

Waterhuishoudingsplan Middelsee Leeuwarden

Deel 1 Waterstructuur op hoofdlijnen

Gemeente Leeuwarden

1 april 2022

| | |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Project | Waterhuishoudingsplan Middelsee Leeuwarden |
| Opdrachtgever | Gemeente Leeuwarden |
| Document | Deel 1 Waterstructuur op hoofdlijnen |
| Status | Ongecontroleerd (aan dit document kunnen geen rechten worden ontleend) |
| Datum | 1 april 2022 |
| Referentie | - |
| Projectcode | 129163 |
| Projectleider | - |
| Projectdirecteur | - |
| Auteur(s) | E. Liefink MSc. |
| Gecontroleerd door | Ir. J.D. Klein |
| Goedgekeurd door | - |
| Paraaf | |
| Adres | Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. Leeuwenbrug 8 Postbus 233 7400 AE Deventer +31 (0)570 69 79 11 www.witteveenbos.com KvK 38020751 |

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

| | | |
|-------|----------------------------------------|-----------|
| 1 | INLEIDING | 5 |
| 2 | PROJECTOMSCHRIJVING | 6 |
| 2.1 | Gebiedsbeschrijving | 6 |
| 2.2 | Ontwikkeling Middelsee | 6 |
| 3 | HUIDIGE SITUATIE | 8 |
| 3.1 | Maaiveldhoogte | 8 |
| 3.2 | Bodemopbouw | 8 |
| 3.2.1 | Geohydrologisch onderzoek | 9 |
| 3.3 | Oppervlaktewater | 11 |
| 3.4 | Grondwaterstand | 14 |
| 4 | UITGANGSPUNTEN | 18 |
| 4.1 | Peilgebieden en keringen | 18 |
| 4.2 | Oppervlaktewater | 18 |
| 4.3 | Bodem en grondwater | 25 |
| 4.4 | Riolering | 26 |
| 4.5 | Waterkwaliteit | 27 |
| 4.6 | Overig | 28 |
| 5 | WATERHUISHOUDING OP HOOFDLIJNEN | 29 |
| 5.1 | Waterstructuur op hoofdlijnen | 29 |
| 5.1.1 | Functioneren watersysteem | 30 |
| 5.2 | Oppervlaktewater | 31 |
| 5.2.1 | Waterberging | 34 |
| 5.3 | Bodem en grondwater | 36 |
| 5.4 | Hemelwaterafvoer | 37 |
| 5.4.1 | Principes hemelwaterafvoer | 37 |
| 5.4.2 | Hemelwaterafvoer in Middelsee | 38 |

| | | |
|----------|----------------------------|------------------------|
| 5.5 | Waterkwaliteit en ecologie | 39 |
| | 5.5.1 Waterkwaliteit | 39 |
| | 5.5.2 Ecologie | 39 |
| 5.6 | Klimaatadaptatie | 40 |
| 5.7 | Beheer en onderhoud | 41 |
| 5.8 | Fasering | 42 |
| 6 | CONCLUSIE | 44 |
| 7 | REFERENTIES | 45 |
| 7.2 | Oppervlaktewater | 1 |
| 7.3 | Bodem en grondwater | 2 |
| 7.4 | Riolering | 3 |
| | Laatste pagina | 45 |
| | Bijlage(n) | Aantal pagina's |

-

1

INLEIDING

Aanleiding

De gemeente Leeuwarden werkt aan de gebiedsontwikkeling Middelsee aan de zuidkant van de stad. De structuur van het plan is op hoofdlijnen bepaald en voor de delen Wetterstêd en Havenstêd al verder uitgewerkt. Nu bestaat de behoefte aan het opstellen van een waterhuishoudingsplan voor het gehele plangebied Middelsee. Daaropvolgend is er behoefte aan een verdere uitwerking van de waterhuishouding voor het deelgebied 'De Fellingen' aan de oostkant van het plangebied en twee locaties die worden aangeduid als 'Beleggershuur' en 'GGZ'. Ook voor de overige gebieden bestaat de wens om de waterstructuur nader uit te werken.

Doelstelling

Het doel van het waterhuishoudingsplan is om te komen tot een robuust en goed functionerend watersysteem dat bijdraagt aan de belevingswaarde van de wijk en betaalbaar en beheersbaar is. Deze rapportage presenteert het eerste deel van het waterhuishoudingsplan: de waterstructuur op hoofdlijnen. Dit deel bevat advisering over de gehele waterstructuur van Middelsee waarbij ook de gefaseerde ontwikkeling is meegenomen.

Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk wordt ingegaan op de ontwikkeling van Middelsee. In hoofdstuk 3 wordt de huidige situatie van het plangebied beschreven en in hoofdstuk 4 zijn de uitgangspunten voor Middelsee uiteengezet. In hoofdstuk 5 wordt het waterhuishoudingsplan op hoofdlijnen gepresenteerd en hoofdstuk 6 bevat de conclusies.

2

PROJECTOMSCHRIJVING

2.1 Gebiedsbeschrijving

De woonwijk Middelsee wordt ontwikkeld in de gemeente Leeuwarden als onderdeel van de uitbreidingslocatie De Zuidlanden [ref 4]. Samen met de wijk De Werp zal Middelsee het nieuwe stadsdeel van Leeuwarden worden. In Middelsee worden circa 2.800 woningen ontwikkeld.

Middelsee is gepland in het zuiden van Leeuwarden, op voormalige agrarische grond. Afbeelding 2.1 toont de situering van Middelsee. Het projectgebied wordt begrensd door het Van Harinxmakanaal in het noorden, de Overijsselselaan in het oosten, de geplande wijk De Werp in het zuiden, en de spoorlijn Zwolle-Leeuwarden in het westen. In dit waterhuishoudingsplan is de GGZ locatie in het zuiden van Middelsee meegenomen; de locatie is echter niet deel van het bestemmingsplan Middelsee fase 2.

Afbeelding 2.1 Middelsee in Leeuwarden

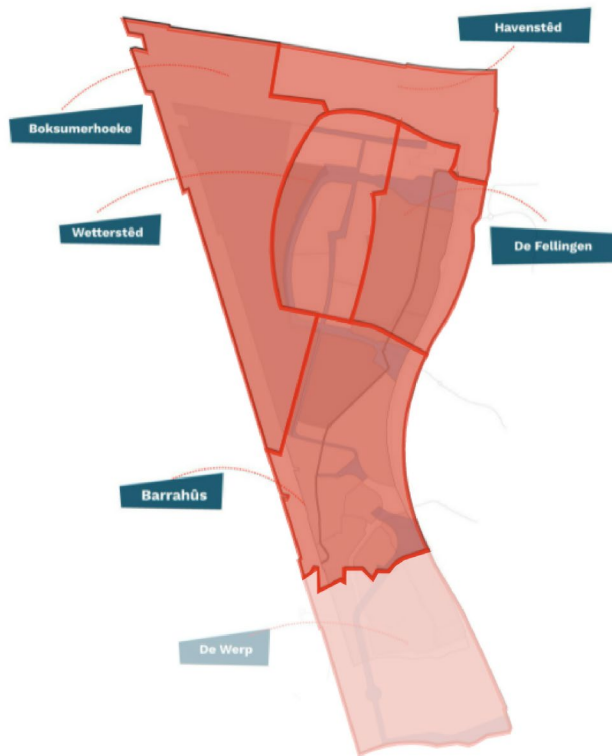


2.2 Ontwikkeling Middelsee

Deelgebieden en fasering

Middelsee bestaat uit vijf deelgebieden: Havenstêd, Wetterstêd, De Fellingen, Boksumerhoeke, en Barrahûs (afbeelding 2.2). De ontwikkeling is begonnen bij Middelsee fase 1 met daarin Havenstêd en Wetterstêd. Vanuit Havenstêd als hart ontwikkelt het stadsdeel zich verder rondom de Wetterstêd [ref 4].

Afbeelding 2.2 Deelgebieden Middelsee (en De Werp) [ref 5]



Plannen

Ontwikkeldkader Middelsee - De Werp

Het ontwikkelkader Middelsee - De Werp beschrijft de bestuurlijke ambitie en mogelijke invulling en inrichting van het stadsdeel Middelsee - De Werp [ref 4]. Ook wordt beschreven hoe de gebiedsontwikkeling aansluit bij regionale en landelijke ontwikkelingen zoals de NOVI, de omgevingsvisie van de provincie Fryslân, en de omgevingsvisie van de gemeente Leeuwarden.

Programma van Eisen Middelsee / Zuidlanden (PVE)

Elk ontwerp binnen de gemeente Leeuwarden wordt getoetst aan het algemene toetsingskader Kwaliteitsdocument Openbare Ruimte (KOR). Hierin staan algemene eisen die voor de hele gemeente gelden, maar er staan geen uitwerkingen voor de deelgebieden binnen de gemeente [ref 2]. Het PVE Middelsee/Zuidlanden slaat de brug tussen de ambities in het bovengenoemde ontwikkelkader en de eisen van de KOR [ref 2].

Civieltechnisch basisplan Middelsee fase 1

In het civieltechnisch basisplan [ref 3] zijn een programma van eisen en civieltechnisch ontwerp voor Middelsee fase 1 uitgewerkt. Daarnaast is er gekeken naar het beheer, de kosten, de duurzaamheid van het plan. Dit document komt uit 2019 en is dus niet volledig actueel meer.

Stedenbouwkundig basisplan Middelsee, kaartenboek

In het stedenbouwkundige basisplan [ref 1] is een proefverkaveling opgenomen. Deze is per deelgebied verder uitgewerkt in kaarten en tabellen met informatie over het woonprogramma en de voorzieningen.

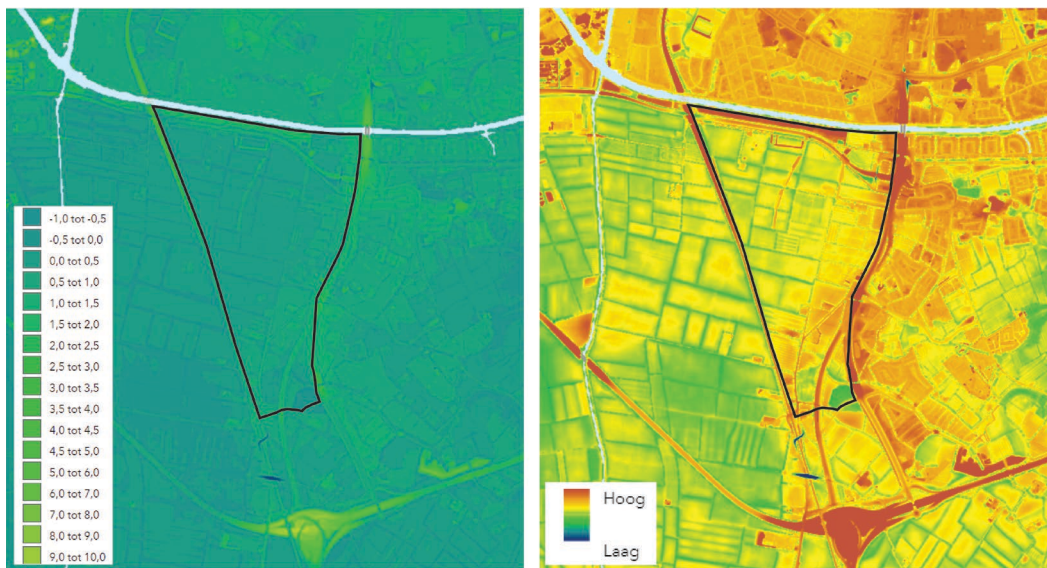
3

HUIDIGE SITUATIE

3.1 Maaiveldhoogte

Afbeelding 3.1 toont de maaiveldhoogte van het terrein van Middelsee [ref 6]. De hoogte van het terrein varieert tussen NAP +0,10 m en NAP +0,40 m. Langs het Van Harinxmakanaal ligt een hoger gedeelte, met hoogtes tussen NAP +1,60 m en NAP +2,00 m. De gemiddelde maaiveldhoogte is NAP +0,30 m. De rechter afbeelding toont de hoogte van Middelsee in vergelijking met de omgeving. Te zien is dat Middelsee een stuk lager ligt dan Leeuwarden in het noorden, en Goutum en Techum in het zuiden. Aan de noordzijde, oostzijde, en een deel van de zuidzijde van Middelsee ligt een regionale kering, waardoor deze delen van Middelsee relatief hoog liggen.

Afbeelding 3.1 Maaiveldhoogte, links absoluut, rechts relatief [ref 6]

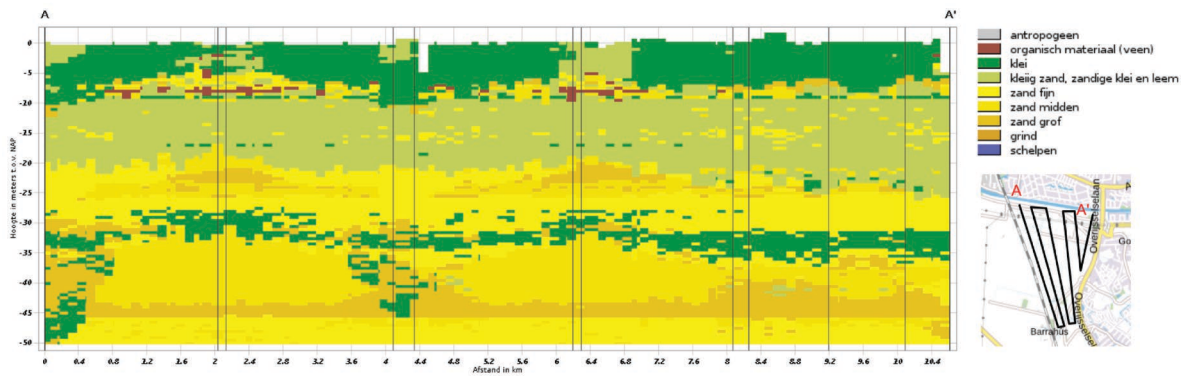


3.2 Bodemopbouw

De bodem van Middelsee is opgebouwd uit getijdengeulenafzettingen en bestaat uit kalkrijke poldervaaggronden met zware klei [ref 7]. Tabel 3.1 en afbeelding 3.2 tonen de bodemopbouw van Middelsee tot NAP -50,0 m. In het hele projectgebied bestaat de bodem van maaiveld tot ongeveer NAP -10 m uit klei, en lokaal uit kleiig zand, zandige klei en leem. Dit komt ook naar voren uit het grondonderzoek in het Civieltechnisch Basisplan [ref 3]. Van NAP -10 m tot NAP -20 m bestaat de volledige bodem uit kleiig zand, zandige klei en leem. Tussen NAP -20 m en NAP -50 m bestaat de bodem voornamelijk uit zand. Tussen NAP -30 m en NAP -35 m ligt een kleilaag.

Afbeelding 3.2 Bodemopbouw in Middelsee [ref 7]

Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.4



Tabel 3.1 Bodemopbouw in Middelsee [ref 7]

| Hoogte in meters t.o.v. NAP | Lithologie |
|-----------------------------|------------------------------------------------------|
| 0 tot -10 | Klei (lokaal ook kleilig zand, zandige klei en leem) |
| -10 tot -20 | Kleilig zand, zandige klei en leem |
| -20 tot -30 | Zand (fijn, midden en grof) |
| -30 tot -35 | Klei |
| -35 tot -45 | Zand (midden en grof) |
| - 45 tot -50 | Zand (fijn) |

3.3 Geohydrologisch onderzoek

Volgens het Kwaliteitsdocument Openbare Ruimte (KOR) van de gemeente Leeuwarden is (milieukundig) bodemonderzoek verplicht bij grondverzet. Er wordt in de KOR geadviseerd om dit te combineren met geo-/hydrologisch onderzoek, bodemkundig (bodemprofiel)- en grondwateronderzoek [ref 11].

In 2019 is bodemonderzoek uitgevoerd voor Middelsee fase 1 [ref 3] en in 2021 voor de Middelseefeat [ref 22]. Hierbij is geen geohydrologisch onderzoek uitgevoerd. Voor Middelsee fase 2 heeft nog geen bodemonderzoek en geohydrologisch onderzoek plaatsgevonden.

Er wordt geadviseerd om een geohydrologisch onderzoek uit te voeren op het terrein van Middelsee. Daarvoor dienen sonderingen en doorlatendheidsmetingen uitgevoerd te worden en peilbuizen geplaatst te worden. De peilbuizen zijn voorzien van een datalogger, die gedurende een jaar de ondiepe grondwaterstanden registreert. Bij voorkeur zijn de dataloggers online uit te lezen, zodat gedurende de meting al een inschatting van de fluctuatie en seizoenseffecten kan worden gemaakt.

Afbeelding 3.3 toont de locaties voor het geohydrologische onderzoek. Tabel 3.2 vermeldt welk onderzoek op welke locaties uitgevoerd dient te worden. In de opzet is rekening gehouden met eerder uitgevoerd onderzoek om dubbelingen te voorkomen.

Afbeelding 3.3 Locaties doorlatendheidsmetingen en peilbuizen geohydrologisch onderzoek



- Doorlatendheidsmeting, sondering en peilbuis met datalogger
- Doorlatendheidsmeting en sondering
- Doorlatendheidsmeting en peilbuis met datalogger
- Doorlatendheidsmeting

Tabel 3.2 Onderzoeken per locatie

| Onderzoek | Locaties | Diepte boring/meting |
|-----------------------|---------------------------|----------------------|
| Doorlatendheidsmeting | 1 t/m 12 | 1,5 m - mv (meting) |
| Sondering | 1, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12 | 2 m (boring) |
| Peilbuis + datalogger | 1, 3, 6, 8, 10, 12 | 4 m (boring) |

Op elke locatie (1 t/m 12) dient een doorlatendheidsmeting te worden uitgevoerd. De sonderingen dienen uitgevoerd te worden op locatie 1, 4, 5, 7, 8, 10, 11 en 12. De peilbuizen dienen geplaatst te worden op locatie 1, 3, 6, 8, 10 en 12. De boringen met peilbuizen zijn 4 m diep en de boringen zonder peilbuizen zijn 2 m diep. De doorlatendheid in de boorgaten wordt gemeten op ca 1,5 m-mv.

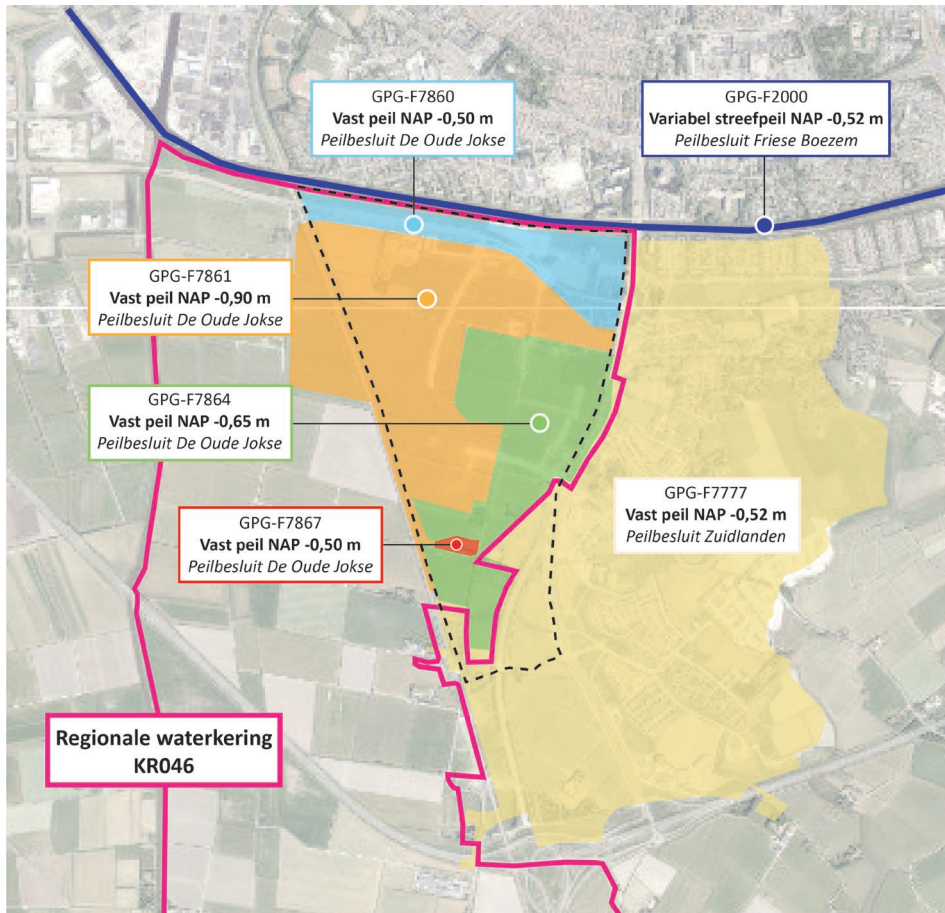
3.4 Oppervlaktewater

Peilgebieden en regionale keringen (oorspronkelijke situatie)

Het terrein van Middelsee is gelegen in vijf verschillende peilgebieden (afbeelding 3.4). In alle peilgebieden is een vast peil ingesteld, variërend van NAP -0,90 m tot NAP -0,50 m. Het watersysteem is ingericht op het ondersteunen van de overwegend agrarische functie van het gebied [ref 18]. Het Van Harinxmakanaal is onderdeel van de Friese boezem, waar een variabel streefpeil van NAP -0,52 m is ingesteld. Langs het noorden en oosten van Middelsee is een regionale kering (KR046) gelegen.

De peilen van het vigerend peilbesluit en de werkelijke peilen komen niet met elkaar overeen [ref 18]. Tabel 3.3 toont het peil volgens het peilbesluit en het werkelijke (ingemeten) peil.

Afbeelding 3.4 Peilgebieden, vigerende peilen, en regionale keringen in Middelsee [ref 9]



Tabel 3.3 Overzicht hydrologische kenmerken vakken [ref 18]

| Peilgebied | Vigerend peil (m t.o.v. NAP) | Werkelijk peil (m t.o.v. NAP) |
|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| GPG-F7860 | VP -0,50 | VP -0,52 |
| GPG-F7861 | VP -0,90 | VP -0,90 |
| GPG-F7864 (ten noorden van GPG-F7867) | VP -0,65 | VP -0,52 |
| GPG-F7864 (ten zuiden van GPG-F7867) | VP -0,65 | VP -0,65 |
| GPG-F7867 | VP -0,50 | VP -0,65 |

Boezempeil

In de Friese Boezem is een variabel streefpeil ingesteld van NAP -0,52 m. Afbeelding 3.5 toont de jaarmaxima en jaarminima van de gemiddelde boezemwaterstand van 1998 tot 2018. Te zien is dat het gemiddelde boezempeil fluctueerde van ongeveer NAP -0,6 m tot NAP -0,2 m tussen 1980 en 2018.

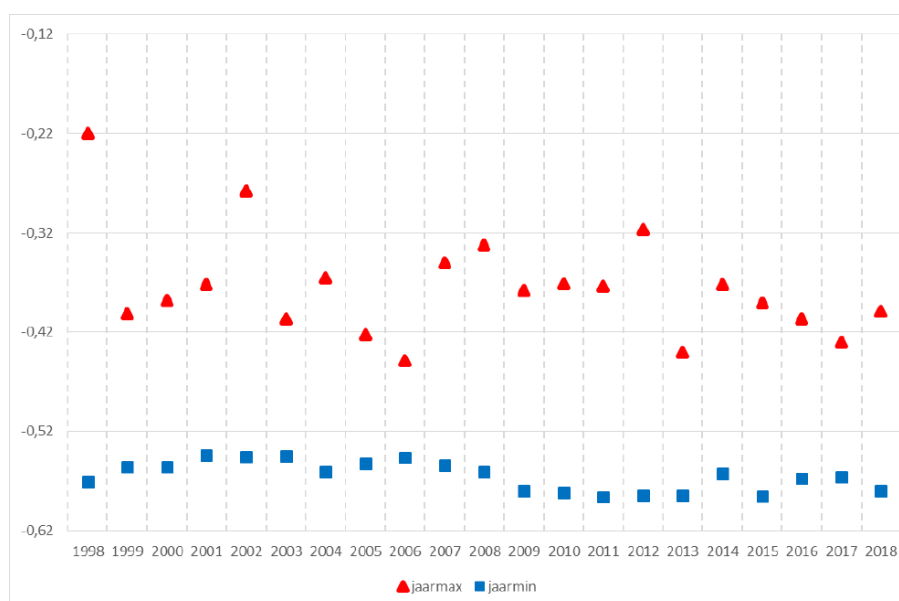
Nu wordt zes keer per jaar meerdaags het excespeil van NAP -0,3 m bereikt en de verwachting is dat dit steeds vaker voor gaat komen. Daarnaast zet het Wetterskip Fryslan ten behoeve van het versterken van natuurwaarden het waterpeil soms bewust hoger naar NAP -0,4 m. Een tijdelijke peilverhoging van 2 dagen naar NAP -0,3 m komt ongeveer 5 tot 6 keer per jaar voor. Een tijdelijke peilverhoging van 2 tot 3 weken naar NAP -0,2 m komt ongeveer 1 keer per jaar voor.

Toekomstig boezempeil

Vanwege de klimaatverandering kan het in de toekomst nodig zijn om het vaste boezempeil aan te passen naar een flexibel boezempeil. Door de zeespiegelstijging kan niet meer gespuid worden op basis van het huidige vaste boezempeil, waardoor een hoger en flexibel boezempeil nodig is. Dit uitgangspunt staat vermeld in de Blauwe Omgevingsvisie en de Boezemvisie, beleidsstukken die op dit moment nog in de maak zijn in overleg tussen het Wetterskip Fryslân, de Provincie Fryslân en de gemeente Leeuwarden. Beide documenten zijn nog niet definitief afgerond en vastgesteld, maar dit staat wel op de planning.

Op termijn (over diverse jaren) wordt de hoogte van de maalstop aangepast van NAP -0,3 m naar NAP -0,2 m. Een enkele keer is sprake van een exces voor één dag van NAP 0,00 m. Het streefpeil wordt behouden op NAP -0,52 m. Er ontstaat een duurzaam extreem peil van NAP -0,2 m als een soort tussenpeil dat over enkele jaren misschien wel een kwartaal per jaar voor kan komen, verspreid over meerdere meerdaagse perioden. Dit peil van NAP -0,2 m wordt in het waterhuishoudingsplan als uitgangspunt genomen.

Afbeelding 3.5 Jaarmaxima en jaarminima gemiddelde boezemwaterstand (tijdvak 1998-2018) [ref 20]



Watergangen en kunstwerken (situatie voor april 2023)

Afbeelding 3.6 toont de huidige watergangen en kunstwerken op het Middelsee terrein. De waterstructuur volgt grotendeels het orthogonale polder grid. De watergangen faciliteren de huidige landbouwfunctie en zijn gericht op het bergen en afvoeren van hemelwater. Een aantal watergangen behoren tot het hoofdwater (donkerblauw). In het gebied liggen een groot aantal (maaipaddam-) duikers, en daarnaast een aantal stuwen en dammen, en één brug. De twee gemalen liggen buiten het terrein van Middelsee.

Afbeelding 3.6 Huidige watergangen en kunstwerken op Middelsee terrein [ref 10]



Bestaande boerderijen en sloten

Op het Middelsee terrein staan een aantal boerderijen die bewaard zullen blijven bij de ontwikkeling van Middelsee. In het stedenbouwkundige basisplan behouden de meeste boerderijen ook de omliggende bestaande sloten. Er dient rekening gehouden te worden met de hoogteligging van de boerderijen, zodat hier geen wateroverlast zal ontstaan. Daarnaast dienen er afspraken gemaakt te worden over het beheer en onderhoud van de omliggende sloten.

3.5 Grondwaterstand

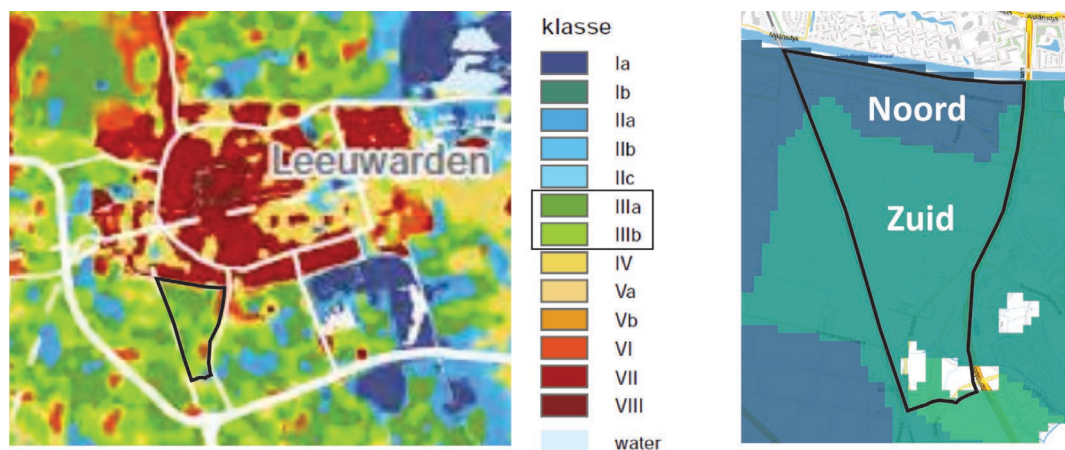
Ondiep grondwater

In Middelsee richt de grondwaterstand zich min of meer naar het peil van het oppervlaktewater [ref 18]. Afhankelijk van het neerslagoverschot c.q. -tekort zal tussen de waterlopen een opbolling dan wel het wegzakken van het freatisch vlak optreden. Hierdoor is in de winter sprake van aanzienlijk hogere grondwaterstanden dan in de zomer' [ref 18].

Volgens de 'BRO Grondwaterspiegeldiepte 2021' is de gemiddeld kleinste diepte (GHG) in het grootste deel van Middelsee 43 cm-mv en de gemiddeld grootste diepte (GLG) 134 cm-mv. In het noorden van Middelsee is de gemiddeld kleinste diepte 26 cm-mv en de gemiddeld grootste diepte 102 cm-mv [ref 7]. Volgens de grondwatertrappenkaart van de Provincie Fryslân valt Middelsee in trap IIIa en IIIb [ref 8]. Het noorden van Middelsee valt vooral in trap IIIa en het zuiden in zowel IIIa als IIIb. Het gebied is dus relatief nat. Tabel 3.4 laat zien dat de gegevens van BRO en de grondtrappenkaart goed overeenkomen.

'In het gebied is op grote schaal drainage aanwezig. Door de drainage wordt de ontwateringsdiepte in de winter gereguleerd. De meeste agrarische gronden kunnen desondanks als relatief nat worden gekarakteriseerd in de winter' [ref 18].

Afbeelding 3.7 Links: Grondwatertrappenkaart [ref 8], rechts: Noord en Zuid in BRO Grondwaterspiegeldiepte 2021 [ref 7]



Tabel 3.4 Grondwatergegevens Middelsee [ref 7; ref 8]

| Bron | GLG (cm-mv) | GHG (cm-mv) |
|------------------------------------------|-------------|-------------|
| BRO (noord) [ref 7] | 102 | 26 |
| BRO (zuid) [ref 7] | 134 | 43 |
| Grondwatertrap IIIa (noord/zuid) [ref 8] | 80-120 | <25 |
| Grondwatertrap IIIb (zuid) [ref 8] | 80-120 | 25-40 |

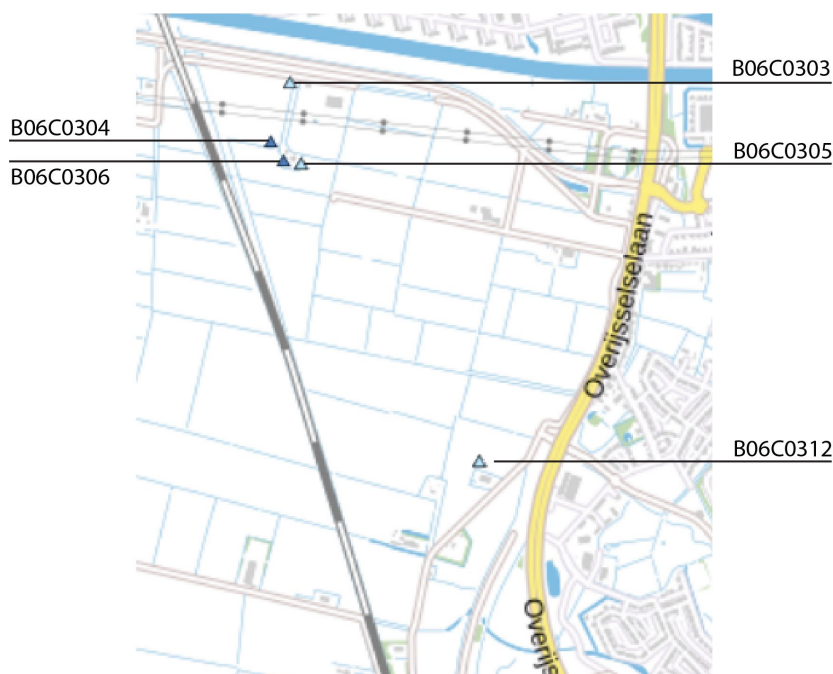
DINOlaket

De beschikbare grondwatermetingen in DINOlaket zijn niet recent en zijn voornamelijk in hetzelfde gebied in het noordelijke deel van Middelsee gemeten (afbeelding 3.8) [ref 7]. Wel is te zien dat de meeste metingen (tabel 3.5) overeenkomen met de bovenstaande gegevens in tabel 3.4.

Tabel 3.5 Grondwatermetingen DINOlaket in Middelsee [ref 7]

| Peilbuis | Jaartal metingen | GLG (cm-mv) | GHG (cm-mv) |
|----------------------------------------|------------------|-------------|-------------|
| B06C0303 (noord; maaiveld NAP +0,32 m) | 1952 tot 1961 | 110 | 10 |
| B06C0304 (noord) | 1965 tot 1979 | 110 | 10 |
| B06C0305 (noord; maaiveld NAP +0,29 m) | 1980 tot 1991 | 180 | 60 |
| B06C0306 (noord) | 1993 tot 1996 | 104 | 50 |
| B06C0312 (zuid; maaiveld NAP +0,73 m) | 1952 tot 1986 | 120 | 10 |

Afbeelding 3.8 Locaties peilbuizen Middelsee [ref 7]



Middelsee fase 1

Voor de ontwikkeling van Middelsee fase 1 zijn twee bodemonderzoeken uitgevoerd [ref 3; ref 22]. Tijdens deze onderzoeken zijn ook (eenmalig) de grondwaterstanden opgemeten. Tabel 3.6 toont de resultaten van de boringen. In februari 2019 varieerden de grondwaterstanden van NAP -1,50 m tot NAP + 0,21 m (0,90 tot 2,60 m-mv). Deze standen zijn een stuk lager in vergelijking met de gegevens in tabel 3.4. In november 2021 varieerden de standen van NAP -1,05 m tot NAP -0,07 m (0,30 tot 0,90 m-mv). Dit komt overeen met tabel 3.4.

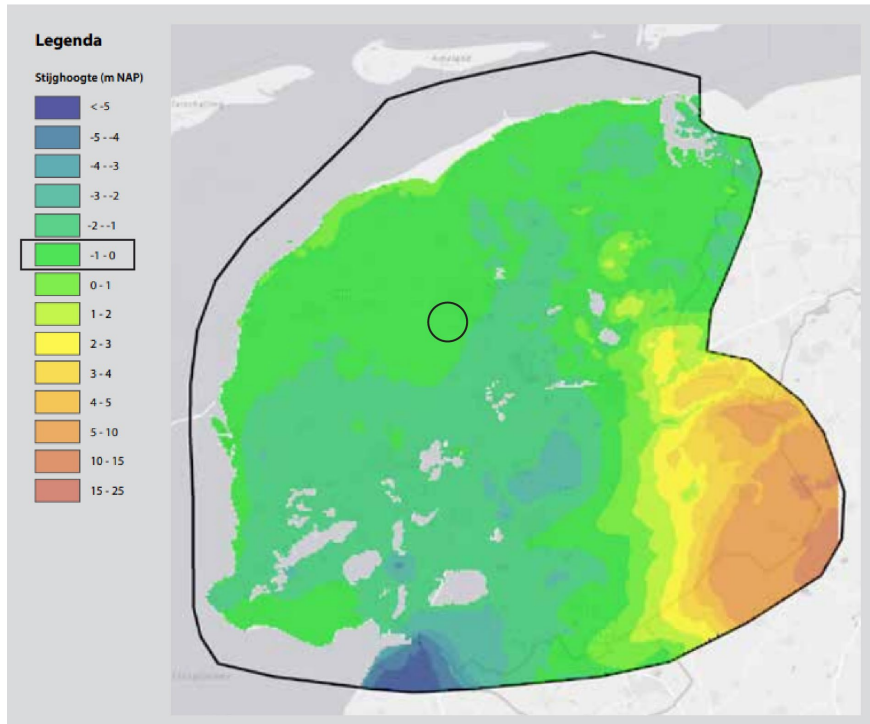
Tabel 3.6 Grondwaterstanden gemeten in Middelsee fase 1 [ref 3; ref 22]

| Bodemonderzoek civieltechnisch basisplan (februari 2019) [ref 3] | Grondwaterstand in mNAP / cm-mv | Milieukundig bodemonderzoek Middelseefeart (november 2021) [ref 22] | Grondwaterstand in mNAP / cm-mv |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| MB1 | -0,75 / 100 | B01 | -0,30 / 65 |
| MB2 | -0,79 / 110 | B02 | -1,05 / 30 |
| MB3 | -1,31 / 150 | B03 | -0,28 / 80 |
| MB4 | -1,37 / 150 | B04 | -0,59 / 90 |
| MB5 | -0,74 / 110 | B05 | -0,89 / 90 |
| MB6 | -0,92 / 110 | B06 | -0,64 / 70 |
| MB7 | -0,97 / 110 | B07 | -0,57 / 70 |
| MB8 | -0,89 / 110 | B08 | -0,30 / 50 |
| HB-102 | -0,87 / 120 | B09 | -0,47 / 80 |
| HB-103 | -1,17 / 130 | B10 | -0,68 / 80 |
| HB-104 | + 0,21 / 110 | B11 | -0,64 / 90 |
| HB-108 | -0,59 / 100 | B12 | -0,77 / 90 |
| HB-109 | -0,48 / 100 | B13 | -0,54 / 90 |
| HB-111 | -0,53 / 100 | B14 | -0,18 / 60 |
| HB-112 | -1,45 / 210 | B15 | -0,29 / 80 |
| MB-101 | -1,46 / 260 | B16 | -0,07 / 90 |
| MB-105 | -0,59 / 100 | B17 | -0,44 / 80 |
| MB-106 | -1,50 / 140 | B18 | -0,65 / 50 |
| MB-107 | -1,22 / 180 | B19 | -0,32 / 80 |
| MB-113 | -0,60 / 90 | B20 | -0,81 / 70 |
| MB-114 | -1,08 / 150 | / | / |
| MB-115 | -0,94 / 90 | / | / |

Diep grondwater

Afbeelding 3.9 toont de stijghoogte van het diepte grondwater in Friesland. Door de grote weerstand van de deklaag in Middelsee wordt de grondwaterstand nauwelijks beïnvloed door de stijghoogten van het diepe grondwater onder de deklaag. De grondwaterstand richt zich min of meer naar het peil van het oppervlaktewater [ref 18]. In Middelsee ligt de stijghoogte tussen NAP -1 m en NAP 0 m [ref 17]. Dit komt overeen met de informatie uit het Civieltechnisch basisplan, waarin een staat vermeld dat de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket vergelijkbaar is met het boezempeil (NAP -0,52 m) [ref 3].

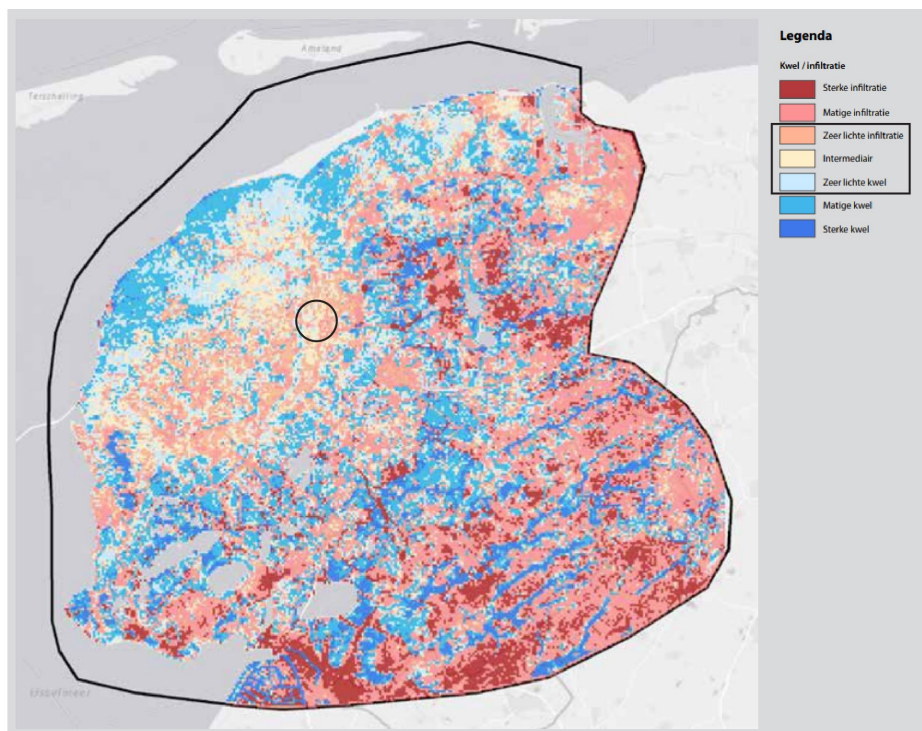
Afbeelding 3.9 Stijghoogte van het grondwater op een diepte van 60 tot 120 meter onder maaiveld [ref 17]



Kwel en infiltratie

Afbeelding 3.10 toont de berekende kwel en infiltratie in Friesland. In het grootste deel van Middelsee is de situatie intermediair of komt er zeer lichte infiltratie voor.

Afbeelding 3.10 Berekende kwel en infiltratie [ref 17]



4

UITGANGSPUNTEN

Dit hoofdstuk is een samenvatting van de uitgangspunten met betrekking tot het waterhuishoudingsplan van:

- Gemeente Leeuwarden;
 - Programma van eisen (PVE) [ref 2];
 - Kwaliteitsdocument Openbare Ruimte (KOR) [ref 11];
 - Mini-KOR, van toepassing op deelgebied De Fellingen [ref 23].
- Wetterskip Fryslân;
 - Leidraad Watertoets [ref 12];
 - Keur [ref 13; ref 16];
 - Peilbesluit Middelsee [ref 18].
- Civieltechnisch Basisplan [ref 3].
 - dit plan komt uit 2019 en is dus niet volledig actueel meer.

In bijlage I zijn aanvullende uitgangspunten te vinden.

4.1 Peilgebieden en keringen

Peilwijzigingen [ref 11; ref 12]:

- zoveel mogelijk voorkomen dat de hoeveelheid peilvakken toeneemt. Uitgangspunt is het vigerende waterpeil. Benutten kansen om peilvakken samen te voegen in geval van peilverhoging [ref 11; ref 12];
- om verdroging te voorkomen moet peilverlaging zeer beperkt als middel ingezet worden [ref 11].

Regionale waterkering [ref 12]:

- voorkomen dat kadelengete toeneemt door dit in een vroeg stadium aan te geven bij de gemeente en te kijken of de voorgenomen ontwikkelingen vrij voor de boezem vorm kunnen krijgen;
- aangeven waar boezemkade en beschermingszone liggen. Bij uitwerking van plannen rekening houden met de boezemkade en beschermingszone. Eventueel wijzen op de afkoopregeling. Ook hier voorkomen dat kadelengete toeneemt. Wanneer de beschermingszone in particulier eigendom komt dit notarieel vastleggen.

Vrij voor de boezem [ref 12]:

- bij bouwen vrij voor de boezem rekening houden met de hoogteligging van het gebied. In lage gebieden is veel ophoging nodig om vrij voor de boezem te kunnen bouwen. Welke locaties zijn het meest geschikt om vrij voor de boezem te bouwen? Ook in relatie met (het verleggen van) de boezemkade;
- adviseren over de aanleghoogte in relatie tot het boezempeil en het Maatgevend Boezempeil.

4.2 Oppervlaktewater

Algemeen [ref 2]:

- eisen:
 - water is integraal onderdeel van het totaalontwerp, net als infra, biodiversiteit, groen, sport en spel;

- water dient zo lang mogelijk geborgen te worden in de buurt en zo langzaam mogelijk af te stromen;
- water zo landschappelijk mogelijk aanleggen, waarbij door middel van meandering en groen voor extra biodiversiteit wordt gezorgd.
- wens:
 - water wordt gecombineerd met groen.

Hoofdwatertgangen [ref 11; ref 12]:

- de aan-, af en doorvoer functie moet gegarandeerd worden. Er moet in de plannen/visies ruimte zijn om dit te garanderen [ref 12];
- ruimte vrij houden langs de hoofdwatertgang. Geen bouwblokken in de watertgang en de beschermingszone. Waar mogelijk voorkomen dat de beschermingszone in particulier eigendom komt, zodat ook vergunningsvrije bouwwerken niet in de beschermingszone kunnen worden gebouwd. Als dit niet te voorkomen is dan in de koopakte de erfdienstbaarheid vastleggen [ref 12];
- robuuste watersystemen, ruime watertpartijen waardoor je minder hoeft te beheren, minder kosten, minder CO2 uitstoot [ref 11];

Vaarwater [ref 3]:

- er zal in Middelsee worden geprobeerd om zoveel mogelijk de geadviseerde afmetingen conform PVVP te realiseren, maar hier kan vanaf worden geweken aangezien het vaarwater in Middelsee geen officieel vaarwater wordt;
- binnen Middelsee zijn de volgende klassen toegestaan:
 - havengebied: Czm, niet zeewaardige boten;
 - wooneilanden Noordelijk: Dm, motorboten;
 - vaarroute Ald Djiip: F, sloepen.
- Bij niet doorgaande watertgangen worden de minimale breedtes conform PVVP gereduceerd:
 - havengebied: Czm, niet zeewaardige boten, breedte minimaal 8 meter / gewenst 10 m, diepgang conform Czm klasse
 - woongebieden: minimaal klasse F aanhouden ten behoeve van breedte watertgang, minimaal diepte conform klasse F;
 - binnen haven: geschikt voor klasse F.

Afbeelding 4.1 Geadviseerde afmetingen vaarweg conform PVVP [ref 3]

| Klasse | Recreatieve vaarwegen en meren | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------|--------------|------------------------------------|--------|----------------------------|--------|---------------|-----------------------|
| | Toegelaten diepgang boten | Ingrijp-diepte | Geadviseerde bagger-diepte** | Profieltype met vaarintensiteit en bijbehorende breedte waterbodemprefiel in meters | | | | | | | | Bocht-straal | Extra profiel-breedte |
| | | | | Krap n < 5.000 | | Normaal n = 5.000-30.000 | | Intensief I n = 30.000 - 40.000 | | Intensief II n > 40.000 | | | |
| | | | | vaar-weg | geul in meer | vaar-weg | geul in meer | vaar-weg | geul | vaar-weg | geul | minimale maat | alleen als R < 100 m |
| Azm Grote zeewaardige boten | 2,10 | 2,20 | 2,50 | 17 | 20 | 25 | 30 | 30 | 36 | 35 | 42 | R = 50 m | + 2 m |
| Bzm Niet-zeewaardige boten | 1,90 | 2,00 | 2,30 | 17 | 20 | 25 | 30 | 30 | 36 | 35 | 42 | R = 50 m | + 2 m |
| Czm Niet-zeewaardige boten | 1,70 | 1,80 | 2,10 | 16 | 19 | 24 | 29 | 29 | 35 | 34 | 41 | R = 50 m | + 2 m |
| Cm Grote motorboten | 1,50 | 1,60 | 1,90 | 16 | 19 | 24 | 29 | 29 | 35 | 34 | 41 | R = 50 m | + 2 m |
| Dm Motorboten | 1,30 | 1,40 | 1,70 | 15 | 18 | 22 | 26 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | R = 40 m | + 1 m |
| E Kleine motorboten | 1,00 | 1,10 | 1,30 | 10 | 12 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | | |
| F Sloepen | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 8 | 10 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | | | | | |
| G Kano's | 0,50 | n.v.t. | 1,20 | 6 | 7 | | | | | | | | |

Schouwwatergangen en secundaire watergangen [ref 12]:

- aan- af en doorvoerfunctie moet worden gegarandeerd in het gebied;
- aangeven wat schouwsloten zijn en dat deze voor aanliggende eigenaren bereikbaar blijven voor onderhoud. Mogelijkheden om schouwwatergangen rond het plangebied aan te wijzen i.p.v. door/langs particulier terrein.

Bestaande boerderijen en sloten

- op het Middelsee terrein staan een aantal boerderijen die bewaard zullen blijven bij de ontwikkeling van Middelsee. In het stedenbouwkundige basisplan behouden de meeste boerderijen ook de omliggende bestaande sloten.
- er dient rekening gehouden te worden met de hoogteligging van de boerderijen, zodat hier geen wateroverlast zal ontstaan.
- daarnaast dienen er afspraken gemaakt te worden over het beheer en onderhoud van de omliggende sloten.

Beheer en onderhoud [ref 11]

- houd langs hoofdwatergangen een obstakelvrije zone aan van 5 m en langs de overige watergangen 3,50 m;
- bij hoofdwatergangen dient op grond van de keur van Wetterskip Fryslân bij voorkeur aan twee zijden een obstakelvrij onderhoudspad aanwezig te zijn;
- zorg dat het onderhoudsmaterieel bij de waterkant kan komen. Bomen en andere objecten moeten dan minimaal 10 m van elkaar af staan, zodat een kraan tussen de objecten door kan manoeuvreren;
- in sommige gevallen, bijvoorbeeld bij natuurlijke oevers, kan van bovengenoemde eisen worden afgeweken. Echter de bereikbaarheid en de mogelijkheid tot uitvoering van onderhoudswerkzaamheden blijven uitgangspunt. In deze gevallen moeten de watergangen goed toegankelijk zijn voor varend materieel. Afmetingen van de watergang conform de eisen van Wetterskip Fryslân, onderhoud maaiboot;
- zorg dat bij kopeinden van watergangen en waterpartijen voldoende opstelruimte aanwezig voor materieel voor de afvoer van baggerspecie.

Toename verhard oppervlak [ref 12; ref 13]

In artikel 3.3 van de Keur staat dat het verboden is om zonder watervergunning neerslag versneld tot afvoer te laten komen indien daarbij meer dan 200m² onverharde grond wordt bebouwd of verhard. Als er sprake is van een toename van verhard oppervlak, dient dit gecompenseerd te worden [ref 12; ref 13].

Richtlijnen voor compensatie [ref 13]

Voor compenseren gelden de volgende richtlijnen:

- a. compenseren direct bij het lozingspunt, met motivering uitwijken naar b:
- b. compenseren in het zelfde peilgebied; met motivering uitwijken naar c:
- c. compenseren in aangrenzend benedenstrooms peilgebied (met lager peil dus); met motivering uitwijken naar d:
- d. compenseren in aangrenzend bovenstrooms peilgebied (met hoger peil); met motivering uitwijken naar e:
- e. compenseren in het zelfde bemalingsgebied.
- voor gronden die vrij voor de boezem zijn gelegen geldt een compensatienorm van 5%, daarnaast is het bij vrij voor de boezem gelegen gronden niet noodzakelijk perse op dezelfde locatie te compenseren;
- bij het realiseren van nieuw oppervlaktewater moet er tussen waterpeil (hoogste peil) en maaiveld voldoende ruimte aanwezig zijn om een peilstijging op te vangen. Het realiseren van nieuw oppervlaktewater draagt alleen bij aan de bergingsmogelijkheden als er in het nieuwe oppervlaktewater een peilstijging mogelijk is.
- in principe kan voor berging die in het verleden is gerealiseerd een watervergunning worden verleend wanneer de vergunninghouder de "overcompensatie" binnen maximaal 5 jaar na de dag waarop de watervergunning is verzonden zal inzetten in hetzelfde peilgebied.

Mogelijkheden voor compensatie [ref 12]

- vasthouden:
 - hergebruik;

- infiltratie;
- alternatieve verhardingen
 - halfverharding (met halfverharding 75% van de standaardcompensatie);
 - waterbergende verharding.
- bergen:
 - realiseren van nieuw oppervlaktewater;
 - het realiseren van nieuw oppervlaktewater draagt alleen bij aan de bergingsmogelijkheden als er in het nieuwe oppervlaktewater een peilstijging mogelijk is. Er moet tussen waterpeil en maaiveld voldoende ruimte aanwezig zijn om een peilstijging op te vangen.
 - wateropvang in regenwaterbassins;
 - om de opvang te gebruiken als compensatie moet overcapaciteit in de opvangbakken gegarandeerd zijn (maatgevende bui = 50 mm; maximale afvoer 1,33 l/s/ha).
 - waterbergende daken;
 - waterbergende daken bergen het hemelwater, dit is niet hetzelfde als een groen dak waar hemelwater tijdelijk wordt vastgehouden. Een waterbergend dak is een dak dat het hemelwater tijdens buien kan vasthouden en op een later tijdstip het water vertraagd laat afvoeren.
 - Voor het inzetten van een waterbergend dak als compensatie van de toename aan verhard oppervlak moet het dak na afloop van een neerslaggebeurtenis het water afvoeren met een maximale afvoer van 1,33 l/s/ha.
- afvoeren:
 - nieuw oppervlaktewater realiseren buiten (de directe omgeving van) het plangebied;
 - verhard oppervlak aansluiten op RWA-riool en waterberging realiseren daar waar dit RWA-riool loost op het oppervlaktewater.
 - waterbank.

Dempingen [ref 12; ref 13]:

- bij ontwikkelingen moet de hoeveelheid oppervlaktewater in een peilgebied minimaal gelijk blijven en moet worden aangegeven waar de dempingen gecompenseerd kunnen worden [ref 12];
- de werking van het watersysteem mag niet verslechteren door een demping van oppervlaktewater [ref 13];
- de compensatie moet voorafgaand aan de demping gebeuren [ref 13];
- het te graven oppervlak (gemeten op de waterlijn bij het vastgestelde peil) is minimaal gelijk aan het te dempen oppervlak [ref 13];
- compensatie kan gerealiseerd worden door [ref 13]:
 - het graven van een nieuw oppervlaktewaterlichaam;
 - het verbreden van een bestaand oppervlaktewaterlichaam.
- compenserende waterberging moet worden aangelegd binnen hetzelfde peilgebied. In uitzonderingsgevallen kan gemotiveerd worden afgeweken van de regel dat moet worden gecompenseerd in hetzelfde peilgebied [ref 13];
- ingeval van compensatie door verbreding moet de verbreding van het bestaande oppervlaktewaterlichaam minimaal 30 cm zijn over de gehele lengte [ref 13];
- het talud van de compenserende waterberging moet een schuinte hebben van 1:1½ (ofwel 35 graden) of minder steil. Als de grondsoort het toelaat, kan Wetterskip Fryslân een steiler talud toestaan [ref 13];
- door het graven van nieuwe oppervlaktewaterlichamen mag geen directe verbinding ontstaan tussen verschillende peilgebieden [ref 13];
- Ingeval van demping/compensatie van hoofdwaters wordt het specifieke onderhoud en beheer van deze wateren betrokken in de afweging [ref 13].

Graven of vergraven van een oppervlaktewaterlichaam (algemene regel) [ref 11; ref 16]:

- vrijstelling, mits het (ver)graven niet plaatsvindt [ref 16]:
 - in een zone van 5 meter breed rondom een natuurgebied;
 - binnen de waterkering of de bijbehorende beschermingszones;
 - in de kernzone of in de 5 meter brede beschermingszone van een hoofdwater;
 - ter compensatie van een demping;
 - ter compensatie van versnelde afvoer van verhard oppervlak voor zover dit laatste is geregeld in een watervergunning;

- bij het graven van een oppervlaktewaterlichaam, waarvoor geen vergunning is vereist, mag geen grens van een vastgesteld peilgebied doorkruist worden.
- maatvoering watergangen [ref 11]:
 - watergangen dienen bij voorkeur een minimale breedte te krijgen van circa 6 m op de waterlijn;
 - watergangen moeten bij voorkeur een diepte hebben van tenminste 1,20 m. Tenminste 10 % van het oppervlaktewatersysteem dient een diepte te krijgen van meer dan 1,5 m om de overlevingskansen van vis te vergroten;
 - helling onderwatertalud bij "traditionele" oever 1:2 of flauwer indien bodemgesteldheid dit nodig maakt. Bij natuurvriendelijke oevers flauwere hellingen toepassen.

Oevers [ref 2; ref 3; ref 11; ref 13]:

- eis:
 - oevers van waterpartijen dienen kindveilig ontworpen te worden, bijvoorbeeld door de eerste halve meter ondiep te maken, waar vervolgens riet zal gaan groeien [ref 2], of door [ref 11]:
 - toepassen natuurvriendelijke oevers;
 - toepassen plasbermen met riet;
 - flauwe taluds;
 - beplanting van de oever of afschermen met hek.
- zorg voor voldoende voorzieningen (trappen, grijpstenen, etc) voor drenkelingen om uit het water te komen [ref 11];
- harde beschoeiingen dienen zo veel mogelijk te worden voorkomen [ref 3];
- oevers bij voorkeur inrichten als natuurvriendelijke oever; zonder oeverbescherming [ref 11];
- langs een nieuw aan te leggen natuurvriendelijke oever langs een hoofdwatgang dient een onderhoudsstrook van 5 meter aanwezig te zijn of aangelegd te worden en onderhoud aan de hoofdwatgang mag niet worden bemoeilijkt [ref 13];
- natuurvriendelijke oever: flauw talud minimaal 1:18/1:10, breedte van minimaal 10 m [ref 3];

Bodemdiepte [ref 2; ref 11]:

- wens:
 - indien de grootte van de waterpartij dat toelaat wordt een variabele bodemdiepte van minimaal 1,10 m tot 2 m diepte of meer ontworpen [ref 2].
 - leg watersystemen dieper aan zodat er minder snel gebaggerd dient te worden [ref 11].

Duikers [ref 11]:

- de duikers dienen voldoende groot te worden gedimensioneerd, e.e.a. gebaseerd op een hydraulische berekening en de door Wetterskip Fryslân gestelde randvoorwaarden;
- de volgende minimum diameters moeten worden gehanteerd:
 - langs wegen: 600 mm;
 - in hoofdwatgangen: 800 mm;
 - bij een lengte groter dan 25 m: 800 mm;
 - tussen vijvers: 500 mm.
- duikers moeten een minimale diameter hebben van 315 mm;
- de duikers moeten op een zodanige hoogte worden gelegd, dat een ¼ van de diameter met een maximaal van 200 mm zich boven de normale waterstand bevindt.

Dam met duiker in hoofdwatgangen [ref 13]:

- om de hoeveelheid dammen met duiker beperkt te houden in verband met verlies van verhang wordt per perceel maximaal één dam met duiker toegestaan. Bij percelen die over een afstand van meer dan 100 meter grenzen aan een hoofdwatgang kunnen twee of meer dammen met duikers worden toegestaan. De minimale afstand tussen de dammen met duikers moet dan wel 100 meter bedragen;
- bij een grotere duikerlengte dan 10 meter moet het verlies van bergend vermogen geheel worden gecompenseerd;
- duikers die om een andere reden worden aangelegd dan een perceelssluiting dienen zo beperkt mogelijk te blijven en zullen volledig moeten worden gecompenseerd voor het verlies aan bergend vermogen;
- duikers moeten in het midden van de watgang worden aangelegd;

- de aanleg en aanwezigheid van de dam met duiker mag het onderhoud van het oppervlaktewaterlichaam niet belemmeren. Dit betekent dat de dam met duiker niet te dicht op een ander werk geplaatst mag worden, minimaal 10 meter.
- ronde duikers in hoofdwatergangen in bemalen gebieden moeten een natte doorsnede/diameter van minimaal 50 cm hebben, maar bij voorkeur 60 cm of meer.
- in ronde duikerbuizen moet de minimale ruimte voor lucht in ieder geval 25% van de doorsnede zijn (winterpeil). Hiermee komt er meer licht in de duiker en vormt de duiker een minder grote barrière voor vissen en andere waterdieren.

Bruggen [ref 3; ref 13]:

- algemeen [ref 13]:
 - het watervoerend profiel mag in principe niet worden verkleind;
 - voor percelen die over een afstand van meer dan 100 meter grenzen aan een hoofdwatergang, kan een extra brug worden toegestaan om het perceel beter te ontsluiten;
 - voor oppervlaktewaterlichamen met een bovenbreedte tot 7 meter geldt dat bruggen met pijlers niet zijn toegestaan;
 - de onderkant van de brugconstructie dient minimaal 0,5 meter boven de hoogwaterlijn te liggen zodat er tijdens hoogwater zich geen drijfvuil kan verzamelen bij de brug. Indien het oppervlaktewaterlichaam varend wordt onderhouden, moet de minimale afstand tussen zomerpeil en onderkant brug 1 meter zijn;
 - door de brug mag het onderhoud van het oppervlaktewaterlichaam niet worden belemmerd. Dit betekent dat de brug minimaal 10 meter van een ander werk in het oppervlaktewaterlichaam geplaatst moet worden;
 - door de aanwezigheid van de brug mag het eventuele gebruik van het oppervlaktewaterlichaam als vaarweg niet belemmerd worden. Voor zover het waterschap vaarwegbeheerder is wordt voor wat betreft de doorvaarthoogte en brughoogte aangesloten bij geldende regelgeving. Tevens kunnen aanvullende voorschriften worden opgenomen ten aanzien van de afwatering van het wegdek.
- dm klasse [ref 3]:
 - doorvaartbreedte 7,0 m (gewenst);
 - minimum doorvaartbreedte 4,0 m (bij bestaande kunstwerken);
 - doorvaarthoogte 2,5 m (ten opzichte van streefpeil).
- kunstwerken in waterschapssloten [ref 3]:
 - doorvaarthoogte bruggen en duikers i.v.m. maaiboot: minimaal 1,25 m;
 - doorvaartbreedte bruggen en duikers i.v.m. maaiboot: minimaal 2,50 m;
 - de duikers moeten op een zodanige hoogte worden gelegd, dat een ¼ van de diameter met een maximaal van 200 mm zich boven de normale waterstand bevindt.

Steigers, vlonders, visstoepen, meerpalen en overhangende bouwwerken in een oppervlaktewaterlichaam (algemene regel) [ref 16]:

- geen vergunning vereist voor plaatsen in schouwwater of overig water;
- vrijstelling van vergunningplicht voor zover:
 - de locatie geen onderdeel uit maakt van de waterkering of bijbehorende beschermingszone;
 - de locatie geen deel uitmaakt van een hoofdwater of bijbehorende beschermingszone;
 - de locatie geen oppervlaktewaterlichaam betreft dat in de legger is aangewezen als vaarweg;
 - er geen sprake is van een natuurvriendelijke oever of rietkraag;
 - de steiger, vlonder, visstoep, meerpaal of het overhangend bouwwerk wordt aangelegd op een afstand van minimaal 10 m vanaf een peilregulerend kunstwerk;
- regels:
 - bij het plaatsen van de steiger, vlonder, visstoep of het overhangend bouwwerk mag het bestaande profiel van het oppervlaktewaterlichaam niet worden gewijzigd;
 - de steiger, vlonder, visstoep of het overhangend bouwwerk wordt zodanig geplaatst dat deze niet verzakt, het talud niet wordt beschadigd en de water aan- en afvoer niet belemmerd;
 - de steiger, vlonder, visstoep of het overhangend bouwwerk wordt vrij over het water aangebracht waarbij de aanwezige oeverbescherming niet wordt aangetast;
 - in schouwwateren moet inspectie van het profiel te allen tijde mogelijk zijn;

- voor een aanliggende eigenaar mag het onderhoud van het schouwprofiel door het te realiseren werk niet nadeliger worden;
- de gebruikte materialen mogen géén nadelig effect op de waterkwaliteit hebben.

4.3 Bodem en grondwater

Bodem en grondverzet [ref 11]:

- houd bij het aanbrengen van constructies in de bodem rekening met het risico van het 'opbarsten van de grond' in Leeuwarden door de grote grondwaterspanning;
- bodemonderzoek is verplicht bij grondverzet (ten behoeve van de aanleg van constructies, wegen, groen enzovoort). Combineer dit onderzoek met geo-/hydrologisch onderzoek, bodemkundig (bodemprofiel)- en grondwateronderzoek;
- streef naar een gesloten grondbalans: Over de grenzen van een werk vindt zo min mogelijk aan- en of afvoer plaats van grond, die geschikt is als secundaire bouwstof;
- de grond vrijkomend uit het werk wordt zo mogelijk binnen het werk hergebruikt (evt. in uitwisseling met naburige werken).
- stem aanleghoogtes en een klimaatbestendige inrichting op elkaar af;
- activiteiten beperken die toename van kwel bevorderen.

(Tijdelijke) bemalingen/bronbemaling [ref 11; ref 12]:

- voor bemalingen is een watervergunning benodigd [ref 12];
- gebiedseigen water vasthouden (waterconservering) en inlaat van gebiedsvreemd water beperken [ref 11].

Eisen drainage [ref 12]:

Tabel 4.1 toont de ontwateringseisen (advies) van het Wetterkip Fryslân.

Tabel 4.1 Ontwateringseisen [ref 12]

| Grondgebruik | Ontwateringseis |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Woningen met kruipruimte | 0,70 m - onderkant vloer |
| Woningen zonder kruipruimte | 0,30 m - onderkant vloer |
| Drijvende woningen | Geen ontwateringseis |
| Woningen op (houten) palen | Mag geen verdroging optreden, grondwaterstand mag niet verlagen. |
| Gangbare wegen (met grof zand cunet) | |
| Primair | 1,0 m - as van de weg |
| Secundair | 0,70 m - as van de weg |
| Weg op polystreen - hardschuim | circa 0,30 m - as van de weg |
| Tuin - plantsoen | 0,50 m - maaiveld |
| Industrierrein | 0,70 m - maaiveld |

- de afstand van de watergangen tot bebouwing en de infrastructuur dient (in verband met opbolling) bij voorkeur zodanig te zijn dat aan de hiervoor aangegeven normen wordt voldaan. De aanleg van drainagesystemen moet zoveel mogelijk worden voorkomen [ref 3];
- drainage mag niet op de DWA riolering worden aangesloten [ref 3];
- de diepteligging en onderlinge afstand van de drains volgt uit het ontwateringsplan. De drain moet minimaal 0,60 m onder het maaiveld worden aangebracht, afwaterend onder 2 promille afschot richting de hemelwaterafvoer of buitenwater [ref 3];
- pas zo weinig mogelijk drainage toe. Indien drainage toch nodig is, laat woning(blok)drainage dan direct of via een eigen stelsel lozen op het oppervlaktewater [ref 3].

4.4 Riolering

Algemeen [ref 12]:

- regenwater en rioolwater zoveel mogelijk gescheiden inzamelen en afvoeren;
- bij nieuwe plannen moet de trits schoonhouden - scheiden - zuiveren basis zijn voor de uitwerking van het rioleringsplan.
- ambitie [ref 2]:
 - hergebruik van drinkwater in de woning of appartementencomplex door een grijs water circuit of toepassing van een hydraalloop.

Voorkomen van wateroverlast [ref 11]:

- voor elke nieuwbouwlocatie moet een basisrioleringsplan worden opgesteld, als afgeleide van het waterhuishoudingsplan (masterplan).
 - in dit basisrioleringsplan wordt zowel de afvoer van afvalwater als van hemelwater behandeld;
 - uitgangspunt voor het basisrioleringsplan is geen water op straat bij bui 10.
 - daarnaast zal er een klimaatscan worden uitgevoerd waarbij uitgangspunt de bui van 60 mm/h is. De bui mag geen schade veroorzaken en grootschalige hinder geven.
 - het regenwater dat binnen het plangebied valt mag niet worden afgewenteld op het omliggende gebied.

Hemelwaterafvoer [ref 2]:

- wensen:
 - hemelwater mag oppervlakkig afstromen, maar een hemelwaterriolering mag zich ook verzamelen in vijvers en sloten en op deze wijze afstromen;
 - tracht de afvoer van hemelwater al in of bij de woning te vertragen. Dit kan ook gemeenschappelijk worden opgelost;
 - combineer functies met waterdoorlatende verharding en groen om het water te vertragen;
 - laat het regenwater op de wegen afstromen naar groen en vermijd daarmee kolken en een HWA riool voor de wegen.

Waterberging [ref 2; ref 11]:

- wens:
 - water mag zich tijdelijk verzamelen in laagtes en ondieptes in de buurt (grasland, waterspeeltuinen). Een wadi zal echter in de klei niet werken.
- ambitie:
 - waterberging mag ook in private delen worden gerealiseerd, bijvoorbeeld op een (groen) dak of in gemeenschappelijk beheerde delen van de wijk.
- waterberging wordt zo mogelijk gecombineerd met ander grondgebruik [ref 11].

Het brengen van water in een oppervlaktelichaam (algemene regel) [ref 16]:

- vrijstelling voor zover:
 - het lozen van water plaats vindt in boezemwater;
 - het lozen van water in niet zijnde boezemwater plaatsvindt en de te lozen hoeveelheid niet meer bedraagt dan 80 m³/h en 800 m³/dag;
 - het chloride gehalte van het te lozen water niet meer bedraagt dan het chloridegehalte van het ontvangende oppervlaktewater;
 - er wordt voldaan aan de meldplicht (zie bijlage I).

Geotechniek / restzettingseis [ref 3]:

- als de riolering wordt aangelegd in een gebied waar zettingen optreden, bijvoorbeeld ten gevolge van terreinophoging, moet met de volgende voorwaarden worden rekening gehouden:
 - gemiddelde zetting van de riolering maximaal 0,05 m;
 - zettingsverschil tussen de putten maximaal 0,01 m.
- acceptabele restzetting bij bouw-woonrijp maken van terreinen bedraagt circa 15 cm / 30 jaar;

- uitgangspunt is een maximale restzetting van 10 cm / 30 jaar, wens gemeente is het hanteren van een restzettingseis van 5 cm / 30 jaar.

Rioolpersleidingen [ref 12]:

- voorkomen dat rioolpersleidingen in particulier eigendom komen te liggen. Door het plan hierop aan te passen of indien de initiatiefnemer dat niet kan of wil te zorgen dat de rioolpersleiding wordt omgelegd.

HWA en DWA riolering [ref 3]:

- elk perceel moet afzonderlijk op de riolering worden aangesloten. Hemelwater van dakoppervlakken moet rechtstreeks afgevoerd worden naar het oppervlaktewater, hierbij dienen laagten in het openbaar gebied te worden voorkomen. Het hoogte verloop van de openbare ruimte zo ontwerpen dat, wanneer de riolen het water van een extreme bui niet meer kunnen verwerken, het overtollige regenwater zonder belemmeringen bovengronds kan afstromen naar oppervlaktewater;
- woonschepen binnen de bebouwde kommen moeten aangesloten zijn c.q. worden op de aanwezige riolering;
- overtollige neerslag op verharding wordt zoveel mogelijk bovengronds afgevoerd naar het oppervlaktewater (natuurlijker en lagere kosten dan bij afvoer via ondergrondse leidingen, water zichtbaar maken);
- voor bovengrondse afvoer dient het verhang in de weg minimaal 1/300 te zijn. Om bovengrondse afvoer van regenwater via wegen naar oppervlaktewater in woongebieden mogelijk te maken dienen de wegen niet te lang te zijn. De maximale afstand waarover water bovengronds over de weg afgevoerd kan worden is 80 à 90 m (in verband met helling). Bij het ontwerp van de verkeersstructuur hiermee rekening houden;
- bij het oppervlakkig afvoeren van regenwater dient er rekening mee te worden gehouden dat bouwpeilen aan een straat kunnen verlopen in hoogte; bouwpeil aanpassen aan verloop straatniveau in verband met afwatering.

4.5 Waterkwaliteit

Algemeen [ref 11]:

- een biologisch gezond watersysteem realiseren;
- een ecologische infrastructuur realiseren, zowel binnen het stedelijk gebied als naar buiten toe;
- gebruik maken van het zelfreinigend vermogen van het watersysteem;
- gebiedseigen water vasthouden (waterconservering) en inlaat van gebiedsvreemd water beperken;
- schoon water benutten en bufferen (bijvoorbeeld schone kwel en afstromende neerslag van schone oppervlakken).
- natuurlijke materialen gebruiken, natuurlijke oever voor harde oevers;

Schoon water door [ref 11; ref 12]:

- het ordeningsprincipe 'water stroomt van schoon naar vuil' toepassen: verontreinigende functies benedenstrooms plaatsen van kwetsbare functies/gebieden [ref 11];
- vervuiling bij de bron aanpakken [ref 11];
- beheer en onderhoud optimaliseren, zowel binnen het watersysteem als de afvalwaterketen [ref 11];
- de ontwatering en de afwatering van verhardingen moet zeker gesteld zijn door voorzieningen op gemeentelijk terrein [ref 11];
- beperken van diffuse bronnen/lozingen [ref 11]:
 - zoveel mogelijk vermijden van de toepassing van uitloogbare bouwmetalen - zoals koper, zink en lood - voor dakbedekking, gevelbekleding, regenwaterafvoer, drinkwaterleidingen of straatmeubilair.
- adviseren over afkoppelen, schoonhouden - scheiden - zuiveren, lozingen [ref 12]

Ecologie/KRW [ref 12]:

- bekijken of KRW opgaven te combineren zijn met het plan. Randvoorwaarden uit de beleidsnota Ecologie & Vis en de Ecologische richtlijnen en de beslisboom Waterkwaliteit;
- elk plan: stand still principe (geen achteruitgang).

4.6 Overig

Loslaten eigendom [ref 2]:

Het advies is om te overwegen om:

- eisen die gelden voor de openbare ruimte op te lossen in een gemeenschappelijk privaat beheerd gebied (bijvoorbeeld waterberging);
- oplossingen die normaliter op het private terrein worden gesitueerd, nu onderdeel te laten zijn van de gemeenschappelijke beheerde of openbare ruimte.

Natuurinclusief ontwerpen [ref 2]:

- wensen:
 - behoud zoveel mogelijk bestaande bodem, bomen, oevers en waterwegen: oud land heeft een rijkere biodiversiteit dan nieuw land;
 - onverhard tenzij: daarmee worden de ecosystemendiensten van de bodem (CO₂-fixatie, vasthouden van water, verkoeling, bodemvruchtbaarheid) zo veel mogelijk behouden. Als verharding noodzakelijk is, overweeg dan - indien mogelijk – half-verharding;
 - verbindt groen met groen en blauw met blauw.

Automobiliteit [ref 2]:

- wens:
 - combineer parkeerplaatsen met halfverharding/waterdoorlatende verharding.

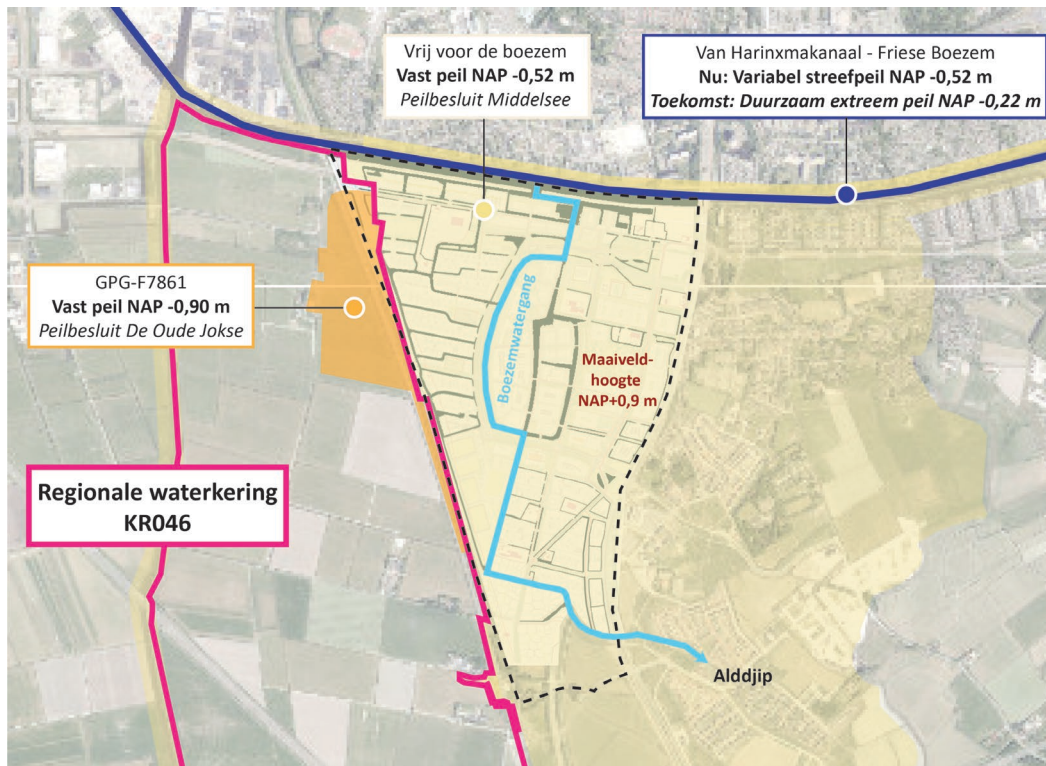
5

WATERHUISHOUDING OP HOOFDLIJNEN

5.1 Waterstructuur op hoofdlijnen

Afbeelding 5.1 toont de waterstructuur op hoofdlijnen in Middelsee en tabel 5.1 toont de oppervlakte verdeling in Middelsee.

Afbeelding 5.1 Waterstructuur op hoofdlijnen in Middelsee



Tabel 5.1 Oppervlakten Middelsee (fase 1 moet nog worden toegevoegd) [ref 1]

| Type oppervlak | Oppervlakte (m ²) | Percentage |
|--------------------------------------|-------------------------------|------------|
| Verharding (openbaar + uitgeefbaar) | 160.180 | 16 % |
| Kavels, HUB/vve, sport (uitgeefbaar) | 431.328 | 43 % |
| Groen (openbaar + uitgeefbaar) | 275.312 | 28 % |
| Water (openbaar + uitgeefbaar) | 129.620 | 13 % |

5.1.1 Functioneren watersysteem

'Het plangebied Middelsee wordt onderdeel van de Friese boezem. 'Hiervoor is het nodig om de regionale kering om te leggen en watergangen te graven voor de aansluiting op het Van Harinxmakanaal en het Alddjip. Centraal in het plangebied is een watergang gepland die in open verbinding met de boezem komt' [ref 18]. Het huidige variabele streefpeil van de Friese boezem is NAP -0,52 m. Dit betekent dat de waterpeilen in Middelsee met maximaal 0,38 m (van NAP -0,90 m) worden verhoogd. In de toekomst is het echter mogelijk dat er een duurzaam extreem peil van NAP -0,2 m ontstaat.

Waterhuishouding

'Door de afname van het aantal peilvakken en kunstwerken wordt de waterhuishouding robuuster. Er vindt uitbreiding van de boezem plaats, waardoor het oppervlak van de polder afneemt en voortaan afwatert op de boezem en niet meer op de polder [ref 18]. Omdat het plangebied in de toekomstige situatie een open verbinding heeft met de Friese boezem zijn er geen kunstwerken nodig om de water aan- en -afvoer te regelen. Ook de water aan- en -afvoer in omliggende gebieden ondergaat geen wijzigingen.

Bergingscapaciteit

'Doordat een deel van de polder wordt toegevoegd aan de boezem, neemt de berging in de boezem toe en de polderberging af. Het aantal kubieke meters berging in de polder neemt in absolute zin af, maar doordat de totale oppervlakte van de polder ook kleiner wordt veranderd de berging per hectare niet. Door de toename aan bebouwd oppervlak binnen het plangebied wordt het hemelwater sneller afgevoerd naar het oppervlaktewater. Deze toename aan verharding wordt in het plangebied gecompenseerd door het realiseren van extra wateroppervlak. Er worden dan ook geen nadelige gevolgen verwacht in de bergingscapaciteit' [ref 18].

Waterkering

'De peilwijziging maakt het omleggen van de regionale kering nodig waardoor de lengte afneemt ten opzichte van de huidige situatie. De lengte van de huidige kering is ca. 4.220 m. De nieuwe kering zal een lengte van ca. 2.100 m krijgen. Hierdoor nemen de beheer- en onderhoudskosten af' [ref 18].

Drooglegging en ophoging

Op basis van het huidige streefpeil van de Friese boezem van NAP -0,52 m is in 2019 berekend dat bij een drooglegging van 1,20 m de optimale situatie ontstaat tussen de kosten van grondwerk, grondkerende constructies en drainage [ref 3]. Hiervoor dient het maaiveld opgehoogd te worden tot NAP +0,7 m. Echter is de verwachting dat de Friese boezem in de toekomst een duurzaam extreem peil krijgt van NAP -0,2 m en is er minimaal 20 cm extra ophoging nodig (maaiveldpeil op NAP +0.9 m; drooglegging van 1,1 m).

Ontwatering

In 2019 is berekend dat bij een drooglegging van 1,20 m in Middelsee ook drainage benodigd is. Toen is gesteld dat er drainage onder de openbare weg, drainage onder de wegverharding binnen de bouwblokken, en bouwblokdrainage nodig is [ref 3]. Dit dient opnieuw berekend te worden aan de hand van de nieuwe inzichten over het toekomstige boezempeil en het waterpeil in Middelsee (NAP -0,2 m in plaats van NAP -0,52 m als uitgangspunt).

Hemelwaterafvoer

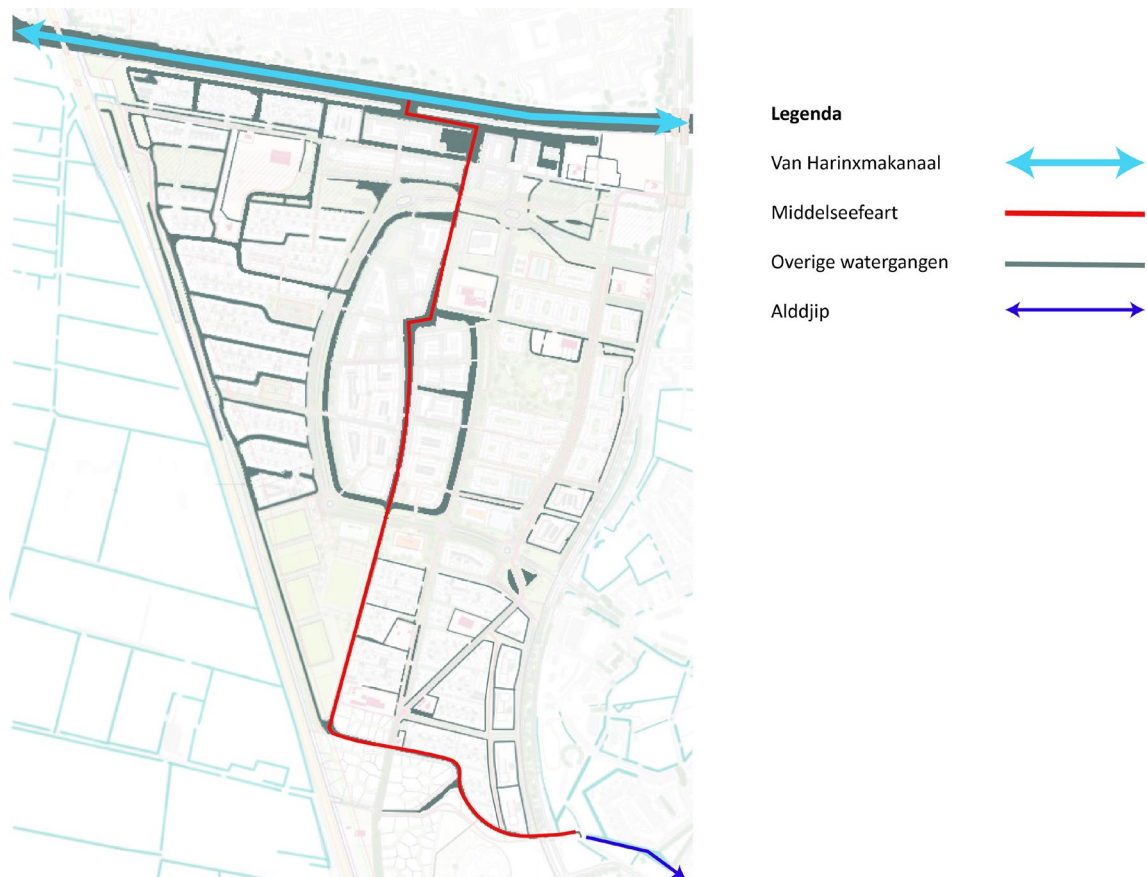
In het PVE [ref 2] komt naar voren dat hemelwater oppervlakkig mag afstromen of zich mag verzamelen in vijvers en sloten via een hemelwaterriolering. Ook mag water zich tijdelijk verzamelen in ondieptes in de buurt. De kleibodem maakt het echter lastig om water te laten infiltreren. Water dient vertraagd te worden door groen en waterdoorlatende verharding. Ook is er de wens om het water al te vertragen bij de gebouwen, bijvoorbeeld door waterberging te realiseren (bijvoorbeeld met een groen dak) [ref 2]. Waar mogelijk wordt hemelwater rechtstreeks afgevoerd naar het oppervlaktewater. Dit is echter niet overal mogelijk, waardoor ook HWA-riolering zal worden aangebracht.

5.2 Oppervlaktewater

Watergangen

Afbeelding 5.2 toont de voorziene watergangen in Middelsee. De Middelseefeart verbindt het Van Harinxmakanaal met het Alddjip. Alle watergangen, inclusief de Middelseefeart zijn secundaire watergangen. In Havenstêd, Wetterstêd, en Boksumerhoeke zijn de meeste en grootste waterpartijen voorzien. In De Fellingen en Barrahûs is aanzienlijk minder water gepland en zijn de watergangen ook smaller.

Afbeelding 5.2 Watergangen in Middelsee

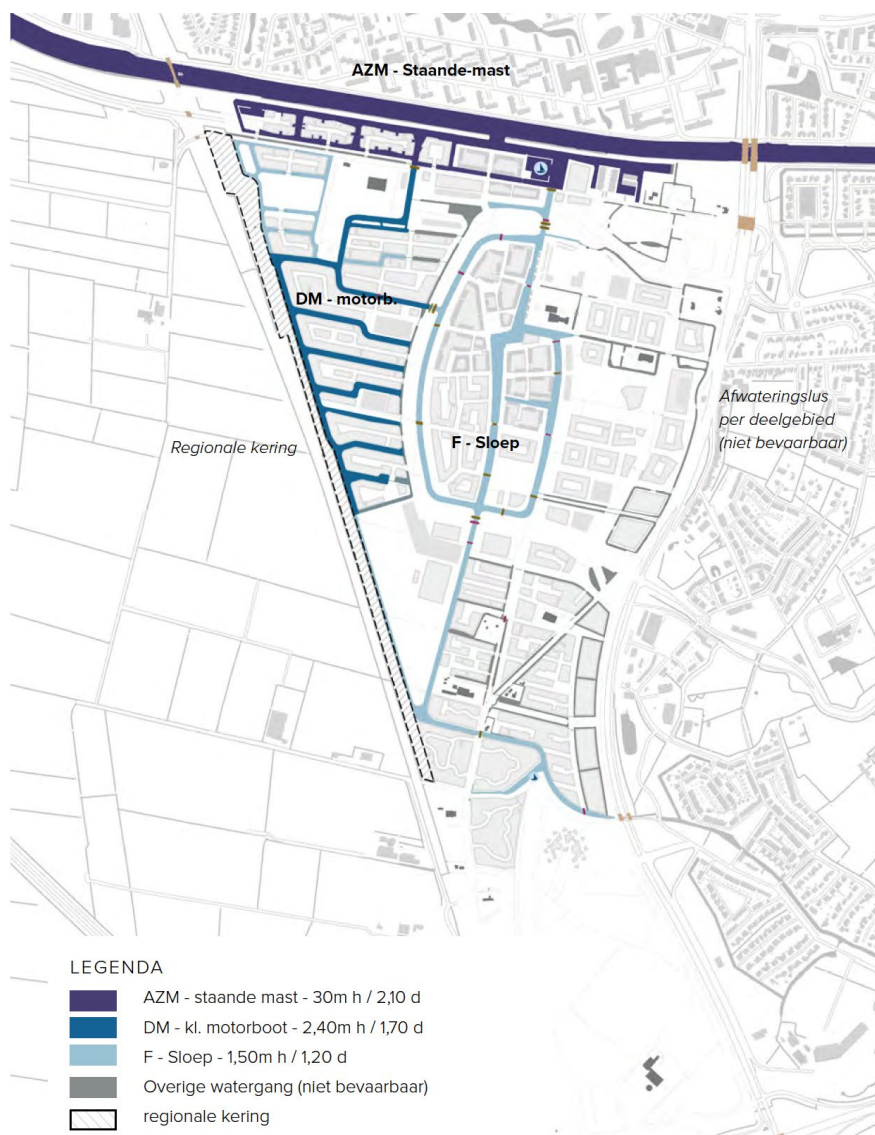


Vaarwater

Afbeelding 5.3 toont het vaarwater in Middelsee. Langs het Van Harinxmakanaal wordt een parallelkanaal ontwikkeld (diepte 2,60 m), met daaraan een haven. Hier kunnen Azm-klasse schepen (Staande-mast) varen. In de noord-westelijke woondelen is het mogelijk om met de Dm-klasse (motorboten) te varen. De vaarroute tussen de haven en het Alddjip, de Middelseefeat, is bevaarbaar voor sloepen (F-klasse).

Er zal in Middelsee worden geprobeerd om zoveel mogelijk de geadviseerde afmetingen conform PVVP te realiseren, maar hier kan vanaf worden geweken aangezien het vaarwater in Middelsee geen officieel vaarwater wordt.

Afbeelding 5.3 Vaarwater in Middelsee [ref 21]



Tabel 5.2 Breedtes en dieptes van vaarwater in Middelsee [ref 1; ref 3; ref 21]

| Vaarwater | Minimale maten conform PVVP (bodem breedte x diepte) [ref 3] | Bodem breedte (m) [ref 1; ref 3] | Diepte (m) [ref 21] |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Havengebied (Czm) | 10 x 2,10 m | 10 tot 12 (voldoet) | 2,10 (voldoet) |
| Wooneilanden Noordelijk (Dm) | 15 x 1,70 m | 12 tot 15 (voldoet niet) | 1,70 (voldoet) |

| Vaarwater | Minimale maten conform PVVP (bodem breedte x diepte) [ref 3] | Bodem breedte (m) [ref 1; ref 3] | Diepte (m) [ref 21] |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Vaarroute Alldjip (F) | 8 x 1,20 m | 8 tot 30 (voldoet) | 1,20 (voldoet) |

Kunstwerken

Afbeelding 5.4 toont een indicatie van de benodigde bruggen en duikers in Middelsee. Omdat het plangebied in de toekomstige situatie een open verbinding heeft met de Friese boezem zijn er geen kunstwerken nodig om de water aan- en -afvoer te regelen. Ook de water aan- en -afvoer in omliggende gebieden ondergaat geen wijzigingen [ref 18].

Afbeelding 5.4 Kunstwerken in Middelsee

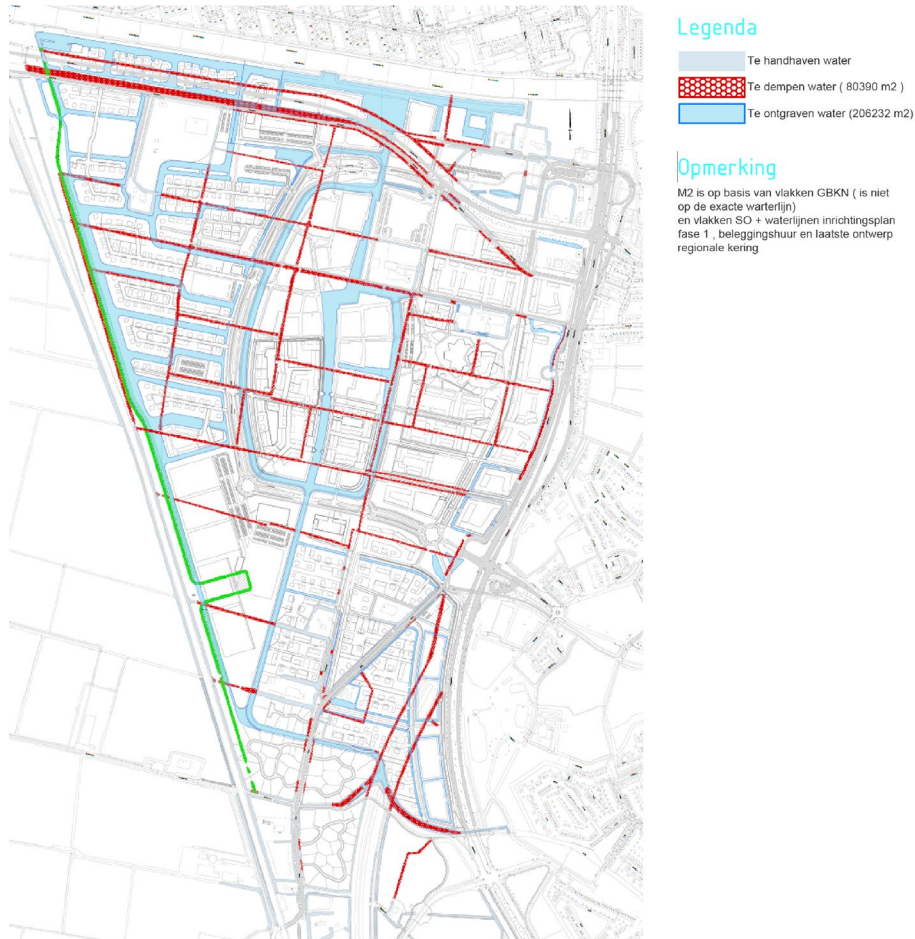


5.2.1 Waterberging

Dempen en graven van oppervlaktewater

Afbeelding 5.5 toont het water dat gehandhaafd, gedempt en ontgraven wordt voor de ontwikkeling van Middelsee. Het huidige poldergrid zal grotendeels worden gedempt. Dit wordt gecompenseerd door het graven van een grote hoeveelheid nieuw oppervlaktewater.

Afbeelding 5.5 Te handhaven, te dempen, en te ontgraven water in Middelsee [ref 14]



Watercompensatie (oppervlakten fase 1 nog niet ontvangen, voor nu ingeschat)

In artikel 3.3 van de Keur staat dat het verboden is om zonder watervergunning neerslag versneld tot afvoer te laten komen indien daarbij meer dan 200m² onverharde grond wordt bebouwd of verhard. Als er sprake is van een toename van verhard oppervlak, dient dit gecompenseerd te worden [ref 12; ref 13]. Dempingen dienen voor 100% gecompenseerd te worden [ref 12; ref 13].

In de volgende berekeningen is het basisplan van IMOSS [ref 1] gebruikt voor het bepalen van de oppervlakteverdeling (verhard-halfverhard-water) in Middelsee. Dit basisplan is echter slechts een indicatie van de mogelijkheden in Middelsee. In de uitwerkingen van de deelgebieden zullen deze oppervlakten nader bepaald worden. De uitkomsten van de berekeningen kunnen in de praktijk dus (binnen een bandbreedte) afwijken.

Verhard oppervlak en demping

Tabel 5.3 toont de oppervlakken die gecompenseerd moeten worden. In Middelsee wordt 529.430 m² extra verhard oppervlak aangelegd. Volgens de Keur moet dit gecompenseerd worden. Het compenserend wateroppervlak moet in gebieden vrij voor de boezem minimaal 5% zijn van het oppervlak van de toename

van de verharding [ref 13]. Ook wordt er 30.740 m² halfverharding aangelegd. Van dit oppervlak dient 3,75% gecompenseerd te worden, namelijk 75% van 5% [ref 12]. Daarnaast wordt er voor de ontwikkeling van Middelsee 80.390 m² water gedempt. Dit dient voor 100% gecompenseerd te worden door het graven van oppervlaktewater. Bovendien dient de compensatie voorafgaand aan de demping te gebeuren [ref 13].

Tabel 5.3 Te compenseren oppervlakten

| Te compenseren oppervlakten | Oppervlakte (m2) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Toename verhard oppervlak (verharding openbare ruimte, bebouwing, 50% woonvelden) [ref 1] | 529.430 |
| Toename halfverharding [ref 1] | 30.740 |
| Demping oppervlaktewater [ref 14] | 80.390 |

In totaal dient er 108.010 m² water gegraven te worden ter compensatie van de toename van verhard oppervlak en de dempingen (zie tabel 5.4). Er wordt in Middelsee 206.232 m² nieuw water gegraven. Voor het hele gebied wordt dus ruim voldaan aan de compensatie eisen.

Uit het basis stedenbouwkundige plan [ref 1] blijkt dat er niet altijd aan de compensatie eis voldaan kan worden, als deze per deelgebied berekend wordt. Het is voor vrij voor de boezem gelegen gronden echter niet noodzakelijk om op dezelfde locatie te compenseren [ref 13].

In het bestemmingsplan voor Middelsee fase 1 is bepaald dat extra gegraven water in fase 1 ingezet mag worden voor compensatie van de volgende fase van de Middelsee ontwikkeling (fase 2). Na de ontwikkeling van Middelsee fase 1 en 2 is er ongeveer 98.200 m² extra oppervlaktewater gerealiseerd in de boezem. Dit extra gegraven water wordt gebruikt voor compensatie van de volgende fase van de Middelsee/De Werp ontwikkeling, namelijk De Werp.

Tabel 5.4 Compensatie

| Compensatie-eisen | Oppervlakte (m2) |
|------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 5% van toename verhard oppervlak [ref 13] | 26.470 |
| 3.75% (75% van 5%) van toename halfverharding [ref 12] | 1.150 |
| 100% van demping oppervlaktewater [ref 13] | 80.390 |
| Benodigde compensatie (totaal) | 108.010 |
| Beschikbaar oppervlaktewater voor compensatie (nog te graven) [ref 14] | 206.232 |

5.3 Bodem en grondwater

Drooglegging

De drooglegging is de afstand van het maaiveld tot het maximale waterpeil. Het maaiveld van het terrein van Middelsee ligt nu gemiddeld op NAP +0,30 m. Middelsee zal onderdeel worden van de boezem, waardoor alle watergangen boezempeil zullen volgen. Op basis van het huidige streefpeil van de Friese boezem van NAP -0,52 m is in 2019 berekend dat bij een drooglegging van 1,20 m de optimale situatie ontstaat tussen de kosten van grondwerk, grondkerende constructies en drainage [ref 3]. Hiervoor dient het maaiveld opgehoogd te worden tot NAP +0,7 m. Echter is de verwachting dat de Friese boezem in de toekomst een duurzaam extreem peil krijgt van NAP -0,2 m en is er minimaal 20 cm extra ophoging nodig (maaiveldpeil op NAP +0,9 m; drooglegging van 1,1 m).

Ontwatering

De ontwateringsdiepte is de afstand van het maaiveld tot het grondwater. Tabel 4.1 toont de ontwateringseisen (advies) van het Wetterkip Fryslân. Samengevat zijn de eisen:

- woningen met kruipruimte: 0,70 m - onderkant vloer;
- woningen zonder kruipruimte: 0,30 m - onderkant vloer;
- primaire wegen: 1,0 m - as van de weg;
- secundaire wegen: 0,70 m - as van de weg;
- groen: 0,50 m - maaiveld

In 2019 is berekend dat bij een drooglegging van 1,20 m in Middelsee ook drainage benodigd is. Toen is gesteld dat er drainage onder de openbare weg, drainage onder de wegverharding binnen de bouwblokken, en bouwblokdrainage nodig is [ref 3]. Waar mogelijk kan de drainage gecombineerd worden met het HWA-riool door IT-buizen toe te passen [ref 3]. Dit dient opnieuw berekend te worden aan de hand van de nieuwe inzichten over het toekomstige boezempeil en het waterpeil in Middelsee (NAP -0,2 m in plaats van NAP -0,52 m als uitgangspunt).

Uitgangspunten

Uitgaande van dezelfde uitgangspunten als bij de buurtschappen:

- de maaiveldhoogten en drainage dienen ontworpen te worden met als uitgangspunt een boezempeil van NAP -0,2 m ter voorkoming van verweking van wegcunetten en duurzame vernatting van kruipruimten. Ter voorkoming van grote niveauverschillen tussen het openbaar gebied en de woningen zal daarbij standaard als uitgangspunt kruipruimteloos bouwen gehanteerd worden.
- bruggen, zachte oevers en aanlegvoorzieningen kunnen worden ontworpen met als uitgangspunt het streefpeil van de boezem van NAP -0,52 m. Het maaiveld is hoog genoeg om overstroming te voorkomen en de droogleggingseis voor groen van 50 cm blijft gewaarborgd. Bij bruggen is er wel effect op regelmatige vermindering van doorvaarbaarheid, maar er zijn al een aantal bruggen ontworpen en aangelegd op -0,52 NAP, dus dat wordt ook gehandhaafd voor de rest van de bruggen.

5.4 Hemelwaterafvoer

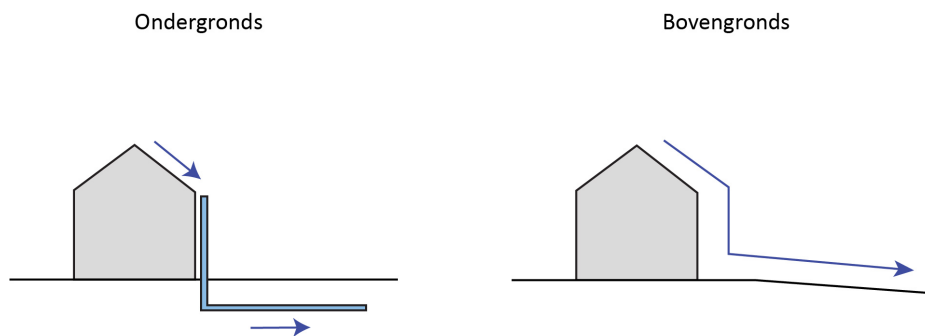
5.4.1 Principes hemelwaterafvoer

In het ontwerp van hemelwaterafvoer zijn verschillende opties mogelijk:

Ondergronds of bovengronds

Het afvoeren van regenwater kan op twee verschillende manieren: ondergronds of bovengronds. Bij ondergrondse afvoer wordt het regenwater opgevangen in buizen, die ondergronds het water vervoeren. Bij bovengrondse afvoer stroomt het regenwater via het maaiveld, dus over het oppervlak, af.

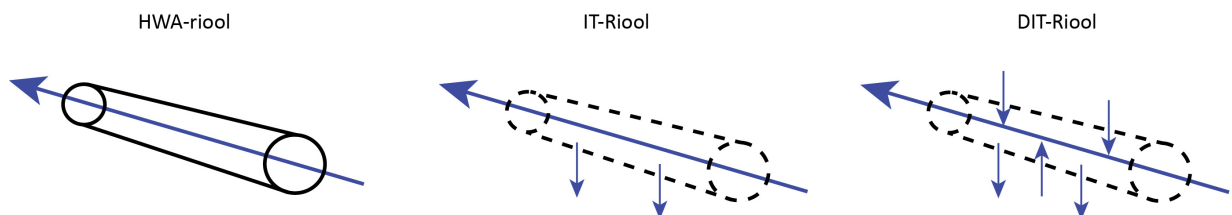
Afbeelding 5.6 Ondergrondse en bovengrondse afvoer



Type buizen

Het ondergronds vervoeren van hemelwater gebeurt via rioleringsbuizen. HWA-riolering bestaat uit gesloten buizen die het hemelwater van A naar B vervoeren; van de bron (bijvoorbeeld het dak van een woning) naar een locatie waar het geloosd kan worden (bijvoorbeeld een watergang). Een andere optie is om het hemelwater te vervoeren via een (D)IT-riool. IT-riolering (Infiltratie- en Transportriool) bestaat uit geperforeerde buizen, waardoor het regenwater kan infiltreren in de bodem (dit is echter moeilijk in de kleibodem in Middelsee). Als niet al het water geïnfiltrerd kan worden, dan werkt de buis als een gewone afvoer. Een DIT-riool (Drainage-, Infiltratie- en Transport riool) werkt hetzelfde als een IT-riool, maar kan daarnaast draineren tijdens hoge grondwaterstanden.

Afbeelding 5.7 HWA-riool, IT-riool, en DIT-riool



Verwerken

Hemelwater kan op verschillende manieren verwerkt worden:

Snelle afvoer via een RWA riool

Het water van de daken en straten wordt verzameld en aangesloten op een ondergronds RWA-riool. Een nadeel is dat het water niet wordt vastgehouden in het gebied en in droge periodes niet gebruikt wordt om bijvoorbeeld de grondwaterspiegel aan te vullen.

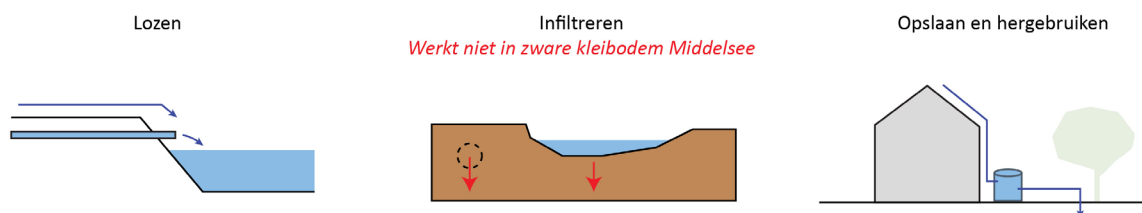
Infiltreren

Het hemelwater kan ook geloosd worden op een groenstrook (bijvoorbeeld een berm). Hier kan het water vervolgens infiltreren in de grond. Bij het gebruik van een IT-riool kan het regenwater ook in de cunet van de wegen infiltreren. Door het hemelwater te laten infiltreren wordt de grondwaterspiegel natuurlijk aangevuld. Bij hoge grondwaterstanden is het vaak niet mogelijk om al het water te infiltreren. Het IT-riool kan in dit soort gevallen bijvoorbeeld lozen op een watergang of in een waterberging. In Middelsee is infiltreren moeizaam door de zware kleibodem. Alleen met grondverbetering of in de zandcunetten onder de wegen kan het water voldoende infiltreren.

Opslaan en hergebruiken

Naast het lozen en infiltreren is het mogelijk om (een deel van) het hemelwater op te slaan en her te gebruiken. Zo kunnen de woningen bijvoorbeeld worden voorzien van een regenton. Het eerste deel van de regenbui kan worden opgevangen in de ton en zodra de ton vol is, kan het water doorstromen naar het HWA-riool. De bewoners kunnen het water in de ton bijvoorbeeld gebruiken om de tuin te besproeien.

Afbeelding 5.8 Verwerken van hemelwater



5.4.2 Hemelwaterafvoer in Middelsee

In het PVE [ref 2] komt naar voren dat hemelwater oppervlakkig mag afstromen of zich mag verzamelen in vijvers en sloten via een hemelwaterriolering. Ook mag water zich tijdelijk verzamelen in ondieptes in de buurt. De kleibodem maakt het echter lastig om water te laten infiltreren. Water dient vertraagd te worden door groen en waterdoorlatende verharding. Ook is er de wens om het water al te vertragen bij de gebouwen, bijvoorbeeld door waterberging te realiseren (bijvoorbeeld met een groen dak).

In het Civieltechnisch Basisplan [ref 3] staat dat overtollige neerslag op verharding zoveel mogelijk bovengronds afgevoerd dient te worden naar het oppervlaktewater. Dit is natuurlijker en goedkoper dan via een hemelwaterriool. Voor bovengrondse afvoer dient het verhang in de weg minimaal 1/300 te zijn en dienen de wegen niet te lang te zijn (maximaal 80 à 90 m). Door het verloop in de straatniveaus moet er rekening mee gehouden worden dat de bouwpeilen aan een straat ook in hoogte kunnen verlopen.

'In de eisen van de gemeente is aangegeven dat hemelwater in principe rechtstreeks naar oppervlaktewater kan worden afgevoerd, vanaf de GOW moet gezien de verwachte intensiteiten op de weg de afwatering via een bodempassage plaatsvinden. Waar mogelijk wateren de wegen rechtstreeks af naar het oppervlaktewater, echter in de straten welke niet aan een watergang liggen is dit niet mogelijk. Het maaiveld op deze plekken onder afschot (1:300) leggen richting de watergangen is niet mogelijk zonder dat dit

verschillende vloerpeilen in de omliggende bebouwing tot gevolg heeft. Aangezien dit door de gemeente niet als wenselijk is aangegeven dient er op deze locaties een HWA riool te worden aangebracht' [ref 3].

5.5 Waterkwaliteit en ecologie

Kaderrichtlijn Water (KRW)

De Friese boezem valt onder de KRW gebieden. Het Van Harinxmakanaal en in de toekomst ook Middelsee vallen onder deze Friese boezem, en dus onder de KRW.

Beleidsplan Groen Gemeente Leeuwarden

In het Beleidsplan Groen van de gemeente Leeuwarden staat dat in De Zuidlanden de relatie met het (groene) landschap zo veel mogelijk dient te worden uitgebuit. Algemene uitgangspunten zijn het completeren van ecologische verbindingen bij de ontwikkeling van locaties, het uitbreiden van het ecologisch beheer en het verhogen van de biodiversiteit [ref 19].

5.5.1 Waterkwaliteit

'De waterkwaliteit binnen het gebied zal verbeteren doordat het water van het Van Harinxmakanaal minder voedselrijk is dan het polderwater. Er is voldoende doorspoeling en de waterdiepte neemt aanzienlijk toe. De wijziging voldoet hiermee aan de Kaderrichtlijn water (KRW), waarbij de waterkwaliteit niet mag verslechteren' [ref 18].

Fysisch-chemische waterkwaliteit

'Middelsee wordt op de boezem aangesloten. In de peilgebieden op zich worden hierdoor geen grote veranderingen verwacht. In het begin zal door het graafwerk en de peilverhoging de uitspoeling van fosfaat mogelijk wat toenemen. Dit is van tijdelijke aard, maar heeft in die periode waarschijnlijk wel nadelige gevolgen voor de waterkwaliteit in de boezem. De kwel in de polder zal door de uitbreiding van de boezem iets toenemen. Vaak is dat voor de waterkwaliteit gunstig. De bestaande sloten binnen de polder worden voorzien van een inlaat zodat er geen doodlopende sloten ontstaan' [ref 18].

Afvalwater

In de toekomstige situatie zijn er circa 2183 wooneenheden. Voor de afvalwaterproductie wordt uitgegaan van gemiddeld 2,5 bewoners en een productie van 12 l/persoon/uur. De afvalwaterproductie wordt daarmee geschat op circa 66 m3/uur.

5.5.2 Ecologie

Ecologische waterkwaliteit

'De nieuwe woonwijk komt in open verbinding met de boezem. De vissoorten die daar voorkomen, kunnen dus vrij in en vrij uit zwemmen. Voor de polder worden geen grote veranderingen verwacht, behalve dat het gebied kleiner wordt. Het onderhoud van de boezemwatergang kan in de toekomst aangepast worden. Omdat de nieuwe boezemwatergang een ecologisch profiel krijgt, ontstaat er ruimte om de watergang minder intensief te onderhouden en kan er na het hekkelen wat begroeiing blijven staan. Hierdoor krijgt de begroeiing in de boezemwatergang meer kans zich te ontwikkelen, wat positief is voor de waterecologie en daarmee ook voor de waterkwaliteit' [ref 18].

Natuur

'De plangebieden liggen niet in of nabij Natura 2000-gebieden. De plannen veroorzaken geen negatieve effecten op de natuurwaarden waarvoor Natura 2000-gebieden in de wijdere omgeving zijn aangewezen. Er is daarom geen conflict met de Wet natuurbescherming ten aanzien van gebiedsbescherming. De plangebieden liggen niet in of nabij overige beschermde gebieden. De plannen veroorzaken daarom geen conflict met de ecologische wet- en regelgeving ten aanzien van overige vormen van

gebiedsbescherming in Fryslân (regelgeving betreffende de Ecologische Hoofdstructuur, Ganzenfoerageergebied en Weidevogelkerngebied)' [ref 18].

Flora en Fauna

'Omdat de watergangen een open verbinding krijgen met het Van Harinxmakanaal is geen sprake van barrières voor vis of andere fauna. De oevers bieden kansen voor waterplanten en submerse vegetatie. Er heeft ecologisch onderzoek plaatsgevonden en er wordt gewerkt volgens de gedragscode Flora- en Faunaweg voor waterschappen. De effecten op flora en fauna zijn dus licht positief' [ref 18].

5.6 Klimaatadaptatie

Door klimaatverandering nemen extremen in het weer toe. Hevigere regenbuien kunnen wateroverlast veroorzaken en ook droge perioden lijken steeds meer voor te komen. De temperaturen en zomerse dagen nemen toe, wat in combinatie met het stedelijk hitte-eiland effect voor steeds meer hitte zorgt. Door de stijgende zeespiegel en grotere hoeveelheden regen worden ook de waterstanden in rivieren onvoorspelbaarder. Het is daarom belangrijk om ook in Middelsee aandacht te besteden aan een klimaatbestendige inrichting.

Wateroverlast en droogte

Voor het voorkomen of verminderen van wateroverlast en droogte kunnen de volgende principes worden ingezet:

- berging;
 - door een teveel aan water te bergen kan voorkomen worden dat schade ontstaat en kan het water vervolgens vertraagd worden afgevoerd;
 - doordat het water langer in het gebied wordt vastgehouden, heeft het meer tijd om te infiltreren naar het grondwater. Daarnaast kan opgeslagen water in droge perioden gebruikt worden.
 - berging kan gecreëerd worden door bijvoorbeeld: een flexibel waterpeil, dieper gelegen groengebieden of wadi's, blauwe of groene daken, ondergrondse wateropslag.
- infiltratie;
 - infiltratie is het principe dat water op het maaiveld in de bodem zakt;
 - door de kleibodem in Middelsee is infiltratie langzaam. Als er wordt opgehoogd met zand, kan dit de infiltratiecapaciteit vergroten;
 - infiltratie vindt het makkelijkste plaats op onverharde oppervlakken. Beperk het gebruik van verharding en gebruik indien mogelijk halfverharding.
- hergebruik;
 - door water op te slaan en her te gebruiken kan het waterverbruik worden teruggedrongen;
 - zowel regenwater als grijs water kan worden gefilterd en hergebruikt, bijvoorbeeld voor het besproeien van planten of het doorspoelen van het toilet.
- robuust ontwerp;
 - in een robuust ontwerp wordt rekening gehouden met extremere situaties, bijvoorbeeld een grote regenbui;
 - hoogtestrategie: creëren van een variatie in maaiveldhoogten, waar de meest essentiële functies het hoogste liggen en minder belangrijke functies lager. Zo kunnen parken bijvoorbeeld lager worden aangelegd, zodat water daar geborgen kan worden tijdens een extreme regenbui;
 - ook op een kleinere schaal is de hoogte van belang. Door de stoepen verhoogd aan te leggen, is de kans kleiner dat het water van de straat de gebouwen in kan stromen.
- materialisatie.
 - voor zowel het bestrijden van wateroverlast en droogte is het van belang om het gebied zoveel mogelijk natuurlijk in te richten. Beperk de verharde oppervlakten en maak infiltratie mogelijk.
 - in droge gebieden kan droogtebestendige beplanting worden toegepast.

Hitte

Voor het verminderen van hitte in de stedelijke omgeving kunnen verschillende principes worden ingezet, zoals:

- evaporatie;
 - evaporatie van water onttrekt energie uit de lucht, waardoor de lucht afkoelt;
 - meer groen in de wijk zorgt voor meer evaporatie en dus koeling;
 - bijvoorbeeld door bomen, groenstroken, wateroppervlakken, fonteinen.
- materialisatie;
 - lichtere materialen met een hogere albedo weerkaatsen meer zonlicht, waardoor het oppervlak minder snel opwarmt en minder warmte aan de lucht afgeeft;
 - groene gebieden warmen minder op dan grijze gebieden, beperk het gebruik van verhardingen.
- schaduw;
 - schaduw vermindert de opwarming van oppervlakken door de zon, en daarmee de opwarming van de lucht door de warmtestraling vanaf de oppervlakken;
 - gebouwen en bomen kunnen schaduw geven.
- ventilatie.
 - ventilatie vermindert hitte door warme lucht weg te drukken en koudere lucht het gebied in te laten stromen;
 - de oriëntatie van straten en gebouwen kan bijdragen aan een betere ventilatie.

Overstromingen

Voor het voorkomen van overstromingen of het beperken van schade kunnen de volgende principes worden ingezet:

- bescherming;
 - het beschermen van het gebied met een constructie, zoals een dijk;
 - Middelsee ligt vrij voor de boezem en is dus onbeschermd van het boezemwater.
- robuust ontwerp;
 - het gebied robuuster maken door ontwerp-ingrepen, zoals het ophogen van het gebied, het plaatsen van vitale en kwetsbare functies op de hoogste delen, of alternatieve bouwstijlen zoals drijvende woningen.
- evacuatie;
 - nadenken over het nut van zowel verticale evacuatie (verdiepingen in gebouwen) als horizontale evacuatie (naar een ander gebied).
 - Indien nodig geacht, zorgen voor genoeg gebouwen met verdiepingen in elk deelgebied en/of het aanleggen van verhoogde evacuatie routes.

5.7 Beheer en onderhoud

Beheer

Door de aanleg van de nieuwe woonwijk wordt Middelsee stedelijk gebied en zal in de toekomst het beheer van de meeste watergangen overgedragen worden aan de gemeente Leeuwarden. Het beheer van de watergangen in Middelsee zal deels bij het Wetterskip, deels bij de gemeente, mogelijk deels bij Prorail, en deels bij particulieren liggen. Een deel van de overige watergangen, en ook de haven, worden verkocht aan particulieren, die zelf verantwoordelijk zijn voor het onderhoud.

Een aandachtspunt zijn de bestaande sloten rondom de boerderijen. Deze worden nu beheerd door de eigenaren van de boerderijen. Om te zorgen dat het onderhoud gewaarborgd blijft, is het belangrijk om afspraken te maken met de bewoners over de verantwoordelijkheid voor het onderhoud.

Onderhoud

In de KOR [ref 11] en de Keur [ref 13] staan een aantal uitgangspunten voor het onderhoud van het watersysteem:

KOR [ref 11]:

- zorg dat de waterpartijen goed bereikbaar zijn vanaf de kant voor de uitvoering van onderhoudswerkzaamheden (baggeren, hekkelen, maaien van taluds enz.). Houd langs hoofdwatgangen een obstakelvrije zone aan van 5 m en langs de overige watergangen 3,50 m;

- bij hoofdwatgangen dient op grond van de keur van Wetterskip Fryslân bij voorkeur aan twee zijden een obstakelvrij onderhoudspad aanwezig te zijn;
- zorg dat het onderhoudsmaterieel bij de waterkant kan komen. Bomen en andere objecten moeten dan minimaal 10 m van elkaar af staan, zodat een kraan tussen de objecten door kan manoeuvreren;
- in sommige gevallen, bijvoorbeeld bij natuurlijke oevers, kan van bovengenoemde eisen worden afgeweken. Echter de bereikbaarheid en de mogelijkheid tot uitvoering van onderhoudswerkzaamheden blijven uitgangspunt. In deze gevallen moeten de watgangen goed toegankelijk zijn voor varend materieel. Afmetingen van de watgang conform de eisen van Wetterskip Fryslân, onderhoud maaiboot;
- zorg dat bij kopeinden van watgangen en waterpartijen voldoende opstelruimte aanwezig voor materieel voor de afvoer van baggerspecie.

Keur [ref 13]:

- doelmatig onderhoud van het hoofdwater mag niet worden belemmerd. Uitgangspunt is dat de beschermingszones aan beide zijden van een hoofdwater obstakelvrij worden gehouden, zodat beide zijden qua onderhoud en ontvangst van hekkelspecie evenredig worden belast. In sommige situaties kan worden volstaan met het altijd onderhouden vanaf één zijde.
- de onderkant van de brugconstructie dient minimaal 0,5 meter boven de hoogwaterlijn te liggen zodat er tijdens hoogwater zich geen drijfvuil kan verzamelen bij de brug. Indien het oppervlaktewaterlichaam varend wordt onderhouden, moet de minimale afstand tussen zomerpeil en onderkant brug 1 meter zijn.
- door de brug mag het onderhoud van het oppervlaktewaterlichaam niet worden belemmerd. Dit betekent dat de brug minimaal 10 meter van een ander werk in het oppervlaktewaterlichaam geplaatst moet worden.
- wordt het betreffende hoofdwater met de maaiboot onderhouden, dan moet de duiker als vaarduiker worden uitgevoerd; de minimale doorvaarthoogte van de vaarduiker moet dan 1,00 meter boven het hoogste peil te zijn (vaak is dit het zomerpeil). De doorvaartbreedte moet minimaal 2,5 meter zijn.
- de aanleg en aanwezigheid van de dam met duiker mag het onderhoud van het oppervlaktewaterlichaam niet belemmeren. Dit betekent dat de dam met duiker niet te dicht op een ander werk geplaatst mag worden, minimaal 10 meter.
- de natuurvriendelijke oever moet goed worden onderhouden zodat de doorstroming van de watgang niet wordt belemmerd;
- de natuurvriendelijke oever moet bereikbaar zijn voor onderhoudsmaterieel. Langs een nieuw aan te leggen natuurvriendelijke oever langs een hoofdwatgang dient een onderhoudsstrook van 5 meter aanwezig te zijn of aangelegd te worden;
- onderhoud aan de hoofdwatgang mag vanwege de natuurvriendelijke oever niet worden bemoeilijkt;
- de beschoeiing mag geen obstakel vormen voor het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden aan zowel het droge als het natte profiel van de watgang.

5.8 Fasering

Fasering Middelsee

De ontwikkeling van Middelsee begint in fase 1 met Havenstêd, Wetterstêd en de hoofdwatgang (afbeelding 5.9). In april 2023 wordt het gebied op de boezem aangesloten. In Middelsee fase 2 worden opeenvolgend de deelgebieden ..., ..., en ... ontwikkeld.

Afbeelding 5.9 Middelsee fase 1



Watercompensatie

Compensatie voor demping dient voorafgaand aan de demping gegraven te worden [ref 13]. De totale waterbalans van Middelsee voldoet ruim aan de compensatie eisen. Maar in een aantal deelgebieden in Middelsee komt de lokale waterbalans niet uit, omdat er te weinig water wordt bij gegraven om de dempingen en toename aan verharding te compenseren. De fasering bepaalt dus of er gedurende de ontwikkeling van Middelsee aan de eisen voldaan wordt. Afbeelding ... toont de fasering van Middelsee fase 2 (faseringskaart nog niet ontvangen).

6

CONCLUSIE

De gemeente Leeuwarden werkt aan de gebiedsontwikkeling Middelsee aan de zuidkant van de stad. De structuur van het plan is op hoofdlijnen bepaald en voor de delen Wetterstêd en Havenstêd al verder uitgewerkt. Nu bestaat de behoefte aan het opstellen van een waterhuishoudingsplan voor het gehele plangebied Middelsee. Daaropvolgend is er behoefte aan een verdere uitwerking van de waterhuishouding voor het deelgebied 'De Fellingen' aan de oostkant van het plangebied en twee locaties die worden aangeduid als 'Beleggershuur' en 'GGZ'. Ook voor de overige gebieden bestaat de wens om de waterstructuur nader uit te werken.

Deze concept rapportage presenteert het eerste deel van het waterhuishoudingsplan: de waterstructuur op hoofdlijnen. Dit deel bevat advisering over de gehele waterstructuur van Middelsee.

7

REFERENTIES

- 1 Basisplan Middelsee, kaartenboek - IMOSS, 11-01-2022, 18642-P
- 2 Programma van eisen Middelsee/Zuidlanden, eindconcept - Sweco, 02-02-2021
- 3 Civieltechnisch basisplan Middelsee fase 1 - Witteveen+Bos, 2019
- 4 Ontwikkelkader Middelsee / de Werp - Gemeente Leeuwarden, 07-04-2021
- 5 Website Middelsee - <https://middelsee.nl>
- 6 AHN4 - Actueel Hoogtebestand Nederland - <https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/>
- 7 DINoloket Ondergrondmodellen - <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen>
- 8 Grondwatersysteembeschrijving Fryslân, eindrapportage - Hunzebreed, rapport 188 - December 2017
- 9 Peilbesluiten - Wetterskip Fryslân - <https://www.wetterskipfryslan.nl/over-ons/voldoende/uitleg-over-peilbeheer-en-peilbesluiten>
- 10 Legger - Wetterskip Fryslân - <https://gis.wetterskipfryslan.nl/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6b659fa9749640ed8a7d12f86da404e4&extent=123439.6362%2C532102.229%2C251455.8922%2C609318.3834%2C28992>
- 11 Kwaliteitsdocument Openbare Ruimte - Gemeente Leeuwarden, 28-10-2019
- 12 Leidraad Watertoets - Wetterskip Fryslân, 2013
- 13 Keur 2013 - Beleidsregels Waterkwantiteit - Wetterskip Fryslân, 2013
- 14 Middelsee/de Werp scopekaart Waterhuishouding, Concept - Gemeente Leeuwarden Stadsontwikkeling en -beheer, 18-02-2022
- 15 Bot, A.P. 2011. Grondwaterzakboekje. Uitgegeven door Bot Raadgevend Ingenieur - van: <http://grondwaterformules.nl/index.php/vuistregels/ondergrond/doorlatendheid-per-grondsoort>
- 16 Algemene Regels Keur 2018 - Wetterskip Fryslân, 2018
- 17 Grondwater Atlas van Fryslân - Vitens, Provincie Fryslân, en Wetterskip Fryslân, 2019 - https://www.fryslan.frl/_flysystem/media/Grondwateratlas%20Frysl%C3%A2n%202020.pdf
- 18 Toelichting Peilbesluit Middelsee, Leeuwarden-Zuid - Concept 1.0 - Wetterskip Fryslân, november 2020
- 19 Beleidsplan Groen - Gemeente Leeuwarden, 2016
- 20 Toelichting Revisiepeilbesluit Friese Boezem - Wetterskip Fryslân, 2021
- 21 Kaart Vaarwater Middelsee - IMOSS bureau voor stedenbouw, 2022
- 22 Milieukundig bodemonderzoek. Rapportage bodemonderzoek chloride Middelseefeart te Leeuwarden - Sweco, 2022
- 23 Kwaliteitsdocument Openbare Ruimte, Aangepast t.b.v. Programma van Eisen Middelsee/Zuidlanden 'mini-KOR' - Sweco.

Bijlage(n)

AANVULLENDE UITGANGSPUNTEN

7.2 Oppervlaktewater

Oevers [ref 3; ref 13]

- in de boezem, brede watergangen en grote waterpartijen moet een tijdelijke oeeververdedigende constructie worden aangebracht om de vergraven oever en jonge oeverplanten te beschermen tegen golfaanval. De oeeververdediging moet zeer goed doorgroeibaar, biologisch afbreekbaar en/of te verwijderen zijn [ref 13];
- plaats bij eenzijdige natuurlijke oevers de oever zo mogelijk aan de kant waar de overheersende windrichting niet op staat (lijzijde). Breng zo nodig ter bescherming van de oever stortsteen aan [ref 3];
- pas beschoeiing alleen toe waar dit niet anders kan om de oever aan zijn functies te laten voldoen. Gebruik zoveel mogelijk natuurvriendelijke beschoeiing [ref 3];
- indien traditionele beschoeiing noodzakelijk is, dient gebruik te worden gemaakt van duurzame materialen (hardhout, kunststof, combi damwand, H2H-hout, staal, beton) [ref 3];
- hoogte damwand c.q. beschoeiing is afhankelijk van functie achterland; 'normaal' bovenkant damwand 0,35 m boven waterniveau [ref 3];

Civiele constructies [ref 3]

- levensduur: Betonnen constructies 80 jaar, Stalen constructies 60 jaar, Kunststof constructies 60 jaar, Houtconstructies 50 jaar;
- bij stalen damwanden voldoende overdikte in verband met corrosie toepassen. Afhankelijk van de eigenschappen van de grond kan het noodzakelijk zijn om kathodische bescherming toe te passen;
- daar waar damwanden onder de brug niet eenvoudig zijn te vervangen, moeten deze dezelfde levensduur hebben als de brug.

Dam met duiker in hoofdwaters [ref 3; ref 13]

- de dam met duiker mag slechts een beperkte opstuwing veroorzaken afhankelijk van het gebied en functie;
- wordt het betreffende hoofdwater met de maaiboot onderhouden, dan moet de duiker als vaarduiker worden uitgevoerd; de minimale doorvaarthoogte van de vaarduiker moet dan 1,00 meter boven het hoogste peil te zijn (vaak is dit het zomerpeil). De doorvaartbreedte moet minimaal 2,5 meter zijn;
- de dam met duiker mag de stabiliteit van de taluds en bodem niet aantasten;
- bij hogere stroomsnelheden dan 0,20 meter per seconde in de duiker moeten in- en - uitstroomvoorzieningen worden aangelegd om schade aan de taluds en bodem te voorkomen.
- voor de aanleg van de dam met duiker moeten milieuvriendelijke materialen worden toegepast, die geen nadelige effecten hebben op de waterkwaliteit en de leefomgeving.
- dammen met duikers in oppervlaktewaterlichamen met een natuurfunctie mogen geen belemmering vormen voor de aanwezige of nog te ontwikkelen ecologische waarden. De dammen met duikers moeten geschikt zijn voor het migreren van fauna.
- Duikers met een doorsnede van méér dan 1 meter doorsnee moeten rechthoekig worden uitgevoerd met een laagje grond op de bodem van de duiker.
- de onderkant van de duiker moet zo mogelijk tot de waterbodem reiken of als het echt niet anders kan dient een flauw onderwatertalud naar de duiker aangelegd;
- voor de duiker moet een deugdelijk materiaal gebruikt worden met een minimale levensduur van 30 jaar. De voorkeur gaat uit naar beton. Duikers tot en met 60 cm mogen in kunststof (minimale sterkteklasse SN8) worden uitgevoerd. Spirosol duikers zijn niet toegestaan.

- de duiker dient zodanig te worden gelegd dat deze niet kan vervormen en/of verzakken, bijvoorbeeld door bij een slecht draagkrachtige ondergrond een fundering toe te passen.

Bruggen [ref 3; ref 13]

- algemeen [ref 13]:
 - het kunstwerk mag slechts een beperkte opstuwing veroorzaken afhankelijk van het gebied en functie;
 - een watervergunning wordt in beginsel alleen verleend als aangetoond wordt dat de brug nodig is om op een efficiënte manier van het ene perceel op het andere te komen, dus dienst doet als overgang. Daar waar mogelijk dienen bestaande overgangen te worden benut;
 - de brug mag de stabiliteit van de taluds en bodem van het oppervlaktewaterlichaam niet aantasten. De initiatiefnemer toont dit bij hoofdwaters aan middels een gedegen onderzoek. Door een brug kan een stroomversnelling ontstaan. In dat geval moeten in- en uitstroomvoorzieningen worden aangelegd om onder andere schade aan de taluds te voorkomen. De wijze van uitvoering hangt van geval tot geval af van de specifieke situatie;
 - de taluds onder de brug en aan weerszijden tot 2,00 meter naast de brug moeten verhard worden afgewerkt. De taluds onder de brug en tot 2 meter aan weerszijden hiervan, worden voorzien van een deugdelijke grondkering;
 - de constructie van de brug moet sterk genoeg zijn;
- alignementen verticaal (ontwerpwijzer bruggen langzaam verkeer). Bij het ontwerpen van hellingbanen richting een brug dient een z. waarde van 0,075 (streefwaarde) worden aangehouden. De ondergrens voor $Z = 0,0333$ en de bovengrens $Z = 0,2$ met maximaal 10 % [ref 3].

Steigers, vlonders, visstoepen, meerpalen en overhangende bouwwerken in een oppervlaktewaterlichaam (algemene regel) [ref 3]

- bovenbouw steigers bij voorkeur uitvoeren in (gerecycled) kunststof;
- palen uitvoeren in staal of in hout met kunststof opzetstuk vanaf circa 30 cm onder de waterlijn.

7.3 Bodem en grondwater

Eisen drainage [ref 3; ref 12]

- ten behoeve van het bevorderen van de ontwatering moet voor de ophoging het oude maaiveld c.q. grasmat kapot gefreesd worden [ref 3];
- de drainage sleuven hebben een bovenbreedte van 0,80 m en een onderbreedte van 0,30 m. In de sleuven worden de drains in een grindbed met een dikte van 0,30 m aangebracht. De bovenlaag moet bestaan uit 0,12 m zandige grond. Daartussen moeten de sleuven aangevuld worden met drainagezand [ref 3];
- als drainagebuis moet gekozen worden voor een geribbeld en perforeerde Pvc-buis omhuld met polypropyleenvezels O90 450 micron als filtermateriaal [ref 3];
- om onderhoud te kunnen plegen moeten de drainagebuizen doorgespoten kunnen worden. Om toegang te krijgen tot de drains moeten aan het eind van iedere streng doorspuitputten worden toegepast, PVC doorspuitputten type 'Wavin' of gelijkwaardig. Op kruisingen van leidingen moeten PVC drainputten van het merk Wavin of gelijkwaardig worden aangebracht [ref 3];
- afstand drainage tot boom [ref 3]:
 - 1e grootte > 10 m;
 - 2e grootte > 7,5 m;
 - 3e grootte > 5 m.
- In de rioolsleuven moeten 2 drains voor horizontale drainage worden aangebracht. Beide drains bestaan uit geribbelde en geperforeerde Pvc-buizen met een uitwendige diameter 50 mm. De buizen moeten zijn omhuld met kokosvezel type 750 g (O90 1000 micron) [ref 3]:
 - ter hoogte van circa bovenkant rioolbuis ten behoeve van het drooghouden van het cunet. Deze drains worden aangesloten op de inspectieputten. Vlak voor de oplevering de drains in de putten afzagen en de gaten in de putten dichten met snelcement;
 - op de bodem van de rioolsleuf ten behoeve van de verdichting van de rioolsleuven.

7.4 Riolering

Het brengen van water in een oppervlaktelichaam (algemene regel) [ref 16]

Meldplicht:

- degene die meer dan 250 m³/h loost en het te lozen water onttrekt uit het oppervlaktewaterlichaam waarop wordt geloosd, is vrijgesteld van de meldingsplicht;
- degene die minder dan 250 m³/h water loost is vrijgesteld van de meldingsplicht;
- degene die meer dan 250 m³/h water onttrekt uit een oppervlaktewaterlichaam dat niet wordt beheerd door Wetterskip Fryslân, en het vervolgens loost in of afwatert op de Friese boezem, meldt dit minstens 4 weken voor aanvang van de onttrekking aan het bestuur;
- degene die meer dan 250 m³/h loost waarvoor geen vergunning is vereist en het te lozen water niet onttrekt uit het oppervlaktewaterlichaam waarop wordt geloosd, meldt dit minstens 4 weken voor aanvang van de onttrekking aan het bestuur.

HWA en DWA riolering [ref 3]:

- in afwijking van en in aanvulling op module B2100 van de Leidraad Riolering moeten de volgende bodemverhangen aangehouden worden:
 - - DWA-riolen: de eerste 100 m 1:350, de volgende 100 m 1:500 en het resterende gedeelte 1:800;
 - - RWA-riolen: over de gehele lengte 1:800.
- ontwerp de riolering zodanig, dat zinkers in het DWA- en HWA-stelsel zoveel mogelijk worden voorkomen;
- ontwerp de riolering zodanig, dat doodlopende strengen zoveel mogelijk worden voorkomen;
- Als de riolering wordt aangelegd in een gebied waar zettingen optreden, bijvoorbeeld ten gevolge van terreinophoging, moet met de volgende voorwaarden worden rekening gehouden:
 - gemiddelde zetting van de riolering maximaal 0,05 m;
 - zettingsverschil tussen de putten maximaal 0,01 m.
- de verkeersintensiteit van wegen dient met het oog op afkoppeling bij voorkeur minder te zijn dan 500 mvt/d;
- kruisingen van riolering met watergangen en duikers:
 - pas zo weinig mogelijk kruisingen toe van de riolering met watergangen of duikers;
 - bij kruising van rioleringen met watergang een zinkerconstructie toepassen;
 - bij kruising van riolering met duikers een kruisput toepassen (riolering rechtdoor, duiker onderdoor). Plaats een zodanig ruimte put, dat enerzijds het hydraulische profiel niet verkleind wordt en anderzijds put en duiker goed gereinigd kunnen worden.
- funder de riolen (met de inspectieputten) zodanig dat geen ongelijkmatige zettingen noch opdriving plaats kan vinden. In gebieden met een (zeer) slechte grondslag kan onderheien van de riolering noodzakelijk zijn;
- gebruik voor leidingen ≤ diameter 315 mm gerecyclede Pvc-buizen met vaste rubber ring, minimaal 60 % gerecycled materiaal, klasse SN8;
- gebruik voor leidingen > diameter 315 mm betonbuizen, uitvoering overeenkomstig NEN 7126, NEN 7035 en voorzien van een KOMO-keurmerk;
- bij riolering in wegen inspectieputten aanbrengen, maar het aantal moet zoveel mogelijk worden beperkt, met in acht name van de volgende criteria:
 - waar rioolstrengen kruisen c.q. bijeenkomen, moet een inspectieput worden geplaatst;
 - de afstand tussen inspectieputten mag bij diameters:
 - ≤ 250 mm: max. 50 m en;
 - > 250 mm: max. 90 m bedragen.
- plaats inspectieputten met een inwendige doorsnede van minimaal 1 x 1 m tot een puthoogte van 2,50 m. Bij een puthoogte groter dan 2,50 m inspectieputten met een inwendige doorsnede van minimaal 1,25 x 1,25 m toepassen. Indien de puthoogte binnenonderkant buis tot straathoogte) kleiner of gelijk is aan 1,50 m en de aansluitende riolen kleiner of gelijk zijn aan diameter 315 mm, dan is een inwendige doorsnede van 0,8 x 0,8 m toegestaan;
- de rioolgemalen zodanig situeren, dat de minimale afstand tot de meest nabijgelegen woning 50 m bedraagt. Bij een kleinere afstand dient het gemaal stankdicht te worden ontworpen;

Uitstroomvoorzieningen (algemene regel) [ref 16]

- vrijstelling wordt verleend van het verbod voor aanleggen en houden van een uitstroomvoorziening voor zover deze aangelegd wordt in oppervlaktewaterlichamen en niet in waterkeringen en voldaan wordt aan de volgende voorwaarden:
 - indien de uitstroomvoorziening wordt geplaatst in een hoofdwater moet ten minste worden voldaan aan de volgende regels:
 - de uitstroomvoorziening moet wanneer het drainage betreft voorzien zijn van een taludgoot en de uiteinden mogen niet uit het talud steken, zodat goed machinaal onderhoud mogelijk blijft. De drainage mag verder niet gemarkeerd worden;
 - de uitstroomvoorziening moet, wanneer het geen drainage betreft en een taludgoot niet mogelijk is, aan weerszijden van de uiteinden van de uitstroomvoorziening worden gemarkeerd met duidelijk zichtbare (houten) palen met een witgeverfde kop;
 - de hiervoor genoemde (houten) palen kunnen vervallen indien de uitstroomvoorziening in een oeverbeschermende voorziening wordt aangebracht;
 - de onderkant van de uitstroomvoorziening mag, wanneer het geen drainage betreft en een taludgoot niet mogelijk is, niet meer dan 0,2 meter buiten het talud uitsteken;
 - de uitstroomvoorziening wordt zodanig aangebracht, dat de 5 m brede beschermingszone vrij bereikbaar en vrij van obstakels blijft ten behoeve van het onderhoud van het oppervlaktewaterlichaam.
 - de uitstroomvoorziening moet in goede staat worden onderhouden. Dit betekent in ieder geval dat beschadigingen en/of verzakkingen moeten worden hersteld.
 - bij en vanwege plaatsing mag er geen schade ontstaan door uitspoeling.