2.1	Geomorfologie en bodem.....	9
2.2	Maaiveldhoogte.....	12
2.3	Landgebruik	14
2.4	Oppervlaktewater	18
2.5	Grondwater	22
2.6	Kwel.....	25
3	Oppervlakte waterkwaliteit	26
3.1	Nutriënt Verontreinigd gebied	26
3.2	KRW	27
3.2.1	Nutriënten	27
3.2.2	Biologie	30
3.3	Waterkwaliteitsmetingen	31
3.3.1	Koningsvliet	39
3.3.2	Nieuwe Loonse Vaart	40
3.3.3	Drongelens Kanaal en Bossche Sloot	41
3.4	Synthese Waterkwaliteit.....	43
4	Balansen en bronnenanalyse stikstof en fosfaat 2024.....	44
4.1	Inleiding	44
4.2	Waterbalans	44
4.2.1	Inleiding.....	44
4.2.2	De verschillende bronnen	44
4.2.3	Waterbalans.....	46
4.3	Stoffenbalans	49
4.3.1	Inleiding.....	49
4.3.2	Concentraties in de verschillende bronnen	49

4.3.3	Stoffenbalans	50
4.3.4	Concentraties	50
4.4	Bronnenanalyse	57
4.4.1	Koningsvliet West	57
4.4.2	Koningsvliet Oost	58
4.5	Duiding en handelingsperspectieven	59
4.6	Foutenanalyse	60
5	Aanbevelingen monitoring	61
5.1	KRW-meetpunten	61
5.2	Meetpunten voor water- en stoffenbalans	63
6	Literatuur	64
	Bijlage 1 Berekeningen uit- en afspoeling landbouw en natuur	65
	Bijlage 2 Resultaten berekening overstortschatter	69
	Bijlage 3 Foutenanalyse	72

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en aanleiding

Eind 2023 is het gebied rondom de Koningsvliet (zie Figuur 1) aangewezen als Nutriënten Verontreinigd (NV-gebied). De reden hiervoor was dat de oppervlaktewaterkwaliteit niet voldoet aan de gestelde nutriëtnormen in de Kaderrichtlijn Water (KRW).



Figuur 1: Het studiegebied met aanwezige KRW-waterlichamen.

Het gebied wordt begrensd door de rivier de Maas aan de noordkant, het Drongelens Kanaal aan de zuid- en westkant en de Dieze aan de oostkant. Uit de KRW-monitoring blijkt dat de KRW-lichamen Nieuwe Loonse Vaart en Bossche Sloot niet voldoen aan de nutriëntendoelen voor stikstof en fosfor. De mogelijke bronnen voor de verontreiniging zijn onder andere het inlaatwater uit de Maas, Dieze en Drongelens Kanaal, de agrarische activiteiten, industrie, overstorten (gemengd en hemelwater), atmosferische depositie en kwel.

De status als NV-gebied heeft significante gevolgen voor de bedrijfsvoering van de agrarische bedrijven in het gebied. Gezamenlijk met deze agrarische ondernemingen en gemeente Heusden heeft Waterschap Aa en Maas zich als doel gesteld om de waterkwaliteit in de Koningsvliet zodanig te verbeteren dat het de status als NV-gebied zo snel mogelijk weer kwijt raakt.

Om beter inzicht te krijgen in de oppervlaktewaterkwaliteit in het gebied, is het waterschap in 2024 begonnen met het monitoren van veldparameters en nutriënten. Deze monitoring is een aanvulling op de reeds ingestelde KRW-monitoring.

In opdracht van het waterschap verzorgt Sweco de duiding en rapportage van de meetgegevens.

1.2 Doelstelling van dit rapport

Eén van de onderdelen van de opdracht van Sweco is het opstellen van een gebiedsbeschrijving van het projectgebied de Koningsvliet.

De gebiedsbeschrijving heeft als doel om de belangrijkste eigenschappen van het projectgebied, voor wat betreft bodem, landgebruik, waterkwantiteit en kwaliteit, inzichtelijk te krijgen. De gebiedsbeschrijving vormt de basis voor de water- en stoffenbalans (Hoofdstuk 4).

1.3 Inhoud

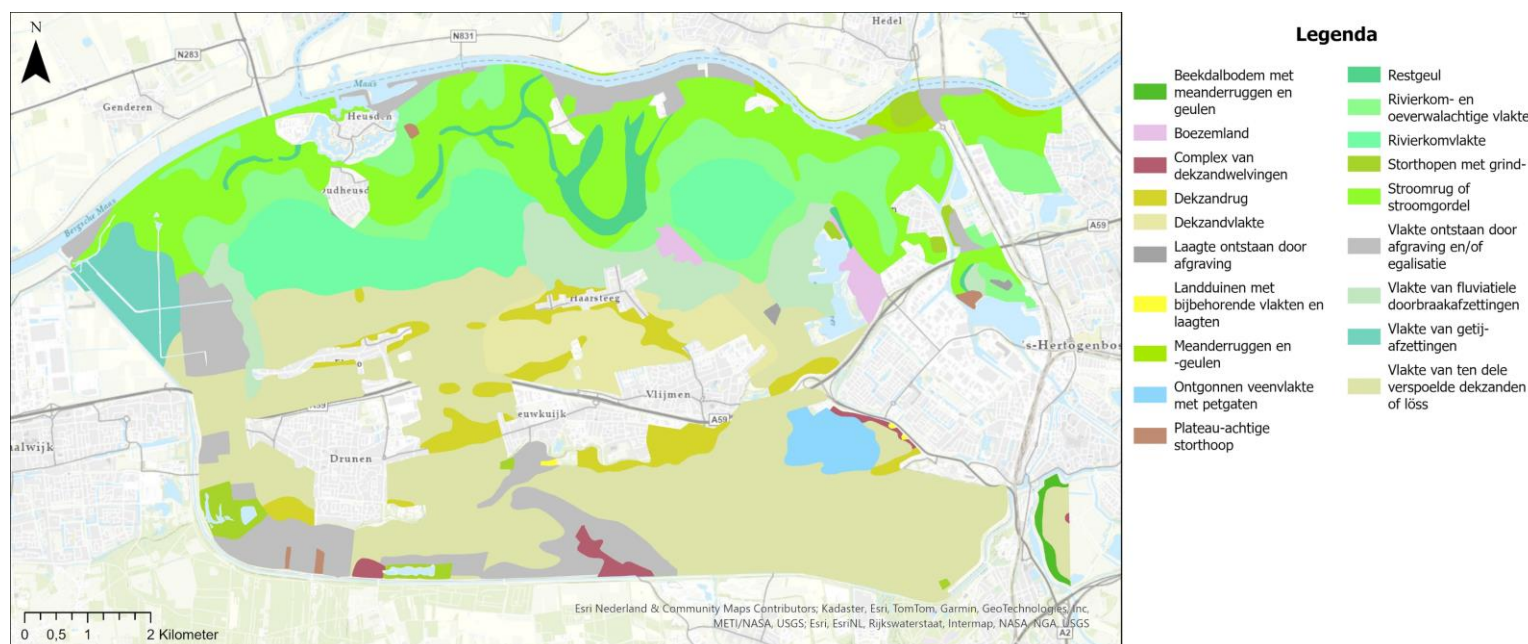
De gebiedsbeschrijving bestaat uit de volgende onderdelen:

- geomorfologie en bodem (paragraaf 2.1);
- maaiveld (paragraaf 2.2);
- landgebruik (paragraaf 2.3);
- hydrologie:
 - o oppervlaktewater (paragraaf 2.4);
 - o grondwater (paragraaf 2.5);
 - o kwel (Paragraaf 2.6);
- waterkwaliteit:
 - o Nutriënt Verontreinigd Gebied (paragraaf 3.1);
 - o KRW (Paragraaf 3.2);
 - o Waterkwaliteitsmetingen (Paragraaf 3.3);

2 Systeembeschrijving

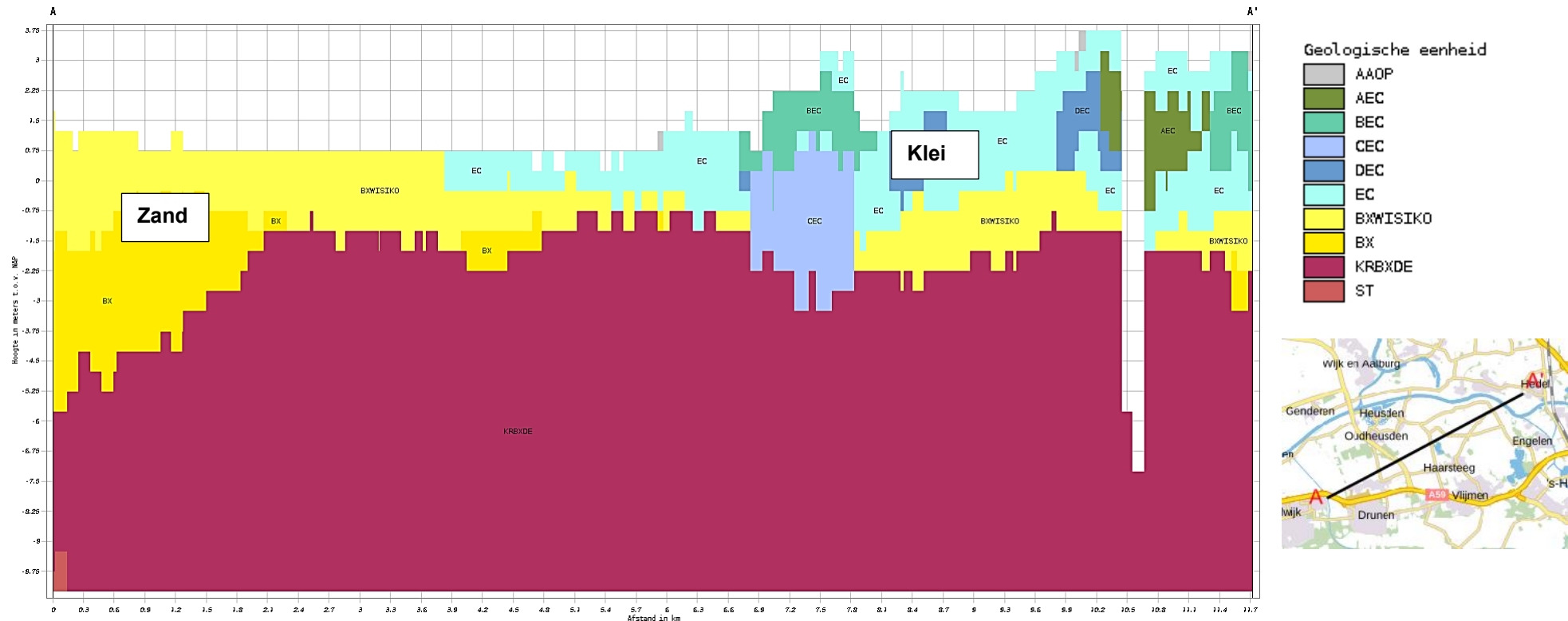
2.1 Geomorfologie en bodem

Het projectgebied Koningsvliet is gelegen tussen de Maas (noorden) en het Drongelens Kanaal (zuiden/westen). Het noordelijke deel heeft het karakter van een rivierlandschap (groen in de kaart). Ten zuiden ligt het zandlandschap (geel in de kaart) (Figuur 2). Het zandlandschap is ontstaan door eolische processen, zoals erosie of afzetting van materiaal door de wind en het rivierlandschap is ontstaan door fluviatiele processen, zoals erosie of afzetting van materiaal door rivierwater^[1]. Het rivierlandschap bestaat uit rivieroeverwallen en komkleigebieden. Het zuidelijk zandgebied is, op een enkele uitzondering na, vlak tot lichtglooiend en bestaat uit dekzand, doorbraakafzettingen en moeras. Ook komen er lokaal stuifzandgebieden met duincomplexen voor. De Loonse en Drunense Duinen bij Waalwijk in Noord-Brabant zijn voorbeelden van zo'n stuifzandgebied (buiten het project gebied). De bebouwing van Drunen, Vlijmen en Nieuwkuijk is op een dekzandrug gelegen^[2].



Figuur 2: Geomorfologische kaart van het projectgebied

Het rivierlandschap en zandlandschap zijn ook te zien in de geologische dwarsdoorsnede van de deklaag (tot 10 m-maaiveld, Figuur 3). De Formatie van Boxtel in geel (legenda Bx en Bxwisiko) zijn vooral zandafzettingen en de Formatie van Echteld in blauw en groen (legenda alles met EC) is humeuze rivierkleiafzettingen (max 5 m dik). De paarse laag is een grovere zandlaag van de Formatie van Bortel en Kreftenheye.

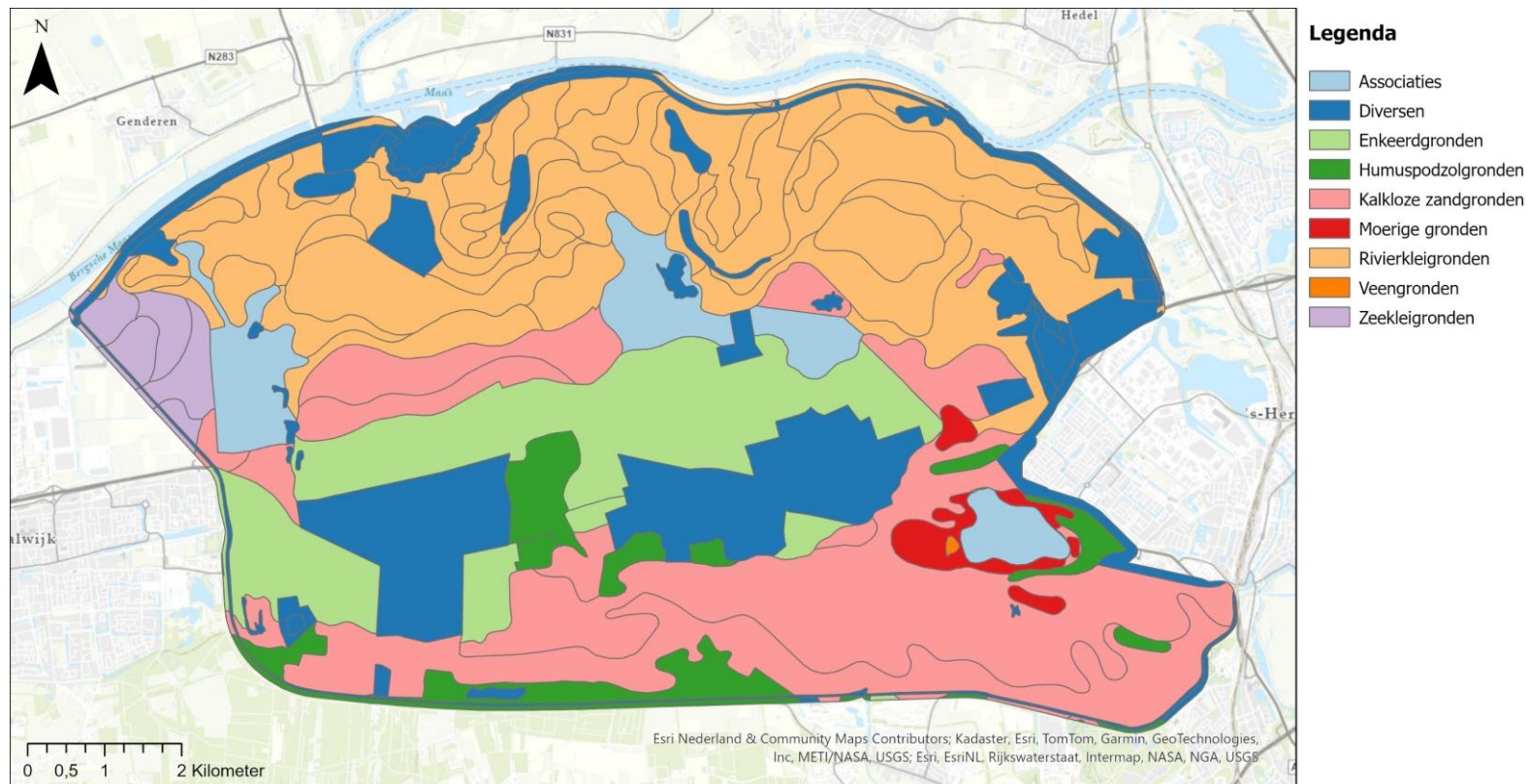


Figuur 3: Geologische dwarsdoorsnede van de deklaag vanaf het zuidwesten richting het noordoosten.

In het rivierlandschap bestaat de bodem vooral uit rivierkleigronden met zavel. In het midden en in het zuiden van het zandlandschap bestaat de bodem uit kalkloze zandgronden, humuspodzolgronden en enkeerdgronden (Figuur 4). Enkeerdgronden zijn door de mens gevormde zandige bodems met een hoge organische stofgehalte^[3]. Deze gronden zijn vooral te zien rondom de stedelijke bebouwing. Humuspodzolgronden bestaan uit dekzand met de bovenste laag humus waarop bodemprocessen gedurende lange tijd een sterke invloed hebben uitgeoefend. Regenwater heeft de bovenste bodemlaag schoongewassen. Bestanddelen die in deze laag zaten, zijn door het water opgelost en meegevoerd, dieper de bodem in^[4]. De type bodems hangt ook samen met de geomorfologie.

Waar rivieroeverwallen en komkleigebieden aanwezig zijn, zijn er rivierkleigronden met zavel te vinden. Het zandlandschap, bestaande uit dekzand, bevat gronden met zandige bodems.

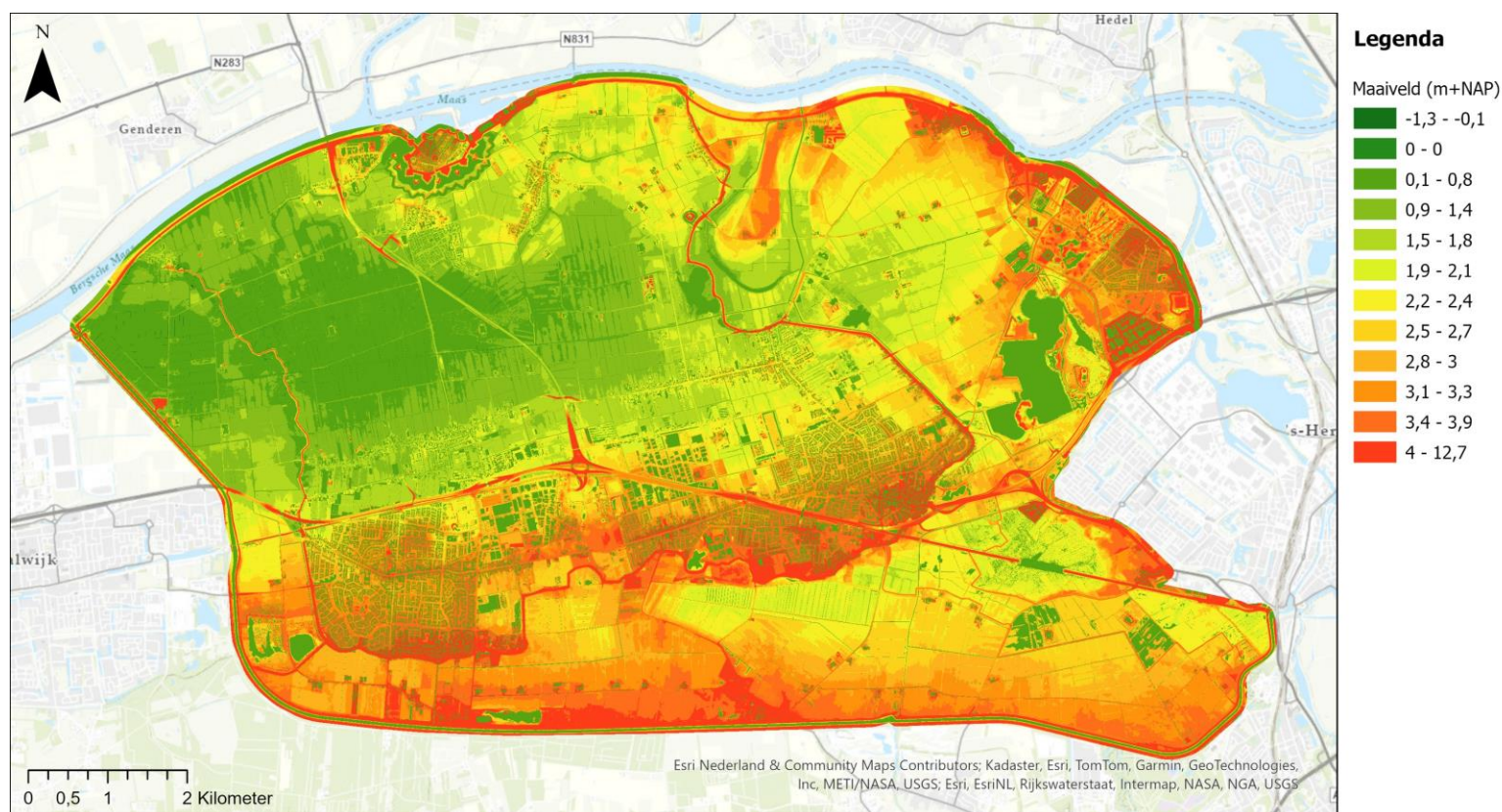
Het type landbouw en gewas komt voort uit de geomorfologie, bodem en hydrologie. Op hoge, drogere (zand)gronden vindt meer intensieve landbouw (bieten, aardappelen) plaats. Op de lage, natte rivierkleigronden vindt extensievere landbouw (agrarisch grasland voor veehouderij, granen) plaats. Daarnaast sturen de geomorfologie en bodem ook de grondwaterstanden in het gebied aan. Lager gelegen delen, vooral het kleigebied, hebben hogere grondwaterstanden. Dit komt doordat klei een lage permeabiliteit en een hoge waterretentie heeft waardoor de drainage langzaam is. Water blijft langer in de bovenste lagen van de bodem, wat leidt tot hogere grondwaterstanden. In de hogere gebieden, de zandgronden, is de drainage van het water sneller waardoor de grondwaterstanden vaak lager zijn.



Figuur 4: Bodemkaart van het projectgebied.

2.2 Maaiveldhoogte

Het maaiveld loopt ruwweg van 3-4 m + NAP in het zuiden en zuidoosten af naar 0 m + NAP in het noordwesten (Figuur 5). De stroomruggen aan de zuidoever van de Maas en de dekzandvlaktes ten zuiden van de A59 zijn de hoogst gelegen delen in het landschap. Hier bevindt zich met name stedelijk gebied. Tevens zijn de (historische) dijklichamen en wegen duidelijk als (rood gekleurde) lijnelementen te onderscheiden in de kaart. De hoge Maasdijk aan de noordwestkant van Vlijmen vormt de scheiding tussen de stroomgebieden Koningsvliet Oost en Koningsvliet West (Figuur 9)^[5]. Ten zuiden van Vlijmen vormt de hooggelegen Nieuwkuijksesweg de scheiding tussen beide deelwatersystemen. Door de grotere drooglegging (verschil maaiveld - stand oppervlaktewater) en/of wegzijging/infiltratie zijn de grondwaterstanden op de hoger gelegen delen van het landschap vaak lager (Figuur 13).



Figuur 5: Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) van het projectgebied.

De rivierkomvlakte in het noordwesten is het laagst gelegen deel van het projectgebied. Op de hier aanwezige rivierkleigronden bevindt zich (natte) natuur en (sterk) gedraineerde landbouwgrond. Ook aan de zuidoostkant van Vlijmen is het maaiveld lager. Dit zijn verspoelde dekzandgronden met klei-afzettingen en moeras/veen^[6]. Hier bevindt zich eveneens natte natuur (Figuur 6). Deze lager gelegen delen van het landschap hebben door kwel en/of een lagere drooglegging een hogere grondwaterstand (Figuur 13).

Het maaiveldverloop, zoals weergegeven Figuur 5, heeft tot gevolg dat de stroomrichting van het grond- en oppervlaktewater van het zuiden/zuidoosten (hooggelegen) richting het noord-/noordwesten (laaggelegen) is (Figuur 9).

2.3 Landgebruik

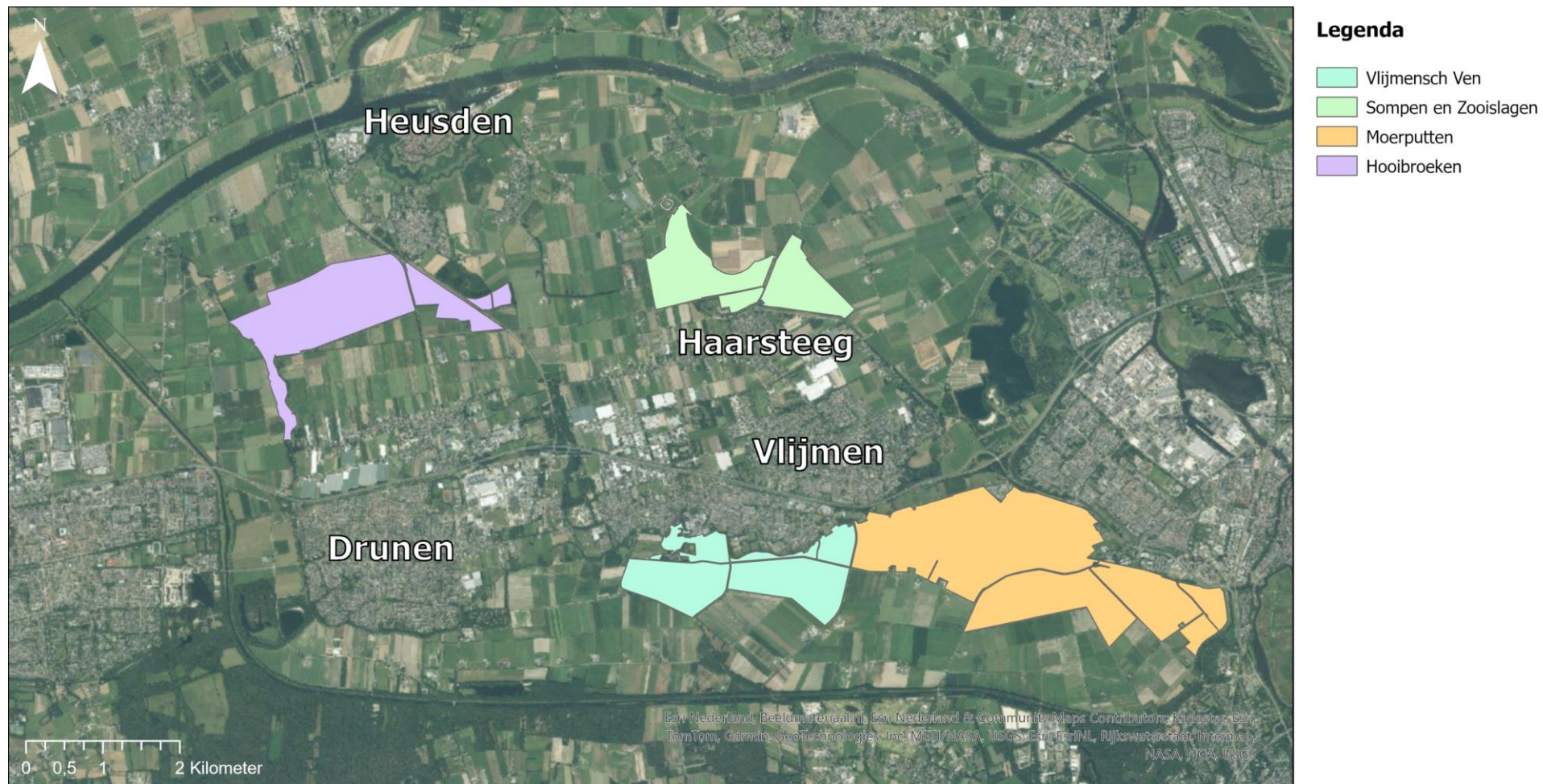
Figuur 6 toont een luchtfoto van het projectgebied Koningsvliet. De stedelijke gebieden, bestaande uit Heusden, Drunen, Haarsteeg en Vlijmen, bevinden zich met name op de hoger gelegen dekzandvlaktes en stroomruggen uit Figuur 2.

De natte natuurplek Hooibroeken en Sompen en Zooislagen zijn te vinden op de laaggelegen delen van het landschap (zie de hoogtekartaal in Figuur 5). Ze bevinden zich op voormalige rivierkomvlaktes en Maasmeanders en hebben een overwegend kleiige ondergrond. Door het actief dempen van watergangen, waterstandsverhoging en bevoeiing met kwelwater wordt de waardevolle natuur in deze gebieden behouden. Een Ecologische Verbindingszone (EVZ) langs de Koningsvliet verbindt de beide natte natuurplek^[7].

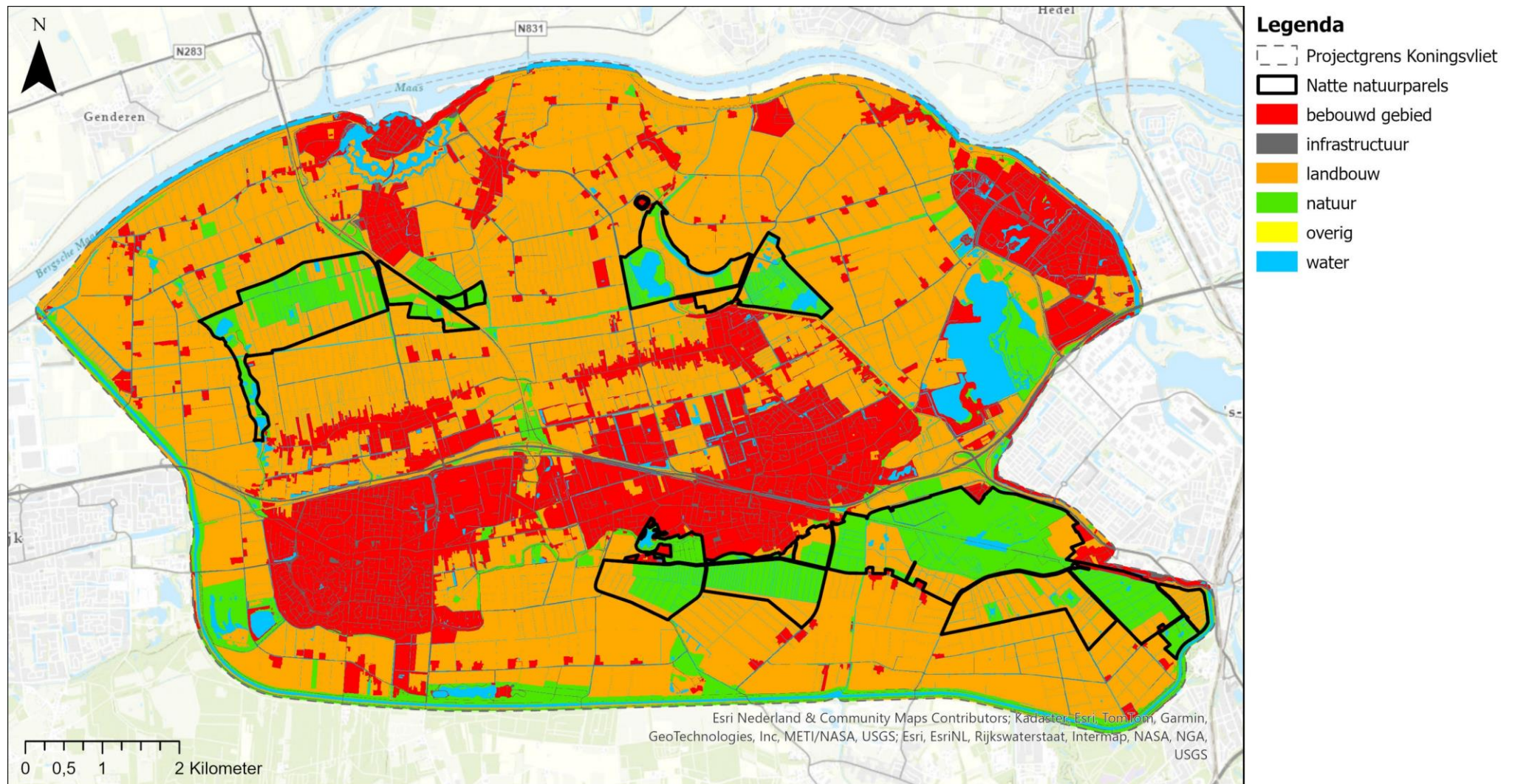
Vlijmensch Ven en Moerputten (beide Natura 2000) bevinden zich op de laaggelegen, verspoelde dekzandvlaktes aan de zuidoostkant van Vlijmen. Door overstromingen en geforceerde militaire inundaties zijn hier dunne kleilagen afgezet. Mede door deze overstromingen, in combinatie met het uittreden van basenrijke kwel, is daarnaast laagveen gevormd^[6]. Door veenwinning vanaf de Middeleeuwen zijn veel klink en zetting opgetreden, wat tot een verdere toename van hoogteverschillen heeft geleid.

Het overige landoppervlak van de Koningsvliet bestaat grotendeels uit landbouwgrond. Uit de LGN2023 (Figuur 7) valt op te maken dat 53% van het landoppervlak uit landbouwgrond bestaat. De typen gewassen die het meest toegepast worden, zijn agrarisch gras (36% van het totaaloppervlak), mais (10%), granen (3%), aardappelen en bieten (beide 1%). De overige landbouwgewassen en de glastuinbouwzone aan de noordzijde van Drunen en Vlijmen beslaan respectievelijk 3% en 1% van het oppervlak.

Het type gewas komt voort uit de geomorfologie, bodem en hydrologie. Op hoge, drogere (zand)gronden vindt meer intensieve landbouw (bieten, aardappelen) plaats. Op de lage, natte rivierkleigronden vindt extensievere landbouw (agrarisch grasland voor veehouderij, granen) plaats.

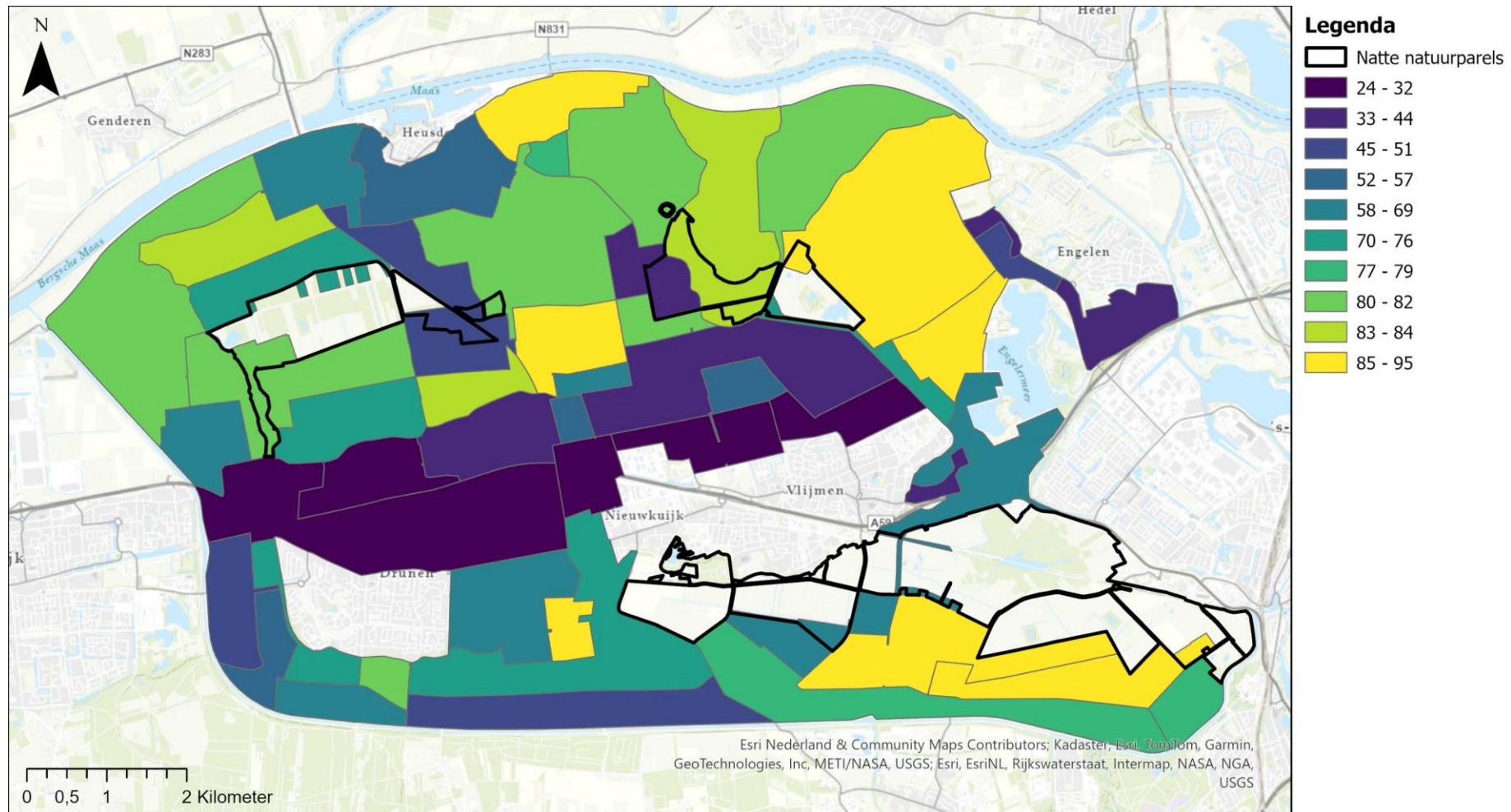


Figuur 6: Luchtfoto met de ligging van de stedelijke gebieden, natte natuurparels en N2000-gebied (Vlijmensch Ven en Moerputten).



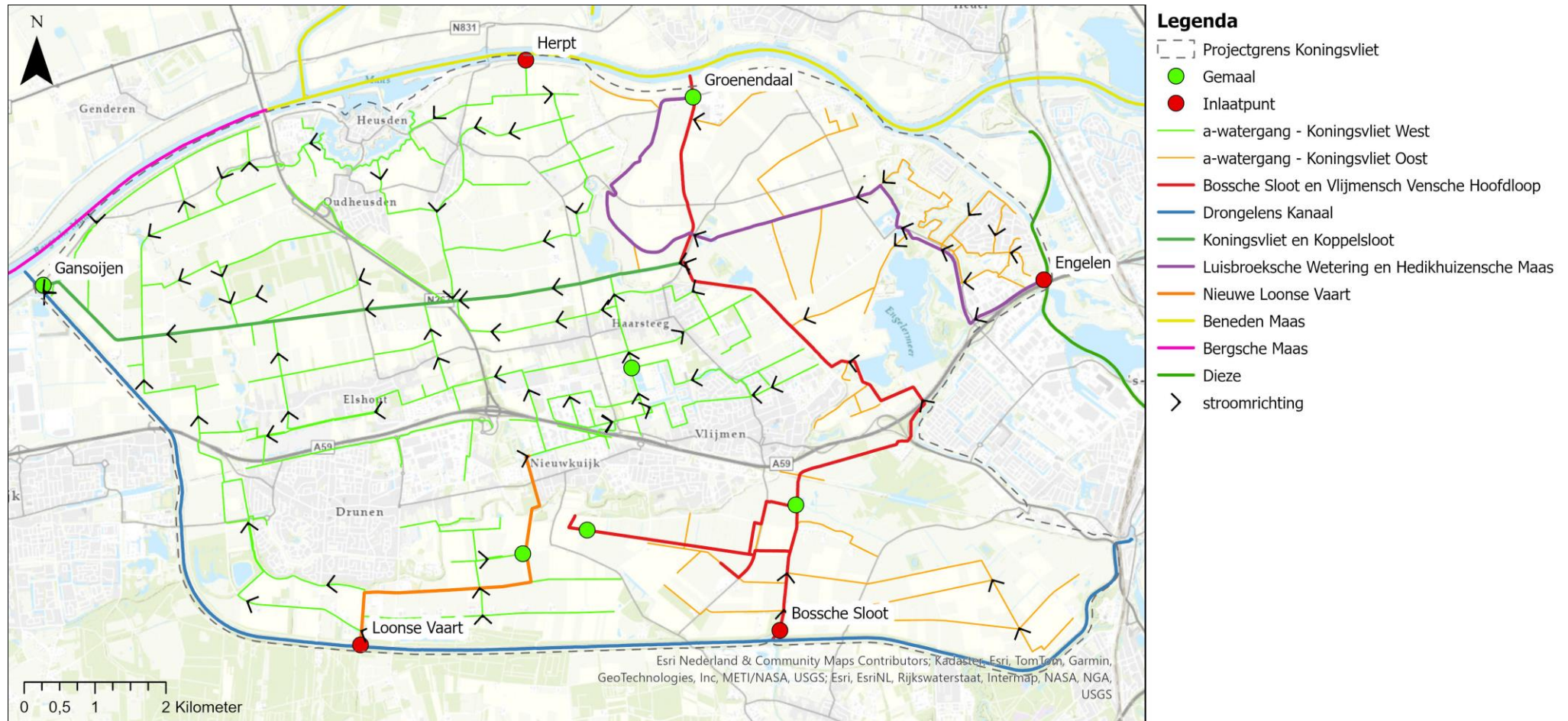
Figuur 7: Landgebruik op basis van de LGN2023.

Om een beeld te krijgen waar het meeste landbouw aanwezig is, is per peilgebied (zie paragraaf 2.4) het aandeel landbouwgrond (lagen 1 – 6 in de LGN2023) berekend, de overig functies zijn uit deze berekening gelaten. De peilgebieden met enkel stedelijk gebied of natuur zijn eruit geknipt. Het resultaat is weergegeven in Figuur 8. Het is duidelijk te zien dat de peilgebieden in het noord- en zuidoosten, procentueel gezien (85 – 95%), de meeste landbouwgrond bevatten.



Figuur 8: Percentage landbouwgrond (laag 1-6 uit de LGN2023) per peilgebied.

2.4 Oppervlaktewater



Figuur 9: Watersysteem van het projectgebied de Koningsvliet.

Figuur 9 bevat een overzichtsk kaart van het oppervlaktewatersysteem van de Koningsvliet. Het gebied bestaat uit twee stroomgebieden: Koningsvliet West (5.552 ha) en Koningsvliet Oost (3.211 ha). De Hoge Maasdijk, die de scheiding vormt tussen beide stroomgebieden, is op de hoogtek kaart (Figuur 5) duidelijk te onderscheiden. Het watersysteem van de Koningsvliet wordt kunstmatig beheerd via een viertal inlaatpunten, zes gemalen en een netwerk aan stuwen.

Voor de Koningsvliet West wordt met name in de zomer ($0,6 \text{ m}^3/\text{s}$) water uit het Drongelens Kanaal ingelaten via het inlaatpunt Loonse Vaart. In de winter is dit zo'n $0,06 \text{ m}^3/\text{s}$. Bij dit inlaatpunt bevindt zich ook een meetpunt voor de waterkwaliteit (Figuur 20). Via de oost- (KRW-waterlichaam Nieuwe Loonse Vaart) en westzijde van Drunen komt het water in de Koningsvliet. Van hieruit stroomt het in westelijke richting. Daarnaast kan een peilgestuurd inlaatpunt bij Herpt maximaal $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ uit de Maas inlaten. Maaswaterkwaliteit wordt door Rijkswaterstaat gemeten. Dit inlaatwater stroomt in zuidelijke richting naar de Koningsvliet. De ontwatering van Koningsvliet West richting de Maas wordt verzorgd door gemaal Gansoijen (Figuur 20).

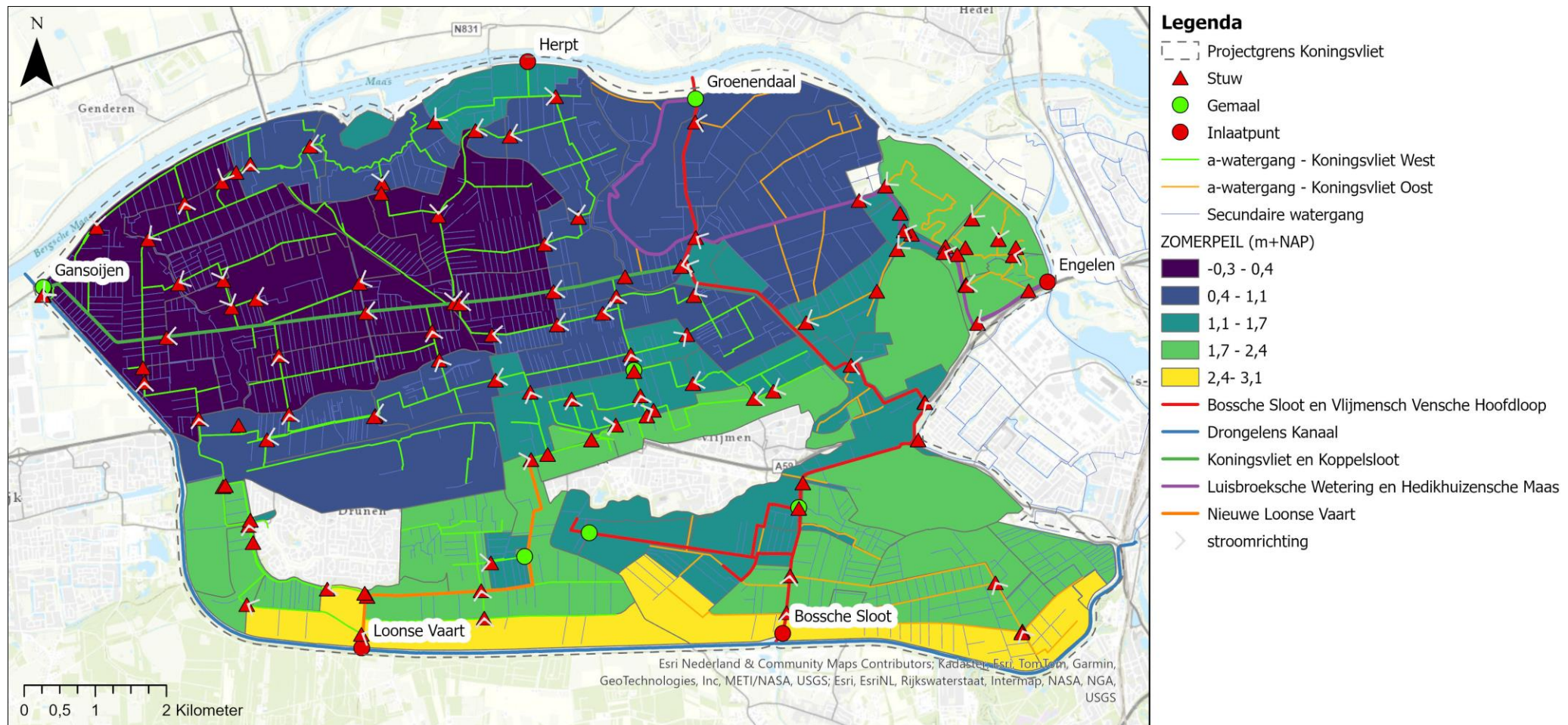
Voor Koningsvliet Oost wordt water uit het Drongelens Kanaal ingelaten via het inlaatpunt Bossche Sloot. In de zomer is dit zo'n $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. In de winter staat deze vaak uit. Via de Bossche Sloot stroomt dit inlaatwater langs de oostkant van Vlijmen richting het noorden. De waterkwaliteit van de Bossche Sloot wordt op diverse locaties gemeten (Figuur 20). Via inlaatpunt Engelen wordt nog water ingelaten uit de Dieze; in de zomer $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ en in de winter $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$. Dit water stroomt in westelijke richting naar de Luisbroekse Wetering, die via een duiker onder de Bossche Sloot door stroomt. Bij inlaatpunt Engelen is geen waterkwaliteitsmeting aanwezig, maar wel in de Dieze. Gemaal Groenendaal verzorgt de ontwatering van Koningsvliet Oost uit de Bossche Sloot en Luisbroekse Wetering naar de Maas. Bij gemaal Groenendaal is een waterkwaliteitsmeetpunt (Figuur 20).

De stroomgebieden zijn met elkaar verbonden door middel van een schuif in de Hoge Maasdijk aan de noordkant van Haarsteeg. Deze schuif staat echter standaard dicht^[5]. Mocht gemaal Groenendaal uitvallen, kan het water uit Koningsvliet Oost via gemaal Gansoijen worden afgevoerd.

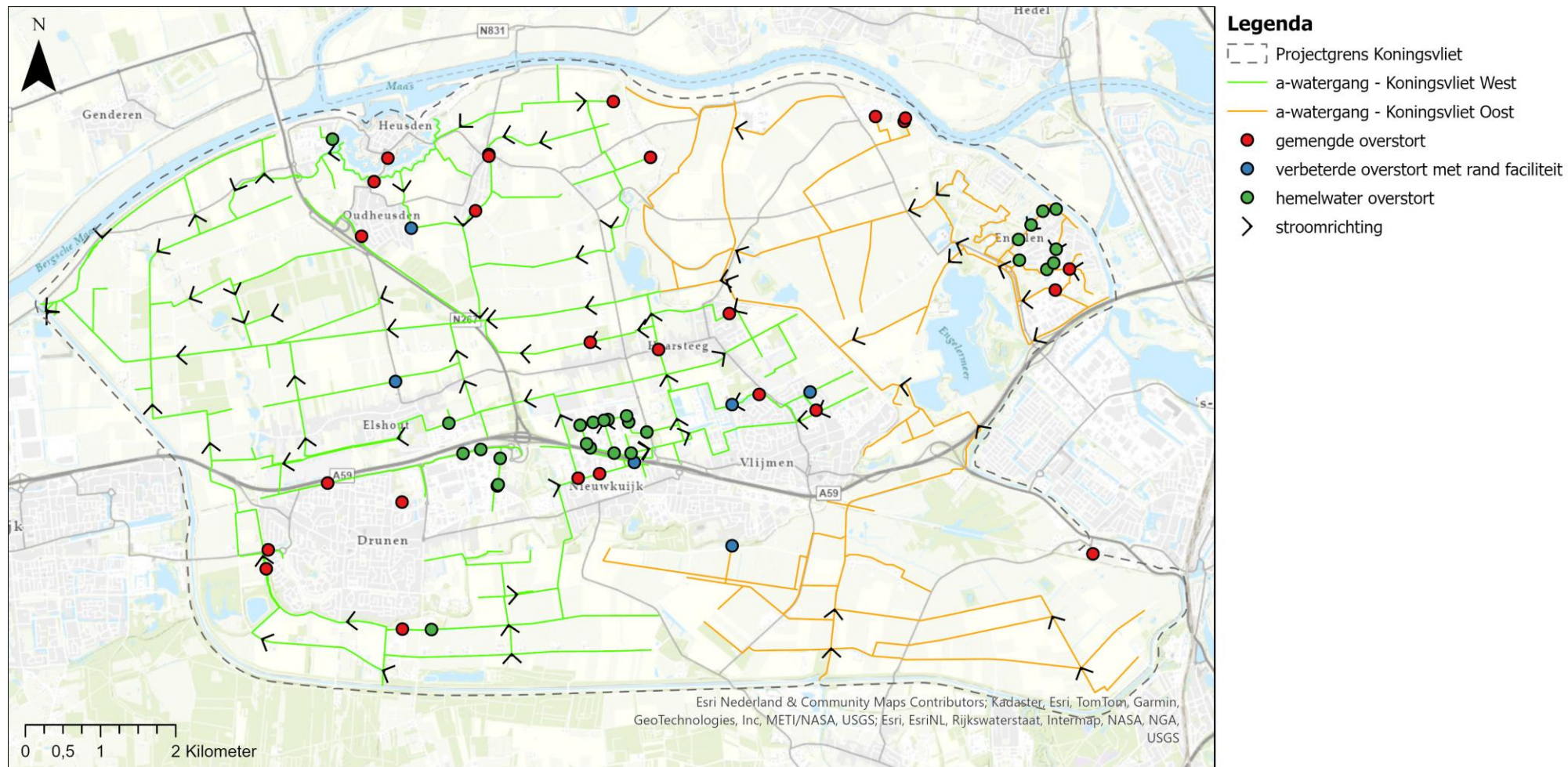
Naast de primaire watergangen, is er een dicht netwerk van secundaire watergangen in het gebied. Deze hebben een functie in de afwatering van het stedelijk en landelijk gebied. De drainerende werking van de watergangen is groot in het noordwestelijke (rondom de Koningsvliet) en zuidoostelijke (rondom de Bossche Sloot) deel van het gebied. Deze gebieden zijn laaggelegen en hebben, mede door een hoge kwelflux, een hoge grondwaterstand (zie Figuur 13).

De waterstand in de Koningsvliet wordt kunstmatig op peil gehouden via stuwen. Gebieden met eenzelfde peil worden peilgebieden genoemd. De peilen in het peilbesluit zijn voor de zomer in Figuur 10 weergegeven. In de zomer wordt over het algemeen een hoger ($0 - 0,4 \text{ m}$) stuwpeil aangehouden dan in de winter. Daarnaast kan het peil dat in de praktijk wordt aangehouden wat afwijken van wat in het peilbesluit is opgenomen. Zo is voor het Vlijmensch Ven het praktijkpeil in zowel de winter- als zomermaanden zo'n $10 - 20 \text{ cm}$ hoger dan in het peilbesluit.

Bronnen van nutriënten in het gebied, die de waterkwaliteit beïnvloeden, zijn het inlaatwater uit het Drongelens Kanaal, de Dieze en de Maas, (Figuur 9) de agrarische activiteiten in het gebied waar nutriënten uit- en afspoelen van agrarische percelen (Figuur 8), emissies vanuit glastuinbouw, overige activiteiten in het gebied (industrie), overstorten van gemeentelijke riolering (gemengd en hemelwater, Figuur 11), atmosferische depositie en kwel (Figuur 15). Uit het onderzoek van WUR^[14] blijkt voor zowel stikstof als fosfor dat de RWZI's, af- en uitspoeling van landbouwgronden en het toestromend water uit het buitenland de belangrijkste bronnen zijn voor Waterschap Aa en Maas. Dit is echter een zeer grof, waterschapsbreed beeld en geeft te weinig inzicht in het gebied van de Koningsvliet.



Figuur 10: Peilbesluit in de zomer, inclusief watergangen, stuwen, ontwateringsgemalen en inlaatpunten.

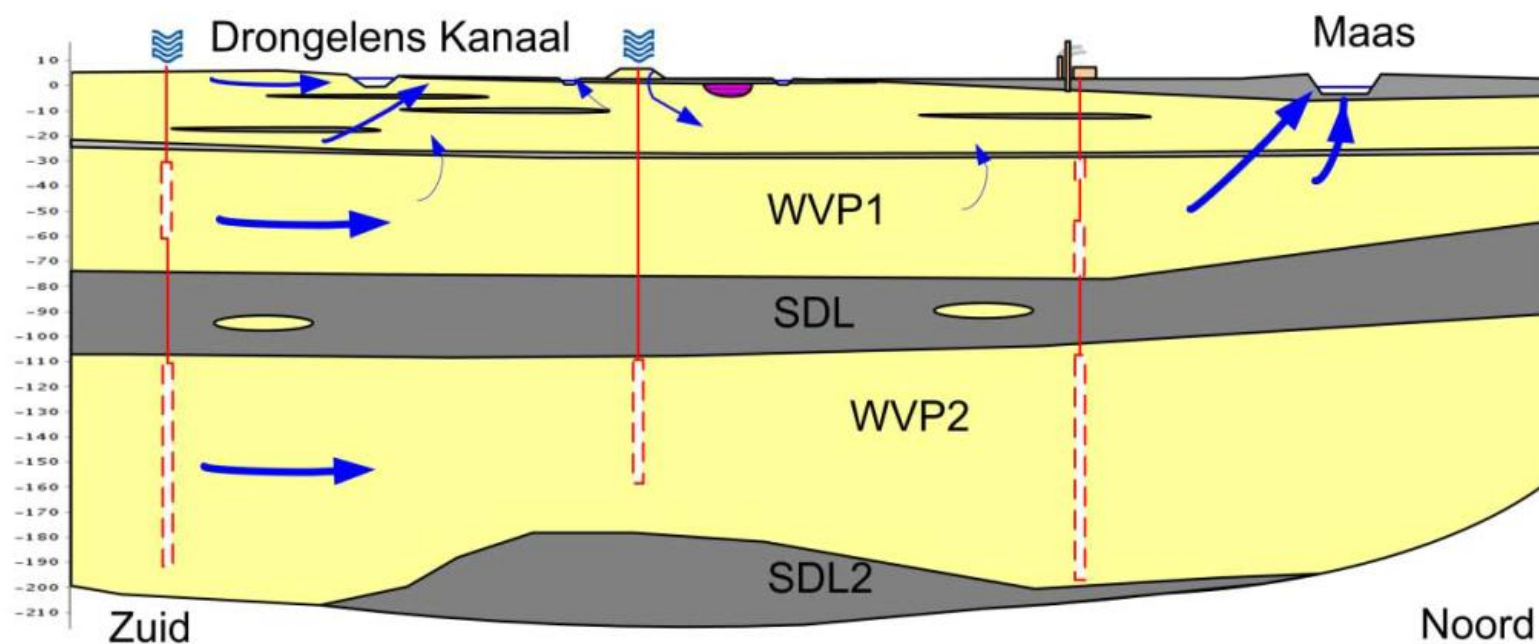


Figuur 11: Locaties van de verschillende overstorten.

2.5 Grondwater

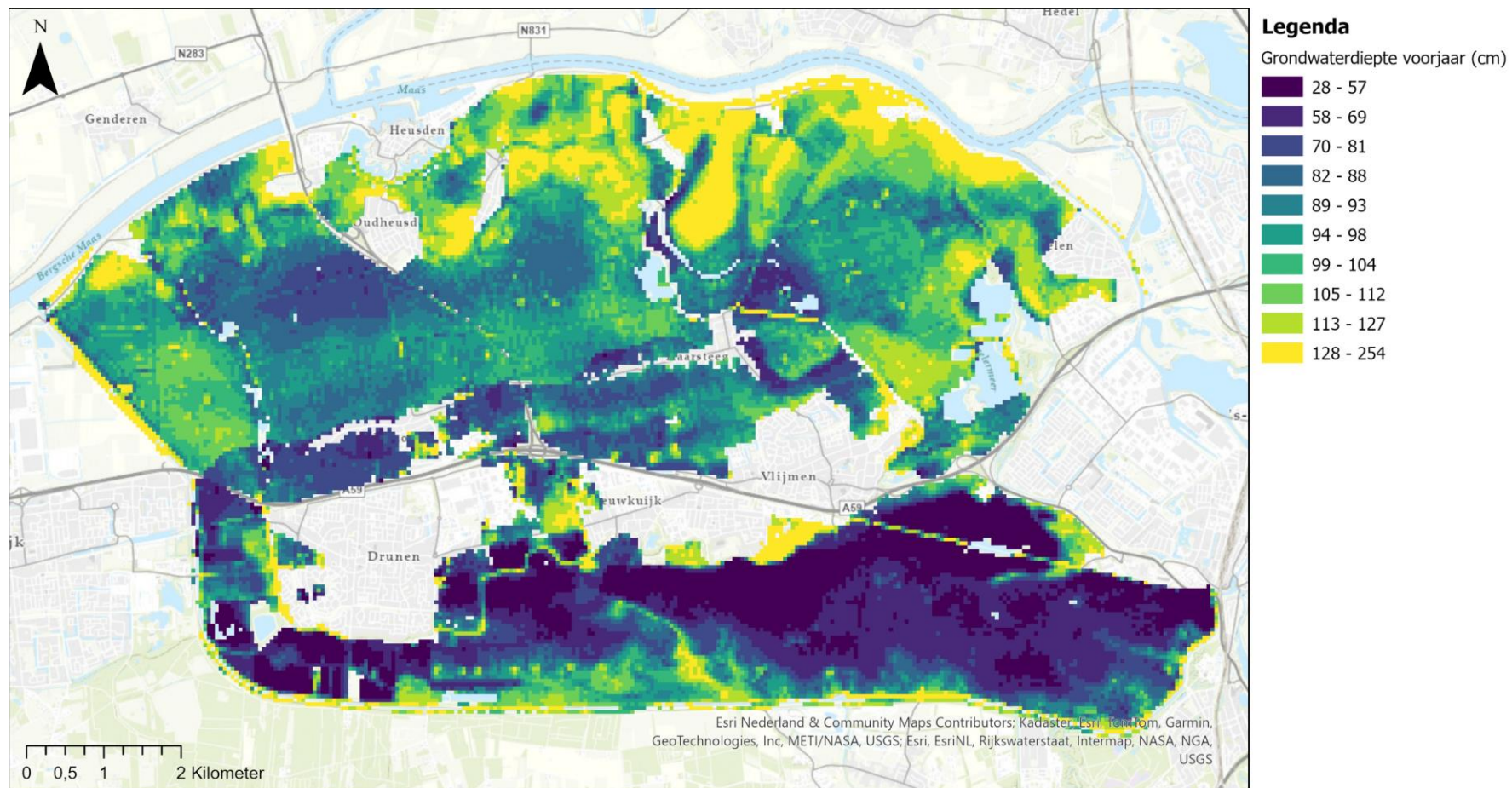
Het regionale geohydrologische systeem is samengevat middels een doorsnede van het maaiveld tot en met een diepte van 200 m in Figuur 12^[8–11]. De stroomrichting van het grondwater is van zuid naar noord.

De deklaag (tot 20 m-maaiveld, zie ook Figuur 3) bestaat met name uit zand met lokaal ook klei- en veenlagen. De scheiding tussen de deklaag en het eerste watervoerend pakket (WVP1, bestaande uit zand) wordt gevormd door een slecht doorlatende leemlaag. Deze leemlaag is met een dikte van 5 m relatief dun, waardoor kwel op kan treden van het eerste watervoerend pakket naar de deklaag en het topsysteem. Met het topsysteem wordt het bovenste gedeelte van de deklaag bedoeld, inclusief alle watergangen. De slecht doorlatende laag (SDL) tussen het eerste en tweede watervoerende pakket (WVP2, bestaande uit zand en grind) is relatief dik. Daarnaast is de stijghoogte in WVP2 te laag, waardoor geen kwel optreedt vanuit het tweede naar het eerste watervoerende pakket^[6].



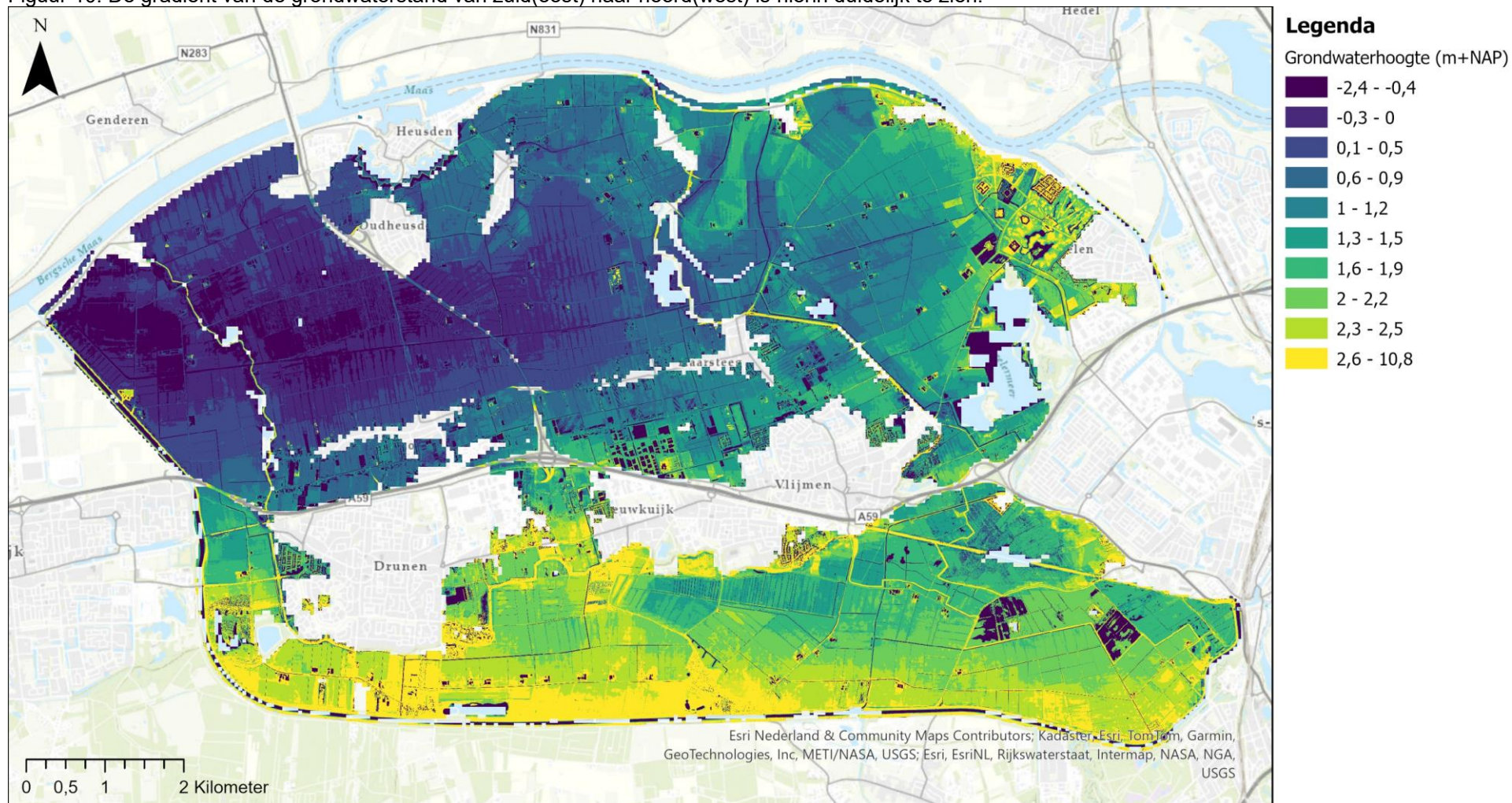
Figuur 12: Schematische doorsnede van de deklaag (tot 20 m-maaiveld), watervoerende pakketten en slecht doorlatende lagen.^[12]

Figuur 13 geeft de gemiddelde grondwaterdiepte in het voorjaar (GVG) weer. De gemiddeld laagste en gemiddeld hoogste grondwaterstand (GLG en GHG) geven een vergelijkbaar ruimtelijk beeld, met ietwat andere getallen. De lagergelegen delen in het noordwesten (rivierkomvlakte) en zuidoosten (verspoeld dekzand met klei en veen) hebben een hoge grondwaterstand. Deze hoge grondwaterstanden worden veroorzaakt door een combinatie van kwel vanuit de hoger gelegen (zand)gronden en een lage drooglegging. De hoger gelegen dekzandruggen in het zuiden en rivieroeverwallen langs de Maas hebben een lagere grondwaterstand.



Figuur 13: Gemiddelde voorjaarsgrondwaterdiepte (cm t.o.v. maaiveld) gebaseerd op de GVG-dataset van het BRO-loket.

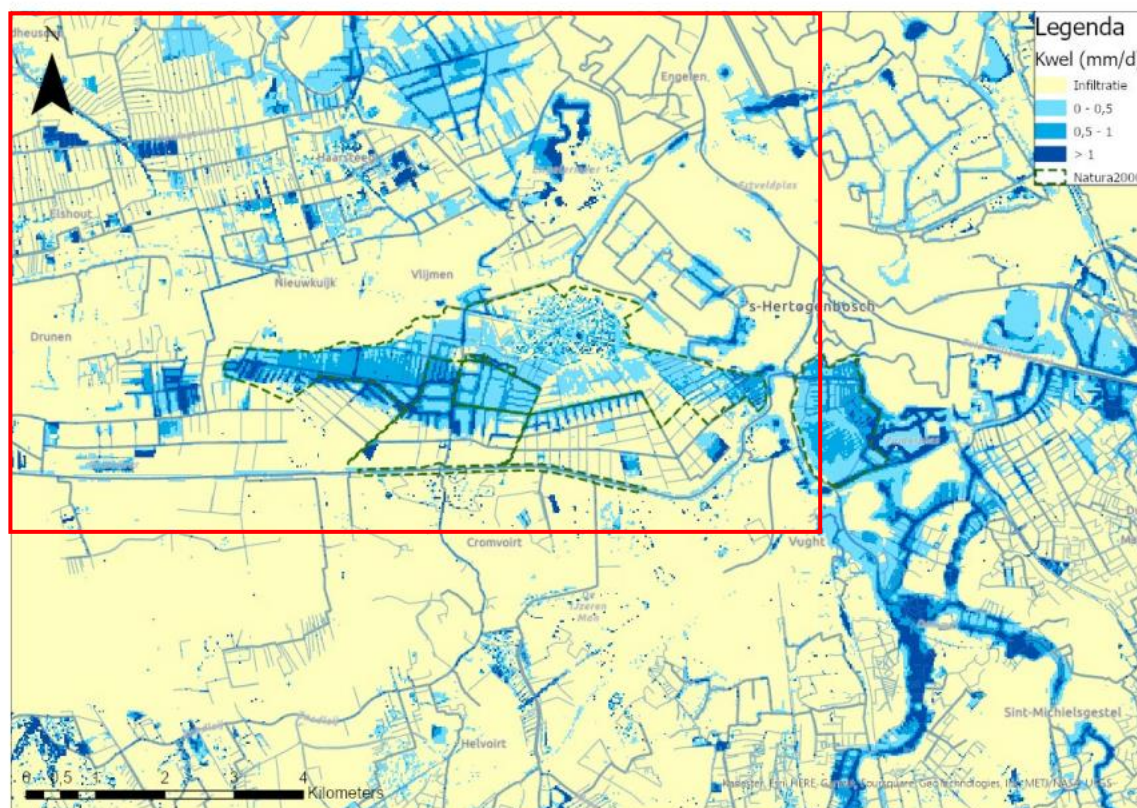
De gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand ten opzichte van NAP is weergegeven in Figuur 14. Het ruimtelijk patroon komt sterk overeen met het peilbesluit in Figuur 10. De gradiënt van de grondwaterstand van zuid(oost) naar noord(west) is hierin duidelijk te zien.



Figuur 14: Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand ten opzichte van NAP, gebaseerd op de GVG-dataset van het BRO-loket.

2.6 Kwel

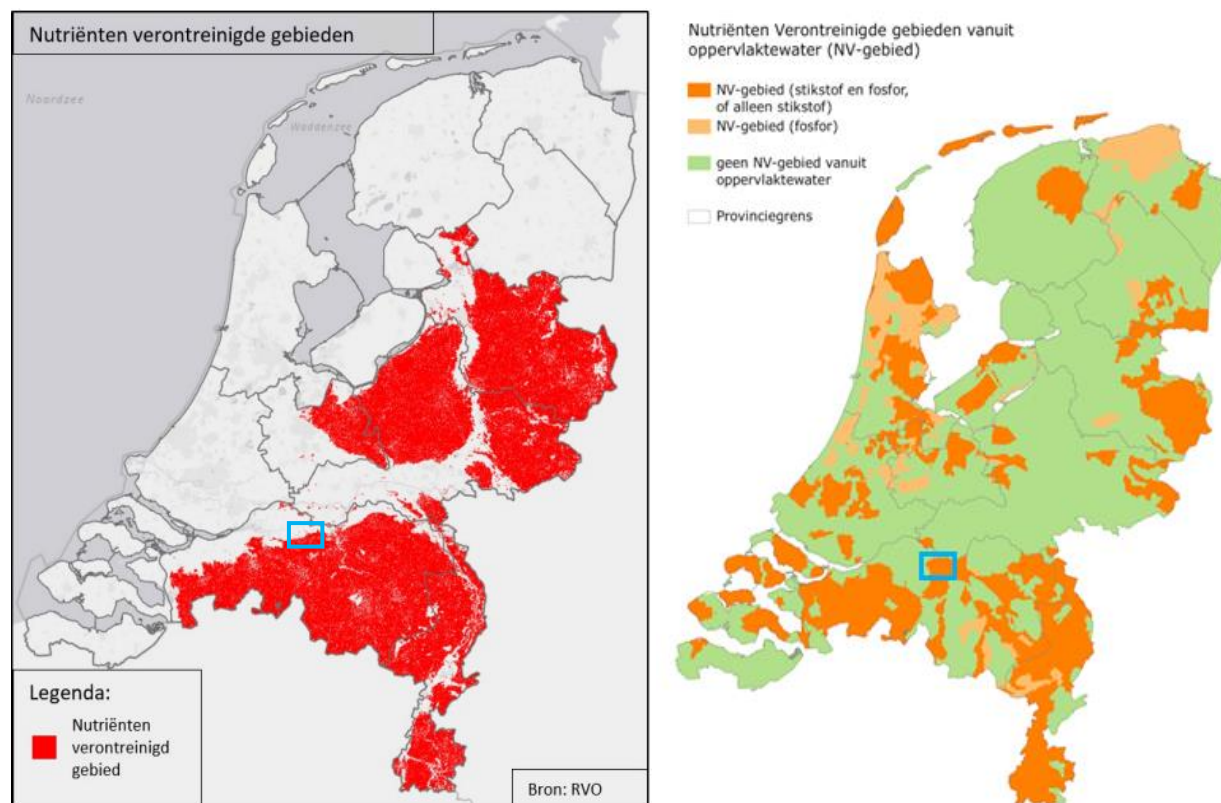
In het projectgebied is ook kwel aanwezig. Het water infiltreert voornamelijk in het hoger gelegen zandgebied en het lagere kleigebied ervaart kwel. In de studie van Royal HaskoningDHV 2024^[13] zijn kwelfluxen berekend, gemiddeld op een diepte van 2 m onder maaiveld. Dit is een indicatie voor de potentiële kwelflux, aangezien het niet zeker is of de berekende kwel op deze diepte tot aan het maaiveld of de wortelzone reikt. Voor het projectgebied is alleen het zuidelijk zandgebied meegenomen in de berekeningen (Figuur 15). Uit de berekeningen blijkt dat er vooral kwel (0,2 tot en met 1 mm/d) optreedt in de lagergelegen natuurgebieden, zoals de Vlijmens Ven, Sompen en Zooislagen en Moerputten. Het landbouwgebied laat voornamelijk in de winter duidelijke infiltratie zien.



Figuur 15: Jaarrond gemiddelde potentiële kwelflux (mm/dag) op 2 m onder maaiveld (2010 – 2017).

3 Oppervlakte waterkwaliteit

3.1 Nutriënt Verontreinigd gebied



Figuur 16: Aangewezen nutriënt verontreinigd gebied vanuit grondwater en nutriënt verontreinigd gebied vanuit oppervlakte water^[15].

Eind 2023 wees het ministerie van LNV het gebied rond de Koningsvliet aan als Nutriënt Verontreinigd-gebied (NV-gebied) (Figuur 16) vanwege de overschrijdingen van de KRW-normen voor nutriënten. De NV-oppervlaktewaterkaart onderscheidt twee typen gebieden: helder oranje (stikstof- en fosforverontreiniging of stikstof met biologische overschrijding) en licht oranje (fosfor met biologische overschrijding). De Koningsvliet valt onder stikstof- en fosforverontreiniging of stikstof met biologische overschrijding. Een gebied wordt als NV-gebied aangemerkt bij een normoverschrijding en een landbouwbijdrage van $\geq 19\%$, gebaseerd op heel het waterschapsbeheergebied^[15]. Er ligt nu een nieuw concept op tafel met nieuwe aandachtsgebieden. Deze zijn nog in concept en worden pas met het nieuwe kabinet definitief gemaakt.

WUR heeft op basis van de emissieregistratie en modelberekeningen de bijdrage van verschillende bronnen aan de waterkwaliteit bepaald. Hierin zijn alle emissiebronnen meegenomen, zoals landbouw, natuur, rioolwaterzuiveringen, riooloverstorten, etc.). Het aandeel landbouw in het gebied van het waterschap is berekend zonder de emissies uit de glastuinbouw. In het beheergebied van Waterschap Aa en Maas bedraagt het aandeel landbouw volgens de berekeningen van WUR meer dan 19%. Voor de aanwijzing van NV-gebieden is gekeken naar het aandeel landbouw aan de stikstofbelasting. Dit is bekeken op aggregatieniveau van het hele waterschap, omdat het ministerie van LNVN de cijfers op KRW-deelstroomgebied als te onnauwkeurig beschouwde voor dit doel.

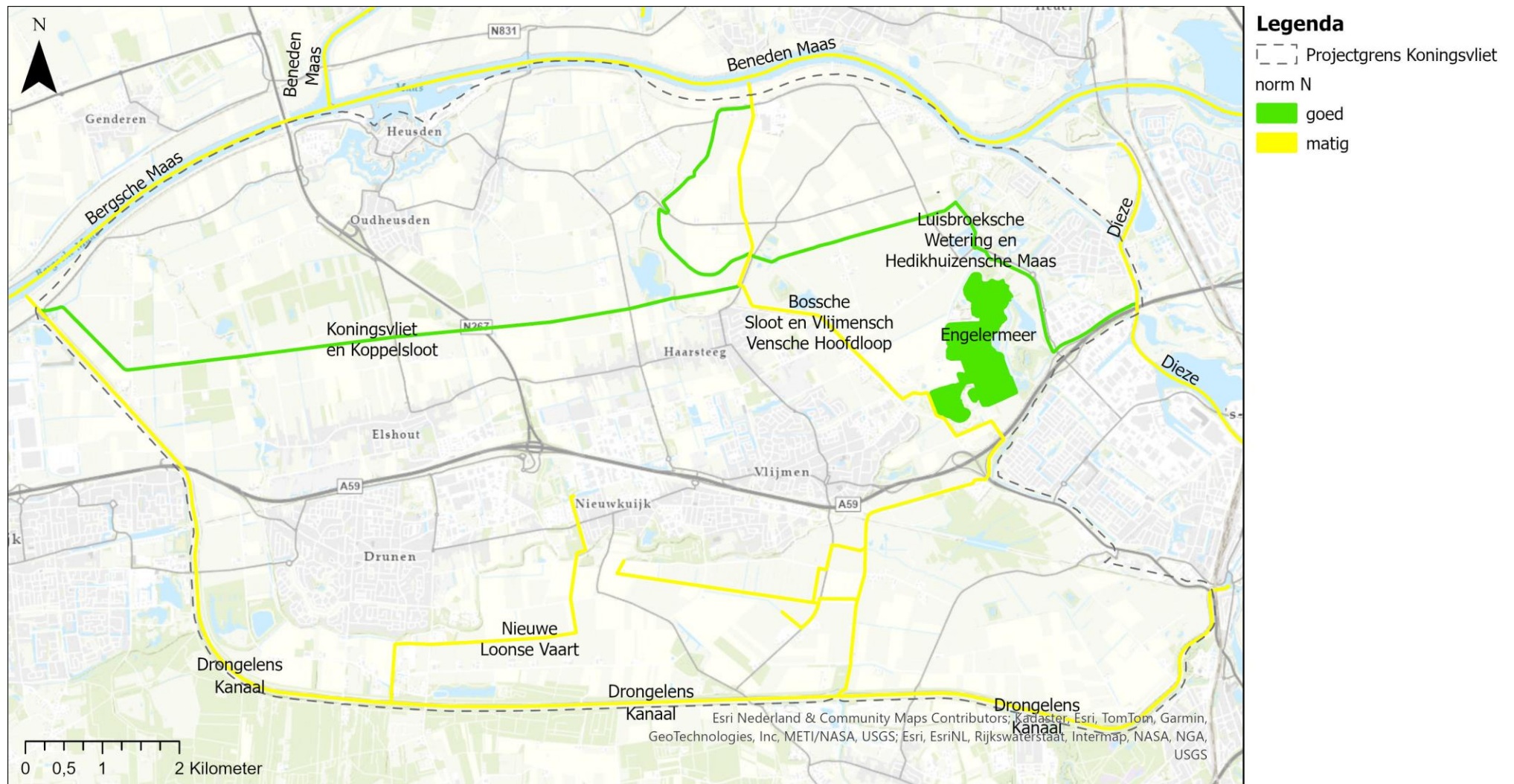
3.2 KRW

3.2.1 Nutriënten

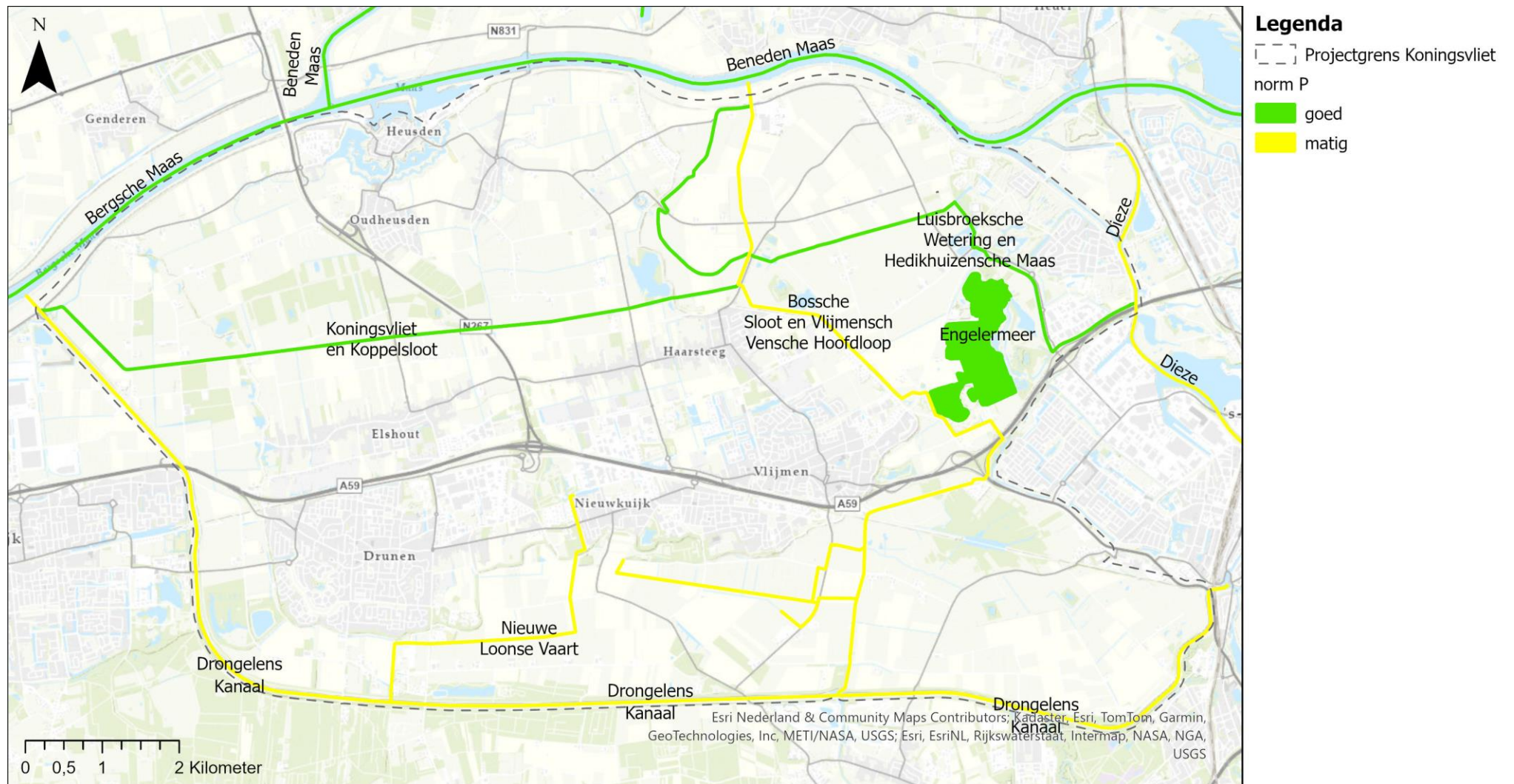
Tabel 1: KRW-oordeel 2025 (gebaseerd op de oppervlaktewatermonitoring in 2024) van de KRW-waterlichamen in het projectgebied voor totaal-stikstof en totaal-fosfor. De getallen geven de normen aan. De kleuren geven een indicatie of de normen gehaald worden, geel = matig, Groen = goed.

	Totaal-stikstof (mg N/l)	Totaal-fosfor (mg P/l)
Koningsvliet en Koppelsloot	=<2.80	=<0.15
Bossche sloot Vlijmensch Vensche Hoofdloop	=<2.40	=<0.22
Nieuwe Loonse Vaart	=<2.40	=<0.22
Dieze	=<2.30	=<0.11
Engelermeer	=<0.90	=<0.03
Luisbroeksche Wetering en Hedikhuizensche Maas	=<2.40	=<0.22
Drongelens Kanaal	=<2.80	=<0.15
Beneden Maas	=<2.50	=<0.14
Bergsche Maas	=<2.50	=<0.14

Uit de KRW-monitoring van Waterschap Aa en Maas in 2024 blijkt dat de KRW-waterlichamen Nieuwe Loonse Vaart, de Bossche sloot Vlijmensch Vensche Hoofdloop, de Dieze en Drongelens Kanaal niet voldoen aan de nutriëntdoelen. De waterlichamen Engelermeer, Luisbroeksche Wetering, de Koningsvliet en Koppelsloot en Hedikhuizensche Maas voldoen wel aan de nutriëntdoelen (Figuur 17 en Figuur 18 Tabel 1). De Maas voldoet aan de fosforconcentratie, maar de stikstofconcentratie overschrijdt de KRW-norm 1 – 2x.



Figuur 17: KRW totaal-stikstofoordeel 2025 (op basis van meetgegevens tot en met 2024).



Figuur 18: KRW totaal-fosforoordeel 2025 (op basis van meetgegevens tot en met 2024).

3.2.2 Biologie

Tabel 2: KRW-oordeel 2025 van de KRW-waterlichamen in het projectgebied voor macrofauna, overige waterflora, vis, fytoplankton en het totale biologische oordeel.
Oranje= ontoereikend, geel = matig, groen = goed en X= achteruitgang ten opzichte van 2024.

	Macrofauna	Overige waterflora	Vis	Fytoplankton	Biologie totaal
Koningsvliet en Koppelsloot	goed	matig	goed	goed	matig
Bossche sloot Vlijmensch Vensche Hoofdloop	goed	X	matig	NVT	matig
Nieuwe Loonse Vaart	matig	matig	goed	NVT	matig
Dieze	matig	matig	matig	NVT	matig
Engelermeer	matig	matig	goed	goed	matig
Luisbroeksche Wetering en Hedikhuizensche Maas	X	matig	goed	NVT	matig
Drongelens Kanaal	matig	matig	matig	matig	matig
Beneden Maas	matig	matig	matig	NVT	matig
Bergsche Maas	matig	goed	goed	NVT	matig



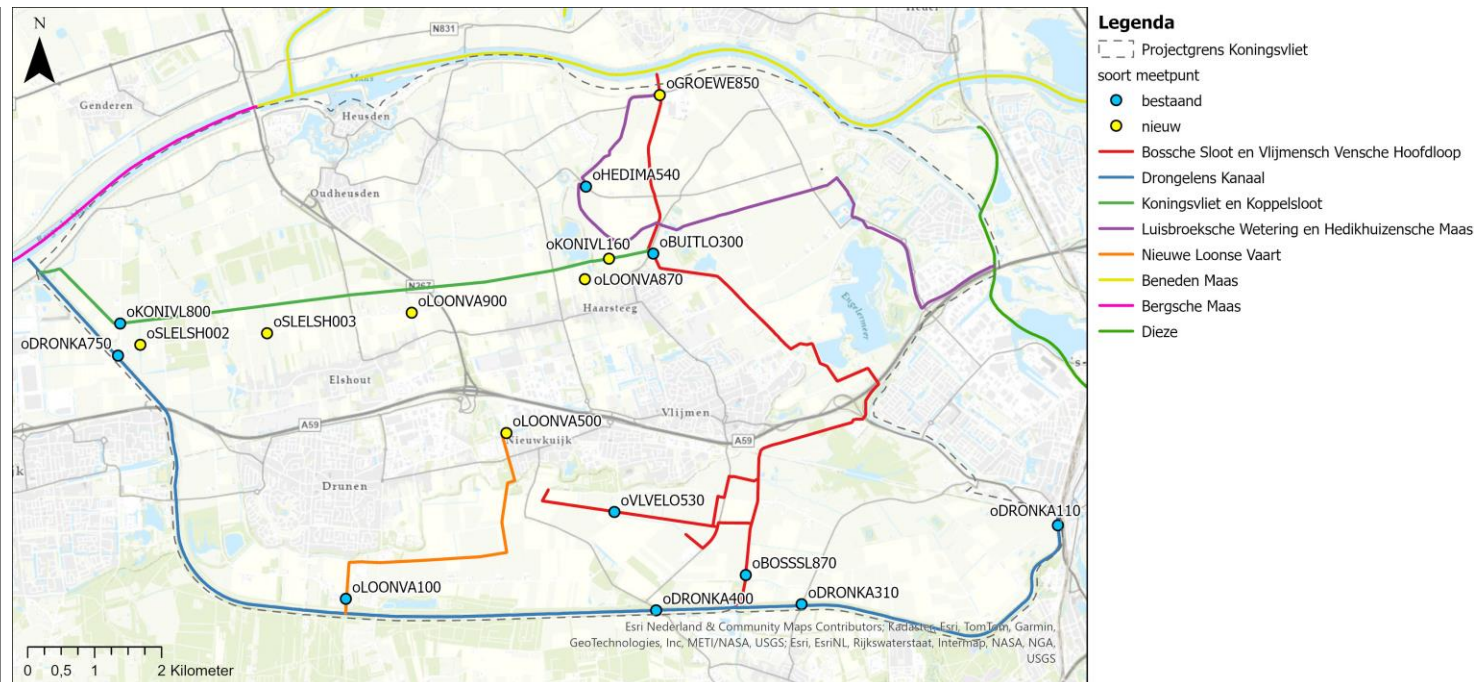
Figuur 19: Exotische waterplantsoorten
Grote Kroosvaren en Grote Waternavel

Uit Tabel 2 blijkt dat de biologie als totaal voor alle KRW-waterlichamen binnen het projectgebied de score matig tot ontoereikend heeft. Dat komt omdat één of meer biologische kwaliteitselementen niet aan de doelen voldoen. De biologie is onder andere afhankelijk van de hoeveelheid nutriënten in het water.

Exoten kunnen juist gebaat zijn bij voedselrijke omstandigheden. Soorten, zoals de Grote Kroosvaren en Grote Waternavel (Figuur 19), zijn voorbeelden van exotische waterplanten. Dit is een aandachtspunt voor de waterkwaliteit, doordat ze door de uitbundige groei problemen kunnen veroorzaken.

3.3 Waterkwaliteitsmetingen

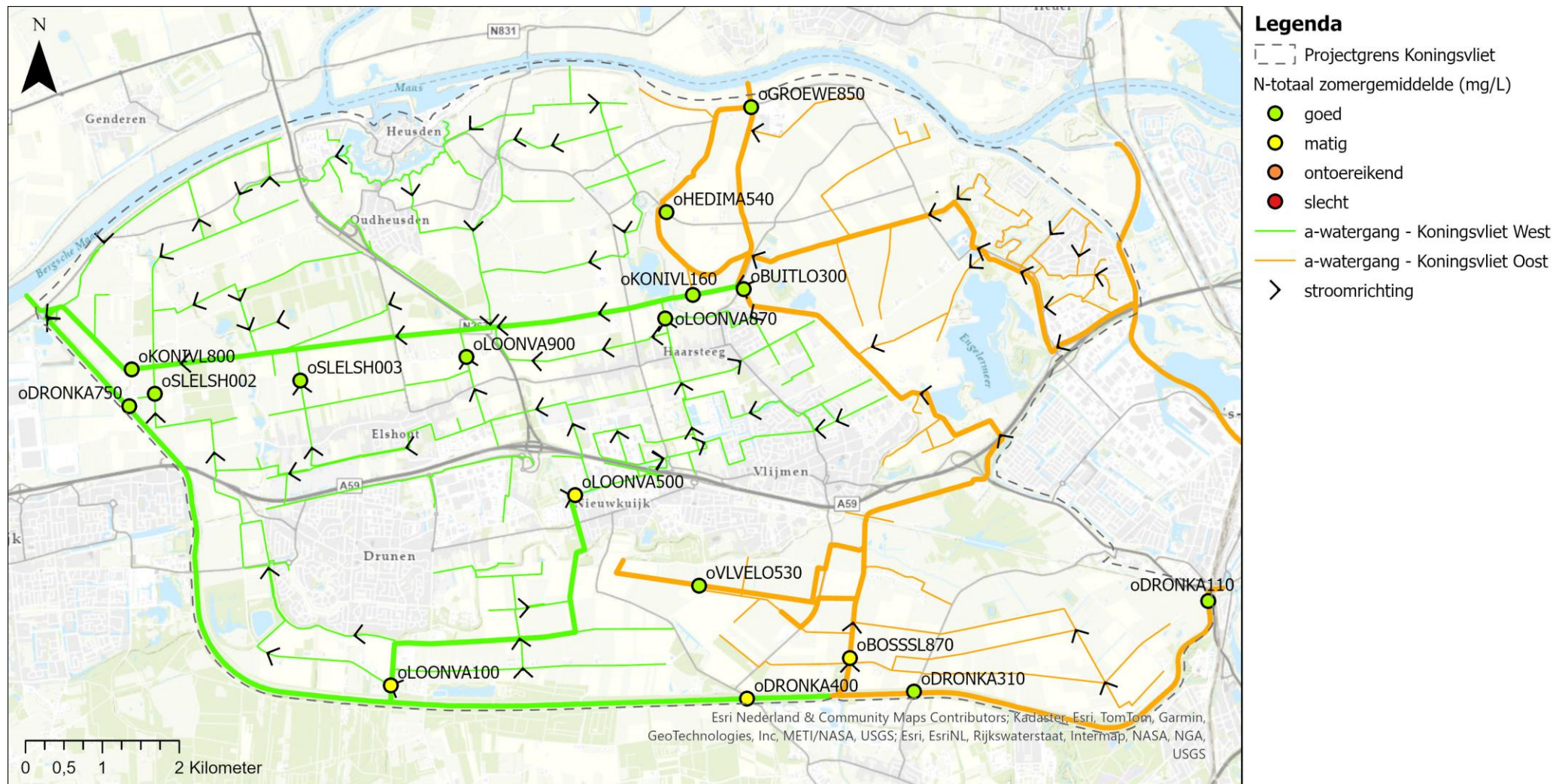
Meetlocatie nummer	Waterloop
oDRONKA110	Drongelens Kanaal
oDRONKA310	Drongelens Kanaal
oBOSSSL870	Nieuwe Bossche Sloot
oVLVELO530	Vlijmensch Vensche Hoofdloop
oGROEWE850	Groenendaalse Wetering
oBUITLO300	Buitendijkse Loop
oHEDIMA540	Hedikhuizen Maas
oKONIVL160	Koningsvliet
oDRONKA400	Drongelens Kanaal
oLOONVA100	Nieuwe Loonse Vaart
oLOONVA500	Nieuwe Loonse Vaart
oLOONVA900	Loonse Vaart
oLOONVA870	Nieuwe Loonse Vaart
oSLELSH003	Sloot Elshout
oKONIVL800	Koningsvliet
oSLELSH002	Sloot Elshout
oDRONKA750	Drongelens Kanaal



Figuur 20: Locaties van de waterkwaliteitsmetingen met de bijpassende waterlopen.

Er zijn verschillende meetlocaties voor de waterkwaliteitsmetingen in het projectgebied (Figuur 20). De blauwe meetpunten zijn bestaande meetpunten ten behoeve van de KRW en de gele zijn de nieuwe (tijdelijk) meetpunten die zijn toegevoegd voor dit onderzoek.

In de volgende figuren (21 en 22) zijn de zomergemiddelde concentraties in 2025 van totaal-stikstof en totaal-fosfor te zien. Hierbij zijn per watertypen bekeken of de verschillende normen behaald worden. Let op: voor de figuren 17 en 18 wordt gebruik gemaakt van de KRW-oordelen, dit is een gemiddelde van de drie meetjaren tot en met 2024 op alleen de KRW-meetpunten. Voor figuur 21 en 22 is gebruik gemaakt van 1 meetjaar en is het oordeel gebaseerd op een meetpunt i.p.v. het gehele oppervlaktewaterlichaam. Dit kan leiden tot andere resultaten.



Figuur 21: Zomergemiddelde concentraties in 2025 van totaal-stikstof. De dikkere lijnen geven KRW-waterlichamen weer.



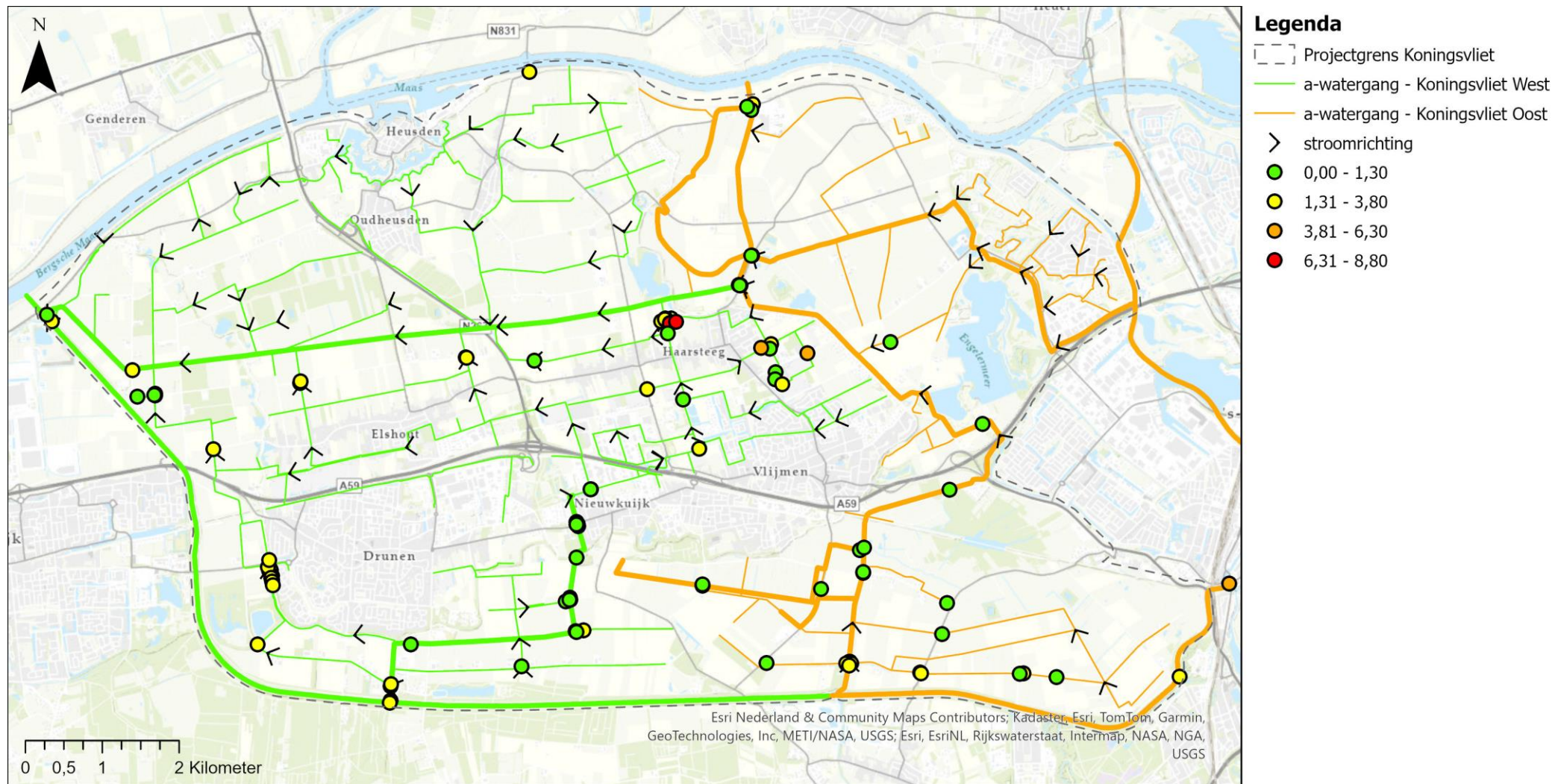
Legenda

- Projectgrens Koningsvliet
- a-watergang - Koningsvliet West
- a-watergang - Koningsvliet Oost
- > stroomrichting
- P-totaal zomergemiddelde (mg/L)
- goed
- matig
- ontoereikend
- slecht

Figuur 22: Zomergemiddelde concentraties in 2025 van totaal-fosfor. De dikkere lijnen geven KRW-waterlichamen weer.

Bij de inlaat bij het Drongelens Kanaal zijn de concentraties van totaal-stikstof het hoogst en de concentraties bij de Vlijmensvensche Hoofdloop (meetpunt oVLVELO530) het laagst, waarschijnlijk door de aanvoer van relatief schoon kwelwater en doordat het inlaatwater uit het Drongelens Kanaal daar niet komt. In het westelijk deel is het beeld wat diffuser. De concentraties van totaal-stikstof zijn bij de inlaat in de Loonse Vaart (oLOONVA100) het hoogst, maar voor totaal-fosfor is geen duidelijk beeld te zien. Sommige meetpunten laten relatief lage concentraties zien, andere hoge. De totaal-stikstof-concentraties waren in 2024 het hoogst op de meetpunten oLOONVA870 en oLOONVA900, dit zijn zijloopjes van de Koningsvliet en zijn onder invloed van het kassengebied Elshout. Dit is echter voor 2025 verbeterd, waardoor deze meetpunten de KRW-normen halen. De oBOSSLO870 en oDRONKA400 laten hogere waardes zien in zowel totaal-stikstof en totaal-fosfor in vergelijking tot de oLOONVA100 en oDRONKA310 door de invloed van de Zandleij. De Zandleij bestaat voor over overgrote deel uit effluent van rwzi Tilburg-noord.

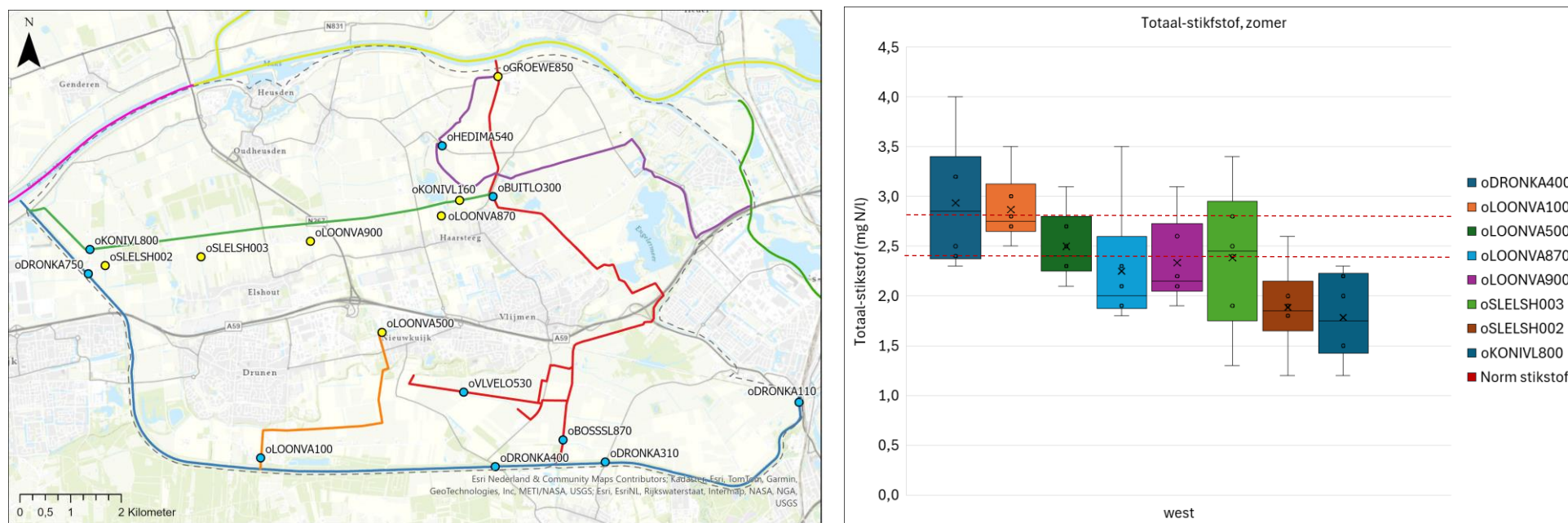
Er zijn in het gebied ook metingen gedaan van de nitraatconcentratie met behulp van nitraatstrips: op 3 momenten in 2024 zijn meetrondes uitgevoerd door het hele gebied. De nitraatstrips meten alleen nitraat (NO_3) en niet stikstof totaal (Ntot). Dit betekent een kleine onderschatting ten opzichte van stikstof totaal, waar de norm op gebaseerd is. De resultaten van deze nitraatstrips metingen zijn te zien in Figuur 23. Hierdoor wordt inzichtelijk hoe de concentraties veranderen als het water door het gebied stroomt. Tijdens één van de meetrondes werd een aantal hoge waardes gemeten in waterlopen in Haarsteeg. Deze hoge waardes zijn terug getraceerd naar een glastuinbouw locatie, die vervolgens is bezocht door toezichthouders van het waterschap. Tijdens, de daar op volgende meetrondes zijn daar geen hoge waarden meer gemeten. Net zoals de reguliere bemonsteringen van oppervlaktewater geven ook de nitraatstrips momentopnames weer.



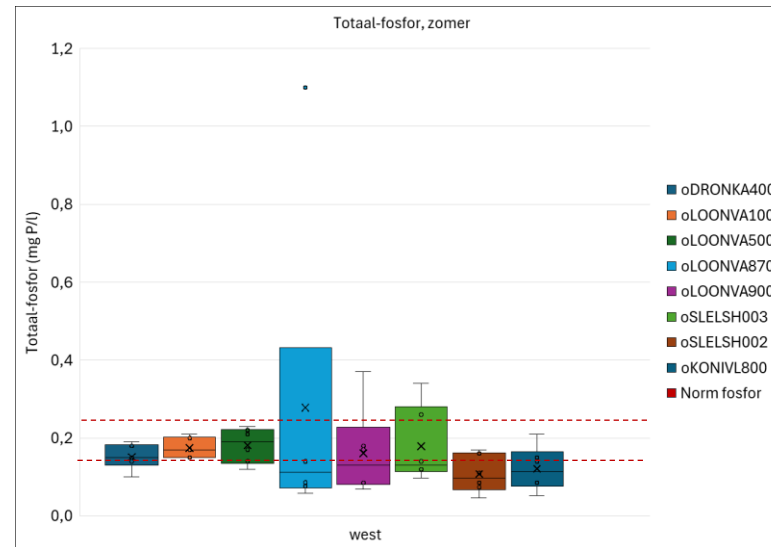
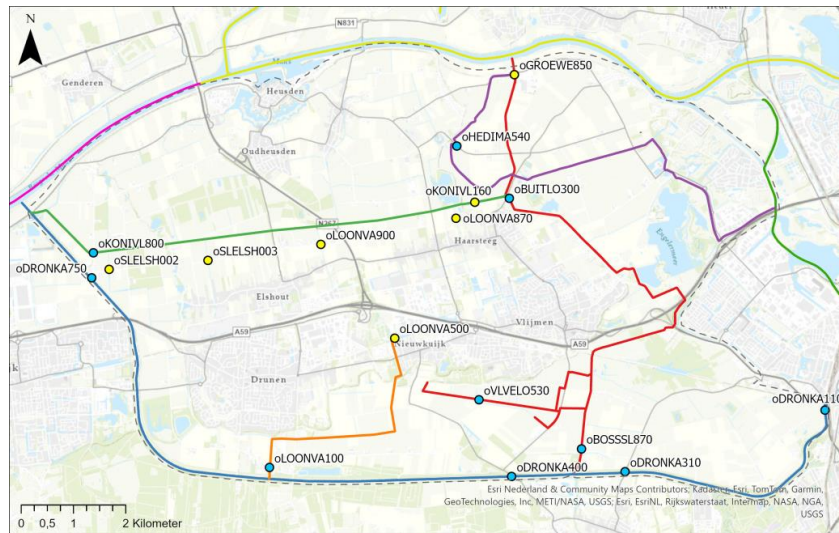
Figuur 23: Concentraties nitraat gemeten met nitraatstrips op 19 en 21 juni.11 juli en 28 november 2024. De dikkere lijnen geven KRW-waterlichamen weer.

Hieronder en op de volgende pagina's volgen Box-Whiskerplots van de data van 2025. De meetpunten staan zo goed mogelijk op volgorde van stromingsrichting. Op vrijwel alle meetpunten is geen grote spreiding te zien in de gemeten concentraties, met uitzondering voor totaal-fosfor oLOONVA870. Ook in de plots is te zien dat de concentraties over het algemeen wat afnemen in het gebied. Dit geldt zowel voor west als voor oost. Water dat van oost naar west stroomt, krijgt in west hogere concentraties. In de Box-Whiskerplots zijn de normen verwerkt van de KRW-type M1a (P-norm=0,22 mg/l en N-norm= 2,40 mg/l) en M3 (P-norm=0,15 mg/l en N-norm= 2,80 mg/l).

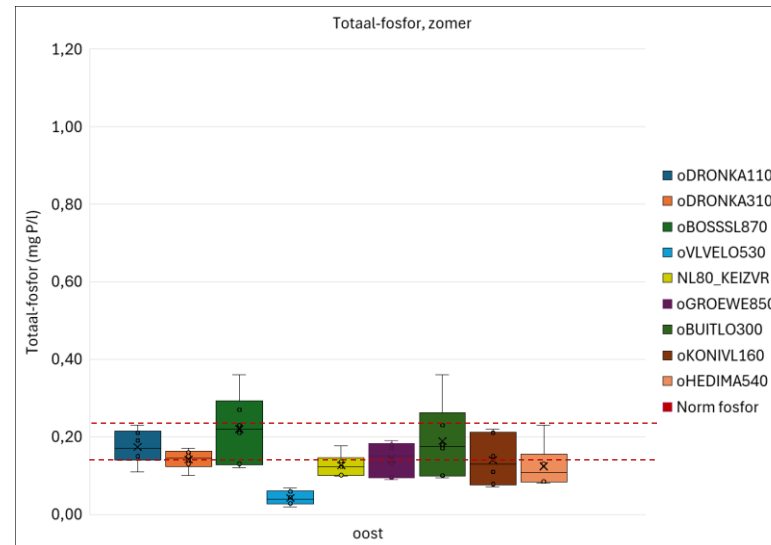
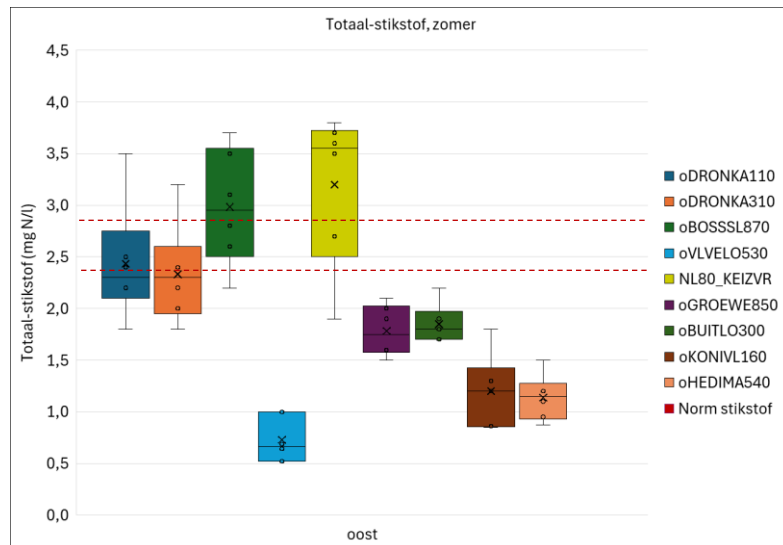
Uit de Box-Whiskerplots is te zien dat de Loonse Vaart (van oLOONVA500 naar oLOONVA900) voor stikstof steeds schoner wordt. Echter zijn de zijlopen van de Koningsvliet, Elshout en Loonse Vaart, een stuk viezer dan de Koningsvliet zelf. Deze zijlopen komen uit op de Koningsvliet en zouden het water moeten verslechteren. Aangezien dit niet gebeurt kan er aangenomen worden dat de Koningsvliet schoon water ontvangt door bijvoorbeeld kwel of aanvoer van de Maas. De Maas bevat echter ook hoge stikstof concentraties, dus het is aannemelijker dat de Koningsvliet kwel gevoed is.



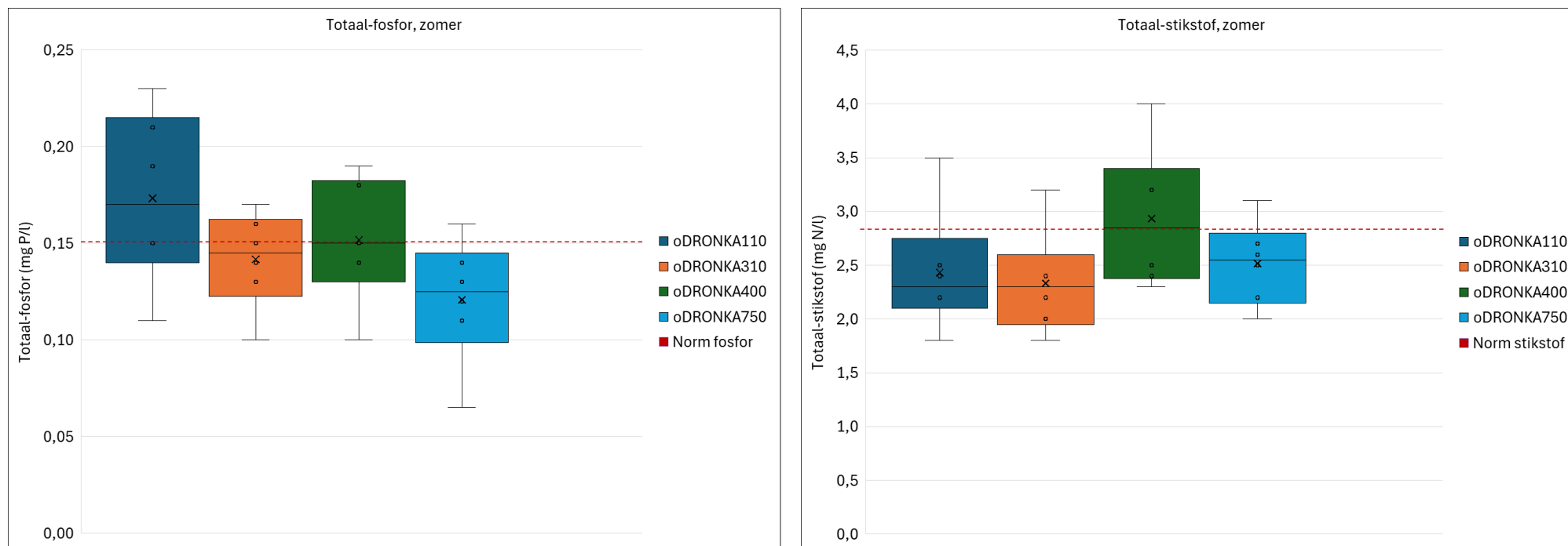
Figuur 24: Box-Whiskerplots van totaal-stikstof in het westelijk deel van het gebied (metingen van 2025).



Figuur 25: Box-Whiskerplots van totaal-fosfor in het westelijk deel van het gebied (metingen van 2025).



Figuur 26: Box-Whiskerplots van totaal-fosfor en totaal-stikstof in het oostelijke deel van het gebied (metingen van 2025). De metingen van de Maas (NL80_KEIZVR) komen uit 2024.



Figuur 27: Box-Wiskerplots van totaal-fosfor (norm =0,15) en totaal-stikstof (norm =2,8) in het Drongelens Kanaal.

De concentraties in het Drongelens Kanaal nemen geleidelijk af totdat het effluent van de rwzi Tilburg-noord via de Zandleije bij het Drongelens Kanaal komt. Dit is te zien bij meetpunt oDRONKA400 door hogere waarden in zowel totaal-stikstof en totaal-fosfor.

3.3.1 Koningsvliet

De laatste paar jaren laten zien dat de zomergemiddelde stikstof-totaalconcentratie in de Koningsvliet onder de KRW-norm ligt (Figuur 28). De fosfor-totaalconcentratie in de Koningsvliet is ook na 2024 onder de KRW-norm gezakt. De totaal-stikstofconcentraties zijn in de zomer lager dan in de winter. Voor totaal-fosforconcentraties is geen duidelijke seizoenspatroon te zien. Wel is te stellen dat in het verleden de doelen voor totaal-fosfor niet gehaald zijn door de uitschieter van fosforconcentraties in mei 2024.



Figuur 28: Concentraties van totaal-stikstof en totaal-fosfor in het Koningsvliet. Zomerhalfjaar (relevant voor de KRW-beoordeling) valt in de blauwe balk

3.3.2 Nieuwe Loonse Vaart

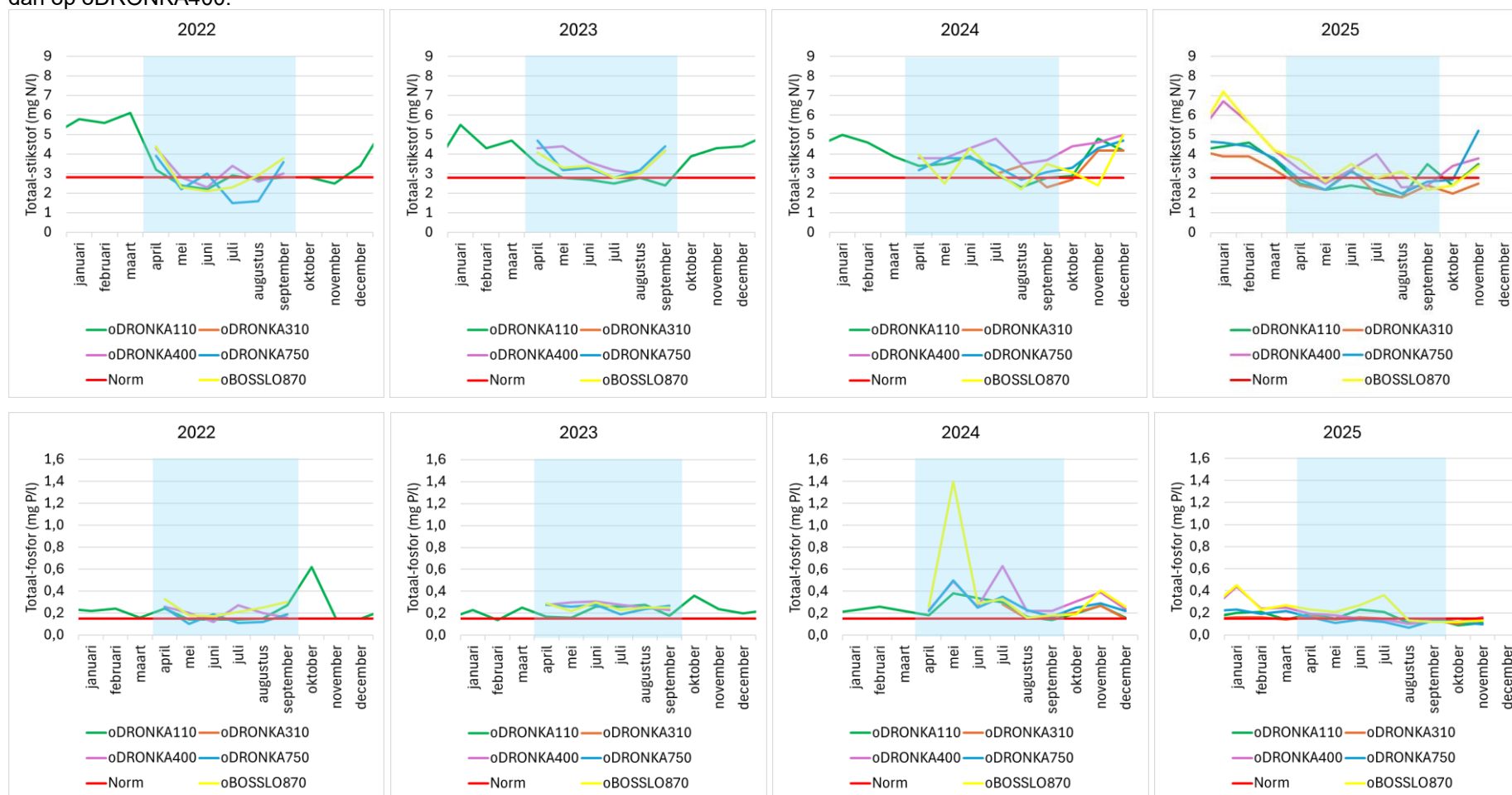
De totaal-stikstof- en totaal-fosforconcentraties in de Loonse Vaart liggen boven de norm. Bij totaal-fosfor is een afnemende trend te zien. Sinds 2018 schommelt de concentratie rond de norm (Figuur 29). Over het algemeen laten de drogere jaren (2022 en 2024) lagere concentraties zien in vergelijking tot de nattere jaren (2023 en 2025).



Figuur 29: Concentraties van totaal-stikstof en totaal-fosfor in de (Nieuwe) Loonse Vaart

3.3.3 Drongelens Kanaal en Bossche Sloot

In het Drongelens Kanaal liggen de stikstof- en fosforconcentraties (ruim) boven de normen (Figuur 30). De invloed van de Zandleij is duidelijk te zien; de concentraties op meetpunt oDRONKA400 en oBOSSLO870 liggen hoger dan die op oDRONKA310 en oDRONKA110. Bij oDRONKA750 liggen ze weer iets lager dan op oDRONKA400.



Figuur 30: Concentraties van totaal-stikstof en totaal-fosfor in het Drongelens Kanaal

Tabel 3: Toetsing van de zomergemiddelde concentraties van totaal-stikstof aan de KRW-norm.

			KRW-	N-totaal zomergemiddelden (mg N/l)											
	Watergang	MP code	norm	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Oost	Drongelens Kanaal	oDRONKA110	2,8	3,77			2,82			2,63	2,93	2,70	2,78	3,15	2,43
	Drongelens Kanaal	oDRONKA310	2,8	3,45			2,67			2,58				2,90	2,33
	Nieuwe Bossche Sloot	oBOSSSL870	2,4	4,47	4,05	4,72	3,88	3,10	3,25	2,95	3,60	2,97	3,47	3,27	2,98
	Vlijmensvensche Hoofdloop	oVLVELO530	2,4	1,38	1,28	1,24	1,57	0,81	1,01	0,86	0,90	0,94	1,26	1,09	0,72
	Groenendaalse Wetering	oGROEWE850								2,30				1,60*	1,78
	Buitendijkse Loop	oBUITLO300			1,94			2,10			2,15	1,93	2,38	2,03	1,85
	Hedikhuizense Maas	oHEDIMA540	2,4	1,54	1,27	1,18	1,45	1,75	1,23	1,40	1,74	1,31	1,55	1,78	1,36
	Koningsvliet	oKONIVL160	2,8											2,41*	1,20
West	Maas	NL80_KEIZVR					3,17	3,04	3,09	2,98	3,53*	2,58	2,80	3,20	
	Drongelens Kanaal	oDRONKA400	2,8	4,70			5,55			3,47	3,78	3,07	3,78	3,98	2,93
	Nieuwe Loonse Vaart	oLOONVA100	2,4	5,00	3,45	4,50	4,93	3,28	3,45	3,08	3,78	2,92	3,68	3,63	2,87
	Nieuwe Loonse Vaart	oLOONVA500	2,4											2,77*	2,50
	Loonse Vaart	oLOONVA900												3,80*	2,33
	Nieuwe Loonse Vaart	oLOONVA870	2,4											3,67*	2,25
	Sloot Elshout	oSLELSH003												2,47*	2,38
	Koningsvliet	oKONIVL800	2,8	2,08	1,97	2,56	2,45	2,25	2,52	1,92	2,68	1,88	2,15	2,53	1,78
	Sloot Elshout	oSLELSH002												2,23*	1,88
	Drongelens Kanaal	oDRONKA750	2,8								3,03	2,63	3,60	3,33	2,52

*: gebaseerd op 3 metingen (juli-september). De overige zomergemiddelden zijn gebaseerd op 6 metingen (april – september).

In *Tabel 3* en *Tabel 4* zijn de zomergemiddelde concentraties van totaal-stikstof en totaal-fosfor per jaar te zien. De kleur geeft aan of de KRW-norm wordt overschreden of niet. Dit is geen formele KRW-toetsing voor de waterlichamen, omdat voor de KRW meer meetpunten worden getoetst. Dit is vooral om een beeld te krijgen van de waardes in de tijd. Sommige meetpunten zijn maar drie keer bemonsterd (eens per maand in juli, augustus en september) en voldoen daarmee niet aan de vereisten voor de toetsing aan de KRW-normen. Deze zijn aangegeven met een *. De toetsing aan de norm is hierdoor mogelijk onbetrouwbaar. In het oostelijk deel van het gebied is duidelijk te zien dat de concentraties in het gebied afnemen ten opzichte van de inlaat uit het Drongelens Kanaal. In het Drongelens kanaal nemen de concentraties toe op de locatie waar de Zandleij uitmondt in het kanaal. De Zandleij bestaat voor een groot deel uit effluent van rwzi Tilburg-noord. In 2025 heeft de inlaat uit het Drongelens Kanaal naar de Nieuwe Bossche Sloot een tijdje dicht gezeten door werkzaamheden. Dit heeft er mogelijk voor gezorgd dat de gemeten concentraties in de Bossche Sloot verbeterd zijn. In het westelijk deel is in de Loonse Vaart eerst een afname van de concentraties te zien (tussen punt oLOONVA100 en oLOONVA500). Voor totaal-stikstof neemt de concentratie vervolgens weer toe als het water door het bebouwde gebied van Vlijmen, Nieuwkuijk en Haarsteeg stroomt. Dat beeld is niet terug te zien bij totaal-fosfor.

Tabel 4: Toetsing van de zomergemiddelde concentraties van totaal-fosfor aan de KRW-norm

	Watergang	MP code	KRW-norm	P-totaal zomergemiddelden (mg P/l)											
				2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Oost	Drongelens Kanaal	oDRONKA110	0,15	0,33			0,23			0,22	0,21	0,18	0,22	0,25	0,17
	Drongelens Kanaal	oDRONKA310	0,15	0,27			0,20			0,20				0,20	0,14
	Nieuwe Bossche Sloot	oBOSSSL870	0,22	0,38	0,44	0,36	0,35	0,29	0,30	0,25	0,27	0,24	0,26	0,44	0,14
	Vlijmensvensche Hoofdloop	oVLVELO530	0,22	0,09	0,07	0,07	0,06	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04
	Groenendaalse Wetering	oGROEWE850								0,11				0,20*	0,14
	Buitendijkse Loop	oBUITLO300			0,12			0,18			0,14	0,13	0,18	0,21	0,19
	Hedikhuizense Maas	oHEDIMA540	0,22	0,08	0,08	0,08	0,11	0,15	0,12	0,10	0,10	0,11	0,11	0,13	0,12
	Koningsvliet	oKONIVL160	0,15											0,11*	0,14
West	Maas	NL80_KEIZVR					0,10	0,11	0,10	0,07	0,09	0,09	0,10	0,13	
	Drongelens Kanaal	oDRONKA400	0,15	0,41			0,44			0,27	0,26	0,20	0,28	0,34	0,15
	Nieuwe Loonse Vaart	oLOONVA100	0,22	0,46	0,39	0,39	0,35	0,29	0,28	0,26	0,24	0,19	0,27	0,31	0,18
	Nieuwe Loonse Vaart	oLOONVA500	0,22											0,22*	0,18
	Loonse Vaart	oLOONVA900												0,18*	0,16
	Nieuwe Loonse Vaart	oLOONVA870	0,22											0,22*	0,28
	Sloot Elshout	oSLELSH003												0,20*	0,11
	Koningsvliet	oKONIVL800	0,15	0,16	0,15	0,14	0,14	0,22	0,12	0,11	0,19	0,14	0,13	0,18	0,12
	Sloot Elshout	oSLELSH002												0,14*	0,11
	Drongelens Kanaal	oDRONKA750	0,15								0,18	0,16	0,25	0,29	0,12

*: gebaseerd op 3 metingen (juli-september). De overige zomergemiddelden zijn gebaseerd op 6 metingen (april – september).

3.4 Synthese Waterkwaliteit

In zowel Koningsvliet Oost als in Koningsvliet West worden op verschillende meetpunten de KRW-normen voor totaal-stikstof en totaal-fosfor (soms fors) overschreden. Dit is ook het geval in de waterlichamen waaruit water in het studiegebied wordt ingelaten. De normen voor totaal-stikstof worden overschreden in het Drongelens Kanaal, de Nieuwe Bossche Sloot en de Nieuwe Loonse Vaart. Het water dat wordt ingelaten, heeft dus al te hoge concentraties van nutriënten. Uit de metingen blijkt, dat in het gebied de concentraties eerst lager en daarna weer wat hoger worden naarmate het water door het gebied stroomt. De concentraties worden echter niet meer zo hoog als in het inlaatwater. De verlaging van de concentraties wordt waarschijnlijk veroorzaakt door kwel van relatief schoon water. De verhoging wordt waarschijnlijk beïnvloed door het stedelijk gebied (afspoeling, riooloverstorten) en landbouwkundige activiteiten. Uit de water- en stoffenbalans (hoofdstuk 4) zal moeten blijken welke posten de hoogste vrachten van totaal-stikstof en totaal-fosfor hebben maar deze eerste analyse wijst erop dat als de concentraties in het inlaatwater verlaagd worden, dit een belangrijk effect zou kunnen hebben op het behalen van de KRW-doelen.

4 Balansen en bronnenanalyse stikstof en fosfaat 2024

4.1 Inleiding

Bij aanvang van het project was het de bedoeling om een bronnenanalyse te maken van stikstof en fosfaat op basis van een water- en stoffenbalans. Bij een water- en stoffenbalans wordt in kaart gebracht waar waterstromen en stoffen precies vandaan komen. Eerst wordt een waterbalans opgesteld en vervolgens worden aan deze waterstromen concentraties van stoffen (in dit geval totaal-stikstof en totaal-fosfor) gekoppeld. Per waterbron wordt vervolgens de vracht berekend (debiet * concentratie), zodat duidelijk wordt welke bronnen de grootste bijdrage leveren aan de belasting met nutriënten van het gebied. De water- en stoffenbalans is opgesteld voor het jaar **2024**, omdat van dat jaar de meeste gegevens voorhanden waren bij het opstellen van de balansen. Er wordt een balans opgesteld voor elk van de twee deelgebieden (Koningsvliet West en Koningsvliet Oost).

4.2 Waterbalans

4.2.1 Inleiding

In de waterbalans worden de volgende posten meegenomen: inlaat, uit- en afspoeling uit de landbouw, uit- en afspoeling uit natuurgebieden, directe neerslag op de watergangen, stedelijke afspoeling, overstorten (regenwater, gemengd en verbeterd), verdamping en uitlaat. Kwel in landbouw- en natuurgebieden is al meegenomen in de uit- en afspoelingsgetallen. Kwel in het stedelijk gebied is niet meegenomen, omdat dit naar verwachting een verwaarloosbare post is.

4.2.2 De verschillende bronnen

4.2.2.1 In- en uitlaatwater

Voor de in- en uitlaten zijn de gegevens van de betreffende inlaatpunten en gemalen beschikbaar en gebruikt. Voor de inlaat van Koningsvliet West zijn dat de debietgegevens van de Loonse Vaart en Herpt. Voor de uitlaat zijn de gemaalgegevens van Gansoijen gebruikt. Voor Koningsvliet Oost zijn de inlaatgegevens van de Bossche Sloot en gemaal Engelen gebruikt. Voor de uitlaat de gemaalgegevens van gemaal Groenendaal. In deze studie zijn voor het eerst waterbalans berekeningen gedaan voor dit gebied, met behulp van deze gemaalgegevens. De debieten van de gemalen die water inlaten in de Loonse Vaart en de Bossche Sloot zijn afgeleid uit de frequentie waarmee de vijzels in de gemalen worden aangestuurd: op deze manier kunnen de vijzels langzamer of sneller draaien, afhankelijk van de noodzaak (hoge frequentie – hoog debiet, lage frequentie – laag debiet). De relatie tussen frequentie en debiet is ooit in een validatiestudie bepaald. In de huidige studie vonden we aanwijzingen dat deze validatie bij hele lage frequenties niet helemaal klopt. De gegevens zijn hiervoor gecorrigeerd. De debieten waarmee gemaal Gansoijen water 'uitslaat' worden sinds 2021 gemeten met ADCP-meetinstrumenten. Daarvoor werden ze eveneens afgeleid uit gegevens van de pompaansturing. De nauwkeurigheid van de berekende waterbalans wordt beïnvloed door de kwaliteit van deze debieten.

4.2.2.2 *Uit- en afspoeling*

Daarnaast zijn er onderdelen van deze waterbalans die niet gemeten kunnen worden, maar worden berekend via grondwatermodellen. Dit wordt hieronder beschreven voor de af- en uitspoeling vanuit landbouwgronden en natuurgebieden, en de kwel vanuit grondwater naar het oppervlaktewater, en verdamping van water uit bodem en gewassen (zie hierna). Ook deze modelberekeningen bevatten een zekere onnauwkeurigheid. De in dit hoofdstuk afgeleide waterbalans en stoffenbalans zijn dus de best mogelijke benadering van de werkelijkheid. In de bijlage wordt nog een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd naar wijzigingen in hoeveelheden inlaatwater, in hoeveelheden overstortwater en in de concentraties van stikstof en fosfaat in het water uit- en afspoelingswater uit de landbouw.

Voor de uit- en afspoeling uit de landbouw en natuurgebieden zijn de gegevens beschikbaar van WUR. Het gaat hierbij om debieten, vrachten en concentraties. In opdracht van STOWA heeft WUR met het Landelijk Waterkwaliteitsmodel de landelijke kentallen voor af- en uitspoeling vanuit de landbouw en de natuurgebieden naar de watergangen geregionaliseerd^[16] (zie ook paragraaf 4.3.2.3). De af- en uitspoeling is volgens de WUR-gegevens afhankelijk van de volgende kenmerken: kweldruk, de grondwaterstand, het landgebruik, het fysisch-geografisch gebied (rivierengebied, hoge zandgronden, laagveen, etc.) en het weerjaar (droog, nat of gemiddeld). Waterschap Aa en Maas heeft deze kenmerken bepaald per gridcel van 25 bij 25 m en zo het debiet van de af- en uitspoeling en de concentraties van totaal-stikstof en totaal-fosfor bepaald (zie de kaarten die gebruikt zijn voor de berekeningen in bijlage 1). Deze gegevens zijn vervolgens geaggregeerd naar deelgebied. Er is gebruik gemaakt van de mediane waarden (50-percentiel) voor zowel de debieten als de concentraties voor een nat jaar. Kwel naar landbouw- en natuurgebieden zit in deze post.

4.2.2.3 *Directe neerslag*

Directe neerslag naar en verdamping vanuit de watergangen in zijn bekend uit de KNMI-gegevens van weerstation Giersbergen. Voor de verdamping uit de watergangen kan de vuistregel gebruikt worden van directe verdamping = $1,25 \cdot \text{Makkinkverdamping}$.

4.2.2.4 *Afspoeling*

De directe afspoeling naar de watergangen vanuit het stedelijk gebied is niet gemeten en er zijn ook geen literatuurgegevens van bekend. Stedelijk gebied is hier gedefinieerd als de bebouwde kom. Op basis van expert judgement van de hydrologen van Sweco is ingeschat dat 50% van de neerslag die 4 m aan weerszijden van een watergang valt, tot afstroming komt in de watergang. Dit is een ruwe schatting, maar in de gehele waterbalans is de directe afspoeling in het stedelijk gebied een zeer kleine post (< 0,5%). Het overige water infiltreert en verdampt.

4.2.2.5 *Overstorten*

Voor de debieten van overstorten in het gebied (zie bijlage 2) is gebruik gemaakt van de reeds beschikbare data uit de Overstortschatter van het waterschap, omdat nauwkeurigere strengberekeningen over het jaar 2024 ontbraken. De Overstortschatter berekent dagelijks voor alle overstorten en uitlaten binnen het beheergebied van Aa en Maas het debiet op uurbasis. Deze schatter gebruikt de gegevens van de rioleringsstelsels van de gemeente en de radar-neerslag data van het KNMI. De Overstortschatter is gebaseerd op de 'bakjesmodel' benadering. Hierdoor worden o.a. de hydrodynamische effecten van water in de rioleringsbuizen/ -strengen buiten beschouwing gelaten.

De Overstortschatter houdt ook geen rekening met de buitenwaterstand; aanvulling van stelsels door het oppervlaktewater of belemmering van de uitstroom worden hierdoor buiten beschouwing gelaten. De resultaten van de Overstortschatter zijn daardoor minder nauwkeurig dan berekeningen die gemeenten laten uitvoeren op strengniveau. Ondanks deze beperkingen biedt de Overstortschatter Aa en Maas breed informatie over de uitstroom naar het oppervlaktewater.

De gemeente heeft bij verschillende overstorten sensoren geplaatst die aangeven wanneer een overstort in werking treedt. Volgens de gemeente zijn verschillende overstorten verdronken overstorten, waardoor het meten van de hoeveelheid overgestort water (debieten) onnauwkeurig is. Zoals hiervoor aangegeven kan dit ook invloed hebben op het functioneren van de riolering.

Het meest recente rioleringsplan van de gemeente Heusden was nog niet verwerkt in de database waarvan de Overstortschatter gebruik maakt. Ook hierdoor kunnen afwijkingen tussen de resultaten van de Overstortschatter en de praktijk ontstaan. Er bestaan geen metingen van de kwaliteit van het overgestorte water in de gemeente. Deze kwaliteit is daarom uit landelijke kentallen afgeleid. De in deze studie berekende vrachten uit overstorten zijn daarmee indicatief.

4.2.3 Waterbalans

Een deel van de gegevens voor de waterbalans komt dus uit metingen en een deel uit berekeningen. De balans is gemaakt met de, op dit moment best beschikbare gegevens. Hieronder zijn de waterbalansen van Koningsvliet West en Koningsvliet Oost weergegeven. Te zien is dat de waterbalansen niet volledig sluitend zijn en dat is gebruikelijk bij waterbalansen, omdat niet alle posten even nauwkeurig zijn gemeten of het resultaat zijn van (model)berekeningen die afwijken van de werkelijkheid. Op jaarbasis gaat er volgens de balans in West 5% meer water uit dan dat erin komt. In Oost komt er 15% meer in dan dat er uit gaat. Dergelijke verschillen zijn te verwachten als niet alle posten (voldoende nauwkeurig) zijn gemeten dan wel het resultaat zijn van (model)berekeningen.

Tabel 5: Waterbalans van Koningsvliet West. De posten in lichtgroen zijn gemeten, de posten in blauw zijn berekend.

Water in (m³/d)									Water uit (m³/d)		
Maand			Afspoeling	Afspoeling	Directe	Stedelijke	Overstorten		Open water	Gansooijen uit	
	Herpt in	Loonse Vaart in	Landbouw	Natuur	neerslag	afspoeling	Gemengd	Verbeterd	verdamping	Pomp 1	Pomp 2
1	11.357	11.571	65.048	16.509	6.895	271	0	64	1.133	79.642	100.758
2	0	25.415	65.048	16.509	11.087	436	655	820	1.596	76.820	100.746
3	0	40.058	65.048	16.509	5.701	224	84	195	3.934	61.752	79.642
4	0	41.350	16.204	4.165	8.019	316	0	30	6.438	52.652	62.779
5	0	40.565	16.204	4.165	14.351	565	1.455	1.990	8.290	53.646	64.813
6	34.713	37.308	16.204	4.165	5.474	215	37	220	10.396	38.901	50.203
7	37.131	51.391	16.204	4.165	10.504	413	2.062	2.020	10.555	41.136	55.019
8	45.333	55.255	16.204	4.165	6.121	241	742	829	9.917	21.106	40.486
9	36.793	48.999	16.204	4.165	8.121	320	122	339	5.906	27.826	38.901
10	27.621	50.120	65.048	16.509	5.717	225	103	167	3.182	38.218	49.964
11	34.001	41.503	65.048	16.509	7.576	298	328	598	1.181	61.681	81.886
12	24.540	33.581	65.048	16.509	7.768	306	411	610	535	79.937	105.730
Gemiddeld	20.957	39.760	40.626	10.337	8.111	319	500	657	5.255	52.776	69.244
	17%	33%	33%	8%	7%	0,3%	0,4%	0,5%			

Koningsvliet West			
Totaal			
Maand	In	Uit	Restpost
1	111.796	181.533	-69.737
2	120.051	179.163	-59.112
3	127.899	145.328	-17.429
4	70.970	121.869	-50.899
5	80.181	126.749	-46.568
6	99.223	99.500	-277
7	124.776	106.710	18.066
8	129.777	71.508	58.269
9	115.949	72.632	43.317
10	165.591	91.365	74.226
11	165.941	144.747	21.194
12	148.852	186.202	-37.350
	121.750	127.276	-5.525 -5%

Tabel 6: Waterbalans van Koningsvliet Oost. De posten in lichtgroen zijn gemeten, de posten in blauw zijn berekend.

Maand	In (m³/d)								Uit (m³/d)			
	Bossche Sloop in	Engelen in	Afspoeling	Afspoeling	Directe neerslag	Stedelijke afspoeling	Overstorten		Open water verdamping	Naar West	Groenendaal uit	
			Landbouw	Natuur			Gemengd	Verbeterd			Pomp 1	Pomp 2
1	3.451	190	35.825	16.440	4.682	76	1	56	769	0	2.278	87.810
2	10.128	2.705	35.825	16.440	7.528	122	70	171	1.084	0	6.996	89.566
3	21.614	8.089	35.825	16.440	3.871	63	2	62	2.671	0	4.898	63.724
4	22.472	8.887	8.305	3.522	5.445	88	0	63	4.371	0	7.415	51.768
5	15.297	6.089	8.305	3.522	9.744	158	119	331	5.629	0	10.518	58.670
6	18.670	4.291	8.305	3.522	3.717	60	3	82	7.059	0	3.091	35.539
7	24.204	4.301	8.305	3.522	7.132	116	316	257	7.167	0	10.798	28.949
8	26.866	8.756	8.305	3.522	4.156	68	75	111	6.733	0	7.769	18.646
9	26.663	11.945	8.305	3.522	5.514	90	6	126	4.010	0	5.665	22.221
10	19.838	6.440	35.825	16.440	3.882	63	4	60	2.161	0	6.627	27.840
11	14.412	7.468	35.825	16.440	5.144	84	40	126	802	0	2.689	40.483
12	9.797	7.577	35.825	16.440	5.275	86	36	109	364	0	4.971	61.045
Gemiddeld	17.784	6.395	22.065	9.981	5.507	89	56	129	3.568	0	6.143	48.855
	29%	10%	36%	16%	9%	0,1%	0,1%	0,2%				

Koningsvliet Oost			
Totaal			
Maand	In	Uit	Restpost
1	60.725	90.857	-30.131
2	72.994	97.646	-24.652
3	85.970	71.293	14.677
4	48.935	63.554	-14.619
5	43.717	74.816	-31.099
6	38.804	45.688	-6.884
7	48.306	46.914	1.393
8	52.012	33.148	18.864
9	56.324	31.896	24.429
10	82.557	36.627	45.930
11	79.544	43.974	35.569
12	75.148	66.380	8.769
	62.086	58.566	3.520 6%

4.3 Stoffenbalans

4.3.1 Inleiding

Aan elke waterstroom is in de stoffenbalans een concentratie van totaal-stikstof en totaal-fosfor gekoppeld. In de volgende paragrafen wordt verder hierop ingegaan.

4.3.2 Concentraties in de verschillende bronnen

4.3.2.1 *Inlaatwater*

De concentraties in het inlaatwater zijn maandelijks gemeten, maar dit geldt niet voor alle ingaande waterstromen. Van sommige inkomende waterstromen ontbreken van sommige maanden de concentraties (zie paragraaf 3.3). De ontbrekende gegevens zijn ingevuld met de gemiddelde van de wel bestaande metingen op dat meetpunt. Aangezien de concentraties per meetpunt niet heel erg variëren, zorgt dit voor een zo betrouwbaar mogelijke vracht.

4.3.2.2 *Overstorten en neerslag*

De concentraties van totaal-stikstof en totaal-fosfor in riooloverstortwater kunnen van locatie tot locatie sterk verschillen en deze zijn niet gemeten. Stichting RIONED heeft een analyse laten uitvoeren naar de bronnen van stoffen in onder andere het stedelijk gebied^[17]. In het RIONED-rapport wordt voor totaal-stikstof een concentratie in riooloverstortwater genoemd van 10 tot 15 mg N/l met een gemiddelde van 12,5 mg N/l. De totaal-fosforconcentratie ligt tussen 2,1 en 4,8 mg P/l met een gemiddelde van 3,1 mg P/l. Deze getallen zijn overgenomen in een recent rapport van STOWA, waarin de kengetallen voor het maken van de water- en stoffenbalansen gepresenteerd^[18] worden en deze getallen worden – bij gebrek aan waterkwaliteitsmeetwaarden aan de overstorten in het gebied – gebruikt bij het maken van de water- en stoffenbalans.

Voor regenwaterriolen geldt hetzelfde als voor riooloverstorten. De concentraties variëren sterk van plek tot plek en ook nog in de tijd. Vaak wordt gebruik gemaakt van de gegevens van de database 'kwaliteit afstromend hemelwater' van STOWA^[19]. Hierbij wordt meestal uitgegaan van de gemiddelde waarden van de concentraties in afstromend hemelwater van daken en wegen in woonwijken. De concentratie totaal-stikstof is dan 3,6 mg N/l en de concentratie totaal-fosfor 0,30 mg P/l. Afstromende hemelwater heeft een andere kwaliteit dan het water in een regenwaterleiding. In de praktijk blijken er foutaansluitingen (huis- en bedrijfsaansluitingen op de regenwaterleiding) te zijn die het regenwater in de buis flink viezer maakt. De hier gebruikte waarden geven dus een onderschatting tenzij er geen enkele foutaansluiting aanwezig is.

Voor de verbeterd gescheiden stelsels zijn geen kentallen gevonden. Hiervoor wordt het gemiddelde genomen van de concentraties van regenwaterriolen en gemengde stelsels. Voor totaal-stikstof is dat dan 8,1 mg N/l en voor totaal-fosfor 1,70mg P/l. Er is overigens een significant verschil tussen de waterkwaliteit uit (verbeterd) gescheiden stelsels van enerzijds woonwijken en anderzijds bedrijventerreinen. Daar wordt in de huidige berekening geen rekening mee gehouden.

Direct in het oppervlaktewater vallend regenwater bevat (zeer) lage concentraties stikstof en fosfaat. Uit metingen van regenwater blijkt dat de concentraties meestal rond de 0,0024 mg P/l en 1,3 mg N/l^[18] liggen en deze concentraties zijn in de balans gebruikt.

4.3.2.3 *Landbouw en natuur*

In het verleden is vaak gebruik gemaakt van landelijke kengetallen voor de uit- en afspoeling van nutriënten uit landbouwgebieden en natuurgebieden naar het oppervlaktewater. Deze aanpak ontkent de (soms grote) regionale verschillen. In opdracht van STOWA heeft WUR met het Landelijk Waterkwaliteitsmodel de kentallen geregionaliseerd^[16]. De regionalisatie is gedaan door Nederland op te delen in 69 ruimtelijke eenheden op basis van fysisch geografische regio's en waterschappen. Waterschap Aa en Maas heeft een verdere verfijning doorgerekend voor Koningsvliet Oost en West (zie paragraaf 4.2).

4.3.2.4 *Kwel*

Kwel in natuur- en landbouwgebieden zit al verrekend in de WUR-gegevens van uit- en afspoeling en is in de balans daarom niet te zien als aparte post. De kwaliteit van het kwelwater is in dit gebied heel goed. De waterkwaliteitsgegevens van de Vlijmensvense Hoofdloop, uit hoofdstuk 3, laat dit zien. Door de invloed van kwel in het oppervlaktewater wordt het water schoner.

4.3.2.5 *Retentie*

Een deel van de nutriënten verdwijnt uit het water door opname door planten, vastlegging in de bodem, denitrificatie en vastlegging in dood organisch materiaal. Dit heet retentie. Het water wordt hierdoor dus schoner. Volgens het rapport 'Bronnenanalyse nutriënten stroomgebied Maas'^[21] is de stikstofretentie in de winter 5 g N/m² en in de zomer 11,8 g N/m². De fosforretentie is in de winter 5% en in de zomer 30% van de inkomende vracht. Deze getallen zijn gebruikt in de stoffenbalans.

4.3.3 *Stoffenbalans*

De stoffenbalansen staan hieronder. In West is er voor stikstof een restpost van 28% en voor fosfor van 7%. In Oost is dat voor stikstof 42% en voor fosfor 23%. In Oost zijn de restposten hoger, omdat de concentraties in het uitgaande water bij gemaal Groenendaal in de maanden januari tot en met juni niet zijn gemeten. Voor de maanden april en mei zijn er wel meetwaarden in het nabij gelegen punt oHEDIMA540, dus voor deze maanden zijn de meetwaarden van dit punt gebruikt. Voor de belasting met stoffen in het gebied heeft dit geen consequenties.

4.3.4 *Concentraties*

De totale belasting is maar een deel van het probleem, ook de concentraties in de verschillende waterstromen spelen een belangrijke rol in de waterkwaliteit in de deelgebieden. Aan de concentraties in de verschillende waterstromen is te zien of een waterstroom de waterkwaliteit verbetert of verslechtert. Hierbij moet worden opgemerkt dat retentie (nutriënten die in het gebied worden vastgelegd of uit het systeem verdwijnen) niet als een concentratie is uit te drukken en daarom niet in de grafiek te zien is. Uiteraard is retentie wel te zien in de stoffenbalansen als uitgaande post.

Tabel 7: Totaal-stikstofbalans van Koningsvliet West

Totaal-stikstof vracht (kg N/d)												
Maand	In								Uit			
	Herpt in	Loonse Vaart in	Afspoeling Landbouw	Afspoeling Natuur	Directe neerslag	Stedelijke afspoeling	Overstorten		Retentie	Gansooijen uit		
							Gemengd	Verbeterd		Pomp 1	Pomp 2	
1	56	42	488,2	74,4	9	1,0	0,0	0,5	61	223	282	
2	0	91	488,2	74,4	14	1,6	8,2	6,6	62	223	292	
3	0	144	488,2	74,4	7	0,8	1,0	1,6	65	173	223	
4	0	149	164,3	17,1	10	1,1	0,0	0,2	129	132	157	
5	0	154	164,3	17,1	19	2,0	18,2	16,1	147	134	162	
6	101	142	164,3	17,1	7	0,8	0,5	1,8	163	97	126	
7	61	195	164,3	17,1	14	1,5	25,8	16,4	186	86	116	
8	113	221	164,3	17,1	8	0,9	9,3	6,7	203	70	134	
9	103	137	164,3	17,1	11	1,2	1,5	2,7	164	64	89	
10	72	195	488,2	74,4	7	0,8	1,3	1,3	76	92	120	
11	109	187	488,2	74,4	10	1,1	4,1	4,8	79	160	213	
12	108	171	488,2	74,4	10	1,1	5,1	4,9	78	200	264	
Totaal	723	1829	3915	549	127	14	75	64	1411	1654	2178	
	10%	25%	54%	8%	1,7%	0,2%	1,0%	0,9%	27%	32%	42%	

Totaal-stikstof			
Maand	In	Uit	Restpost
1	671	566	105
2	685	577	108
3	718	461	257
4	345	417	-72
5	393	443	-50
6	437	386	51
7	498	388	110
8	543	406	137
9	440	318	123
10	841	287	553
11	878	452	426
12	863	542	321
	609	437	173 28%

Tabel 8: Totaal-fosforbalans van Koningsvliet West

Totaal-fosfor vracht (kg P/d)												
Maand	In								Uit			
	Herpt in	Loonse Vaart in	Afspoeling Landbouw	Afspoeling Natuur	Directe neerslag	Stedelijke afspoeling	Overstorten Gemengd	Verbeterd	Retentie	Gansooijen uit		
										Pomp 1	Pomp 2	
1	2,53	2,78	20,56	2,86	0,17	0,08	0,00	0,11	1,45	16	20	
2	0,00	6,10	20,56	2,86	0,27	0,13	2,03	1,39	1,67	19	25	
3	0,00	9,61	20,56	2,86	0,14	0,07	0,26	0,33	1,69	10	13	
4	0,00	9,92	4,99	0,71	0,19	0,09	0,00	0,05	4,86	8	10	
5	0,00	18,66	4,99	0,71	0,34	0,17	4,51	3,38	9,90	19	23	
6	3,41	9,33	4,99	0,71	0,13	0,06	0,12	0,37	5,81	6	8	
7	3,21	22,61	4,99	0,71	0,25	0,12	6,39	3,43	12,59	7	9	
8	3,56	13,26	4,99	0,71	0,15	0,07	2,30	1,41	8,00	3	6	
9	3,26	10,78	4,99	0,71	0,19	0,10	0,38	0,58	6,36	4	5	
10	2,38	12,53	20,56	2,86	0,14	0,07	0,32	0,28	1,96	6	7	
11	5,24	13,28	20,56	2,86	0,18	0,09	1,02	1,02	2,21	14	18	
12	3,07	7,39	20,56	2,86	0,19	0,09	1,27	1,04	1,82	14	19	
Totaal	27	136	153	21	2,3	1,1	19	13	58	125	163	
	7%	36%	41%	6%	0,6%	0,3%	5%	4%	17%	36%	47%	

Totaal-fosfor			
Maand	In	Uit	Restpost
1	29	38	-8
2	33	46	-13
3	34	24	10
4	16	23	-7
5	33	51	-18
6	19	19	0
7	42	29	13
8	27	17	10
9	21	15	6
10	39	15	24
11	44	34	10
12	36	35	1
	31	29	2 7%

Tabel 9: Totaal-stikstofbalans van Koningsvliet Oost

Maand	In								Uit			
	Bossche Sloot in	Engelen in	Afspoeling Landbouw	Afspoeling Natuur	Directe neerslag	Stedelijke afspoeling	Overstorten Gemengd	Verbeterd	Retentie	Naar West	Pomp 1	Pomp 2
1	13	1	243,8	95,6	6,1	0,3	0,0	0,5	40	0	4	170
2	38	12	243,8	95,6	9,8	0,4	0,9	1,4	45	0	14	173
3	82	38	243,8	95,6	5,0	0,2	0,0	0,5	52	0	9	123
4	85	36	76,6	18,4	7,1	0,3	0,0	0,5	115	0	14	100
5	58	23	76,6	18,4	12,7	0,6	1,5	2,7	99	0	20	113
6	80	18	76,6	18,4	4,8	0,2	0,0	0,7	101	0	6	69
7	116	16	76,6	18,4	9,3	0,4	4,0	2,1	124	0	18	49
8	94	25	76,6	18,4	5,4	0,2	0,9	0,9	113	0	10	24
9	99	36	76,6	18,4	7,2	0,3	0,1	1,0	122	0	10	40
10	87	21	243,8	95,6	5,0	0,2	0,0	0,5	51	0	13	56
11	66	25	243,8	95,6	6,7	0,3	0,5	1,0	49	0	8	121
12	49	37	243,8	95,6	6,9	0,3	0,4	0,9	48	0	9	110
Totaal	869	288	1923	684	86	4	8	13	958	0	137	1149
	22%	7%	50%	18%	2%	0%	0%	0%	43%	0%	6%	51%

Totaal-stikstof			
Maand	In	Uit	Restpost
1	360	214	146
2	402	232	171
3	465	185	281
4	225	229	-4
5	194	233	-38
6	200	176	23
7	243	191	52
8	222	147	75
9	239	172	67
10	453	119	334
11	440	179	261
12	434	167	267
	323	187	136 42%

Tabel 10: Totaal-fosforbalans van Koningsvliet Oost

Totaal-fosfor vracht (kg P/d)												
Maand	In								Uit			
	Bossche Sloot in	Engelen in	Afspoeling Landbouw	Afspoeling Natuur	Directe neerslag	Stedelijke afspoeling	Overstorten		Retentie	Naar West	Groenendaal uit	
							Gemengd	Verbeterd			Pomp 1	Pomp 2
1	0,79	0,06	11,31	3,01	0,11	0,02	0,00	0,09	0,77	0,00	0,43	16,39
2	2,33	0,78	11,31	3,01	0,18	0,04	0,22	0,29	0,91	0,00	1,31	16,72
3	4,97	1,94	11,31	3,01	0,09	0,02	0,01	0,10	1,07	0,00	0,91	11,90
4	5,17	1,82	2,64	0,60	0,13	0,03	0,00	0,11	3,16	0,00	1,38	9,66
5	7,50	1,83	2,64	0,60	0,23	0,05	0,37	0,56	4,14	0,00	1,96	10,95
6	4,85	1,27	2,64	0,60	0,09	0,02	0,01	0,14	2,90	0,00	0,58	6,63
7	15,25	1,08	2,64	0,60	0,17	0,03	0,98	0,44	6,37	0,00	2,59	6,95
8	5,91	1,58	2,64	0,60	0,10	0,02	0,23	0,19	3,39	0,00	1,55	3,73
9	5,87	2,39	2,64	0,60	0,13	0,03	0,02	0,21	3,58	0,00	0,91	3,56
10	6,15	1,03	11,31	3,01	0,09	0,02	0,01	0,10	1,09	0,00	1,26	5,29
11	5,62	1,19	11,31	3,01	0,12	0,03	0,12	0,21	1,08	0,00	0,54	8,10
12	2,35	1,44	11,31	3,01	0,13	0,03	0,11	0,19	0,93	0,00	0,65	7,94
Totaal	67	16	84	22	2	0	2	3	29	0	14	108
	34%	8%	43%	11%	1%	0%	1%	1%	19%	0%	9%	71%

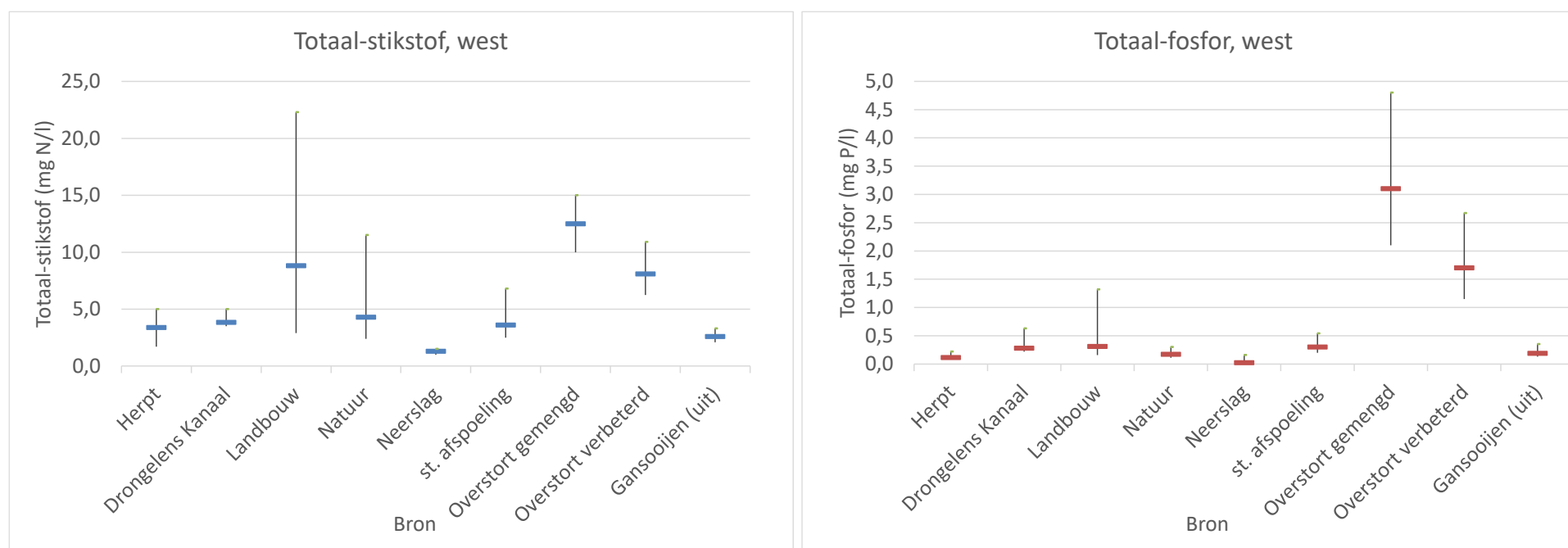
Totaal-fosfor			
Maand	In	Uit	Restpost
1	15	18	-2
2	18	19	-1
3	21	14	8
4	11	14	-4
5	14	17	-3
6	10	10	0
7	21	16	5
8	11	9	3
9	12	8	4
10	22	8	14
11	22	10	12
12	19	10	9
	16	13	4 23%

4.3.4.1 Koningsvliet West

In Figuur 31 zijn de concentraties van stikstof en fosfor te zien in de verschillende in- en uitgaande waterstromen van Koningsvliet West.

Voor totaal-stikstof zijn alle inkomende concentraties hoger dan de uitgaande concentratie, behalve voor kwel en directe neerslag. Met andere woorden: kwel en directe neerslag verbeteren de waterkwaliteit, alle ander inkomende stromen verslechteren de waterkwaliteit.

Voor totaal-fosfor is het beeld iets anders. De inlaat bij Herpt heeft een lagere concentratie dan de uitgaande waterstroom bij gemaal Gansooijen. Ook kwel, directe neerslag en af- en uitspoeling uit natuurgebieden hebben een lagere concentratie. De inlaat uit het Drongelens kanaal, af- en uitspoeling uit de landbouw, stedelijke afspoeling en overstorten hebben een hogere concentratie en verslechteren de waterkwaliteit.



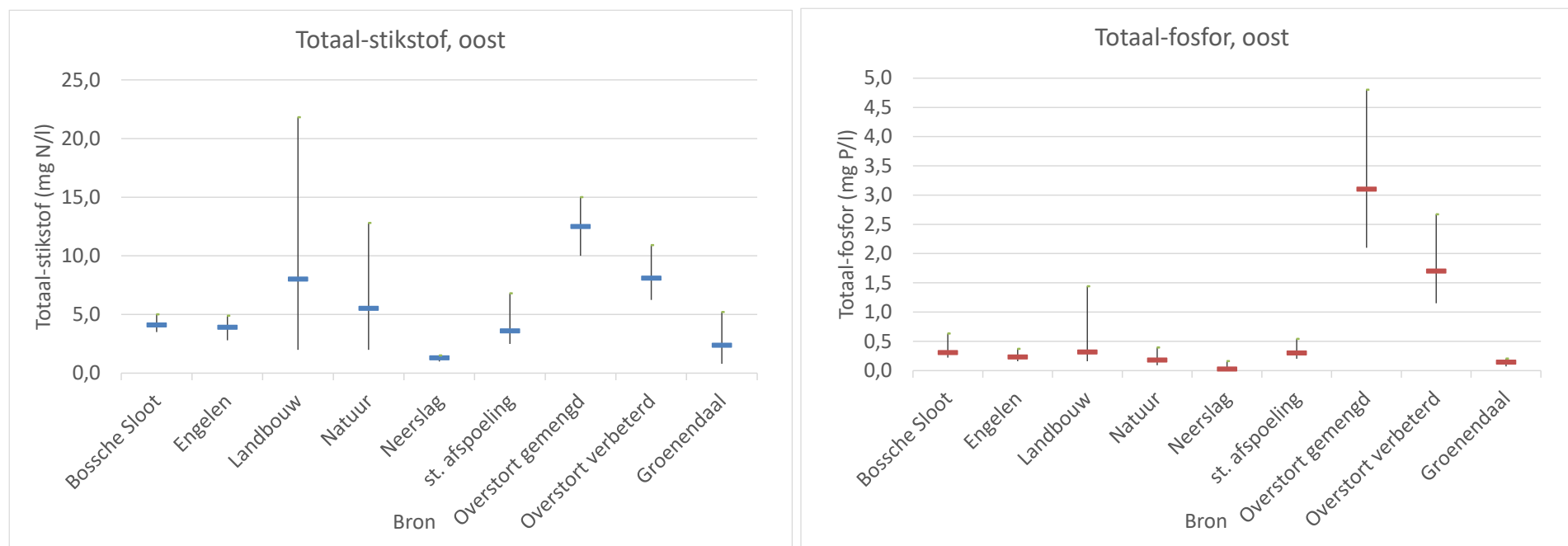
Figuur 31. Concentraties van totaal-stikstof en totaal-fosfor in de verschillende in- en uitgaande waterstromen in Koningsvliet West. Gemiddelde, minimum en maximumconcentraties zijn weergegeven. Voor meer achtergronden over deze concentraties, zie paragraaf 4.3.2.

4.3.4.2 Koningsvliet Oost

In Figuur 32 zijn de concentraties van stikstof en fosfor te zien in de verschillende in- en uitgaande waterstromen van Koningsvliet Oost.

Voor totaal-stikstof zijn alle inkomende concentraties hoger dan de uitgaande concentratie, behalve voor kwel en directe neerslag. Met andere woorden: kwel en directe neerslag verbeteren de waterkwaliteit, alle ander inkomende stromen verslechteren de waterkwaliteit.

Voor totaal-fosfor is het beeld hetzelfde als bij totaal-stikstof.



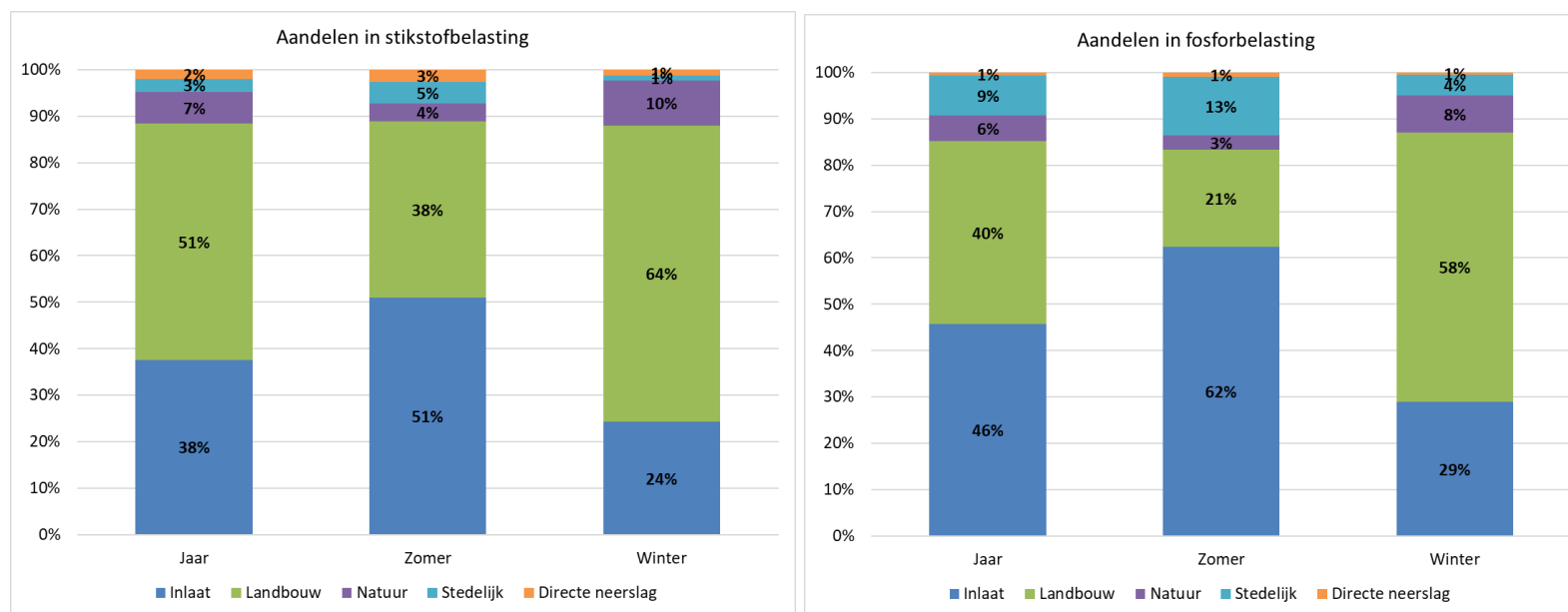
Figuur 32. Concentraties van totaal-stikstof en totaal-fosfor in de verschillende in- en uitgaande waterstromen in Koningsvliet Oost. Gemiddelde, minimum en maximumconcentraties zijn weergegeven. Voor meer achtergronden over deze concentraties, zie paragraaf 4.3.2.

4.4 Bronnenanalyse

Uit de stoffenbalansen kan worden berekend wat het aandeel is van elke bron aan de totale belasting van alle inkomende waterstromen. Hieronder is dit weergegeven voor het hele jaar (2024), het zomerhalfjaar en het winterhalfjaar voor beide deelgebieden.

4.4.1 Koningsvliet West

In Figuur 33 zijn de aandelen van de verschillende bronnen van de stikstof- en fosforbelasting te zien in Koningsvliet West voor 2024, het zomerhalfjaar, het winterhalfjaar en het hele jaar. De belasting uit de directe neerslag op de watergangen en de natuur hebben allemaal een laag aandeel in de totale belasting. Dit geldt ook voor stikstof uit het stedelijk gebied (riooloverstorten, afstromend regenwater). De landbouw is in de zomer verantwoordelijk voor 38% van de stikstofbelasting en voor 21% van de fosforbelasting. In de winter is dit 64% respectievelijk 58%. Over het hele jaar hebben we het dan over 51% respectievelijk 40%. De inlaat draagt in de zomer voor 51% bij aan de stikstofbelasting en voor 62% van de fosforbelasting. In de winter is dat 24% respectievelijk 29% en jaarrond 38% respectievelijk 46%.



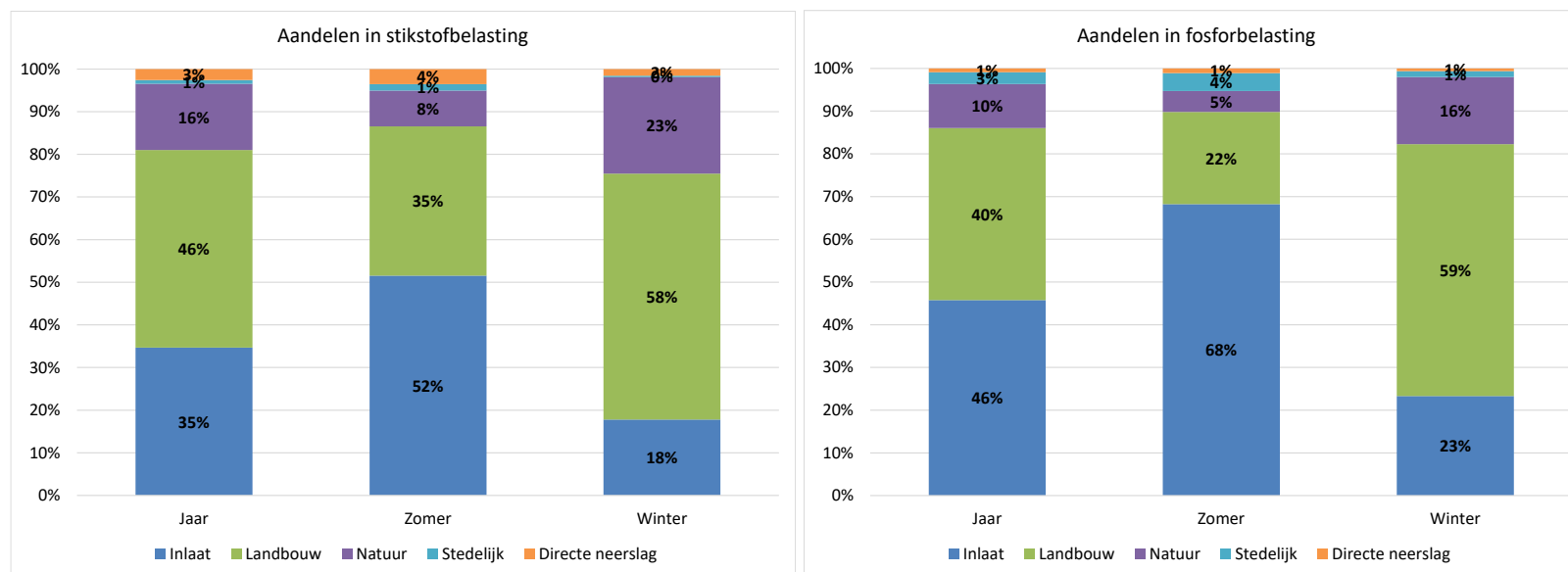
Figuur 33: Aandelen in de stikstof- en fosforbelasting van de verschillende bronnen (jaar, zomerhalfjaar en winterhalfjaar) voor 2024

Uit deze (vrij grove) berekende stoffenbalans die is afgeleid met behulp van deels metingen, en deels modelberekeningen, blijkt dat het aandeel van de landbouw in de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in de zomerperiode met 38% groter is dan de 19% wat het aanwijs criterium is voor Nutriënt Verontreinigd gebieden 2023.

Er liggen, naast landbouwmaatregelen, ook mogelijkheden om de concentraties nutriënten te verlagen door de concentraties in het inlaatwater te verlagen.

4.4.2 Koningsvliet Oost

In Koningsvliet Oost is het beeld iets anders dan in Koningsvliet West (zie Figuur 34). Ook in Koningsvliet Oost spelen de belasting uit stedelijk gebied, natuur en directe neerslag een kleine rol. Jaargemiddeld is de belasting door inlaat van water 35% voor stikstof en 46% voor fosfor. De landbouw is in de zomer verantwoordelijk voor 35% van de stikstofbelasting en voor 22% van de fosforbelasting. In de winter is dit 58% respectievelijk 59%. Over het hele jaar hebben we het dan over 46% respectievelijk 40%. De inlaat draagt in de zomer voor 52% bij aan de stikstofbelasting en voor 68% van de fosforbelasting. In de winter is dat 18% respectievelijk 23% en jaarrond 35% respectievelijk 46%.



Figuur 34: Aandelen in de stikstof- en fosforbelasting van de verschillende bronnen (jaar, zomerhalfjaar en winterhalfjaar) voor 2024.

4.5 Duiding en handelingsperspectieven

In delen van Koningsvliet is het water schoner dan het inlaatwater en dit is te danken aan het schone kwelwater dat in het gebied naar boven komt. Naarmate dit water door het gebied loopt, wordt het weer opgeladen met stikstof en fosfaat uit de landbouw, uit stedelijke afspoeling en uit riooloverstorten. Het water dat het gebied verlaat, is minder nutriëntenrijk dan het inlaatwater door de schone kwel en door vastlegging en verwijdering van nutriënten in het gebied. Deze verwijdering vindt plaats door bacteriën (denitrificatie) of vastlegging in planten, dieren en dood organisch materiaal of adsorptie aan bodemdeeltjes.

Kijkend naar de zomerperiode, die het meest van belang is voor de KRW-toestandsbepaling, komt het grootste aandeel van de fosforbelasting in Koningsvliet van het inlaatwater. Het inlaatwater is de op één-na-grootste bron van stikstof. Het inlaatwater uit het Drongelens Kanaal wordt belast met bronnen bovenstrooms in Nederland en België via de Dommel. De Dommel ligt grotendeels in het beheergebied van Waterschap De Dommel. Waterschap Aa en Maas is voor de verlaging van de belasting vanuit de Dommel dus grotendeels afhankelijk van maatregelen die door Waterschap De Dommel genomen worden.

Daarnaast wordt de waterkwaliteit van het Drongelens Kanaal beïnvloedt door het water uit de Zandleij, waarop rwzi Tilburg loost, en de Dommel, waarop rwzi Boxtel loost. Ook hier is Waterschap De Dommel verantwoordelijk voor deze rwzi's. Binnen 5 jaar wordt op rwzi Tilburg een vierde trap met verregaande stikstof- en fosfaat-verwijdering gerealiseerd. Ook komt er een natuurlijke zuivering (zuiveringsmoeras) bij deze rwzi te liggen, waardoor het effluent van de rwzi nog een extra zuiveringsstap zal ondergaan na de vierde trap. Dit zal een aanzienlijke verbetering van de waterkwaliteit betekenen. Naar verwachting gaat de totaal-stikstofconcentratie in het effluent omlaag van 9,6 mg N/l nu naar 2,4 mg N/l na de natuurlijke zuivering in de toekomst. Voor totaal-fosfor gaat de concentratie omlaag van 0,61 mg P/l naar 0,21 mg P/l. De verbeteringen voor rwzi Boxtel zou ook om korte termijn gebeuren.

Naast dat Waterschap de Dommel maatregelen moet nemen kan het Waterschap Aa en Maas ook bovenstrooms maatregelen nemen om zo de belasting van het inlaatwater te verminderen. In de niet al te verre toekomst zullen rwzi's verdergaand stikstof en fosfaat verwijderen dan nu het geval is. In de toekomst zal het inlaatwater daarom schoner worden. Daarnaast kan er ook gekeken worden of het water in het gebied langer in het gebied vast gehouden kan worden, waardoor er minder water ingelaten hoeft te worden. Ook kan worden onderzocht of het mogelijk en rendabel is om het inlaatwater te zuiveren met bijvoorbeeld een defosfateringsinstallatie.

De landbouw is de grootste bron van stikstof en voor fosfaat is de landbouw de tweede grootste bron. Vermindering van de nutriëntenbelasting vanuit de landbouw zal een belangrijke stap kunnen zijn in het verbeteren van de waterkwaliteit. Dit kan door bijvoorbeeld brede bemestingsvrije stoken langs watergangen te hanteren en evenwichtsbemesting toe te passen.

In Koningsvliet West is stedelijke belasting van fosfor in de zomer een grote bron (13%, jaargemiddeld 9%), dus het is de moeite om de huidige inschatting van deze post te verbeteren, en vervolgens ook maatregelen aan stedelijk water te overwegen.

4.6 Foutenanalyse

Om een inschatting te maken van de invloed van fouten in de waterbalans op het aandeel van de verschillende bronnen aan de nutriëntenbelasting, is een foutenanalyse uitgevoerd. Hierbij is gekeken naar de bronnen die het minst betrouwbaar gekwantificeerd zijn in de waterbalans. Dit zijn stedelijke afspoeling en riooloverstorten. Er is een doorrekening gemaakt, waarbij de hoeveelheid water uit deze twee bronnen 100% hoger is gemaakt dan in de oorspronkelijke waterbalans. De resultaten zijn te zien in bijlage 3. De conclusie van deze doorrekening is, dat de water- en stoffenbalans niet wezenlijk veranderen. De aandelen van de landbouw en het inlaatwater veranderen hooguit 2 procentpunten.

Er is ook berekend hoe de bijdragen van de verschillende posten veranderen als de inlaat wordt gehalveerd. Niet geheel verrassend betekent dit dat de bijdrage van de inlaat behoorlijk afneemt en dat de bijdrage van de landbouw navenant toeneemt.

Tenslotte is berekend wat er met de aandelen in de belasting gebeurt als voor de berekening van de landbouwbelasting niet de 50-percentielwaarden van de concentraties uit de WUR-berekeningen worden gebruikt, maar de 25-percentiel waarden en de 75-percentielwaarden. De foutanalyse laat zien, dat de jaargemiddelde stikstofbelasting door de landbouw in Koningsvliet West waarschijnlijk tussen de 39 en 63% ligt en de fosforbelasting tussen de 32 en 54%. Voor Koningsvliet Oost ligt de stikstofbelasting door de landbouw jaargemiddeld waarschijnlijk tussen 35 en 60% en de fosforbelasting tussen 33% en 54%. Dit betekent dat de het aandeel van de landbouw in de totale nutriëntenbelasting hoe dan ook boven de 19% ligt en dat het gebied daarom voldoet aan de criteria voor aanwijzing als Nutriënt Verontreinigd Gebied.

5 Aanbevelingen monitoring

5.1 KRW-meetpunten

Op dit moment is er een flink aantal meetpunten waar de waterkwaliteit wordt gemeten: 8 in oost en 9 in west. Niet al deze meetpunten worden echter even frequent gemeten (zie **Tabel 11**). Een aantal meetpunten is tijdelijk. Deze zijn pas sinds 2024 in gebruik om de waterkwaliteit in Koningsvliet beter in kaart te brengen voor dit onderzoek, en worden na afronding van het onderzoek weer afgeschaald.

Tabel 11. Overzicht de meetpunten in het gebied. Aangegeven is of en zo ja in welk KRW-waterlichaam het meetpunt ligt en of het een regulier KRW-meetpunt is.

Meetpuntcode	KRW-waterlichaam	KRW-meetpunt?
oBOSSL870	Bossche Sloot en Vlijmensch Vensche Hoofdloop	ja
oVLVELO530	Bossche Sloot en Vlijmensch Vensche Hoofdloop	nee
oGROEWE850	Bossche Sloot en Vlijmensch Vensche Hoofdloop	nee
oBUILO300	Bossche Sloot en Vlijmensch Vensche Hoofdloop	ja
oDRONKA110	Drongelens Kanaal	ja
oDRONKA310	Drongelens Kanaal	nee
oDRONKA400	Drongelens Kanaal	ja
oDRONKA750	Drongelens Kanaal	ja
oKONIVL160	Koningsvliet en Koppelsloot	nee
oKONIVL800	Koningsvliet en Koppelsloot	ja
oHEDIMA540	Luisbroeksche Wetering en Hedikhuizensche Maa	ja
oLOONVA100	Nieuwe Loonse Vaart	ja
oLOONVA500	Nieuwe Loonse Vaart	nee
oLOONVA900	-	nee
oLOONVA870	-	nee
oSLELSH003	-	nee
oSLELSH002	-	nee

De KRW schrijft voor dat de meetpunten representatief gekozen moeten worden. Dat betekent dat een meetpunt een goede representant moet zijn voor het gehele waterlichaam. In ieder waterlichaam moet minimaal 1 meetpunt liggen. Voor de KRW liggen de representatieve meetpunten voor de fysisch-chemische parameters over het algemeen op een benedenstrooms punt. Op dit punt worden alle (menselijke) beïnvloedingen tot uiting gebracht. De biologisch representatieve meetpunten kunnen ergens anders liggen, afhankelijk van hoe de inrichting van het waterlichaam is en welke locatie het meest lijkt op de grootste gemene deler van het waterlichaam.

Drongelens Kanaal

Er liggen vier meetpunten in het Drongelens Kanaal. Drie hiervan zijn reguliere KRW-meetpunten (oDRONKA110, oDRONKA400 en oDRONKA750), de andere (oDRONKA310) is een projectmeetpunt. De representativiteit van de meetpunten is hiermee voldoende afgedekt, Er zijn geen aanpassingen voor KRW-meetnet nodig.

Koningsvliet en Koppelsloot

In het waterlichaam Koningsvliet en Koppelsloot liggen twee meetpunten. oKONIVL800 is een KRW-meetpunt, oKONIVL160 een projectmeetpunt. De meetpunten liggen aan weerszijden van een scheidingslijn tussen Koningsvliet West en Oost. Er is dus geen uitwisseling van water tussen west en oost. Het deel van het waterlichaam waar oKONIVL160 in ligt wordt afgeknipt van het KRW-waterlichaam in het komende Stroomgebiedsbeheerplan (SGBP 2028-2033). Daarmee is het niet nodig om dit meetpunt oKONIVL160 voor de KRW toe te voegen.

Nieuwe Loonse Vaart

In de Nieuwe Loonse Vaart liggen twee meetpunten: oLOONVA100 is een regulier KRW-meetpunt en oLOONVA500 een projectmeetpunt. oLOONVA100 ligt aan het begin van het waterlichaam en maakt inzichtelijk wat de kwaliteit van het inlaatwater is. oLOONVA500 ligt aan het einde van het waterlichaam en geeft dus informatie over de invloed van het tussenliggende gebied op de waterkwaliteit. Omdat oLOONVA100 aan het begin van het waterlichaam ligt en oLOONVA500 in de bebouwde kom terwijl het grootste deel van het waterlichaam niet in de bebouwde kom ligt, zijn beide niet erg representatief voor het waterlichaam als geheel. Aanbevolen wordt om een nieuw meetpunt ergens halverwege te implementeren. Tegelijkertijd dienen dan meetpunten oLOONVA100 en oLOONVA500 nog in de lucht te blijven om de resultaten te kunnen vergelijken.

Bossche Sloot en Vlijmensch Vensche Hoofdloop

Hier liggen vier meetpunten: de KRW-meetpunten oBOSSSL870 en oBUITLO300 en projectmeetpunten oGROEWE850 en oVLVELO530. oBOSSSL870 ligt aan het begin van het waterlichaam en oVLVELO530 in een zijtak. Op oVLVELO530 is het water zeer schoon. Het punt ligt in een natuurgebied en hier komt schone kwel naar boven. Dit meetpunt is representatief voor een deel van het waterlichaam en kan worden toegevoegd aan het KRW-meetnet. oGROEWE850 ligt aan het eind van het waterlichaam.

Luisbroeksche Wetering en Hedikhuizensche Maas

In dit waterlichaam ligt 1 KRW-meetpunt: oHEDIMA540. Deze ligt redelijk aan het eind van het waterlichaam en kan gehandhaafd blijven.

Conclusie KRW-meetnet

Voor de KRW wordt aanbevolen om de volgende meetpunten aan te houden of in te stellen voor de KRW-monitoring (Tabel 12).

Tabel 12. Aanbevolen KRW-meetpunten in Koningsvliet.

Meetpuntcode	KRW-waterlichaam	KRW-meetpunt?
oVLVELO530	Bossche Sloot en Vlijmensch Vensche Hoofdloop	ja
oGROEWE850	Bossche Sloot en Vlijmensch Vensche Hoofdloop	ja
oDRONKA110	Drongelens Kanaal	ja
oDRONKA750	Drongelens Kanaal	ja
oKONIVL800	Koningsvliet en Koppelsloot	ja
oHEDIMA540	Luisbroeksche Wetering en Hedikhuizensche Maas	ja
Nieuw meetpunt	Nieuwe Loonse Vaart	ja

5.2 Meetpunten voor water- en stoffenbalans

Voor de water- en stoffenbalans en voor het in kaart brengen van het verloop van de concentraties binnen het gebied, wordt aanbevolen om het huidige meetnet voort te zetten met een frequentie van minimaal eens per maand in het jaar 2026. Het waterschap heeft aangegeven na dat jaar voldoende inzicht te hebben verkregen. Aanvullend zouden meetpunten geplaatst kunnen worden in watergangen in natuurgebieden met veel kwel, zodat de invloed van schoon kwelwater beter in kaart kan worden gebracht. Het is dan ook aan te bevelen om aan het eind van deze watergangen het debiet te meten.

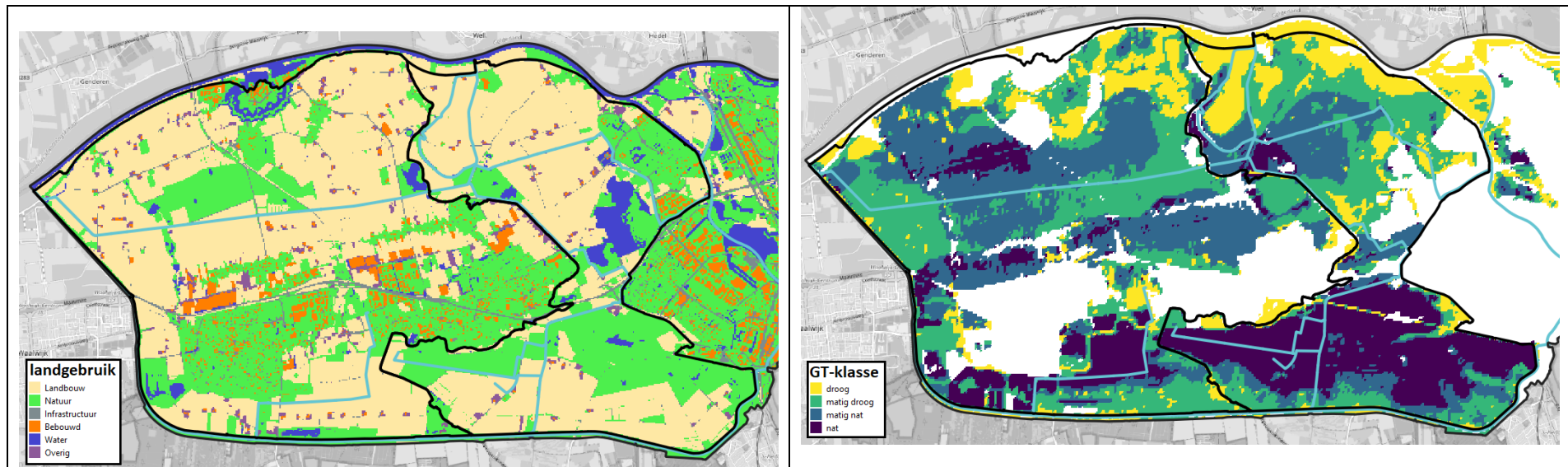
Het projectmeetnet blijft in stand totdat het waterschap beslist dat er voldoende informatie is verzameld om water- en stoffenbalansen op te stellen en het project rondom de Koningsvliet wordt beëindigd.

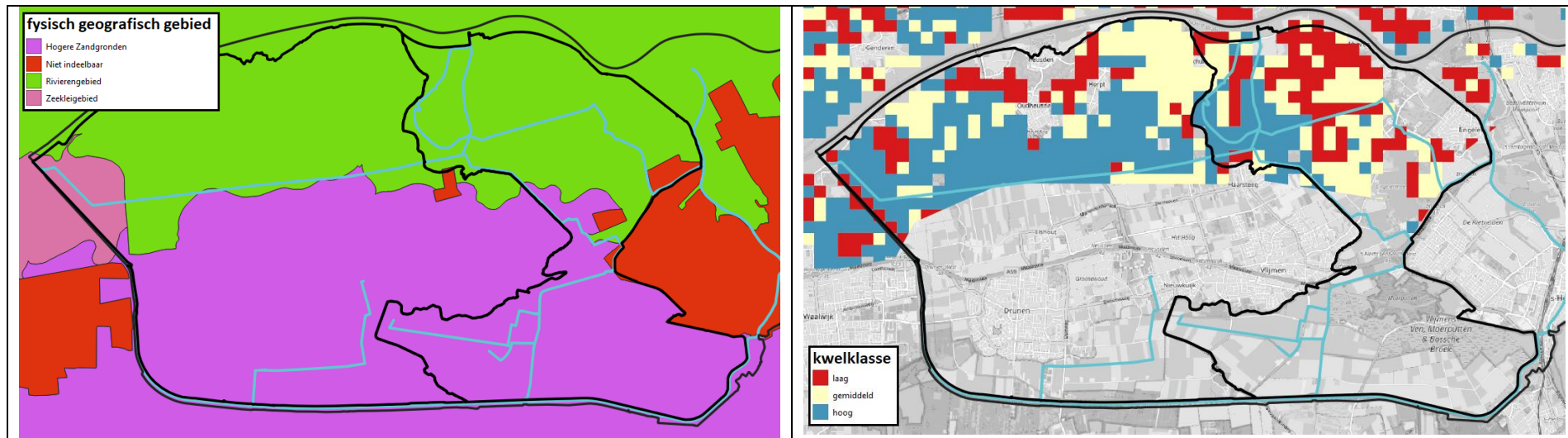
6 Literatuur

1. *Stratigrafische Nomenclator* [titel webpagina]. DINoloket [titel website]. URL webpagina: <https://www.dinoloket.nl/stratigrafische-nomenclator>.
2. Frank Wesselingh. *Zandlandschap* [titel webpagina]. Geologie van Nederland [titel website]. URL webpagina: <https://www.geologievannederland.nl/publicaties/10.html#head>.
3. Rijksdienst voor het cultureel erfgoed. *Enkeerdgronden* [titel webpagina]. Geraadpleegd op 2025 Apr 7. URL webpagina: <https://kennis.cultureelerfgoed.nl/index.php/Begrip:F08ecee6-6b6c-42fc-858b-0e40659df4e9>.
4. van Trikt, Jaime, Ahrens, Hansjorg. *Podzolbodem, Kenmerkende bodem van het zandlandschap* [titel webpagina]. Geologie van Nederland [titel website]. URL webpagina: <https://geologievannederland.nl/ondergrond/bodems/podzolbodem-zandlandschap>.
5. Vermue H, Denkers B, Idsinga D, Den Hertog R, Aalders P. *Hydrologische achtergrondrapportage HOWABO 4 bouwstenen*. Nijmegen: Royal Haskoning/DHV; 2024 Dec.
6. Haverhals L. *Natuurdoelanalyse 132 Vlijmens Ven, Moerputten en Bossche Broek Provincie Noord-Brabant*. Arcadis; 2023 Feb.
7. *Ecologische Verbindingszone Koningsvliet* [titel webpagina]. Waterschap Aa en Maas [titel website]. URL webpagina: <https://www.aaenmaas.nl/in-jouw-buurt/projectenkaart/projectenarchief/ecologische-verbindingszone-koningsvliet/>.
8. Kiwa. *Mogelijkheden voor behoud en herstel van natuurwaarden in de Moerputten*. 1994.
9. Kiwa, EGG. *Knelpunten- en kansanalyse Natura 2000-gebieden*. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit; 200606-.
10. TNO. *Technisch document Waterdoelenmodel ten behoeve van GGOR en MER Reconstructie Noord-Brabant*. 2005.
11. TNO. *DINoloket* [titel webpagina]. URL webpagina: <http://dinoloket.nitg.tno.nl>.
12. Witteveen+Bos. *peilbesluit koningsvliet*. 2014.
13. RoyalHaskoningDHV. *Ecohydrologisch Onderzoek Vlijmens Ven, Moerputten en Bossche broek*. RoyalHaskoningDHV; 2024 Mar. Rapport nummer:BJ2435-RHD-RP-0001.
14. Schipper P, Van Boekel E, Mi-Gegotek Y, Groenendijk P, Kros H, Renaud L, et al. *KRW-doelbereik en resterende opgave 2027 voor de nutriënten in de Maasregio*. Wageningen: Wageningen Environmental Research; 2024.
15. Rijksoverheid. *Bijlage3: Kaarten met gebieden aangewezen als Nutriënten verontreinigde gebied*. Dec 5, 2023.
16. Groenendijk P, Renaud L. *Emissieconcentraties voor nutriëntenbalansen van oppervlaktewater, afgeleid uit het landelijk waterkwaliteitsmodel (LWKM)*. 2024 p. 21. Rapport nummer:2024-09.
17. Aalderink H, Langeveld J, Liefing E, De Weme A. *Oppervlaktewaterkwaliteit: wat zijn relevante emissies*. Stichting RIONED; 2009 Jan p. 120. Rapport nummer:2009-01.
18. Ursem MAE. *Kengetallen waterbalans Eerste aanzet voor betere onderbouwing kengetallen nutriënten*. Witteveen+Bos; 2023 Mar p. 23. Rapport nummer:127346/23-004.142.
19. Liefing HJ, Boogaard F, Langeveld J. *Database kwaliteit afstromend hemelwater: kwaliteit afstromend hemelwater in Nederland*. Ede, Amersfoort: Stichting RIONED ; STOWA; 2020. Rapport nummer:2020-05.
20. Groenendijk P, Renaud L. *LWKM resultaten voor regio Versie 1 Resultaten tabel.xlsx*. 2024.
21. Schipper P, Renaud L, Van Boekel E. *Bronnenanalyse nutriënten stroomgebied Maas*. Wageningen: Wageningen Environmental Research; 2019.

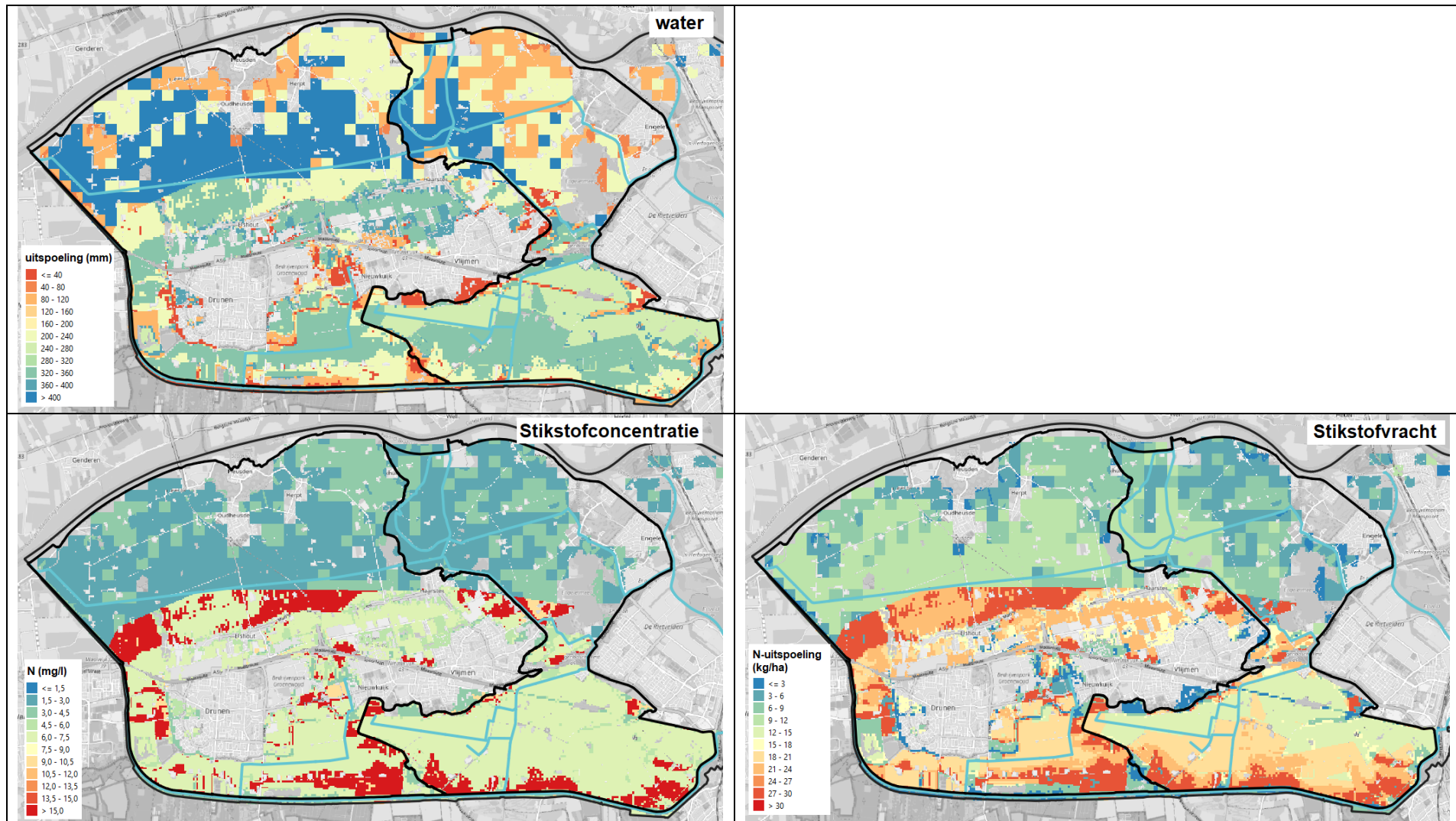
Bijlage 1 Berekeningen uit- en afspoeling landbouw en natuur

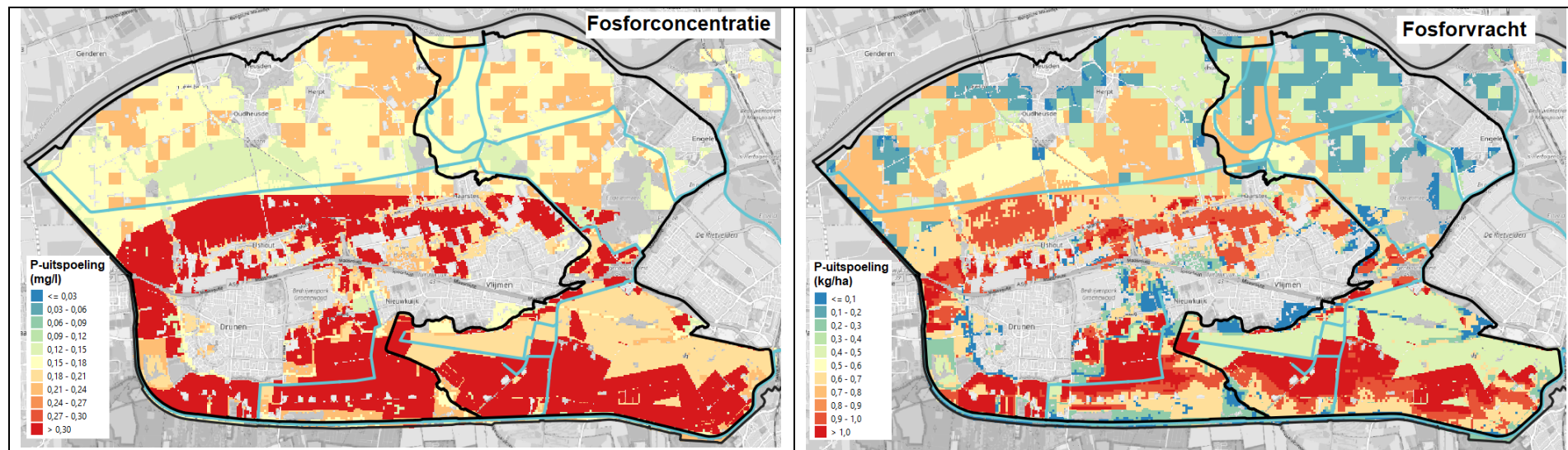
Gebruikte kaarten voor de berekeningen van uit- en afspoeling landbouw en natuur.





Mediane jaargemiddelde uit- en afspoeling van water en nutriënten vanuit landbouw- en natuurgebieden in een gemiddeld jaar (bron: LWKM uitspoeling tabel).





Bijlage 2 Resultaten berekening overstortschatter

Resultaten debieten overstorten uit de overstortschatter.

Koningsvliet Oost				Maand												totaal
code OS	type	x	y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
HER-BOK-KER-163	Gem	144242	416408	-	30	6	-	83	-	101	35	9	1	20	19	304
HER-BOK-KER-164	Gem	144618	416344	-	33	6	-	89	-	108	38	9	1	23	21	328
HER-BOK-MAA-165	Gem	144634	416388													-
HER-ENG-KER-166	Gem	146786	414413	-	752	-	-	1.279	-	3.763	856	-	-	426	396	7.472
HER-ENG-KER-167	Gem	146604	414136	-	1.028	-	-	1.749	-	5.141	1.169	-	-	582	541	10.210
HER-HER-DEU-98	Gem	147096	410684	16	190	46	-	477	96	689	212	166	109	152	138	2.291
HER-ENG-HOO-168	VGS	146490	414405	214	613	236	232	1.271	307	989	429	470	233	470	418	5.882
HER-ENG-HOO-169	VGS	146583	414490	214	613	236	232	1.271	307	989	429	470	233	470	418	5.882
HER-ENG-HOO-170	VGS	146613	414670	214	613	236	232	1.271	307	989	429	470	233	470	418	5.882
HER-ENG-HOO-171	VGS	146610	415195	221	638	246	242	1.310	316	1.017	440	484	238	483	433	6.068
HER-ENG-HOO-172	VGS	146437	415168	221	638	246	242	1.310	316	1.017	440	484	238	483	433	6.068
HER-ENG-HOO-173	VGS	146282	414988	214	613	236	232	1.271	307	989	429	470	233	470	418	5.882
HER-ENG-HOO-174	VGS	146120	414797	214	613	236	232	1.271	307	989	429	470	233	470	418	5.882
HER-ENG-HOO-175	VGS	146131	414528	214	613	236	232	1.271	307	989	429	470	233	470	418	5.882
TOTAAL	Gem			16	2.033	58	-	3.677	96	9.802	2.310	184	111	1.203	1.115	m ³
TOTAAL	VGS			1.726	4.954	1.908	1.876	10.246	2.474	7.968	3.454	3.788	1.874	3.786	3.374	m ³

Koningsvliet West				Maand												
code OS	type	x	y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	totaal
HEU-DRU-BEE-12	Gem	136.257	410.489	-	1.177	-	-	742	-	8.564	2.897	-	-	-	555	13.935
HEU-DRU-BEE-13	Gem	136.281	410.738	-	436	-	-	275	-	3.171	1.073	-	-	-	206	5.161
HEU-DRU-BOS-29	Gem	139.288	411.573	-	119	-	-	219	-	459	176	-	-	61	95	1.129
HEU-DRU-DIL-15	Gem	138.034	411.363	-	855	52	-	1.572	36	2.366	915	232	102	358	589	7.077
HEU-DRU-SPO-30	Gem	138.013	409.344	-	33	-	-	51	-	106	44	9	-	13	25	281
HEU-DRU-STA-14	Gem	137.060	411.608	-	6.137	923	-	12.434	589	15.339	6.377	1.763	1.409	2.386	3.948	51.305
HEU-DRU-WWC-66	Gem	138.042	409.695	-	30	-	-	49	-	82	35	10	1	12	21	240
HEU-HAA-HEU-40	Gem	141.402	413.356	-	377	105	-	931	8	929	368	84	84	252	273	3.411
HEU-HAA-HOE-41	Gem	140.503	413.455	-	380	98	-	975	29	934	368	108	78	246	257	3.473
HEU-HAA-KER-37	Gem	142.327	413.827	-	102	-	-	795	-	2.181	474	-	-	-	-	3.552
HEU-HED-KER-10	Gem	141.293	415.877	-	34	-	-	76	-	151	51	-	-	10	19	341
HEU-HED-KER-9	Gem	140.808	416.603	-	20	-	-	46	-	93	31	-	-	6	11	207
HEU-HER-KER-6	Gem	139.001	415.174	-	129	-	-	528	-	460	149	-	19	70	85	1.440
HEU-HER-KER-7	Gem	139.172	415.909	-	108	-	-	441	-	386	126	-	15	59	71	1.206
HEU-HEU-VES-2	Gem	137.850	415.863	-	936	38	-	4.766	-	2.901	933	-	215	496	669	10.954
HEU-LUT-KER-8	Gem	139.175	415.891	-	27	-	-	91	-	99	34	-	2	14	18	285
HEU-ODU-KER-4	Gem	137.671	415.557	-	345	5	-	1.561	-	1.141	405	1	89	193	249	3.989
HEU-ODU-KER-5	Gem	137.506	414.840	-	500	7	-	2.261	-	1.651	585	2	129	278	360	5.773
HEU-VLI-IND-49	Gem	140.628	411.734	-	2.135	470	-	5.729	130	5.450	2.257	496	401	1.402	1.504	19.974
HEU-VLI-IND-50	Gem	140.345	411.675	-	804	176	-	2.156	49	2.052	850	186	151	528	566	7.518
HEU-VLI-KER-44	Gem	142.718	412.768	-	2.541	423	-	5.553	163	9.106	2.870	461	301	2.033	1.895	25.346
HEU-VLI-KER-46	Gem	143.464	412.566	-	1.758	293	-	3.845	113	6.304	1.986	319	208	1.408	1.312	17.546
HEU-ELS-KER-11	VGEM	137.949	412.941	-	587	-	-	586	-	2.565	872	-	-	15	212	4.837
HEU-ODU-KER-3	VGEM	138.156	414.949	-	397	-	-	1.763	-	1.754	522	-	-	71	191	4.698

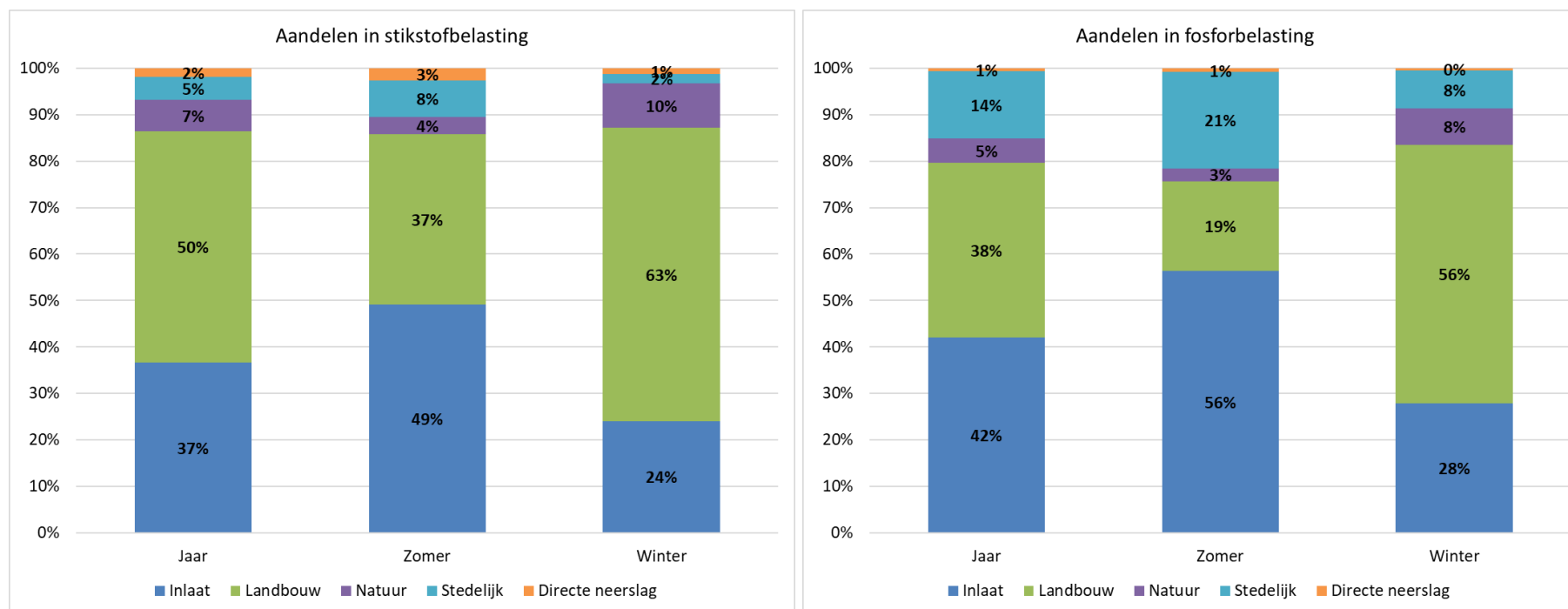
Koningsvliet West (vervolg)				Maand												
code OS	type	x	y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	totaal
HEU-VLI-KER-43	VGEM	142.365	412.636	-	1.466	-	-	2.967	-	6.756	2.096	-	-	1.308	1.179	15.772
HEU-VLI-KER-45	VGEM	143.388	412.800	-	1.515	-	-	3.151	-	6.835	2.126	-	-	1.362	1.236	16.225
HEU-VLI-NIE-47	VGEM	142.362	410.790	189	5.775	1.577	-	15.181	1.736	15.348	6.232	2.524	1.554	4.466	4.868	59.450
HEU-VLI-NIE-48	VGEM	141.084	411.880	-	2.330	170	-	4.939	-	8.391	3.406	302	152	2.016	2.133	23.839
HEU-DRU-GEM-31	VGS	138.422	409.691	77	255	79	45	489	136	367	217	171	92	181	208	2.317
HEU-DRU-GRO-32	VGS	139.296	411.589	190	1.146	407	38	2.796	477	1.899	1.061	544	293	826	869	10.546
HEU-DRU-GRO-33	VGS	139.325	411.933	190	1.146	407	38	2.796	477	1.899	1.061	544	293	826	869	10.546
HEU-DRU-GRO-34	VGS	139.071	412.048	95	573	203	19	1.402	240	951	531	272	148	415	434	5.283
HEU-DRU-GRO-35	VGS	138.834	411.995	238	1.435	509	48	3.497	598	2.376	1.329	681	367	1.034	1.087	13.199
HEU-ELS-MEE-36	VGS	138.649	412.393	-	467	179	-	1.079	78	949	477	121	100	385	293	4.128
HEU-HEE-IND-1	VGS	137.123	416.114	694	3.873	1.392	613	14.188	1.715	7.695	3.274	3.889	1.422	2.824	3.143	44.722
HEU-VLI-HOA-51	VGS	140.371	412.369	7	159	61	-	388	54	275	138	46	32	129	118	1.407
HEU-VLI-HOA-52	VGS	140.506	412.072	11	263	103	-	644	90	458	231	78	53	215	194	2.340
HEU-VLI-HOA-53	VGS	140.542	412.404	7	159	61	-	388	54	275	138	46	32	129	118	1.407
HEU-VLI-HOA-54	VGS	140.684	412.431	7	159	61	-	388	54	275	138	46	32	129	118	1.407
HEU-VLI-HOA-55	VGS	140.818	412.004	7	159	61	-	388	54	275	138	46	32	129	118	1.407
HEU-VLI-HOA-56	VGS	140.455	412.125	7	159	61	-	388	54	275	138	46	32	129	118	1.407
HEU-VLI-HOB-57	VGS	140.735	412.441	41	278	111	15	674	122	472	250	127	83	212	220	2.605
HEU-VLI-HOB-58	VGS	141.038	412.003	41	278	111	15	674	122	472	250	127	83	212	220	2.605
HEU-VLI-HOB-59	VGS	140.981	412.489	41	278	111	15	674	122	472	250	127	83	212	220	2.605
HEU-VLI-HOB-60	VGS	141.005	412.411	68	464	185	25	1.126	206	786	418	209	140	357	365	4.349
HEU-VLI-HOB-61	VGS	141.247	412.276	68	464	185	25	1.126	206	786	418	209	140	357	365	4.349
TOTAAL	Gem			-	18.983	2.590	-	45.096	1.117	63.925	23.004	3.671	3.204	9.825	12.728	m ³
TOTAAL	VGEM+VGS			1.979	23.787	6.037	900	61.697	6.601	62.613	25.719	10.164	5.173	17.950	18.908	m ³

Bijlage 3 Foutenanalyse

Stedelijke afspoeling en riooloverstorten

Om een inschatting te maken van de invloed van fouten in de waterbalans op het aandeel van de verschillende bronnen aan de nutriëntenbelasting, is een foutenanalyse uitgevoerd. Hierbij is gekeken naar de bronnen die het minst betrouwbaar gekwantificeerd zijn in de waterbalans. Dit zijn stedelijke afspoeling en riooloverstorten. Er is een doorrekening gemaakt, waarbij de hoeveelheid water uit deze twee bronnen 100% hoger is gemaakt dan in de oorspronkelijke waterbalans.

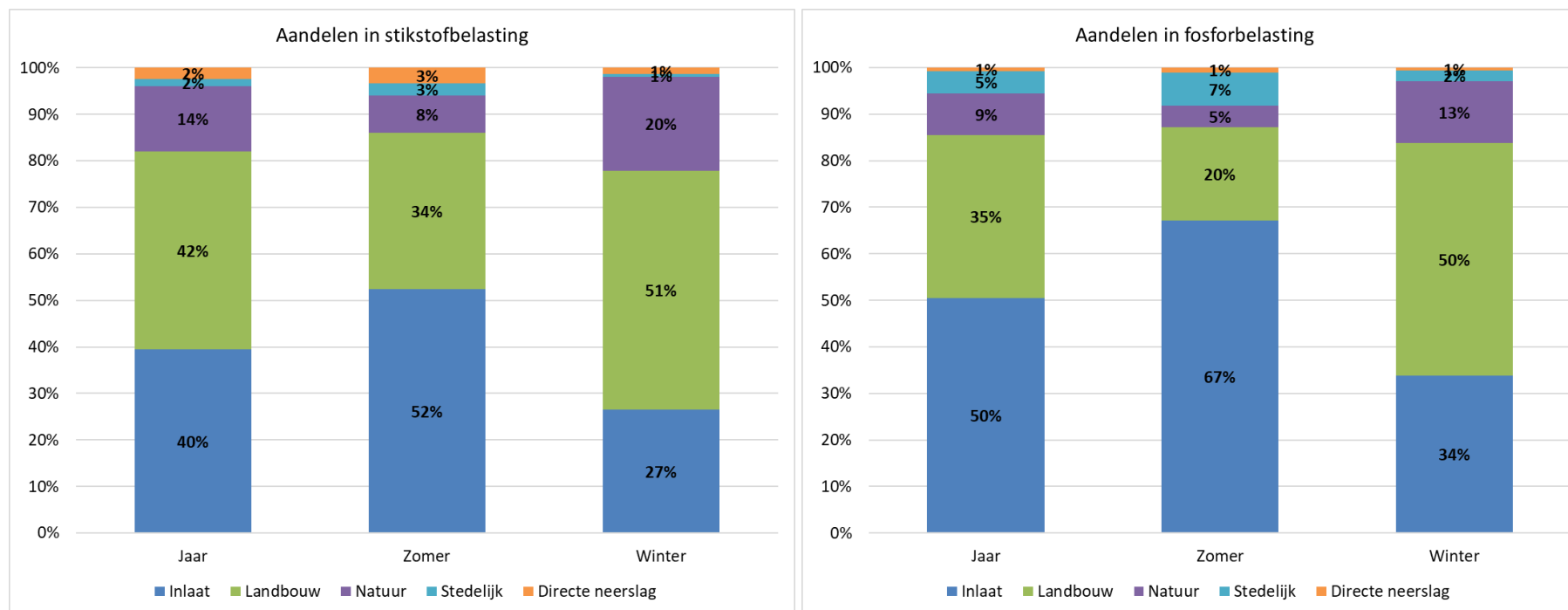
Koningsvliet West



Figuur 35: Aandelen in de stikstof- en fosforbelasting van de verschillende bronnen (jaar, zomerhalfjaar en winterhalfjaar) bij 25% meer stedelijke afspoeling en riooloverstorten.

Bij een toename van de stedelijke afspoeling en riooloverstorten met 100% verandert er nauwelijks iets aan de stoffenbalans. Het aandeel van de landbouw aan de stikstofbelasting zakt met 1 procentpunt van 51% naar 42% en van de inlaat met 1 procentpunt van 38% naar 37%. Het aandeel van de landbouw in de fosfaatbelasting zakt iets meer met 2 procentpunten van 40% naar 38% en van de inlaat met 4 procentpunten van 46% naar 42%.

Koningsvliet Oost



Figuur 36: Aandelen in de stikstof- en fosforbelasting van de verschillende bronnen (jaar, zomerhalfjaar en winterhalfjaar) bij 25% meer stedelijke afspoeling en riooloverstorten.

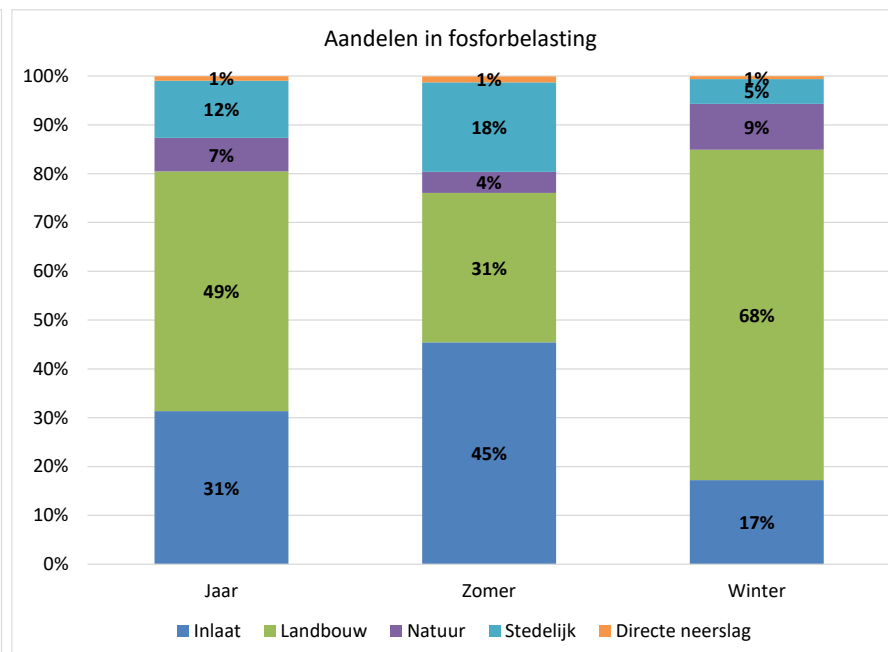
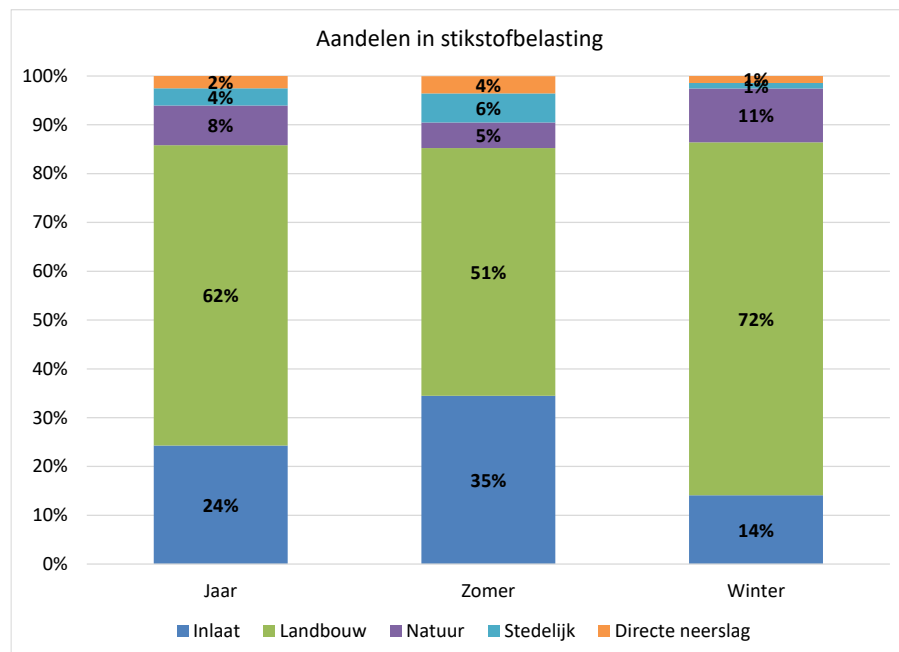
Bij een toename van de stedelijke afspoeling en riooloverstorten met 100% verandert er nauwelijks iets aan de stoffenbalans. Het aandeel van de landbouw aan de stikstofbelasting zakt in met 1 procentpunt van 43% naar 42%. De stikstofbelasting door de inlaat blijft jaargemiddeld gelijk. Het aandeel van de landbouw in de fosfaatbelasting daalt jaargemiddeld met 1 procentpunt van 36% naar 35%. Die van de inlaat zakt met 2 procentpunten van 52% naar 50%.

De stoffenbalansen veranderen niet wezenlijk als het aandeel van de minst goed gekwantificeerde posten (stedelijke afspoeling en riooloverstorten) wordt verdubbeld. Een verdubbeling lijkt een onwaarschijnlijk hoge foutmarge.

Halveren debiet inlaatwater

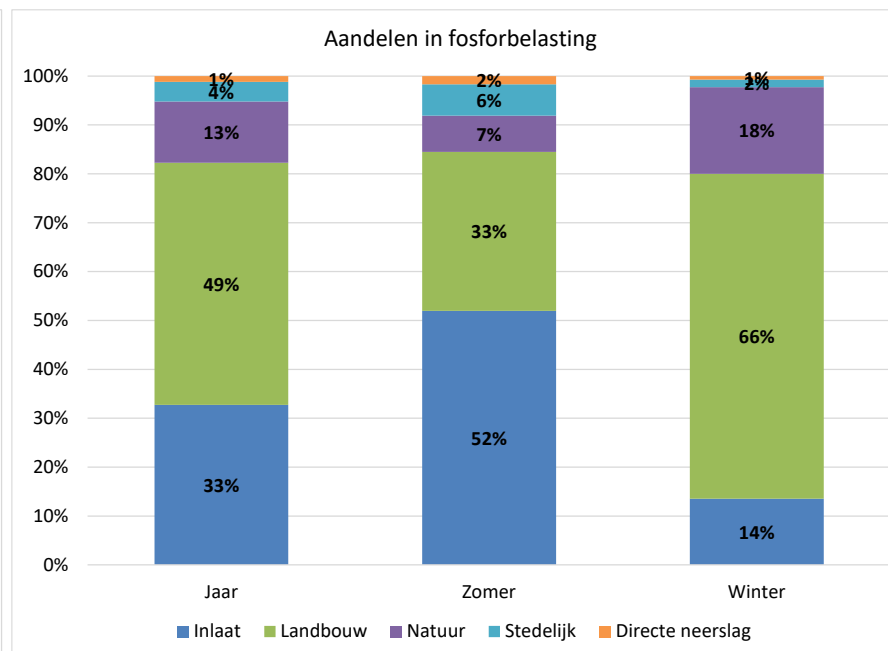
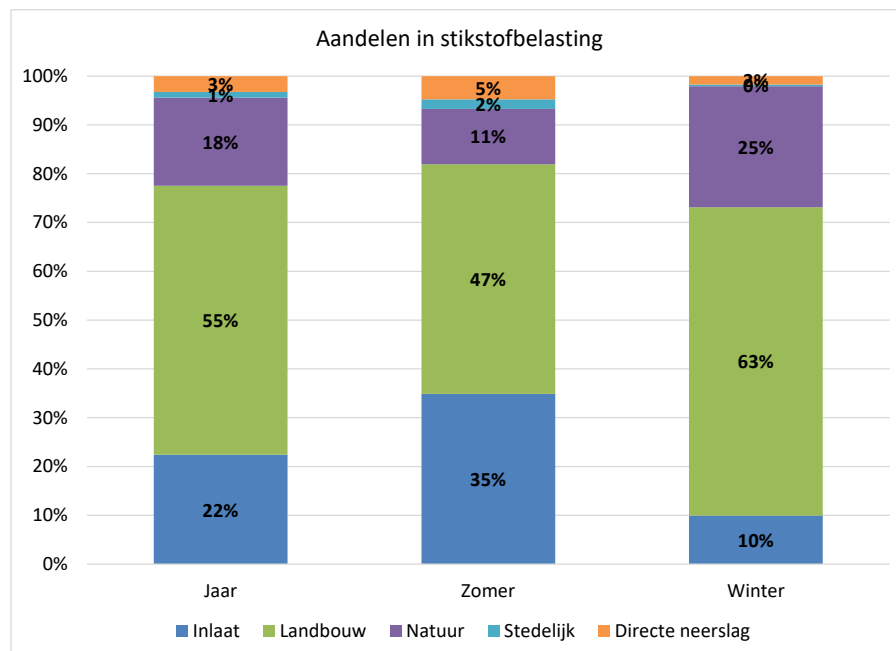
Als water beter wordt vastgehouden, waardoor er minder water ingelaten hoeft te worden, dan verandert uiteraard de water- en stoffenbalans. In deze paragraaf worden de resultaten getoond van de aandelen in de stikstof- en fosfaatbelasting als het debiet van de inlaten wordt gehalveerd.

Koningsvliet West



Zoals te verwachten is, daalt het aandeel in de belasting van de inlaat en neemt het aandeel van de overige posten evenredig toe. Het aandeel in de stikstofbelasting neemt af tot 24% (jaar), 35% (zomer) en 14% (winter). De fosforbelasting laat eenzelfde beeld zien met 31% (jaar), 45% (zomer) en 17% (winter). Het aandeel van de landbouw neemt voor stikstof toe naar 62% (jaar), 51% (zomer) en 72% (winter). Voor fosfor zijn de getallen 49% (jaar), 31% (zomer) en 68% (winter).

Koningsvliet Oost

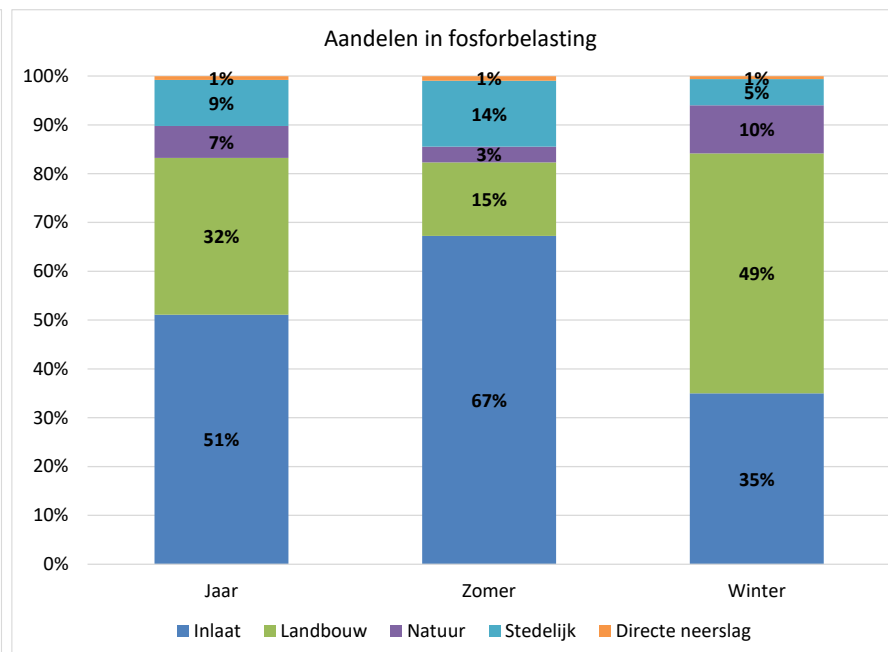
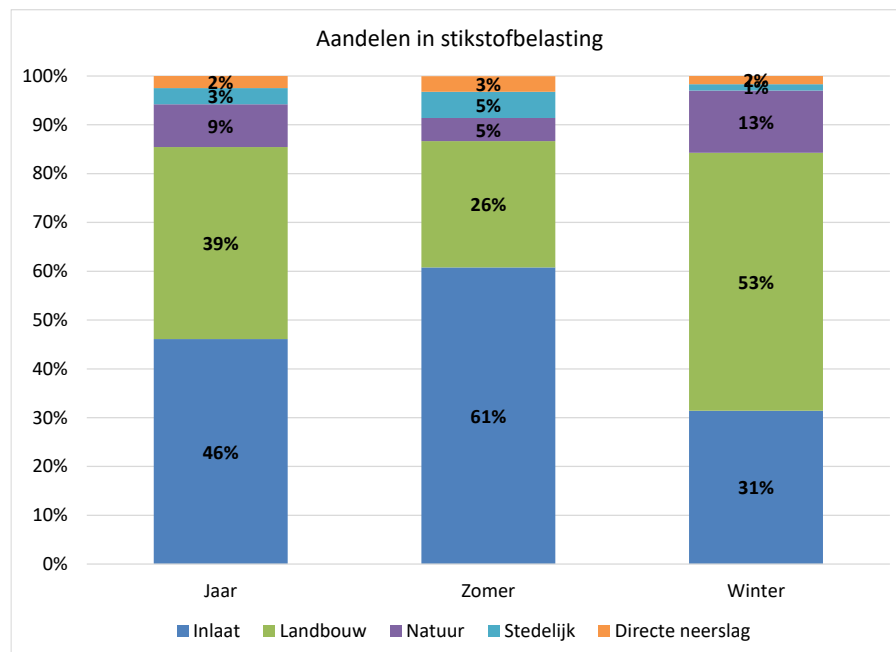


Zoals te verwachten is, daalt het aandeel in de belasting van de inlaat en neemt het aandeel van de overige posten evenredig toe. Het aandeel in de stikstofbelasting neemt af tot 22% (jaar), 35% (zomer) en 10% (winter). De fosforbelasting laat eenzelfde beeld zien met 33% (jaar), 52% (zomer) en 14% (winter). Het aandeel van de landbouw neemt voor stikstof toe naar 55% (jaar), 47% (zomer) en 63% (winter). Voor fosfor zijn de getallen 49% (jaar), 33% (zomer) en 66% (winter).

Concentraties landbouwwater 25-percentielwaarden i.p.v. 50-percentielwaarden

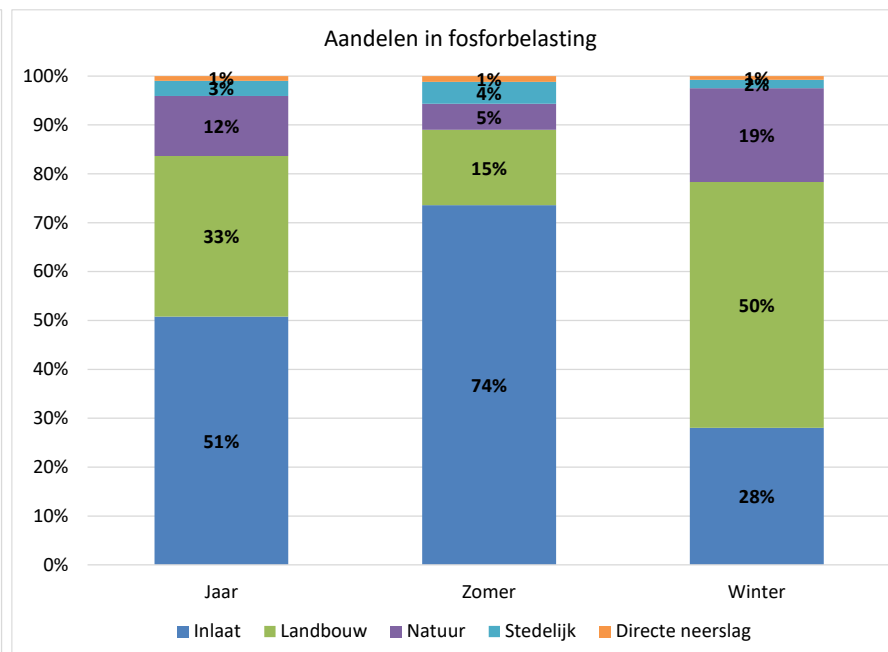
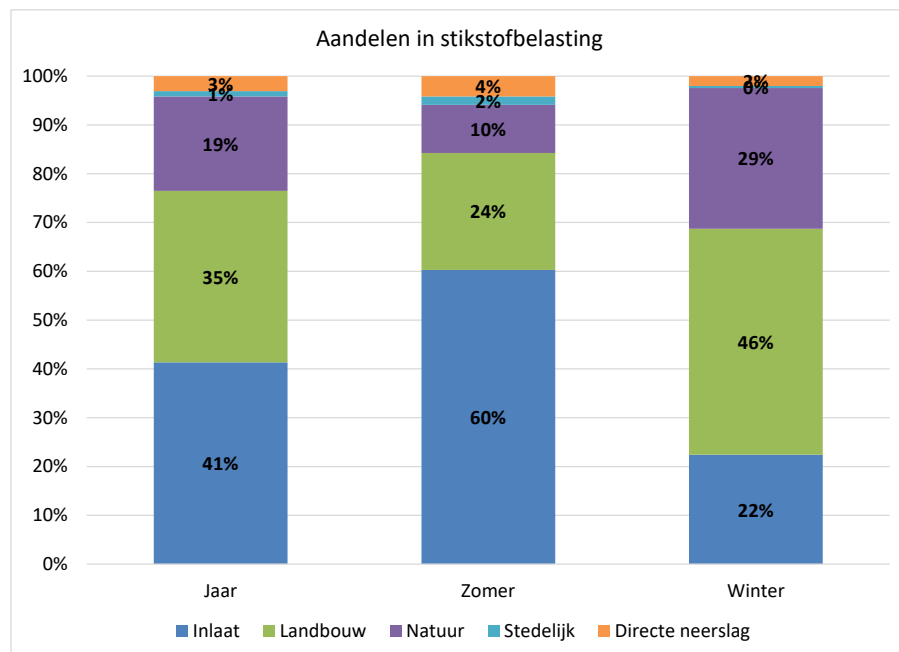
De berekeningen van uit- en afspoeling van WUR geven voor de concentraties 10-, 25-, 50-, 75- en 90-percentielwaarden. Voor de water- en stoffenbalans zijn de 50-percentielwaarden gebruikt. In de volgende paragraaf worden de resultaten weergegeven als de 25-percentielwaarden worden gebruikt.

Koningsvliet West



Als de 25-percentielwaarden worden gebruikt, in plaats van de 50-percentielwaarden, verlaagt het aandeel van de stikstofbelasting door de landbouw jaargemiddeld van 51% naar 39%. In de zomer is dit van 38% naar 26% en in de winter van 64% naar 53%. De fosforbelasting daalt jaargemiddeld van 40% naar 31%, in de zomer van 21% naar 15% en in de winter van 58% naar 49%.

Koningsvliet Oost

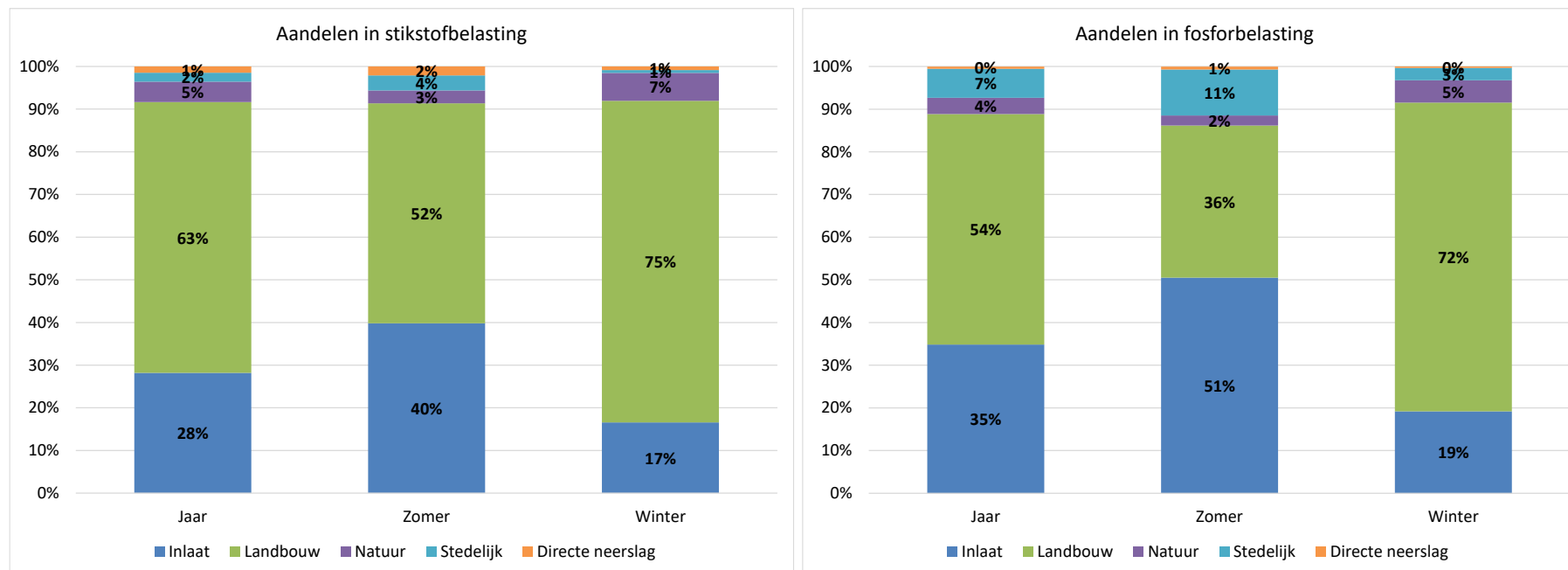


Als de 25-percentielwaarden worden gebruikt, in plaats van de 50-percentielwaarden, verlaagt het aandeel van de stikstofbelasting door de landbouw jaargemiddeld van 46% naar 35%. In de zomer is dit van 35% naar 24% en in de winter van 58% naar 46%. De fosforbelasting daalt jaargemiddeld van 40% naar 33%, in de zomer van 22% naar 15% en in de winter van 59% naar 50%.

Concentraties landbouwwater 75-percentielwaarden i.p.v. 50-percentielwaarden

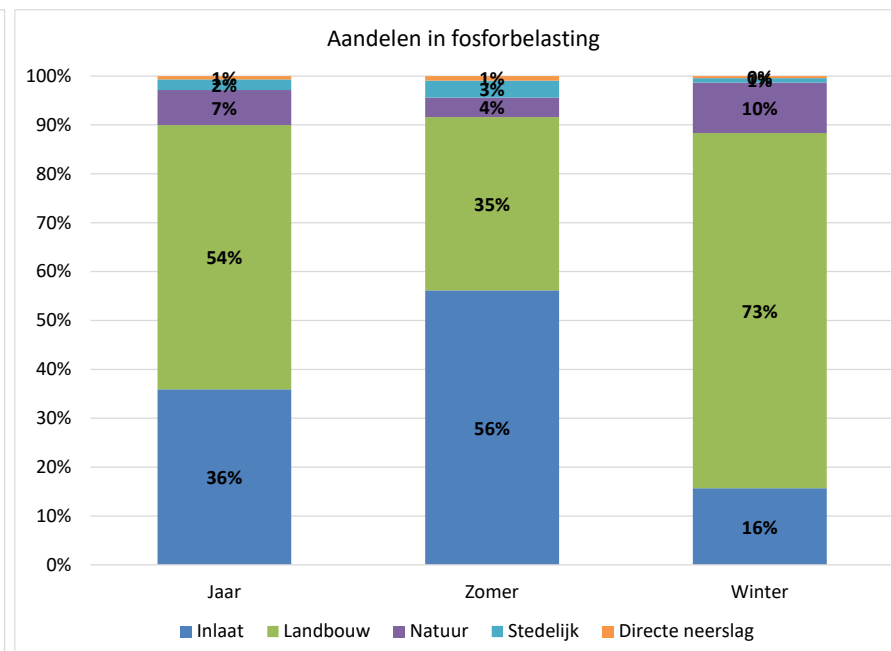
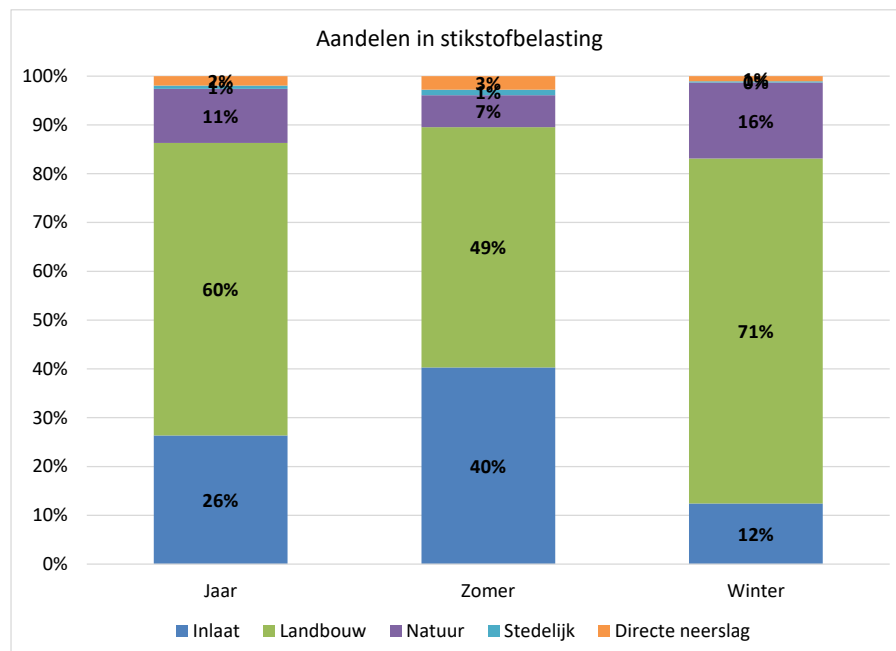
De berekeningen van uit- en afspoeling van WUR geven voor de concentraties 10-, 25-, 50-, 75- en 90-percentielwaarden. Voor de water- en stoffenbalans zijn de 50-percentielwaarden gebruikt. In de volgende paragraaf worden de resultaten weergegeven als de 75-percentielwaarden worden gebruikt.

Koningsvliet West



Als de 75-percentielwaarden worden gebruikt, in plaats van de 50-percentielwaarden, verhoogt het aandeel van de stikstofbelasting door de landbouw jaargemiddeld van 51% naar 63%. In de zomer is dit van 38% naar 52% en in de winter van 64% naar 75%. De fosforbelasting stijgt jaargemiddeld van 40% naar 54%, in de zomer van 21% naar 36% en in de winter van 58% naar 72%.

Koningsvliet Oost



Als de 75-percentielwaarden worden gebruikt, in plaats van de 50-percentielwaarden, verhoogt het aandeel van de stikstofbelasting door de landbouw jaargemiddeld van 46% naar 60%. In de zomer is dit van 35% naar 49% en in de winter van 58% naar 71%. De fosforbelasting stijgt jaargemiddeld van 40% naar 54%, in de zomer van 22% naar 35% en in de winter van 59% naar 73%.

De foutanalyse laat zien, dat de jaargemiddelde stikstofbelasting door de landbouw in Koningsvliet West waarschijnlijk tussen de 39 en 63% ligt en de fosforbelasting tussen de 32 en 54%. Voor Koningsvliet Oost ligt de stikstofbelasting door de landbouw jaargemiddeld waarschijnlijk tussen 35 en 60% en de fosforbelasting tussen 33% en 54%. Dit betekent dat de het aandeel van de landbouw in de totale nutriëntenbelasting hoe dan ook boven de 19% ligt en dat het gebied daarom voldoet aan de criteria voor aanwijzing als Nutriënt Verontreinigd Gebied.

Together with our clients
and the collective
knowledge of our 22,000
architects, engineers and
other specialists, we co-
create solutions that
address urbanisation,
capture the power of
digitalisation, and make our
societies more sustainable.

Sweco – Transforming
society together