



Is baggeren van bevaarbare waterlopen in Vlaanderen haalbaar en wenselijk?

Masterproef voor de Master Milieuwetenschappen

Academiejaar 2005-2006

Van Dongen Amber

Rykaert Klaas

Dom Nathalie

Broekx Steven

SAMENVATTING

De Vlaamse waterlopen bevatten over het algemeen een teveel aan sediment, wat vaak matig tot zeer sterk verontreinigd is. Deze sedimentaangroei heeft verschillende negatieve effecten tot gevolg. Dichtslibbende vaarwegen maken het onmogelijk voor schepen om binnenhavens te bereiken. Het teveel aan sediment brengt eveneens verhoogd overstromingsgevaar met zich mee. De verontreiniging van de waterbodems kan bovendien nefast zijn voor de goede ecologische toestand van een rivier. De problematiek van de verhoogde sedimentaanvoer heeft veel aspecten die zeer moeilijk met elkaar afgewogen kunnen worden. Bovendien zijn de omstandigheden op de verschillende waterlopen in Vlaanderen sterk verschillend. Het is dan ook logisch dat er op de vraagstelling - of baggeren al dan niet haalbaar of wenselijk is in Vlaanderen – geen altijd geldend antwoord kan gegeven worden. Om te komen tot een onderbouwde analyse van de problematiek is in meerdere fasen gewerkt.

In een eerste fase van de studie werd een inventarisatie opgemaakt van de huidige algemene toestand van de bevaarbare waterlopen in Vlaanderen. Volgende deelaspecten werden hierbij benaderd:

- kwaliteit van het sediment en van het oppervlaktewater van de waterlopen
- kwantiteit van het sediment en van het oppervlaktewater (overstromingsrisico's) van de waterlopen
- scheepvaartverkeer
- slibverwerkingstechnieken

Aan de hand van de bevindingen van de inventarisatie werd in een volgende fase een case studie geselecteerd. Wegens de slechte kwaliteit van oppervlaktewater en waterbodems en haar belang voor scheepvaart werd gekozen voor de rivier de Bovenschelde. Op de deelaspecten - reeds aangehaald in de eerste fase - werd ditmaal dieper ingegaan.

Vervolgens werden de resultaten voor de verschillende deelaspecten samengebracht en geïntegreerd. Vier scenario's werden uitgewerkt. Om de vraag te beantwoorden of

baggeren haalbaar is, is gekeken naar een aantal extreme scenario's die de grenzen aftasten van de mogelijkheden van omgaan met baggerspecie. Deze scenario's zijn:

- 0-scenario: Jaarlijks baggeren zodat de huidige diepgang behouden blijft.
- Scenario 1: Stopzetting baggeren.
- Scenario 2: Wegwerken van historische achterstand en vervolgens behoud van de diepte.
- Scenario 3: Vergroten voorziene diepgang tot klasse V over de gehele lengte van de Bovenschelde en vervolgens behoud van deze diepte.

In een kosten-batenanalyse werd getracht om op een cijfermatige wijze aan te tonen welk scenario het meest voordelige is. Nadeel van deze benadering is dat gevolgen die niet cijfermatig kunnen geschat worden, nauwelijks of helemaal niet zijn meegenomen. In het bijzonder wordt in de kosten-batenanalyse vooral de afweging gemaakt tussen de bagger- en slibverwerkingskosten en de gevolgen voor het transport met binnenvaart.

Resultaten van de kosten-batenanalyse doen vermoeden dat het 0-scenario het te prefereren scenario is. Onzekerheden hieromtrent zijn echter groot. Scenario 1 leidt in een centrale inschatting tot sterk negatieve baten. Indien door stopzetting van baggeren al het binnenvaartverkeer door wegverkeer wordt vervangen, is dit een zeer slecht scenario. Indien enkel de grootste schepen vervangen worden door schepen van een kleiner type is het mogelijk wel lonend om te stoppen met baggeren. Het aanwezig blijven van verontreinigd slib in de Bovenschelde is wel een sterk nadeel dat niet in deze afweging is meegenomen. Scenario 2 werd niet geanalyseerd voor de Bovenschelde omdat de scheepvaart op dit ogenblik nauwelijks hinder ondervindt van diepgang. Vanuit het standpunt van scheepvaart is er geen sprake van historische achterstand. Dit weghalen zou ook geen bijkomende transportbaten genereren en zou zeker slechter zijn dan het 0-scenario. Scenario 3 heeft positieve baten in het centrale scenario. Deze baten zijn waarschijnlijk niet groot genoeg om op te wegen tegen de bijkomende infrastructuurkosten die niet zijn ingeschat. Bovendien is het uitbreiden van de Bovenschelde tot klasse V niet evident, met de geplande verdieping van de "concurrerende" Leie, die waarschijnlijk een deel van het doorvaartverkeer op de Bovenschelde zal overnemen.

De vraag of baggeren haalbaar en wenselijk is in Vlaanderen, heeft geen eenduidig antwoord. Er is niet één van de scenario's dat als beste optie eruit komt voor alle aspecten. Het advies luidt om kritische en urgente locaties, waar bijvoorbeeld de doorgang van schepen wordt belemmerd, het slib de werking van een pompstation verstoord of zeer sterk vervuild is, te baggeren.

LEESWIJZER

Deze masterproef is een groepswerk, geschreven in het kader van de master na master Milieuwetenschappen.

De eerste 4 hoofdstukken werden volledig in groepsverband geschreven terwijl de laatste meer afzonderlijke stukken zijn. Hoofdstukken 5 en 6 hebben betrekking op het ecologische aspect van zaak en zijn in de mate van het mogelijke op elkaar afgestemd. Hoofdstuk 7 en 8 vormen een apart economisch stuk. Het is echter mogelijk dat sommige zaken herhaald worden of dat er soms grote sprongen gemaakt worden. We beseffen dat dit de leesbaarheid niet ten goede komt maar door omstandigheden was er geen andere aanpak mogelijk.

We wensen de lezer veel leesplezier toe en we hopen dat u geboeid zal zijn tijdens het lezen.

INHOUD

1.	Achtergrond	19
2.	Doelstelling	21
3.	Onderzoeksmethode	22
3.1	Fase 1: Inventarisatie van de toestand van de bevaarbare waterwegen in Vlaanderen ..	22
3.2	Fase 2: Selectie van de case study	23
3.3	Fase 3: Uitwerking van een afwegingskader	23
4.	Inventarisatie van de toestand van de bevaarbare waterlopen in vlaanderen.....	24
4.1	Overzicht bevaarbare waterlopen in Vlaanderen	24
4.2	Toestand van de waterkwaliteit van het oppervlaktewater in Vlaanderen	26
4.2.1	Fysisch-chemisch meetnet	27
4.2.2	Biologisch meetnet	30
4.2.3	Vuilvrachten	32
4.2.4	Het decreet integraal waterbeleid.....	33
4.3	Toestand van de waterbodems in Vlaanderen.....	34
4.3.1	Kwaliteit van de waterbodems.....	34
4.3.2	Sedimenttransport	36
4.3.3	Aanbod van bagger- en ruimingsspecie	41
4.3.4	Koppeling kwaliteit en kwantiteit bagger- en ruimingsspecie	43
4.4	Bestemming van baggerspecie	43
4.4.1	Afwegingscriteria	43
4.4.2	Verspreiden van slib	44
4.4.3	Verwerken / Hergebruiken van slib	46
4.4.4	Storten.....	47
4.4.5	Verwerking in Vlaanderen.....	48
4.5	Scheepvaart op de bevaarbare waterlopen in Vlaanderen	49
4.5.1	Evolutie van het goederenvervoer in België	49
4.5.2	Toekomstige prognoses voor scheepvaart.....	50
4.5.3	Belang van diepgang voor binnenvaart	51
4.5.4	Bevaarbaarheid van de waterlopen en scheepvaart-intensiteit	54
4.5.5	Evolutie van bevaarbaarheid	57
4.6	Waterkwantiteit en hydraulica.....	58

4.6.1	Algemeen kader.....	58
4.6.2	Het concept 'Vasthouden-bergen-afvoeren'	62
4.6.3	Baggeren en overstromingen	64
5.	De Bovenschelde als gevalstudie: waterkwaliteit en -kwantiteit.....	67
5.1	Geschiedenis van het stroomgebied van de Schelde.....	67
5.2	Hydrografische beschrijving.....	68
5.3	Stuw-Sluizen en panden	73
5.4	Hydromorfologie, ruimtelijke ordening, landgebruik en topografie.....	77
5.4.1	Hydromorfologie en structuurkenmerken van belang voor ecologische functie	77
5.4.2	Ruimtelijke ordening, landgebruik en topografie	82
5.5	Functies van het bekken van de Bovenschelde	88
5.6	Kwaliteit van het oppervlaktewater	89
5.6.1	Biologische waterkwaliteit	89
5.6.2	Fysisch-chemische waterkwaliteit	89
5.6.3	Belgische biotische- en Prati-index van de Rivier de Bovenschelde.....	91
5.6.4	Kwantiteit en kwaliteit van zwevende stof in de Bovenschelde	98
5.7	Waterbodempkwaliteit	116
5.7.1	Waterbodempkwaliteit van de Bovenschelde (1994, 2001, 2002).....	118
5.8	Visbestand	124
5.8.1	Visindex.....	124
5.8.2	Palingindex.....	130
5.9	Vuilvrachten binnen het stroomgebied.....	140
5.9.1	Emissies.....	140
5.9.2	Immissies	142
5.9.3	Kwaliteitstoestand.....	143
5.10	Kwantificering van de sedimenttoevoer naar waterlopen.....	144
5.10.1	Sedimenttoevoer: Bodemerosie	144
5.10.2	Sedimenttoevoer: immissies.....	147
5.11	Kwantificering van de sedimentatie in de waterlopen van de Bovenscheldebekken	148
5.12	Jaarlijkse aangroei.....	151
5.13	Historische achterstand.....	152
5.14	De kwaliteit van de specie	152
5.15	Historische en recente overstromingen in het Bovenscheldebekken.....	153
5.15.1	Het concept "vasthouden-bergen-afvoeren" toegepast op de Bovenschelde..	154

6.	Scenario's voor de Bovenschelde: ecologische benadering.....	160
6.1	Methodologie toegepast in dit hoofdstuk	160
6.2	Bepaling referentiesituatie en alternatieve scenario's	160
6.3	Bespreking van de verschillende scenario's.....	162
6.3.1	0-scenario: Instandhouding huidige diepgang	162
6.3.2	Scenario 1: Stoppen met baggeren	165
6.3.3	Scenario 2: Wegwerken van historische achterstand.....	167
6.3.4	Scenario 3: Vergroting diepgang naar klasse V-schepen over de volledige loop van de Bovenschelde.....	169
6.3.5	Conclusie	170
7.	Opstellen van een economisch afwegingskader.....	174
7.1	Multidisciplinaire afwegingskaders.....	174
7.2	Maatschappelijke kosten-batenanalyse.....	175
7.2.1	Algemeen	175
7.2.2	Evaluatiemaatstaven.....	175
7.2.3	Tijdshorizon voor evaluatie van de effecten	176
7.2.4	Discontovoet	177
7.2.5	Groeiscenario's.....	177
7.2.6	Prijspeil.....	178
7.3	Binnen- en buitenlandse kosten-batenstudies rond baggeren of verdiepen van vaarwegen.....	178
7.3.1	MKBA Waterbodems (AKWA, 2004)	178
7.3.2	Maatschappelijke kosten-batenanalyse Schelde-Seine verbinding (Belconsulting, 2005).....	182
7.3.3	Verkenning bereikbaarheid Zuidoost-Brabant (NL) over water (BERZOB, 2004)	184
7.4	Methodologie toegepast in deze studie	184
7.4.1	Stap 1: Analyse van de huidige situatie	184
7.4.2	Stap 2: Bepaling referentiesituatie en alternatieven	185
7.4.3	Stap 3: Bepaling van slibbalans en verandering in hoeveelheid te baggeren slib in alternatieven.....	186
7.4.4	Stap 4: Bepaling van bagger- en verwerkingskosten	187
7.4.5	Stap 5: Bepaling van impact op scheepvaart.....	189
7.4.6	Stap 6: Bepaling van impact op waterkwaliteit.....	194
7.4.7	Stap 7: Bepaling van impact op waterkwantiteit.....	194
7.4.8	Stap 8: Kosten-batenafweging	195

7.4.9	Stap 9: Sensitiviteitsanalyse.....	195
8.	Toepassing economisch afwegingskader voor de bovenschelde.....	197
8.1	Stap 1: Analyse van de huidige situatie op de Bovenschelde.....	197
8.1.1	Scheepvaart.....	197
8.1.2	Kwaliteit van oppervlaktewater en waterbodems.....	200
8.1.3	Waterkwantiteit	201
8.1.4	Baggerslib op de Bovenschelde.....	205
8.2	Stap 2: Bepaling referentiesituatie en alternatieven	208
8.3	Stap 3: Bepaling van slibbalans en verandering in hoeveelheid te baggeren slib in alternatieven	209
8.4	Stap 4: Bepaling van bagger- en verwerkingskosten	211
8.5	Stap 5: Bepaling van impact op scheepvaart.....	211
8.6	Stap 6: Bepaling van impact op waterkwaliteit	215
8.7	Stap 7: Bepaling van impact op waterkwantiteit.....	215
8.8	Stap 8: Kosten-batenafweging	216
8.9	Stap 9: Sensitiviteitsanalyse	219
8.9.1	Impact van discontovoet	219
8.9.2	Impact van groeiscenario transport.....	221
8.9.3	Impact van tijdshorizon	223
8.10	Conclusie voor de gevalstudie.....	224
9.	Besluit	226

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Bevaarbare waterlopen in Vlaanderen	24
Figuur 2: Bevaarbare waterlopen volgens rivierbekkens in Vlaanderen	25
Figuur 3: Bevaarbare waterlopen volgens waterloopbeheerder in Vlaanderen	26
Figuur 4: Prati-index voor opgeloste zuurstof langs de bevaarbare waterlopen in Vlaanderen (Bron: VMM)	28
Figuur 5: Beoordeling van de biologische waterkwaliteit van de bevaarbare waterlopen in Vlaanderen op basis van de Belgische Biotische Index (BBI). (bron: VMM)	31
Figuur 6: Triade kwaliteitsbeoordeling van waterbodems van bevaarbare waterlopen in Vlaanderen (bron: VMM 2005)	35
Figuur 7: Evolutie van de modelmatige berekende erosiehoeveelheid en sedimentaanvoer. (modelberekeningen WATEM/SEDEM, K.U. Leuven) (Mira T, 2005)	38
Figuur 8: Evolutie van vervoerde tonkilometers in België voor verschillende vervoersmodi (bron: NIS 2005)	50
Figuur 9: Evolutie aantal binnenvaartschepen en gemiddeld laadvermogen in België (NIS 2005)	52
Figuur 10: Vlaamse waterwegen onderverdeeld in klassen (bron: Promotie Binnenvaart Vlaanderen 2005)	55
Figuur 11: Evolutie van bevaarbaarheid waterlopen in België (NIS 2005)	57
Figuur 12: Recent overstroomde gebieden in Vlaanderen, actualisatie 2004	58
Figuur 13: Investeringskosten en vermeden schade bepalen het na te streven veiligheidsniveau (Bron: Resource analysis et al 2005)	61
Figuur 14: Optimum van de kosten om de veiligheid te garanderen (HIC 2003)	61
Figuur 15: Overzicht van de loop van de Schelde (Scaldit 2004).	68
Figuur 16: Debieten te Bléharies, een meetpunt van ISC (ISC 2003).	70
Figuur 17: De Bovenschelde: op de figuur wordt het district Bovenschelde aangeduid in Groen, de relevante sluizen worden ook aangeduid (www.bovenschelde.be)	71
Figuur 18: Factoren die de stroom(gebieds)kenmerken bepalen en controleren hiërarchisch gerangschikt volgens hun schaalinvloed in ruimte en tijd (Jochems et al., 2002)...	78
Figuur 19: Stappen in de opbouw van hiërarchische indeling van riviersystemen. Hydro-ecoregio's zijn grote landschapseenheden waarbinnen het klimaat en de geologische, geomorfologische en hydrologische karakteristieken als min of meer homogeen worden beschouwd. Natuurlijk verloop van bron naar monding in	

een rivier een belangrijke rol in het bepalen van verschillen in levensgemeenschappen. Vaak worden hierbij 3 zones omschreven: boven-, midden- en benedenloop (Jochems et al., 2002)..... 79

Figuur 20: Beoordeling structuurkenmerken per waterloop (KRLW artikel 5, 2005)..... 81

Figuur 21: Het gewestplan voor het grootste deel van de regio van de rivier Bovenschelde. De kaart werd samengevoegd met het programma Arcsoft Panorama Maker met kaartbladen afkomstig van GISVLAANDEREN (www.geo-vlaanderen.agiv.be). 83

Figuur 22: Landgebruik in de omgeving van de Bovenschelde..... 86

Figuur 23: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zwevende stof (mg/L) per meetpunt gelegen in de Bovenschelde voor de periode 2001-2006..... 101

Figuur 24: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zwevende stof (mg/L) van de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor de periode 2001-2006..... 101

Figuur 25: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zwevende stof (mg/L) per meetpunt gelegen in de Bovenschelde voor de periode 1990-2006. Voor de jaren 1992-1994 zijn er geen gegevens in verband met de hoeveelheid zwevende stof..... 102

Figuur 26: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zwevende stof (mg/L) van de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor de periode 1990-2006. Voor de jaren 1992-1994 zijn er geen gegevens in verband met de hoeveelheid zwevende stof..... 102

Figuur 27: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid koper ($\mu\text{g/L}$) per meetpunt gelegen in de Bovenschelde voor de periode 2001-2006..... 106

Figuur 28: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid koper ($\mu\text{g/L}$) van de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor de periode 2001-2006..... 106

Figuur 29: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid koper ($\mu\text{g/L}$) per meetpunt gelegen in de Bovenschelde voor de periode 1990-2006. Voor de jaren 1991-1994 zijn er geen gegevens in verband met de hoeveelheid koper. 107

Figuur 30: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid koper ($\mu\text{g/L}$) van de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor de periode 1990-2006. Voor de jaren 1991-1994 zijn er geen gegevens in verband met de hoeveelheid koper. 107

Figuur 31: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zink ($\mu\text{g/L}$) per meetpunt gelegen in de Bovenschelde voor de periode 2001-2006..... 110

Figuur 32: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zink ($\mu\text{g/L}$) van de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor de periode 2001-2006..... 110

Figuur 33: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zink ($\mu\text{g/L}$) per meetpunt gelegen in de Bovenschelde voor de periode 1990-2006. Voor de jaren 1991-1994 zijn er geen gegevens in verband met de hoeveelheid zink..... 111

Figuur 34: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zink ($\mu\text{g/L}$) van de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor de periode 1990-2006. Voor de jaren 1991-1994 zijn er geen gegevens in verband met de hoeveelheid zink.....	111
Figuur 35: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid lood ($\mu\text{g/L}$) per meetpunt gelegen in de Bovenschelde voor de periode 2001-2006.....	114
Figuur 36: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid lood ($\mu\text{g/L}$) van de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor de periode 2001-2006.....	114
Figuur 37: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid lood ($\mu\text{g/L}$) per meetpunt gelegen in de Bovenschelde voor de periode 1990-2006. Voor de jaren 1991-1994 zijn er geen gegevens in verband met de hoeveelheid lood.....	115
Figuur 38: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid lood ($\mu\text{g/L}$) van de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor de periode 1990-2006. Voor de jaren 1991-1994 zijn er geen gegevens in verband met de hoeveelheid lood.....	115
Figuur 39: Vergelijking tussen de gemiddelde gemeten gehalten aan lood, koper, zink en PCB's in de waterbodem in 1994 en 2002 voor de meetpunten in de Bovenschelde (www.vmm.be).122	
Figuur 40: Overzicht van de gemeten PCB-waardes in Pottes en Oudenaarde in 2000 en in Zingem, Gavere en De Pinte in 2002. De meetpunten zijn in stroomafwaartse volgorde gezet.	135
Figuur 41: Overzicht van de gemeten Koperwaardes in Pottes en Oudenaarde in 2000 en in Zingem, Gavere en De Pinte in 2002. De meetpunten zijn in stroomafwaartse volgorde gezet.	136
Figuur 42: Overzicht van de gemeten Loodwaardes in Pottes en Oudenaarde in 2000 en in Zingem, Gavere en De Pinte in 2002. De meetpunten zijn in stroomafwaartse volgorde gezet.	136
Figuur 43: Overzicht van de gemeten Zinkwaardes in Pottes en Oudenaarde in 2000 en in Zingem, Gavere en De Pinte in 2002. De meetpunten zijn in stroomafwaartse volgorde gezet.	137
Figuur 44: De actuele waterbergingsgebieden langs de Bovenschelde (Thomaes 2006b).....	156
Figuur 45: De "potentiële waterbergingsgebieden" binnen het Bovenscheldebekken (bron: Ruimtelijke analyse Bovenscheldebekken, 2005).....	157
Figuur 46: Ligging van de slibruimingen in functie van de hydraulische ruimingsprioriteit binnen het bekken (Thomaes 2006c).	159
Figuur 47: Overzicht van de vier scenario's	161
Figuur 48: Slibbalansen in de verschillende scenario's	186
Figuur 49: Doorsnede van scheepstypes (CEMT-klasse) en toename t.o.v. voorgaande klasse	187
Figuur 50: PIO-index en BBI-index van meetpunten op Bovenschelde (VMM, 2004).....	200

Figuur 51: Triade klasse beoordeling waterbodems Bovenschelde (VMM, 2005).....	201
Figuur 52: Overstroomde gebieden tijdens hevige regens in december 1999 in de omgeving van Oudenaarde (GIS Vlaanderen, 2004)	204
Figuur 53: Kosten-batenafweging scenario stopzetting baggeren in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes)	218
Figuur 54: Kosten-batenafweging scenario verdieping vaarweg klasse V in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes)	218
Figuur 55: Kosten-batenafweging scenario stopzetting baggeren in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes) bij discontovoet van 3%.....	219
Figuur 56: Kosten-batenafweging scenario stopzetting baggeren in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes) bij discontovoet van 7%.....	220
Figuur 57: Kosten-batenafweging scenario verdieping vaarweg klasse V in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes) bij discontovoet van 3%	220
Figuur 58: Kosten-batenafweging scenario verdieping vaarweg klasse V in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes) bij discontovoet van 7%	221
Figuur 59: Kosten-batenafweging scenario stopzetting baggeren in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes) bij Duurzaam Scenario transport	222
Figuur 60: Kosten-batenafweging scenario verdieping vaarweg klasse V in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes) bij Duurzaam Scenario transport.....	222
Figuur 61: Kosten-batenafweging scenario stopzetting baggeren in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes) bij tijdshorizon van 100 jaar.....	223
Figuur 62: Kosten-batenafweging scenario verdieping vaarweg klasse V in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes) bij tijdshorizon van 100 jaar	224

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Beoordeling van de waterkwaliteit op basis van de Prati-index voor opgeloste zuurstof (Bron: VMM).....	28
Tabel 2: Overzicht van de toetsing aan de basiskwaliteitsnorm voor de voornaamste fysisch-chemische parameters – percentage meetplaatsen waar de waterkwaliteit niet conform aan de norm is (Bron: VMM)	29
Tabel 3: Beoordeling van de biologische waterkwaliteit op basis van de Belgische Biotische Index (BBI) (bron: OVAM, 2003).....	30
Tabel 4: Sedimentaanvoer (tds/jaar) per rivierbekken, via diverse bronnen, voor zover gegevens gekend zijn (OVAM 2003). Blanco cellen wijzen op het niet voorhanden zijn van gegevens.....	38
Tabel 5: Jaarlijkse aangroei en historische achterstand van sediment in de bevaarbare waterlopen in Vlaanderen, ingedeeld volgens de waterloopbeheerders (tds/jaar) (OVAM 2003)	42
Tabel 6: Indeling van het specie-aanbod per TKB-klasse voor bevaarbare waterlopen in Vlaanderen (OVAM 2003)	43
Tabel 7: Het specieaanbod getoetst aan de normen voor hergebruik als bodem (VLAREA). Cijfers in tds; Geel = slib komt in aanmerking voor verwerking als bodem; oranje = verwerking van de zandfractie na zandscheiding is mogelijk; rood = enkel storten is mogelijk.....	49
Tabel 8: Overzicht Belgische binnenvloot 2004 naar laadvermogenklasse (NIS 2005).....	53
Tabel 9: Beschrijving omvang schepen per CEMT-klasse (PBV, 2006).....	54
Tabel 10: Overzicht karakteristieken belangrijkste bevaarbare waterlopen in Vlaanderen en getransporteerde goederen in 2004 (Bronnen: NIS 2005, ECORYS 2003, Promotie Binnenvaart Vlaanderen 2005).....	56
Tabel 11: De stuwen op het Vlaamse deel van de Bovenschelde (IMDC en DHI 2005a).	74
Tabel 12: Hydraulische karakteristieken van de 4 panden (model van de Bovenschelde (HIC-WLH) zie bijlage B), www.ris.vlaanderen.be).....	76
Tabel 13: Waterstanden in de eindejaarsperiode van 2002-2003 (12-12-2002 tot 9-1-2003) uit het model van de Bovenschelde (bijlage C)	76
Tabel 14: Landgebruik langs de Bovenschelde. Gegevens herrekend uit IMDC en DHI 2005a.....	84
Tabel 15: Landgebruik langs de Zwalm en de Maarkebeek. Gegevens herrekend uit IMDC en DHI 2005a. 85	
Tabel 16: Topografische karakteristieken van de Bovenschelde en twee van zijn belangrijke Zijlopen (IMDC en DHI 2005a).....	87

Tabel 17: De Belgische Biotische Index (BBI) voor de meetpunten van de Bovenschelde over de periode 1989-1994 (www.vmm.be). 0 = uiterst slechte kwaliteit; 1-2 = zeer slechte kwaliteit; 3-4 = slechte kwaliteit; 5-6 = matige kwaliteit.....	92
Tabel 18: De Belgische Biotische Index (BBI) voor de meetpunten van de Bovenschelde over de periode 1995-2000 (www.vmm.be).). 0 = uiterst slechte kwaliteit; 1-2 = zeer slechte kwaliteit; 3-4 = slechte kwaliteit; 5-6 = matige kwaliteit.....	93
Tabel 19: De Belgische Biotische Index (BBI) voor de meetpunten van de Bovenschelde over de periode 2001-2005 (www.vmm.be).). 0 = uiterst slechte kwaliteit; 1-2 = zeer slechte kwaliteit; 3-4 = slechte kwaliteit; 5-6 = matige kwaliteit.....	94
Tabel 20: Prati-index voor de meetpunten in de Bovenschelde voor de periode 1989-1994. > 1 = niet verontreinigd; > 1-2 = aanvaardbaar; >2-4 = matig verontreinigd; > 4-8 = verontreinigd; > 8 = zwaar verontreinigd (www.vmm.be).	95
Tabel 21: Prati-index voor de meetpunten in de Bovenschelde voor de periode 1995-2000. > 1 = niet verontreinigd; > 1-2 = aanvaardbaar; >2-4 = matig verontreinigd; > 4-8 = verontreinigd; > 8 = zwaar verontreinigd (www.vmm.be).	96
Tabel 22: Prati-index voor de meetpunten in de Bovenschelde voor de periode 2001-2004. > 1 = niet verontreinigd; > 1-2 = aanvaardbaar; >2-4 = matig verontreinigd; > 4-8 = verontreinigd; > 8 = zwaar verontreinigd (www.vmm.be).	97
Tabel 23: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zwevende stof (Zs) (mg/L) voor de periode 1989-1994 bepaald op de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor zwevend stof van 50mg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)99	
Tabel 24: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zwevende stof (Zs) (mg/L) voor de periode 1995-2000 voor de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor zwevend stof van 50mg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)	100
Tabel 25: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zwevende stof (Zs) (mg/L) voor de periode 2001-2006 gemeten op de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor zwevend stof van 50mg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)100	
Tabel 26: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid koper (Cu) (µg/L) voor de periode 1989-1994 bepaald op de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor koper van 50µg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)	104
Tabel 27: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid koper (Cu) (µg/L) voor de periode 1995-2000 voor de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor koper van 50µg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be).....	105
Tabel 28: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid koper (Cu) (µg/L) voor de periode 2001-2006 gemeten op de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor koper van 50µg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)	105
Tabel 29: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zink (Zn) (µg/L) voor de periode 1995-2000 voor de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor zink van 200µg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)	108

Tabel 30: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zink (Zn) ($\mu\text{g/L}$) voor de periode 2001-2006 gemeten op de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor zink van $200\mu\text{g/L}$ worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be).....	109
Tabel 31: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zink (Zn) ($\mu\text{g/L}$) voor de periode 1989-1994 bepaald op de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor zink van $200\mu\text{g/L}$ worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be).....	109
Tabel 32: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid lood (Pb) ($\mu\text{g/L}$) voor de periode 1995-2000 voor de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor lood van $50\mu\text{g/L}$ worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be).....	112
Tabel 33: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid lood (Pb) ($\mu\text{g/L}$) voor de periode 2001-2006 gemeten op de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor lood van $50\mu\text{g/L}$ worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be).....	113
Tabel 34: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid lood (Pb) ($\mu\text{g/L}$) voor de periode 1989-1994 bepaald op de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor lood van $50\mu\text{g/L}$ worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be).....	113
Tabel 35: Fysisch-chemische score voor de verschillende parameters voor de vier meetpunten van de Bovenschelde voor het jaar 2002. 1 = niet afwijkend van de referentie; 2 = licht afwijkend van de referentie; 3 = afwijkend van de referentie; 4 = sterk afwijkend van de referentie. (www.vmm.be)	119
Tabel 36: Gemeten gehalten aan lood (mg/kg ds), koper (mg/kg ds), zink (mg/kg ds) en PCB t ($\mu\text{g/kg ds}$) voor de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor het jaar 1994. (www.vmm.be)	121
Tabel 37: Gemeten gehalten aan lood (mg/kg ds), koper (mg/kg ds), zink (mg/kg ds) en PCB t ($\mu\text{g/kg ds}$) voor de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor het jaar 2002. (www.vmm.be)	121
Tabel 38: Overzicht van de aangetroffen vissoorten, het totaal aantal soorten (N) en de visindex (IBI) op de verschillende locaties, in het rood zijn de aangetroffen vissoorten gevangen in 1996 en de IBI voor 1996 aangegeven (Peeters, 2006b)...	126
Tabel 39: Overzicht van de bepaalde visindex per meetplaats in 2002 vs. 1996 (V.I.S, 2006). Er werd gebruik gemaakt van verschillende technieken namelijk fuikvissen (vissen komen terecht in een grote schietfuik) en elektrisch vissen (met behulp van elektrovisserijapparaten met 2 elektroden). Voor een gedetailleerde beschrijving wordt er verwezen naar Van Tuyne, 1996.	127
Tabel 40: Vergelijking van de biotische integriteit van de verschillende rivierbekkens in Vlaanderen met indicatie van het aantal meetpunten per bekken (Belpaire et al., 2000)	130
Tabel 41: Overzicht van enkele van de palingpolluenten per meetplaats op de Bovenschelde in het jaar 2002 vs. 2000 (V.I.S, 2006).....	131

Tabel 42: Overzicht van een aantal PCB-normen gebruikt in België en in het buitenland (Goemans et al., 2003)	138
Tabel 43: Het aandeel van de huishoudens, de industrie en de landbouw in de emissies (2000).....	141
Tabel 44: Het aandeel van de huishoudens, de industrie en de landbouw in de immissies (VMM 2003). 143	
Tabel 45: Overzicht van de berekende erosie voor de verschillende deelbekkens in het Bovenscheldebekken (Van Rompaey, 1999).....	145
Tabel 46: Begroting van de hoeveelheid zwevende stoffen geloosd in het oppervlaktewater (vergelijking per bekken) (Van den Belt 2003).....	147
Tabel 47: Baggerfrequenties en hoeveelheden gebaggerd slib in het bekken van de Bovenschelde (Van den Belt 2003).	149
Tabel 48: Sedimentbalans voor het bekken van de Bovenschelde.(Van den Belt 2003).....	150
Tabel 49: Huidig geraamde jaarlijkse sedimentaanvoer door erosie en zwevend stof in tds/j (SUP) .	151
Tabel 50: Vlarea-beoordeling voor de Bovenscheldebekken in het aantal meetpunten (SUP 2005).	152
Tabel 51: Kwalitatieve inschatting van de milieueffecten van baggeren en ruimen bij een ongewijzigd en gewijzigd beleid (Voorontwerp Uitvoeringsplan Bagger- en ruimingsspecie, 2006). .	168
Tabel 52: Mogelijke ecologische invloeden op de kenmerken van de rivier, de Bovenschelde. De waarden die gegeven worden zijn ++ (positieve invloed met hoge zekerheid), + (positieve invloed met lage zekerheid), 0 (geen invloed), - (negatieve invloed met lage zekerheid), - - (negatieve invloed met hoge zekerheid) en ? (grote onzekerheid). Bij het 0-scenario worden de huidige problemen met een ! aangeduid.....	172
Tabel 53: Omrekeningsfactoren naar prijspeil 2005 op basis van consumptieprijsindexen (FOD Economie, 2006).....	178
Tabel 54: Kosten-batenanalyse van het standstill alternatief (bagger = aanwas) versus huidig beleid (bagger < aanwas) (AKWA, 2004)	181
Tabel 55: Kosten-batenanalyse van de projectalternatieven (bijkomende kosten en baten van wegwerken achterstand op verschillende termijnen) (AKWA, 2004).....	182
Tabel 56: Literatuuroverzicht baggerkosten (inclusief transport tot verwerkingsplaats).....	188
Tabel 57: Verwerkingskosten voor verschillende verwerkingsketens in €/tds (VITO-IMDC, 2002).....	188
Tabel 58: Interne kosten binnenvaart voor verschillende scheepstypes volgens RA et al., 2002 en eigen berekeningen.....	191
Tabel 59: Literatuuroverzicht interne kosten wegverkeer per tonkm	191
Tabel 60: Externe kosten van goederentransport voor verschillende modi in €/1000 tonkm volgens verschillende bronnen uit de literatuur (VITO, 2004)	192

Tabel 61: Beschrijving omvang schepen per CEMT-klasse (PBV, 2006).....	193
Tabel 62: Scheepvaartverkeer op de Bovenschelde in Vlaanderen (Aminal, 2004)	198
Tabel 63: Schade geaccepteerd voor het rampenfonds in gemeentes langs de Bovenschelde in de periode 1993-2002 (FOD Binnenlandse zaken, 2003).....	203
Tabel 64: Baggerwerken op de Bovenschelde in de periode 1980-1995 (Ministerie Vlaamse Gemeenschap Afdeling Bovenschelde, 2006a)	205
Tabel 65: Raming baggerwerken op de Bovenschelde in de periode 2006-2007 en status werken. (Ministerie Vlaamse Gemeenschap Afdeling Bovenschelde, 2006b).....	206
Tabel 66: Sedimentbalans Bovenscheldebekken (Bekkenbeheer Bovenschelde, 2003).....	207
Tabel 67: Inschattingen jaarlijkse en eenmalige baggerinspanning in m ³ voor verschillende scenario's.	210
Tabel 68: Inschattingen jaarlijkse en eenmalige bagger- en verwerkingskosten in miljoen € voor verschillende scenario's.....	211
Tabel 69: Ontwikkeling verkeer en vervoer op de Bovenschelde (ECORYS, 2003)	212
Tabel 70: Aantal aankomsten bij sluis in Asper op een drukke werkdag in de drukste richting in de drukke periode (6uur) in 2001 (ECORYS, 2001) en afleiding relatief aandeel vervoerstromen per CEMT-klasse.....	213
Tabel 71: Transportstromen in het referentiescenario in 2007 en 2020 per CEMT-klasse en vrachtwagen bij het Trendscenario	214
Tabel 72: Transportstromen in het alternatief stopzetting baggeren in 2007 en 2020 per CEMT-klasse en vrachtwagen bij het Trendscenario	214
Tabel 73: Transportstromen in het alternatief verdieping klasse V in 2007 en 2020 per CEMT-klasse en vrachtwagen bij het Trendscenario	215
Tabel 74: Eenmalige kosten binnenvaart voor verschillende scheepstypes. (RA et al. 2002)	250
Tabel 75: Jaarlijkse vaste kosten binnenvaart voor verschillende scheepstypes in €/jaar (RA et al. 2002)	250
Tabel 76: Brandstofverbruik binnenvaart voor verschillende scheepstypes bij geladen toestand en leegvaart in l/uur. (RA et al. 2002).....	251
Tabel 77: Exploitatiekenmerken binnenvaart voor verschillende scheepstypes (RA et al. 2002)	251
Tabel 78: Overzicht kosten per scheepstype en afleiding kost in € per tonkilometer	252
Tabel 79: Literatuuroverzicht interne kosten binnenvaart in € per tonkm (droge bulk).....	252

1. ACHTERGROND

De Vlaamse waterlopen bevatten teveel sediment. Dit sediment is niet alleen afkomstig van natuurlijke processen. Een toename van verharde oppervlaktes vermindert de mogelijkheid om op natuurlijke plaatsen te sedimenteren en zorgt voor een verhoogde aanvoer. Lozingen op het oppervlaktewater van diverse bronnen zoals bevolking en industrie bevatten stoffen die bezinken op de waterbodems en doen het sediment sneller aangroeien. Door intensievere landbouwtechnieken verhoogt erosievorming, waardoor een groter aantal bodemdeeltjes afspoelen naar de beken en rivieren.

Het sediment groeit jaarlijks aan. Bagger- en ruimingwerken zijn op dit ogenblik onvoldoende om deze jaarlijkse aangroei tegen te gaan. Ook de historische achterstand, opgelopen door te weinig te baggeren in het verleden, wordt niet weggewerkt. Bovendien stelt zich een kwalitatief probleem. Het sediment is op verscheidene plaatsen sterk verontreinigd door stijgende lozingen en transport via de waterlopen. Deze verontreiniging maakt zowel de verwijdering en de verwerking van het slib complexer. Vervuild slib kan niet eenvoudigweg afgegraven en gestort worden. De verwerkingsmogelijkheden van dit verontreinigde slib zijn beperkt. Aan de andere kant is het verontreinigde sediment een belemmerende factor voor het bereiken van een goede ecologische kwaliteit, vereist voor de kaderrichtlijn water, waardoor het toch aangewezen lijkt om het verontreinigde sediment eruit te halen.

Aangroei van sediment heeft verschillende negatieve gevolgen. Dichtslibbende vaarwegen maken het onmogelijk voor schepen om binnenhavens te bereiken. Het ruimen van vaarwegen is noodzakelijk om de binnenscheepvaart zich verder te laten ontwikkelen in Vlaanderen. Deze ontwikkeling is met name belangrijk om problemen veroorzaakt door wegtransport verder te bestrijden. Dichtslibbing van waterwegen vermindert bovendien de afvoercapaciteit van de waterlopen, waardoor overstromingsrisico's mogelijk toenemen. Het niet verwijderen van vervuild slib kan ook negatieve gevolgen hebben op de waterkwaliteit.

Een weloverwogen aanpak is dus vereist om de slibproblematiek aan te pakken. Dit betekent dat men goed op de hoogte moet zijn van positieve en negatieve gevolgen van

het ruimen van baggerslib en deze gevolgen moet afwegen, vooraleer besloten wordt om te baggeren.

2. DOELSTELLING

Doelstelling van deze masterproef is een antwoord te geven op de vraag of baggeren wenselijk en haalbaar is voor de bevaarbare waterlopen in Vlaanderen. De wenselijkheid aantonen, betekent dat een duidelijk overzicht moet gecreëerd worden van de positieve en negatieve gevolgen. Het opstellen van een afwegingskader om deze gevolgen met elkaar af te wegen is hierbij belangrijk. Dit betekent ook dat veel aandacht moet gaan naar het zo goed mogelijk kwantificeren van al deze gevolgen.

De haalbaarheid aantonen, betekent dat rekening gehouden wordt met de nodige randvoorwaarden, zoals wetgeving en verwerkingscapaciteit. Er wordt onderzocht of het binnen deze voorwaarden überhaupt mogelijk is om te baggeren.

Deze vraagstelling verschilt ook wezenlijk van bijvoorbeeld het Ontwerp Uitvoeringsplan Bagger- en Ruimingsspecie (OVAM 2003), dat o.a. als doel had een antwoord te geven op de vraag hoe de historische achterstand inzake het baggeren moet weggewerkt worden. In de doelstelling van deze masterproef wordt niet langer gesproken van een historische achterstand die ten allen prijzen weggewerkt moet worden. In deze masterproef wordt gezocht naar een maatschappelijk te verkiezen toestand van de waterbodem van een rivier. Deze te verkiezen toestand wordt bepaald op basis van een zo volledig mogelijke afweging van positieve en negatieve aspecten van baggeren ten opzichte van alle functies welke een bevaarbare waterloop zou moeten vervullen. Dit betekent dat ook gevolgen voor scheepvaart en voor overstromingsrisico's in deze masterproef aan bod zullen komen.

Het antwoord op de vraag of baggeren wenselijk is, zal ongetwijfeld geen eenduidige "ja" of "neen" zijn. Het antwoord zal er eerder uitzien als "ja indien". Dit betekent dat er gewerkt wordt naar een overzicht van randvoorwaarden waarbij het wenselijk is om te baggeren. Deze randvoorwaarden maken het ook mogelijk om te werken aan een prioriteitsstelling. Door principes aangegeven in deze masterproef toe te passen op verschillende waterlopen kan ingeschat worden bij welke waterlopen baggeren netto gezien de meest positieve gevolgen teweeg zal brengen.

3. ONDERZOEKSMETHODE

3.1 Fase 1: Inventarisatie van de toestand van de bevaarbare waterwegen in Vlaanderen

In een eerste fase wordt aan de hand van een inventarisatie de toestand van de bevaarbare waterlopen in Vlaanderen in kaart gebracht. Hierbij komen verschillende aspecten aan bod:

- kwantiteit van sediment in de waterlopen
- kwaliteit van oppervlaktewater en waterbodems
- scheepvaartverkeer in Vlaanderen
- overstromingsrisico's in Vlaanderen

Bij deze inventarisatie wordt ook onderzocht wat de mogelijke effecten van baggeren zijn op deze verschillende aspecten. Waar relevant, worden de juridische en beleidsmatige randvoorwaarden besproken. Aspecten die hierbij zeker aan bod komen zijn de volgende:

Nautisch aspect:

Goederentransport over water wordt gezien als een milieuvriendelijkere vervoerswijze voor goederen dan wegtransport. Met de stijgende brandstofprijzen wordt het ook financieel interessanter om goederen via binnenscheepvaart te vervoeren. Transport over water zou ook een oplossing kunnen bieden voor de fileproblematiek en zou een reductie van luchtverontreiniging, afkomstig van het verkeer, kunnen betekenen.

Ecologisch aspect:

Er moet aan ecologische kwaliteitsdoelstellingen worden voldaan, beschreven in de Europese kaderrichtlijn water. Ruimen betekent een reductie in de beschikbaarheid of aanwezigheid van verontreinigingen, maar kan echter ook een toename van de kans op emissies naar bodem, grondwater en oppervlaktewater betekenen. Deze verspreidingen

kunnen ecotoxicologische gevolgen en gevolgen voor de volksgezondheid met zich meebrengen.

Hydraulisch aspect:

Baggeren van waterlopen heeft mogelijk ook gevolgen op de waterkwantiteit. Een grotere diepgang leidt mogelijk tot een versnelde afvoer van regenwater. Hierdoor kunnen overstromingen en ook hiermee gepaard gaande schade vermeden worden. Anderzijds kan een verdieping van vaarwegen ook leiden tot een verhoging van overstromingsrisico's. Zeker bij getijdenrivieren behoort dit tot de mogelijkheden. Versnelde afvoer in stroomopwaarts gelegen gebieden zou ook de overstromingsrisico's in stroomafwaarts gelegen gebieden kunnen verhogen. Ook dit aspect zal zo goed mogelijk worden ingeschat in het behoefteonderzoek.

3.2 Fase 2: Selectie van de case study

Aan de hand van de bevindingen van de inventarisatie wordt een case study geselecteerd, waar effecten van baggeren aanzienlijk kunnen zijn op zowel nautisch, ecologisch en hydraulisch vlak. Voor deze case study worden effecten op deze drie vlakken grondiger uitgediept en afgewogen t.o.v. elkaar.

3.3 Fase 3: Uitwerking van een afwegingskader

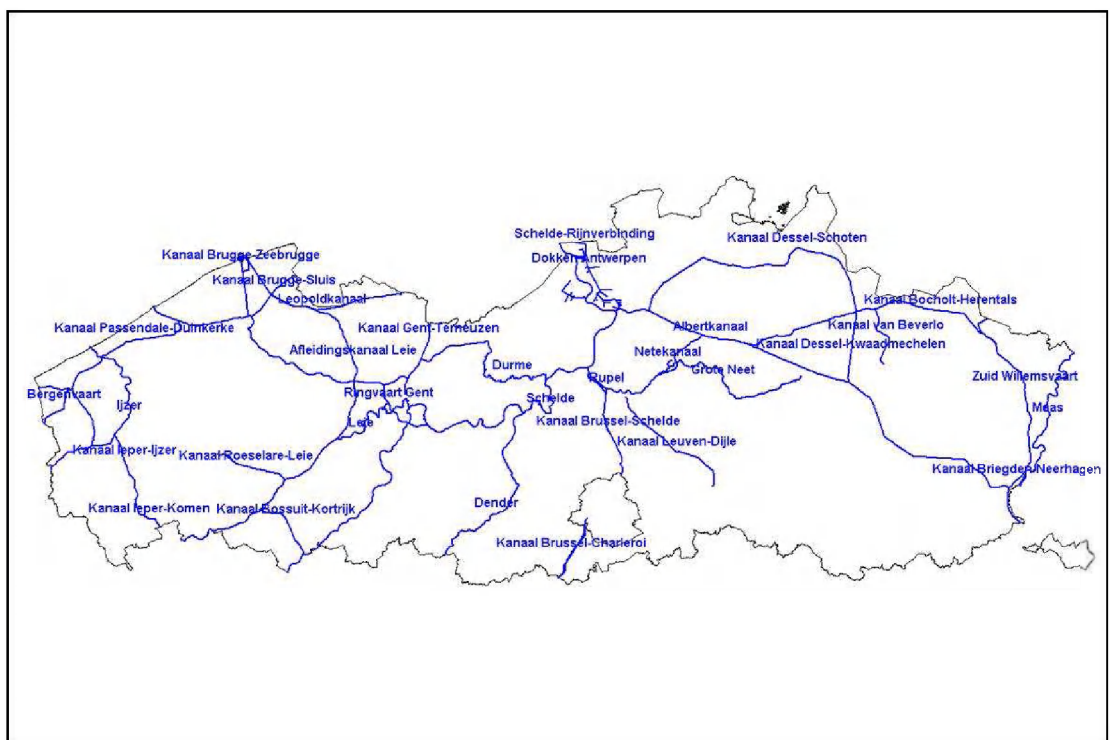
Nadat voor de verschillende deelaspecten is ingeschat wat de beschikbare gegevens zijn en hoe de toestand in Vlaanderen is, wordt een afwegingskader opgesteld waarbij de gegevens van de verschillende deelaspecten worden geïntegreerd. Hierbij wordt enerzijds gekeken of er al dergelijke kaders beschikbaar zijn betreffende de problematiek van het baggeren zowel in binnen- als buitenland. Anderzijds wordt ook gekeken hoe integrale afwegingen in andere domeinen kunnen toegepast worden op dit thema.

Dit kader zou ons moeten toelaten om beslissingsregels te formuleren om de wenselijkheid en haalbaarheid van baggeren voor de bevaarbare waterlopen in Vlaanderen te kunnen beoordelen.

4. INVENTARISATIE VAN DE TOESTAND VAN DE BEVAARBARE WATERLOPEN IN VLAANDEREN

4.1 Overzicht bevaarbare waterlopen in Vlaanderen

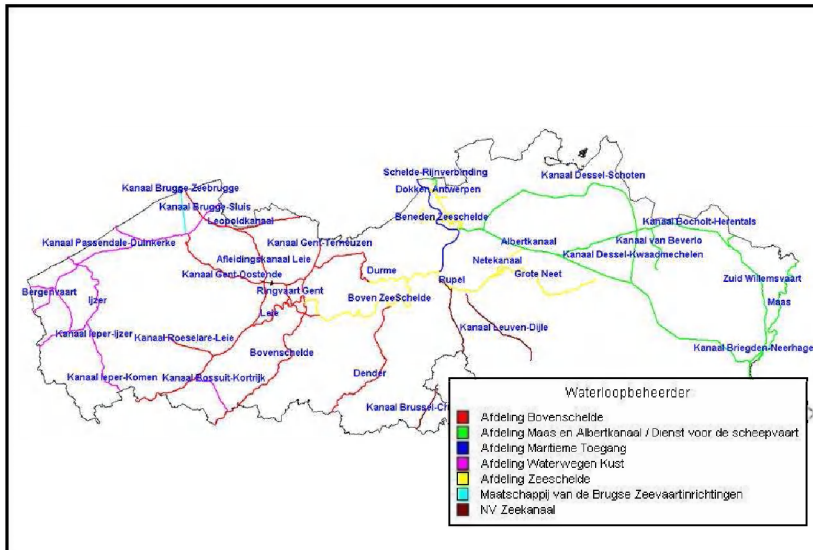
Vlaanderen bevat in totaal 1076 km bevaarbare kanalen en rivieren. Met een dichtheid van 80m/km² is dit één van de meest fijnmazige waternetten in Europa. Belangrijkste bevaarbare natuurlijke rivier is de Schelde. Naast de Schelde en haar zijrivieren zijn ook de IJzer en de Maas bevaarbaar. Belangrijke kanalen zijn het Albertkanaal, dat de haven van Antwerpen verbindt met het hinterland, en het kanaal Gent-Terneuzen, dat de toegang verzekert van de Gentse haven tot de Noordzee.



Figuur 1: Bevaarbare waterlopen in Vlaanderen

Bij het verder bespreken van de toestand van de bevaarbare waterlopen worden waterlopen gegroepeerd volgens rivierbekken en volgens waterloopbeheerders.

A map of the Netherlands divided into its 12 provinces, each color-coded and labeled. The provinces are: Groningen (red), Friesland (yellow), Drenthe (green), Overijssel (blue), Gelderland (orange), Utrecht (purple), Noord-Holland (pink), Zuid-Holland (light blue), Rotterdam (dark blue), The Hague (dark blue), Amsterdam (dark blue), and Zeeland (brown). The map shows the geographical layout of the country, including the North Sea to the west and the English Channel to the south.



Figuur 3: Bevaarbare waterlopen volgens waterloopbeheerder in Vlaanderen

4.2 Toestand van de waterkwaliteit van het oppervlaktewater in Vlaanderen

De Vlaamse milieumaatschappij is belast met de opdracht meetnetten te exploiteren voor het meten van de waterkwaliteit van de oppervlaktewateren en dient hier jaarlijks verslag van uit te brengen. Onze gegevens hebben wij dan ook verkregen uit zulke VMM-rapporten.

De meetnetten oppervlaktewater bestaan uit drie verschillende meetnetten: de twee voornaamste zijn het fysisch-chemische meetnet (bepaling van een basisset van parameters) en het biologische meetnet (bepaling van de biotische index). Aanvullend gebeurt er een onderzoek naar de bacteriologische waterkwaliteit en de aanwezigheid van microverontreinigingen.

Waterkwaliteit is een complex gegeven. Vele factoren staan immers in onderling verband. Ondanks deze complexe relaties tracht men op basis van de verschillende meetnetten uitspraak te doen over de waterkwaliteit van een meetpunt. Het totale meetnet oppervlaktewater bestaat uit circa 4500 punten. De meeste meetpunten zijn strategisch gekozen. Een groot aantal meetpunten is gelegen in waterlopen met bestemming 'viswater' en/of 'oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater'. Andere zijn gelegen op- of afwaarts van RWZI's of andere lozende

bedrijven. Niet alle meetpunten worden jaarlijks onderzocht: in 2004 werden 1824 punten onderworpen aan een fysisch-chemisch onderzoek en 1023 punten aan een biologisch onderzoek (VMM, 2004; OVAM, 2003).

4.2.1 Fysisch-chemisch meetnet

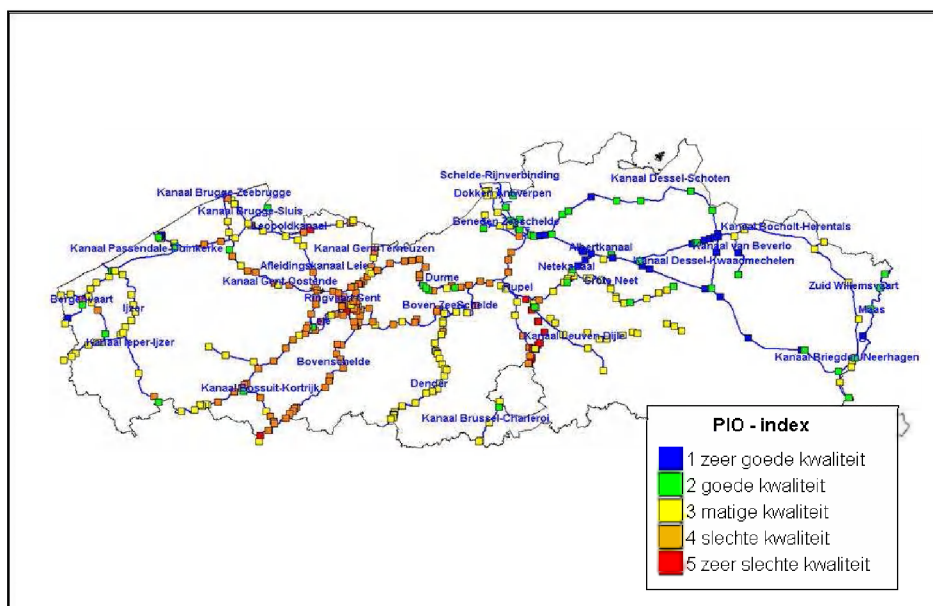
Er wordt steeds een basispakket van parameters onderzocht: watertemperatuur, concentratie aan opgeloste zuurstof, zuurtegraad, chemische zuurstofverbruik, ammoniakale stikstof, nitriet en nitraat, totaal orthofosfaat, totaal fosfor en geleidingsvermogen.

Bij een aantal geselecteerde meetpunten gaat men verder: biochemisch zuurstofverbruik, Kjehldahl-stikstof, sulfaat, totale hardheid, gehalte aan zwevende stoffen, arseen, en zware metalen (cadmium, barium, chroom, koper, ijzer, kwik, mangaan, lood, seleen, nikkel en zink). Er gaat steeds meer aandacht uit naar organische microverontreinigingen.

Een belangrijke parameter voor de bespreking van de waterkwaliteit is opgeloste zuurstof. Om leven in het water te vrijwaren, dient een voldoende hoge concentratie aan opgeloste zuurstof aanwezig te zijn. Men hanteert een index op basis van de percentages voor zuurstofverzadiging: Prati-index (POI). (zie tabel 1 en Figuur 4) Een slechte score wordt toegekend bij lage zuurstofspanningen evenals bij oververzadiging die optreedt bij eutrofiëring – een verschijnsel dat de kwaliteit aantast (VMM, 2004; OVAM, 2003).

Tabel 1: Beoordeling van de waterkwaliteit op basis van de Prati-index voor opgeloste zuurstof (Bron: VMM)

PIO	Klasse	Kleur	Beoordeling ('waterkwaliteitsklasse')
0 – 1	1	Blauw	Niet verontreinigd
> 1 – 2	2	Groen	Aanvaardbaar
> 2 - 4	3	Geel	Matig verontreinigd
> 4 – 8	4	Oranje	Verontreinigd
> 8	5	Rood	Zwaar verontreinigd



Figuur 4: Prati-index voor opgeloste zuurstof langs de bevaarbare waterlopen in Vlaanderen (Bron: VMM)

De basiskwaliteit wordt slechts bereikt als tegelijk voldaan is aan de norm voor elk der gemeten parameters.

Tabel 2: Overzicht van de toetsing aan de basiskwaliteitsnorm voor de voornaamste fysisch-chemische parameters – percentage meetplaatsen waar de waterkwaliteit niet conform aan de norm is (Bron: VMM) .

Parameter	Aantal meetplaatsen in 2004	2004*	2003*	2002*	2001*	2000*
Temperatuur	1824	4	10	4	5	0
Zuurtegraad	1824	20	24	14	15	18
Opgeloste zuurstof	1820	70	68	62	74	61
Geleidbaarheid	1884	37	39	23	31	24
Chloride	1290	27	27	16	20	12
Chemisch zuurstofverbruik	1064	85	85	87	90	88
Totaal fosfor	1152	73	75	82	99	67
Totaal orthofosfaat	1528	76	76	73	77	89
Ammonium	1348	59	61	53	63	56
Nitraat + nitriet	1668	33	26	25	27	28

** Er is geen volledige vergelijking mogelijk tussen de verschillende jaren aangezien de verzameling meetpunten waarover de evaluatie gemaakt werd niet elk jaar identiek is.*

Tabel 2 blijkt dat vooral de zuurstofhuishouding en de nutriënten zeer slecht scoren in Vlaanderen. Het gaat hierbij zowel om bevaarbare en niet-bevaarbare waterlopen.

4.2.2 Biologisch meetnet

Het biologisch onderzoek evalueert de kwaliteit van de waterloop als biotoop. De fysisch-chemische waterkwaliteit is daar slechts één - zij het uiterst belangrijk - onderdeel van. Om een globaal beeld te verkrijgen maakt men gebruik van de Belgische Biotische index (BBI). Deze index steunt op de aan- of afwezigheid van macro-invertebraten in het water. Macro-invertebraten zijn met het oog waarneembare ongewervelden als insecten, weekdieren, kreeftachtigen, wormen en dergelijke. Er worden twee facetten geïntegreerd in de index: als eerste de aan- of afwezigheid van verontreinigingsgevoelige soortengroepen en ten tweede de biodiversiteit (het totale aantal aangetroffen soortengroepen). De BBI evalueert daarenboven de kwaliteit over een ruimere tijdspanne (VMM, 2004). In Tabel 3 vindt men de onderverdeling terug: hoe hoger de BBI, hoe beter de kwaliteit.

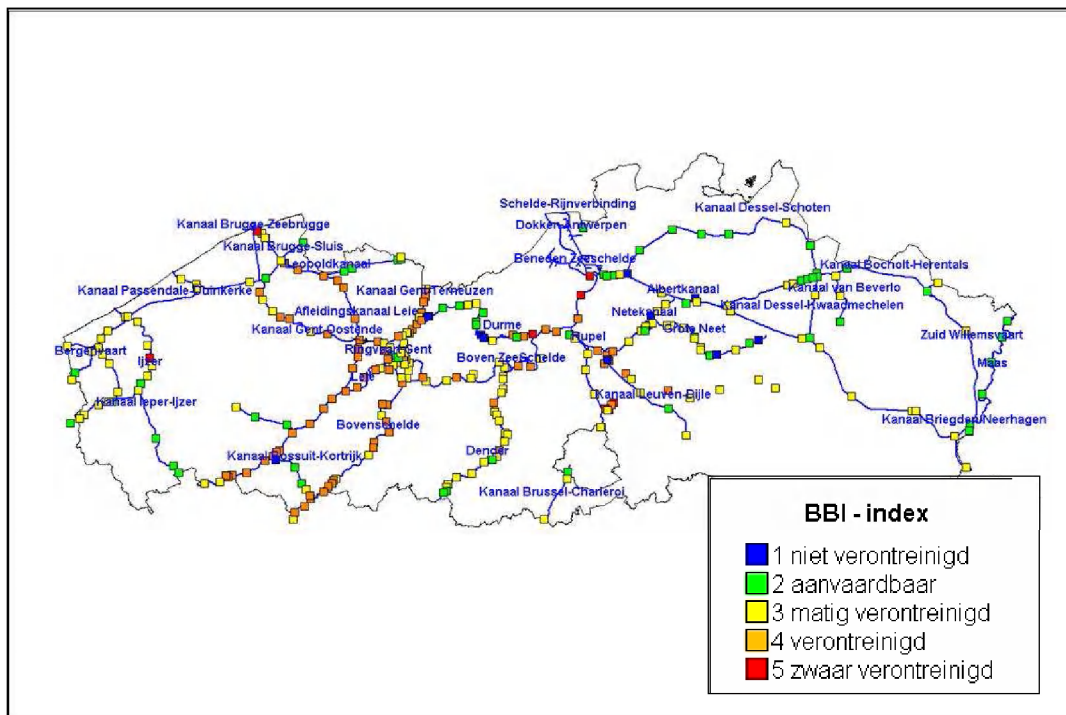
Tabel 3: Beoordeling van de biologische waterkwaliteit op basis van de Belgische Biotische Index (BBI) (bron: OVAM, 2003)

BBI	Kleur	Beoordeling
9 – 10	Blauw	Zeer goede kwaliteit
7 – 8	Groen	Goede kwaliteit
5 – 6	Geel	Matige kwaliteit
3 – 4	Oranje	Slechte kwaliteit
1 – 2	Rood	Zeer slechte kwaliteit
0	Zwart	Uiterst slechte kwaliteit

Van de 1023 meetplaatsen die in Vlaanderen langs de bevaarbare en niet-bevaarbare waterlopen in 2004 biologisch geanalyseerd werden, heeft 44% een matige biologische kwaliteit, terwijl 15% een slechte biologische kwaliteit heeft. Ongeveer 12% werd

ondergebracht in de categorie zeer slecht tot uiterst slechte biologische kwaliteit. Slechts 29% van de meetplaatsen scoorde goed tot zeer goed.

In Figuur 5 wordt de BBI-index weergegeven zoals waargenomen langs de bevaarbare waterlopen. Het grootste deel van deze waterlopen scoren matig tot goed. De Leie en de Bovenschelde daarentegen scoren overwegend slecht.



Figuur 5: Beoordeling van de biologische waterkwaliteit van de bevaarbare waterlopen in Vlaanderen op basis van de Belgische Biotische Index (BBI). (bron: VMM)

4.2.3 Vuilvrachten

De kwaliteitstoestand van een waterloop is het resultaat van de totale vervuiling, meer bepaald van de vermenging van de geloosde vuilvracht met de natuurlijke vracht. De 'vuilvracht' van een waterloop is de hoeveelheid vervuilende stoffen erin. Dit is niet alleen wat de mens erin lost. Elke waterloop bevat ook organische stoffen (hout, bladeren) en minerale stoffen (als gevolg van erosie) die door natuurlijke processen in het water terechtkomen. Deze natuurlijke vorm van vervuiling is echter meestal gering in vergelijking met wat de mens in de waterloop loost. Daarom kan de vuilvracht afkomstig van de doelgroepen meestal gelijkgesteld worden met de hoeveelheid vervuilende stoffen in een waterloop.

Vuilvrachten geven dus aan welke hoeveelheden verontreinigde stoffen in het milieu aanwezig zijn. De gebruikers van water zijn ondergebracht in drie deelgroepen: huishoudens, industrie en landbouw. De hoeveelheid afvalwater die zij produceren, wordt "emissie" genoemd. Deze emissie komt niet volledig in het oppervlaktewater terecht. Een groot deel van het huishoudelijk en industrieel afvalwater wordt immers behandeld in zuiveringsinstallaties. Of het komt, door lekken in de riolering, in de bodem terecht. En een deel van het afvalwater wordt op natuurlijke wijze afgebroken. Anderzijds wordt het oppervlaktewater ook vervuild door andere bronnen. Meststoffen, bijvoorbeeld, worden afgezet op de landbouwgronden en spoelen uit naar het oppervlaktewater. Deze vorm van verontreiniging noemt "diffuse" verontreiniging. Ze is niet herkenbaar als een puntbron, zoals een lozingspijp. Niet enkel de landbouw is de verantwoordelijk voor de diffuse verontreiniging maar ook andere bronnen zoals verkeer. Wat uiteindelijk aan vuilvracht in de waterloop belandt, is bepalend voor de kwaliteitstoestand van het oppervlaktewater. Dit is de "immissie" (VMM, 2003; OVAM, 2003; VMM, 2004).

4.2.4 Het decreet integraal waterbeleid

In het kader van waterkwaliteit dient het decreet integraal waterbeleid aangehaald te worden.

Uitgangspunt van deze richtlijn is de Europese kaderrichtlijn water (KRW) die in 2000 tot stand kwam. Het houdt een integrale benadering van de waterproblematiek op stroomgebiedniveau in. De KRW legt milieudoelstellingen voor oppervlakte- en grondwater vast die in 2015 moeten bereikt zijn. Indien deze doelstellingen niet bereikt worden, komen er boetes vanuit Europa. Voor oppervlaktewater hebben de milieudoelstellingen betrekking op een goede ecologische toestand. Zulke toestand beperkt zich inderdaad niet tot de kwaliteit van de waterkolom alleen, maar geldt evenzeer voor het gehele waterecosysteem en slaat zowel op fysico-chemische, biologische als hydromorfologische aspecten.

De KRW werd door België geïmplementeerd en uitgewerkt in het decreet integraal waterbeleid. Het streeft een 10-tal basisdoelstellingen na (VIWC, 2001):

- 1) bescherming, verbetering of herstel van de **goede toestand van oppervlaktewater**.
- 2) de voorkoming en vermindering van oppervlaktewater- en grondwaterverontreiniging.
- 3) duurzaam beheer en gebruik van watervoorraden.
- 4) de voorkoming van verdere achteruitgang van aquatische ecosystemen.
- 5) de verbetering en herstel van deze systemen voor specifieke gebieden tot een bepaald referentieniveau.
- 6) de organisatie van het beheer van hemelwater en oppervlaktewater.
- 7) **terugdringen** van landerosie, de **beheersing** van de **aanvoer van sedimenten naar en de afzetting van sedimenten en slib** in oppervlaktewaterlichamen.
- 8) het beheer en de ontwikkeling van waterwegen, gericht op de bevordering van de **scheepvaart als milieuvriendelijke transportmodus**.
- 9) integrale afweging van het **multifunctionele gebruik van watersystemen**.
- 10) de bevordering van de betrokkenheid van de mens met het watersysteem o.m. door allerlei vormen van zachte recreatie en door berhoging van de belevingswaarde van stedelijk gebied.

Belangrijk is dat de doelstellingen niet alleen van toepassing zullen zijn op het milieubeleid. Ze dienen ook gehanteerd te worden in andere relevante beleidsdomeinen, zoals ruimtelijke ordening, mobiliteit, energie of landbouw.

Met betrekking tot deze masterproef springen enkele vetgedrukte doelstellingen meteen in het oog. "Water" wordt ook hier vanuit verschillende oogpunten benaderd.

4.3 Toestand van de waterbodems in Vlaanderen

4.3.1 Kwaliteit van de waterbodems

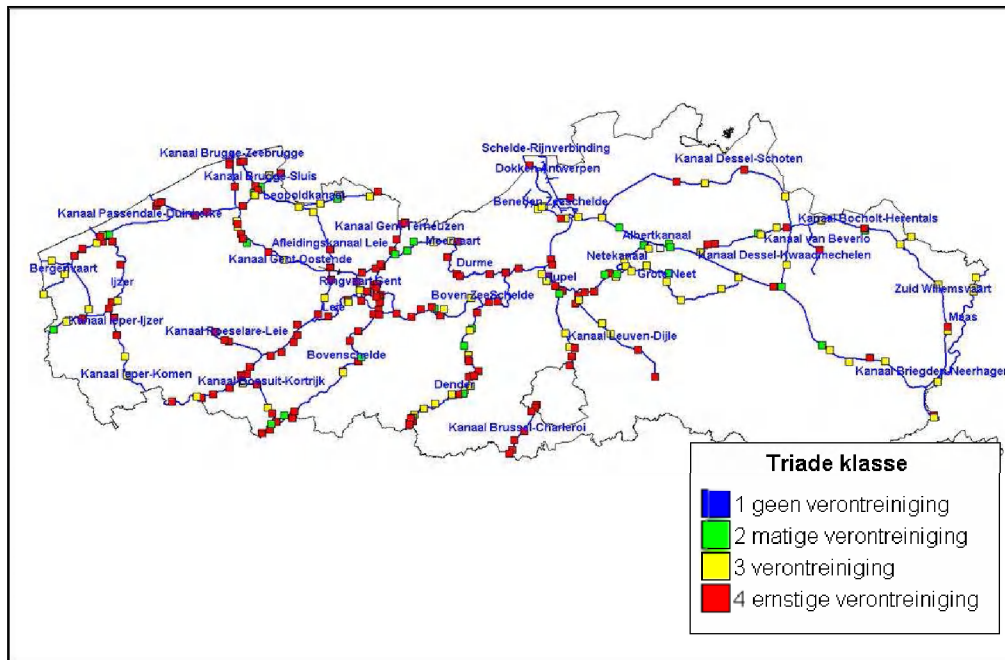
Sinds maart 2000 beheert en exploiteert de Vlaamse milieumaatschappij (VMM) het waterbodemmeetnet. Onze gegevens betreffende de toestand van de waterbodems in Vlaanderen zijn dan ook gebaseerd op data afkomstig van de VMM. In de periode 2000 – 2003 heeft de VMM de waterbodem op 600 meetplaatsen over heel Vlaanderen bemonsterd. Jaarlijks werden 150 meetplaatsen bemonsterd, zodat men na 4 jaar een beeld van de volledige Vlaamse waterbodemkwaliteit kan samenstellen.

Deze eerste volledige set van monsters werd geanalyseerd volgens de triadekwaliteitsbeoordeling (TKB). Deze methode combineert biologische, ecotoxicologische en fysisch-chemische aspecten. De biologische beoordeling onderzoekt de aanwezigheid van benthische macro-invertebraten. Bij het ecotoxicologische aspect worden potentiële effecten op organismen nagegaan. De laatste component beschrijft de fysisch-chemische kwaliteit van de waterbodem. Hierbij worden o.a. zware metalen, minerale olie, extraheerbare organohalogenen, polyaromatische koolwaterstoffen (PAK's), etc. geanalyseerd (De Deckere et al, 2000).

Volgens de triadekwaliteitsbeoordeling worden waterbodems onderverdeeld in volgende klassen:

- Klasse 1: betekent afwezigheid van verontreiniging.
- Klasse 2: duidt een matige verontreiniging aan.
- Klasse 3: geeft een indicatie van verontreiniging.
- Klasse 4: verwijst naar ernstige verontreiniging.

Deze indeling kan worden gebruikt om waterbodems in te delen in functie van toenemende prioriteit van saneringsonderzoek. Zo hebben de bodems met TKB 4 de hoogste saneringsprioriteit (figuur 6).



Figuur 6: Triade kwaliteitsbeoordeling van waterbodems van bevaarbare waterlopen in Vlaanderen (bron: VMM 2005)

Biologische beoordeling

Volgens de biologische beoordeling heeft 22% van de meetplaatsen van de bevaarbare waterlopen een biologisch zeer slechte kwaliteit. 42% heeft een biologisch matige of slechte biologische kwaliteit. De overige 36% vertoont een biologisch goede kwaliteit (OVAM, 2003).

Ecotoxicologische beoordeling

37% van de onderzochte waterbodems van bevaarbare waterlopen is ernstig acuut toxisch voor aquatische organismen. 58% geeft een acute of lichte acute impact op biota en slechts 5% veroorzaakt geen acute impact (OVAM, 2003).

Fysische-chemische beoordeling

Volgens deze beoordeling is 41% van de meetpunten sterk afwijkend voor bepaalde parameters. 66% is licht afwijkend of licht afwijkend, terwijl bij de overige 3% geen afwijking wordt waargenomen (OVAM, 2003).

Triadekwaliteitsbeoordeling

Volgens de TKB zijn 53% van de waterbodems sterk verontreinigd, 47% licht verontreinigd tot verontreinigd. Zeer slecht scorende waterlopen zijn bijvoorbeeld de Schelde waar 17 van de 21 meetpunten sterk verontreinigd zijn en de Leie waar bijna alle meetpunten sterk verontreinigd zijn. Waterlopen zoals het Albertkanaal en de Nete scoren beter, maar het grootste aandeel van de meetpunten blijft verontreinigd (OVAM, 2003).

4.3.2 Sedimenttransport

De sedimentproblematiek wordt veroorzaakt door een te hoge sedimentaanvoer naar de waterloop en een te hoog sedimenttransport in de waterloop. Bodemerosie, riooloverstorten en lozingen van zwevende stoffen geven aanleiding tot de te hoge sedimentaanvoer. Doordat de transportcapaciteit voor sediment in de waterloop te hoog is en de mogelijkheid tot sedimentatie te beperkt is, ontstaat er een te hoog sedimenttransport.

Sedimenttransport is om volgende redenen van groot belang:

- Aanvoer van sediment zorgt voor een daling van de afvoercapaciteit van de waterloop waardoor de kans op wateroverlast toeneemt. De scheepvaart kan hierdoor gehinderd worden, wat op zijn beurt resulteert in meer nood aan bagger- en ruimingswerken.
- Bagger- en ruimingswerken hebben dan weer een negatief effect op de ecologische waarde van de waterloop.
- Te veel zwevend materiaal kan het leven in de waterloop hinderen.
- De verontreinigingen die gebonden zijn aan de zwevende stoffen beïnvloeden de waterkwaliteit in negatieve zin.

Bij het sedimenttransport dient men rekening te houden met een aantal deelprocessen:

Sedimentaانوer

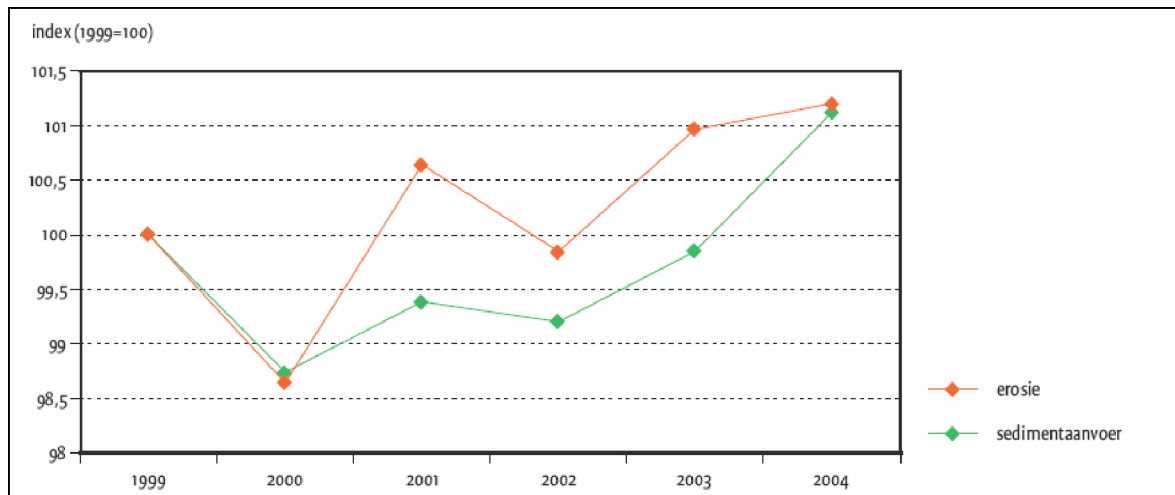
De belangrijkste bron van aanvoer van sediment is bodemerosie. Dit vindt vooral plaats in heuvelachtige gebieden met zandlemige tot lemige bodem, waar bovendien aan intensieve landbouw wordt gedaan. In Vlaanderen gaat het hier voornamelijk om de volgende streken: de Vlaamse Ardennen, het Pajottenland, het Hageland en Haspengouw.

Bodemerosie door water op een hellend akkerland is één van de belangrijkste processen van bodemaantasting in Vlaanderen. Het heeft 4 belangrijke negatieve gevolgen: afname van de vruchtbare bodemtoplaag in dikte, modderig karakter van lokale overstromingen, afzetting van nutriëntenrijk sediment in valleigebieden én hoge stijgende sedimentlasten in de Vlaamse waterlopen (zie Figuur 7). Bodemerosie door watererosie is het resultaat van 4 hoofdfactoren: klimaat (neerslaghoeveelheid en neerslagintensiteit), topografie (hellingsgraad en hellingslengte), bodem (de erosiegevoeligheid van de bodem) en vegetatie (de erosiegevoeligheid van het bodemgebruik). Het jaarlijkse bodemverlies in Vlaanderen door watererosie bedraagt ca. 2 000 000 ton geërodeerd bodemmateriaal, waarvan er ongeveer 400 000 ton terecht komt in het wateroppervlak (Mira T, 2005).

Niet alleen watererosie is verantwoordelijk voor bodemerosie. We kunnen als oorzaak nog 2 andere factoren aanwijzen, namelijk lozing van zwevende stoffen en de zogenaamde chemische erosie (aanrijking van oppervlaktewater met vb. ijzer zorgt voor een reactie met andere stoffen waardoor vlokvorming ontstaat en bijgevolg gaat neerslaan) (Van den Belt, 2003).

Een belangrijk negatief effect van bodemerosie is, zoals reeds eerder vermeld, de hoge sedimentlast in de Vlaamse Waterlopen - waardoor deze aan een hoog tempo dichtslibben - met een verhoogd overstromingsrisico en een gedaalde toegankelijkheid tot gevolg. De gemiddelde jaarlijkse sedimentaانوer als gevolg van watererosie vanuit Vlaanderen naar de rivieren bedraagt 356.000 ton waarvan 300.000 ton voor het Scheldebekken (Leie, Bovenschelde, Beneden-Schelde, Dender, Zenne, Dije en Nete) (zie tabel 4) (Mira T, 2005). Niet alleen cijfers betreffende aanvoer zijn belangrijk. Het is ook kritisch om in te schatten hoeveel sediment er effectief in de waterloop achterblijft

m.a.w. sedimenteert. Hiervoor maakt men gebruik van de sediment doorvoer ratio (SDR), die weergeeft hoeveel van het geërodeerde bodemmateriaal de waterloop bereikt en verder wordt afgevoerd (Van den Belt 2003).



Figuur 7: Evolutie van de modelmatige berekende erosiehoeveelheid en sedimentaanvoer. (modelberekeningen WATEM/SEDEM, K.U. Leuven) (Mira T, 2005).

Er werd uitgegaan van een constante constante neerslagerosiviteit van 880 MJ.mm/ha.h.

Tabel 4: Sedimentaanvoer (tds/jaar) per rivierbekken, via diverse bronnen, voor zover gegevens gekend zijn (OVAM 2003). Blanco cellen wijzen op het niet voorhanden zijn van gegevens.

Rivierbekken	Via erosie	Via zwevend stof (huishoudelijk)	Via zwevend stof (industrieel)
Beneden-Schelde	4. 000	11.000	3.000
Bovenschelde	23.000	7.000	1.000
Brugse Polders	1.000	*	*
Demer	42.000	8.000	2.000

Dender	22.000	6.000	1.000
Dijle - Zenne	24.000	12.000	2.000
Gentse kanalen	1.000	*	*
Ijzer	9.000	3.000	< 1.000
Leie	11.000	8.000	3.000
Maas	11.000	*	*
Nete	2.000	6.000	2.000
TOTAAL	157.000	61.000	14.000

Sedimentatie

Een deel van het sedimentmateriaal blijft achter (sedimenteert) in de waterloop.

Gegevens hierover worden verkregen via slibopmetingen en een inventarisatie van bagger- en ruimingshoeveelheden en de frequentie van deze werken.

Sedimentdoorvoer

Een bepaalde hoeveelheid sediment wordt uiteindelijk doorgevoerd doorheen de waterlopen. (Bekkenbeheerplan, 2004; Voorontwerp Uitvoeringsplan Bagger- en ruimingsspecie, 2006)

Sedimenten als bewaarplaats?

De sedimenten in de Vlaamse rivieren hebben te kampen met een historische vervuiling plus een jaarlijkse aangroei. Sedimenten werden jarenlang beschouwd als de ultieme bewaarplaats voor verontreinigde stoffen: gechloreerde koolwaterstoffen, PCB's, zware metalen, nutriënten, ... De componenten bezinken in het sediment en kunnen persisteren tot lang na de verwijdering van de oorspronkelijke vervuilingsbron. De toxicanten zijn onderhevig aan een aantal processen die uiteindelijk de weg bepalen die wordt afgelegd. Zo is daar:

- **Bioaccumulatie:** opname van de toxicanten via sedimentingestie (De Cooman, 1995).
- **Trofische transfer:** beweging van contaminerende stoffen via sedimentingestie en de bijhorende biomagnificatieprocessen (De Cooman, 1995).
- **Migratie:** behelst de mogelijke beweging van organismen in of uit het gecontamineerde sediment (De Cooman, 1995).
- **Biodegradatie:** afbraak van vervuilende stoffen door micro-organismen (De Cooman, 1995).
- **Bioturbatie:** is het effect dat fysische beweging en veranderingen van het sediment door organismen kan hebben op contaminerende stoffen. Bodemdieren mengen de toplaag door hun graafactiviteiten. De eerste 15cm is voor deze bodemorganismen van belang (Den Besten, 1997).

Dit zijn alle vijf natuurlijke processen die plaatsvinden. Het effect van de verplaatsing dat - alleen al - een schip met zich meebrengt en de gevolgen van de activiteiten van het baggeren liggen in een andere grootteorde. Door scheepvaart en ruimingswerken zullen verschillende lagen vermengd worden (historische laag + jaarlijkse aangroei). De kwaliteit van de toplaag kan sterk verschillen van plaats tot plaats en in de tijd. In geen enkele publicatie wordt een exacte omschrijving van gegeven van kwaliteit naargelang de diepte. Men tracht aan de hand van bodemstaalnames juiste inschattingen te maken. Sets van data worden geanalyseerd aan de hand van de voorvernoemde triadekwaliteitsbeoordeling.

Reductie van sedimentaanvoer via erosiebestrijding

Maatregelen die genomen kunnen worden om erosie te bestrijden:

- reduceren van de bodembewerking
- maatregelen om de bodemstructuur te verbeteren
- kleine landschapselementen herstellen
- herbebossing
- landbouwmethoden aanpassen zoals aanleggen van grasstroken, dammen, buffergrachten, erosiepoelen, etc.
- sensibiliseren en begeleiden van de landbouwers

Op langere termijn zouden bijkomende juridische instrumenten ontwikkeld moeten worden om erosiebestrijding te kunnen afdwingen (Karel VanDaele pers. Comm, Sup 2005).

4.3.3 Aanbod van bagger- en ruimingsspecie

Om de totale hoeveelheid aanwezig bagger- en ruimingsspecie in te schatten, maakt men onderscheid tussen de **historische achterstand** (d.i. de hoeveelheid sediment die zich in de loop der jaren heeft opgestapeld) en de **jaarlijkse aangroei** (d.i. de jaarlijkse hoeveelheid sediment tengevolge van erosie, oppervlakkige afstroming en sedimenttransport bovenop de reeds aanwezige hoeveelheid) (OVAM, 2003).

Naar schatting bedraagt de jaarlijkse aangroei 1.3 miljoen tds (ton droge stof) voor de bevaarbare en 97 000 tds voor de onbevaarbare waterlopen. De historische achterstand wordt geschat op 11.2 miljoen tds voor bevaarbare en 12.4 miljoen tds voor de onbevaarbare waterlopen (OVAM, 2003).

Tabel 5: Jaarlijkse aangroei en historische achterstand van sediment in de bevaarbare waterlopen in Vlaanderen, ingedeeld volgens de waterloopbeheerders (tds/jaar) (OVAM 2003)

Bekken	Historische achterstand (tds)	Jaarlijkse aangroei (tds)
Afdeling Bovenschelde	1.472.000	328.400
Afdeling Zeeschelde	7.311.000	180.000
Afdeling Waterwegen Kust	978.000	58.800
Afdeling Maas en Albertkanaal / Dienst voor de scheepvaart	280.000	56.000
Afdeling Maritieme Toegang	320.000	187.800
NV Zeekanaal	760.000	72.000
Haven Gent	90.000	75.000
Haven Antwerpen	p.m.	300.000
TOTAAL bevaarbare waterlopen	11.211.000	1.258.000

De afdeling Zeeschelde heeft te kampen met de grootste hoeveelheid baggerspecie. Voor de haven van Antwerpen zijn geen recente metingen beschikbaar voor wat betreft de historische achterstand (zie Tabel 5).

De cijfers voor de jaarlijkse aangroei liggen veel hoger als deze gegeven in Tabel 4. Dit betekent dat de aangroei slechts gedeeltelijk aanwijsbare bronnen heeft.

In de periode 2001-2002 werd er van deze totale hoeveelheid sediment slechts 518000 tds gebaggerd. Dit is minder dan 50% van de jaarlijkse aanvoer. Bij deze hoeveelheid zal dus de historische achterstand blijven toenemen.

4.3.4 Koppeling kwaliteit en kwantiteit bagger- en ruimingsspecie

Een koppeling van kwaliteits- en kwantiteitsgegevens toont aan dat het grootste gedeelte van het de historische achterstand in nog te ruimen slib zwaar verontreinigd is. Meer dan de helft behoort tot de TKB 4 – klasse. Slechts een klein aandeel is niet verontreinigd (zie Tabel 6).

Tabel 6: Indeling van het specie-aanbod per TKB-klasse voor bevaarbare waterlopen in Vlaanderen (OVAM 2003)

TKB klasse	Omschrijving	Hoeveelheid (Tds)	Percentage
TKB 1	Niet verontreinigd	404.000	4%
TKB 2	Licht verontreinigd	1.637.000	15%
TKB 3	Verontreinigd	3.251.000	29%
TKB 4	Zwaar verontreinigd	5.920.000	53%
Totaal		11.212.000	100%

4.4 Bestemming van baggerspecie

4.4.1 Afwegingscriteria

De mogelijke bestemming, verwerking of hergebruik van baggerspecie is afhankelijk van:

- de chemische en fysische kwaliteit van de baggerspecie
- de beschikbaarheid van een toepassingslocatie
- de kosten voor verwerking in relatie tot berging in depots

Met name voor klasse 2 en 3 specie geldt dat het zinvol is om na te gaan in hoeverre de specie direct of na verwerking kan worden hergebruikt als bodem of bouwstof.

4.4.2 Verspreiden van slib

De eenvoudigste verwerkingsmethode is het terug verspreiden van slib, zonder dat er een tussenliggende verwerking plaatsvindt. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in verspreiding op het land, in binnenwateren en in zee.

Verspreiden op het land/oever

Deze methode, die vooral vroeger populair was, is zonder twijfel de 'gemakkelijkste' methode om baggerspecie te herbergen. Dit vereist een minimum aan kosten en inspanningen om de specie te transporteren of te verwerken. Op lange termijn is natuurlijk de vraag in hoeverre dit oeverslib niet terug in de waterloop terecht komt d.m.v. erosie en transport door bijvoorbeeld neerslag.

Verspreiding van specie op de oever wordt momenteel vooral nog toegepast door de waterloopbeheerders van onbevaarbare waterlopen. Hierbij is echter niet altijd duidelijk of de specie voldoet aan de VLAREA normen of niet (OVAM 2003).

Ook bij zogenaamde noodruiming mag de specie op de oever worden gedeponeerd, mits monsternamen en preventieve maatregelen om vermenging met de oorspronkelijke bodem te voorkomen. Is de specie niet conform de reglementering dan dient deze binnen de twee maanden te worden verwijderd (OVAM 2004).

Terugstorten in zoete binnenwateren

Het storten van specie in de maritieme binnenwateren gebeurt voornamelijk bij baggerwerken voor het garanderen van de toegankelijkheid van de Antwerpse haven. Dit gebeurt onder andere in de Beneden-Zeeschelde en de Westerschelde (op Nederlands grondgebied). Hier kiest men vaak voor technieken zoals agitatiebaggerwerken en slibslepen, die enkel een verplaatsing van sediment in de waterloop teweeg brengen.

Men opteert voor deze translocatie van het slib binnen de waterloop om economische (transport -en verwerkingskosten van de specie) maar ook ecologische redenen. Zo is er de kans dat bij verwijdering van het baggerslib de zandbalans van het watersysteem te veel verstoord wordt wat kan resulteren in een toegenomen kans op overstromingen, een te hoge stroomsnelheid in de vaargeulen (Schelde, nieuwsbrief maart 2005 no 42) en het verdwijnen van ecologische structuren zoals platen en slikken (Peters et al 2003).

Omdat het hier echter vaak gaat om verontreinigde specie wordt terugstorten door VLAREM aanzien als een vergunningsplichtige handeling.

Ook bij het aanwijzen van (terug)stortlocaties wordt rekening gehouden met ecologische criteria. Het storten van de baggerspecie gebeurt op plaatsen die dieper zijn dan 8 m (in de zogenaamde nevengeulen), waar nauwelijks bodemleven voorkomt. Gebieden die een kraamkamerfunctie voor vissen hebben of waar zaadval van schelpdieren plaats vindt, worden in regel nooit als stortlocatie aangewezen (bron: Baggeren en storten in de Westerschelde; Schelde, nieuwsbrief maart 2005 no 42.)

Terugstorten van specie in zee

Een logische oplossing zou zijn om baggerspecie te storten in zee, omdat hierdoor het langzaam bezinken een verspreiding en verdunning van polluenten plaatsvindt. Inderdaad zijn er geen directe bewijzen van toxicologische effecten op bodemorganismen ter hoogte van de slibstorten in zee (Hillewaert 2001, Stutterheim et al 2004). Toch werden reeds ecotoxicologische effecten van mariene vervuiling op tal van mariene organismen vastgesteld. Zo wordt het verdwijnen van de wulk uit de waddenzee toegeschreven aan de hormoonregulerende werking van tributyltin (TBT), een aangroeiwerende stof uit verven van scheepsrompen, die ondermeer via slibstorten in zee terecht komt (R. ter Hofstede & C.L.M. van de Ven, 2000).

Voor het terugstorten van specie in de maritieme zone, geldt het internationale OSPAR verdrag. Het storten in de Noordzee is ook nationaal gereguleerd (federale wet ter bescherming van het mariene milieu) en is enkel toegelaten voor baggerwerken in een vijftal zeehavengebieden en vaargeulen in het Noordzeekustgebied (Zeebrugge, Oostende, Nieuwpoort,...). Het principe is dus ook hier dat er enkel specie kan gestort worden die afkomstig is uit het systeem zelf (Noordzeekustzone).

In Vlaanderen wordt dus geen specie, afkomstig uit binnenlandse wateren (bv. Westerschelde), in volle zee gestort. Dit vooral om de natuurlijkheid van het systeem niet te verstoren. Het deponeren in zee is dus geen alternatief om het gebrek aan stortplaatsen te verhelpen.

4.4.3 Verwerken / Hergebruiken van slib

Verspreiden of terugstorten is bij verontreinigd slib geen optie. De optimale oplossing is in dat geval het slib verwerken zodat het hergebruikt kan worden voor andere bestemmingen.

Het verwerken van baggerspecie is nuttig omwille van volgende redenen:

- betere controle over de kwaliteit van het slib
- verkleining van het te storten volume, waardoor de behoefte aan stortplaatscapaciteit vermindert
- de mogelijkheden om baggerspecie als secundaire grondstof te gebruiken, zijn in volle opgang/ontwikkeling.

Hergebruik van niet-verontreinigde specie als bodem

Niet-verontreinigde, ontwaterde bagger- en ruimingsspecie komt in aanmerking voor hergebruik als bodem wanneer wordt voldaan aan de hiervoor bepaalde normen in het VLAREA. Voorbeelden van toepassingen van ontwaterde specie als bodem zijn het gebruik als vulgrond voor het aanleggen van industrieterreinen, afdekragen voor stortplaatsen en het vullen van zandwin- en kleiputten. Ook in het kader van ecologische herstelprojecten kan specie een bestemming als bodem krijgen, zoals bij de aanleg van natuurvriendelijke oevers.

Hergebruik als bouwstof

Verwerkte bagger- en ruimingsspecie komt in aanmerking voor hergebruik als bouwstof wanneer wordt voldaan aan de hiervoor bepaalde normen in het VLAREA. Toepassingen van verwerkte bagger- of ruimingsspecie kunnen worden opgedeeld in hergebruik als niet-vormgegeven en als vormgegeven bouwstof (OVAM 2003).

Met niet-vormgegeven bouwstof bedoelt men materiaal (grond, zand of klei) verkregen uit baggerslib. Het wordt gebruikt als bouwstof waarbij uitloging en vermenging met de omgeving zoveel mogelijk wordt vermeden. Typische voorbeelden zijn zand-cementmengsels die worden gebruikt bij wegophogingen en dijkophogingen.

Met verwerking als vormgegeven bouwstof bedoelt men de baggerfractie die wordt gebruikt bij het produceren van bouwmaterialen met een vaste vorm zoals kunstgrind, kunstbasalt of baksteen. Hierbij wordt de verontreinigde specie vastgelegd in het bouw materiaal waardoor uitloging wordt voorkomen.

Technisch gezien bestaat de mogelijkheid om vertrekkende van bagger- en ruimingsspecie granulaten te produceren via koude immobilisatie en vormgegeven bouwstoffen als kunstgrind, kunstbasalt of baksteen via thermische immobilisatie. Deze technieken zijn in Vlaanderen uitgetest, maar worden nog niet op praktijkschaal toegepast. De voornaamste reden hiervoor is de kostprijs en de beperkte afzetmarkt voor gerecycleerde bouwstoffen. Koude immobilisatie wordt bijvoorbeeld wel al op grote schaal toegepast, maar niet op baggerspecie.

Naast de normen voor hergebruik die worden opgelegd door het VLAREA, moet een bouwstof ook voldoen aan de civieltechnische regelgeving die voor de verschillende toepassingen van kracht is. Ook wettelijk gezien kunnen er beperkingen zijn voor het toepassen van gerecycleerde producten.

In 2003 was er in Vlaanderen een vergunde capaciteit voor de verwerking van 2.5 miljoen tds slib. Het gaat hier om verwerkingscentra die specifiek vergund zijn voor de verwerking van bagger- en ruimingsspecie. Een aantal van deze installaties worden ook gebruikt voor de verwerking van ander slib, zoals rioolkolkenslib.

4.4.4 Storten

Ruimings- of baggerspecie die omwille van een te hoge verontreinigingsgraad niet nuttig kan toegepast worden, moet als afvalstof in een stortplaats of bekken geborgen worden. Een dergelijke monostortplaats voor ruimings- en baggerspecie heeft als doel het opslaan van niet herbruikbare verontreinigde ruimings- en baggerspecie zodanig dat de effecten op het milieu (grondwater en oppervlaktewater) en op de gezondheid van de mens tot een minimum beperkt blijven.

Voor de definitieve berging van baggerspecie kunnen in principe twee hoofdcategorieën van storten of bekkens onderscheiden worden, met verschillende kenmerken : stortplaatsen op het land en stortplaatsen in het water.

Storten van specie wordt in Vlaanderen op grote schaal toegepast en gebeurt "nat" (in loswallen) of "droog" (in monostortplaatsen, rechtstreeks of na een voorafgaande behandeling, zoals ontwatering). Voor het inrichten en het uitbaten van (mono)stortplaatsen is de VLAREM regelgeving van kracht.

In 2003 was er in Vlaanderen een vergunde capaciteit van 3,4 miljoen tds voor monostortsplaatsen en 2,1 miljoen tds voor subaquatische stortplaatsen. De vermelde capaciteiten zijn totaalcapaciteiten die niet enkel op het storten van bagger- en ruimingsspecie slaan maar voor bepaalde sites ook op het storten van andere slibsoorten zoals slib afkomstig van zuiveringsstations.

4.4.5 Verwerking in Vlaanderen

In OVAM 2003 is geïnventariseerd wat de bestemmingen waren van de gebaggerde specie in 2001. Van de 518.000 tds geruimd in bevaarbare waterlopen werd 35% nuttig herbruikt. De overige 65% werd afgevoerd naar stortplaatsen (VMM, 2003, 2004).

Om de bestemmingen die voor bagger- en ruimingsspecie verderop zullen worden geprogrammeerd bijkomend te onderbouwen, werd het specieaanbod getoetst aan de VLAREA normen voor hergebruik als bodem (ontwerp VLAREA (2003), waarin wordt verwezen naar de normen in Bijlage 8 van het gecoördineerde VLAREBO7). Om ook een raming te kunnen opmaken van het specieaanbod dat op korte termijn naar de verwerking kan gaan (als valabel en duurzaam alternatief voor storten), werd het aanbod opgesplitst naargelang de zandfractie ($> 63 \mu\text{m}$) die in-situ in de waterbodem gemeten werd (minder of meer dan 60 % zand) (VMM, 2003, 2004).

Tabel 7: Het specieaanbod getoetst aan de normen voor hergebruik als bodem (VLAREA).
Cijfers in tds; Geel = slib komt in aanmerking voor verwerking als bodem; oranje =
verwerking van de zandfractie na zandscheiding is mogelijk; rood = enkel storten is
mogelijk.

	Onder norm		Boven norm		Totaal
	< 60%zand	> 60%zand	< 60%zand	> 60%zand	
Onbevaarbaar	2030000	2289000	3541000	4534000	12394000
Bevaarbaar	1564000	4954000	1564000	3129000	11211000
Totaal	3594000	7243000	5105000	7663000	23605000

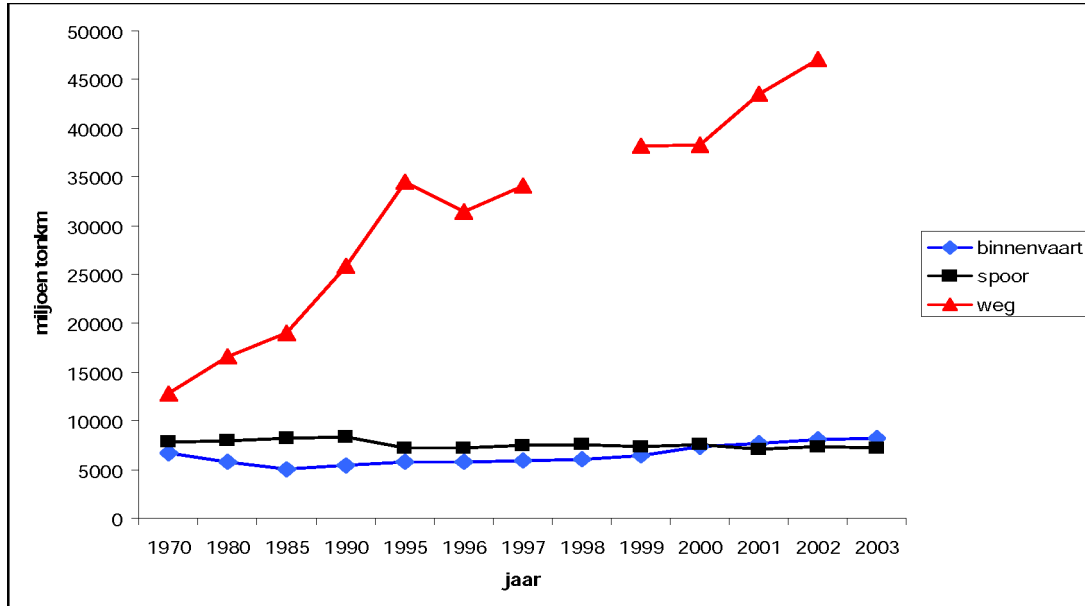
In totaal blijkt 10,8 miljoen tds (gele kleur) te voldoen aan de norm voor hergebruik als bodem (VLAREA), althans voortgaande op de in-situ analyse van de waterbodem. 11,7 miljoen tds komt volgens het VLAREA niet als dusdanig in aanmerking voor hergebruik als bodem. Van deze specie bevat ongeveer 7,7 miljoen tds (oranje kleur) meer dan 60% zand. Deze hoeveelheid wordt beschouwd als specie waaruit men, met op korte termijn inzetbare technieken, 4,1 tds verwerkbaar zand kan afscheiden. Minstens 5,5 miljoen tds (rode kleur) komt niet in aanmerking voor verwerking en moet dus rechtstreeks worden gestort (VMM, 2003, 2004).

4.5 Scheepvaart op de bevaarbare waterlopen in Vlaanderen

4.5.1 Evolutie van het goederenvervoer in België

Het goederenvervoer in België kende de afgelopen decennia een spectaculaire groei. Het totaal aantal afgelegde tonkilometers (dit is het aantal ton dat vervoerd wordt over een afstand van één kilometer) in 2002 lag 58% hoger dan het aantal afgelegd in 1990. T.o.v. 1980 is het goederenvervoer meer dan verdubbeld. Veruit het grootste deel van deze stijging is te wijten aan de grote stijging van het wegvervoer, maar ook de hoeveelheid transport via binnenvaart is gestegen. In 2002 gebeurde circa 13% van het totale goederentransport via binnenvaart. Dit aandeel is t.o.v. 1990 vrij constant gebleven. De stijgende trend in het aantal vervoerde tonkilometer door binnenvaart de

afgelopen tien jaar wijst erop dat ook in de toekomst vervoer via binnenvaart verder zal toenemen en dat dus ook de belasting van de waterwegen zal stijgen.



Figuur 8: Evolutie van vervoerde tonkilometers in België voor verschillende vervoersmodi (bron: NIS 2005)

4.5.2 Toekomstige prognoses voor scheepvaart

Op Europees vlak wordt in de EU White paper 'European transport policy for 2010: time to decide' de binnenvaart beschouwd als de meest duurzame en veiligste transportmodus. De energie-efficiëntie is zeer hoog en het groeipotentieel nog groter. Vanuit de Europese Unie worden er dan ook verscheidene initiatieven opgestart om de scheepvaart verder te promoten. Op vlak van infrastructuur worden acties opgezet om zwakke punten in het netwerk te verbeteren. Dit kadert o.a. binnen het programma ter verbetering van het Trans-Europese transportnetwerk (TEN-T). (Europese Commissie, 2006)

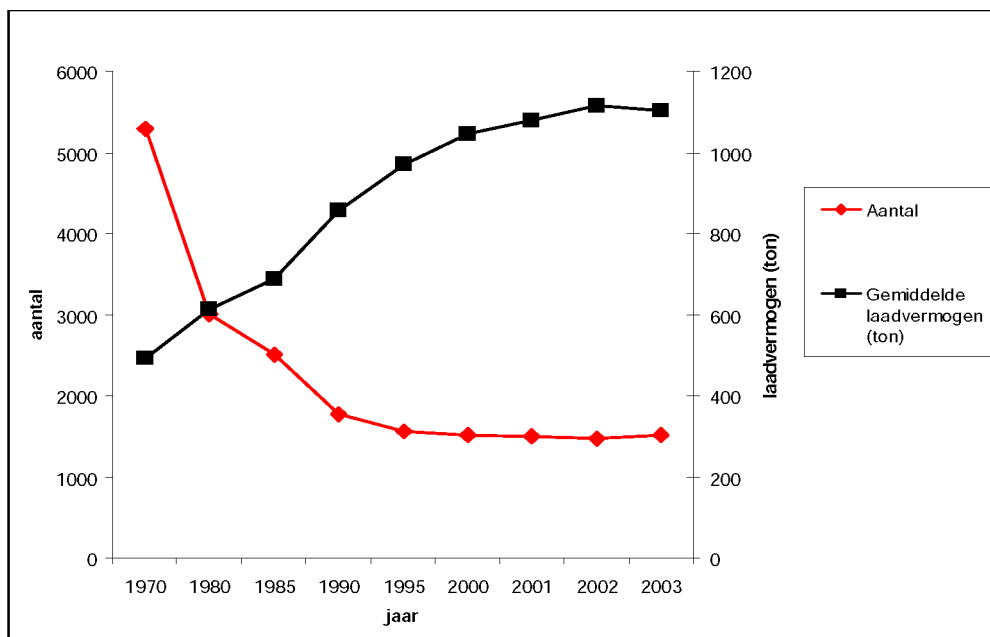
Ook in Vlaanderen zijn allerlei inspanningen verricht om de binnenvaart verder uit te bouwen. Het kaaimurenprogramma voorziet steunmaatregelen voor de bouw van laad- en losinstallaties langs de Belgische binnenwateren. Het programma dat van start ging in 2001 werd hierbij verlengd tot 2010. Door dit programma ontwikkelden zich nieuwe

goederenstromen en nieuwe binnenvaarttechnieken. Naast het aantal vervoerde goederen blijft mede door dit programma het aantal ladingen en lossingen toenemen. (Dienst voor de Scheepvaart, 2003). Andere belangrijke ontwikkeling voor de binnenvaart in Vlaanderen is de bouw van het Deurganckdok. In dit dok kunnen 5 miljoen TEU (20-voet containers) per jaar behandeld worden. Er wordt hierbij ingeschat dat 700.000 TEU per jaar extra door binnenvaartschepen wordt vervoerd. (ECORYS, 2003)

Deze ontwikkelingen zorgen ervoor dat in de meeste studies een verdere groei van de binnenvaart wordt verondersteld bij lange termijn prognoses. Zo stelt het Ontwerp Mobiliteitsplan Vlaanderen dat de gemiddelde jaarlijkse groei 2.5% bedraagt in het Trendskenario, waarbij enkel huidig beleid wordt verder gezet. In een meer duurzaam scenario stijgt dit met 4.9% per jaar gemiddeld.

4.5.3 Belang van diepgang voor binnenvaart

Figuur 9 geeft een overzicht van de evolutie van de Belgische binnenvloot. Het aantal schepen is sinds 1970 meer dan gehalveerd. Het gemiddeld laadvermogen daarentegen is meer dan verdubbeld. Binnenvaartschepen worden dus groter en groter. Dit betekent dat de diepgang van de waterwegen voldoende groot moet zijn om deze evolutie te kunnen volgen. Het aantal schepen dat zich op de minder goed bevaarbare waterlopen nog kan begeven, neemt af.



Figuur 9: Evolutie aantal binnenvaartschepen en gemiddeld laadvermogen in België (NIS 2005)

De indeling van de Belgische binnenvloot naar laadvermogen wordt gegeven in onderstaande Tabel 8. Naast een omschrijving van de klasse wordt ook de CEMT-klasse aangegeven. Deze indeling in scheepsklassen is Europees vastgelegd (zie tabel 9) en wordt ook gebruikt om waterwegen te classificeren. Schepen kunnen zich enkel begeven op waterlopen met een CEMT-klasse gelijk aan of groter dan de klasse van het schip.

Tabel 8: Overzicht Belgische binnenvloot 2004 naar laadvermogenklasse (NIS 2005)

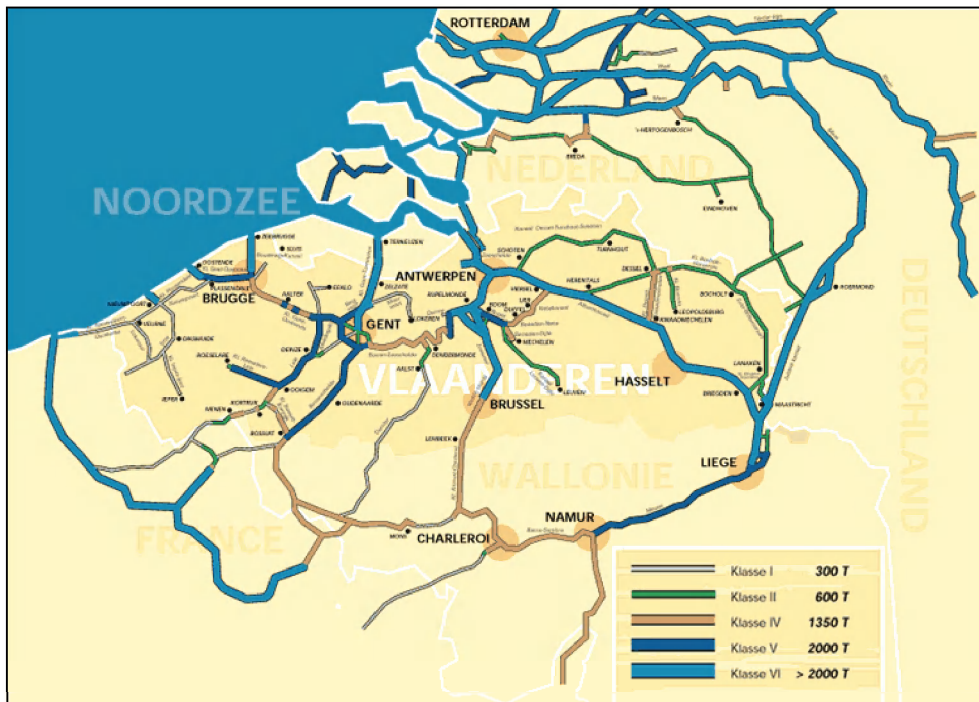
Laadvermogen	CEMT- klasse	Motor- schepen	Sleep- schepen	Duw- bakken	Totaal	Percentage
minder dan 250 ton	0	35	1	10	46	3%
251 tot 450 ton	I	367	2	34	403	26%
451 tot 650 ton	II	149	0	29	178	12%
651 tot 850 ton	III	120	0	6	126	8%
851 tot 1000 ton	III	80	0	6	86	6%
1001 tot 1500 ton	IV	279	1	23	303	20%
1501 tot 2000 ton	V	92	0	14	106	7%
2001 tot 2500 ton	V	74	1	23	98	6%
2501 to 3000 ton	VI	51	0	59	110	7%
3001 ton en meer	VI	30	0	35	65	4%
Totaal		1277	5	239	1521	100%

Tabel 9: Beschrijving omvang schepen per CEMT-klasse (PBV, 2006)

CEMT klasse	Scheepstype	Lengte (m)	Breedte (m)	Diepgang (m)	Hoogte (m)	Tonnage (t)
I	Spits	38,5	5,05	1,80 - 2,20	3,7	250 - 400
II	Kempenaar	50,00 - 55,00	6,6	2,5	3,70 - 4,70	400 - 650
III	Dortmund-Ems Kanaal	67,00 - 80,00	8,2	2,5	4,7	650 - 1000
IV	Rijn-Herne Kanaal	80,00 - 85,00	9,5	2,5	4,95 - 6,70	1000 - 1500
Va	Rijnschip	95,00 - 110,00	11,4	2,50 - 4,50	4,95 - 8,80	1500 - 3000
Vb	Duwkonvooi	172,00 - 185,00	11,4	2,50 - 4,50	4,95 - 8,80	3200 - 6000
VIa	Duwkonvooi	95,00 - 110,00	22,8	2,50 - 4,50	6,70 - 8,80	3200 - 6000
VIb	Duwkonvooi	185,00 - 195,00	22,8	2,50 - 4,50	6,70 - 8,80	6400 - 12000

4.5.4 Bevaarbaarheid van de waterlopen en scheepvaart-intensiteit

In onderstaande waterwegen wordt aangegeven wat de maximale grootte is van schepen die zich op de Vlaamse waterwegen kunnen begeven. De indeling gebeurt volgens de Europese CEMT-classificatie. Vaarwegen in de hoogste klasse zijn o.a. het Albertkanaal en het kanaal Gent-Terneuzen. Zij behoren tot klasse VI en kunnen vaartuigen aan met een maximale toegelaten tonnenmaat van meer dan 2000 ton.



Figuur 10: Vlaamse waterwegen onderverdeeld in klassen (bron: Promotie Binnenvaart Vlaanderen 2005)

Meer details over de bevaarbaarheid van de Vlaamse waterlopen worden gegeven in. Om te oordelen over de effecten van baggeren op scheepvaart is het vooral van belang te kijken naar de diepgang van de waterwegen. Baggeren zal de diepgang van de waterwegen verhogen waardoor grotere schepen zich op deze waterwegen kunnen begeven. Naast diepgang zijn ook de maximale afmeting van schepen en de vrije hoogte gegeven in Tabel 10. De maximale afmeting wordt vooral bepaald door de omvang van sluizen, terwijl de vrije hoogte afhankelijk is van de hoogte van vaste bruggen over de waterwegen. In veel gevallen is het onvoldoende om enkel de diepgang van de waterwegen te verhogen om de capaciteit te verhogen. Investering in infrastructuurwerken zullen eveneens vereist zijn. Dit moet zeker in beschouwing genomen worden wanneer gekeken wordt naar de baten van baggeren voor scheepvaart. Van een aantal rivieren zijn diepgang en vrije hoogte variabel omwille van de getijde-werking.

Tabel 10: Overzicht karakteristieken belangrijkste bevaarbare waterlopen in Vlaanderen en getransporteerde goederen in 2004 (Bronnen: NIS 2005, ECORYS 2003, Promotie Binnenvaart Vlaanderen 2005)

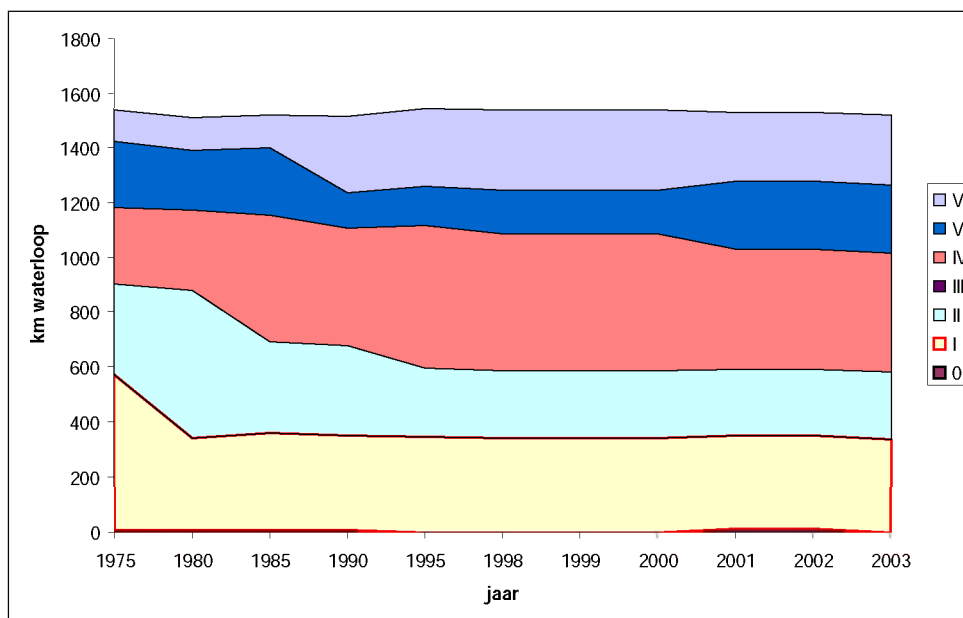
Naam	Lengte (km)	CEMT-Klasse	Maximum afmeting schepen*(m)	Diepgang * (m)	Vrije hoogte* (m)	Transport 2003 NIS (tonkm)	Geladen schepen 2003
<u>Kempense kanalen</u>							
Albertkanaal	110	VI	134 x 12,5	3,4	6,7	3.327.630	42.999
Kanaal Dessel-Turnhout-Schoten	63	II	51,5 x 6,7	1,9	5,1	21.161	2.034
Kanaal Bocht-Herentals	57	II	51,5 x 6,7	2,1 - 2,5	4,9 - 5,5	52.082	5.334
Kanaal Dessel-Kwaadmechelen	16	IV	110 x 11,5	2,8	5,2	18.797	2.297
Zuid Willemsvaart	43,5	II	52 x 6,7	1,9 - 2,5	5,1	31.532	2.108
Kanaal naar Beverlo	30	II	57,5 x 6,6	1,9 - 2,3	4,4 - 5,2	1.006	442
Kanaal Briegden-Neerharen	4,7	II	55 x 7,3	2,1	6	1.418	869
<u>Bekken van de Zeeschelde</u>							
Beneden-Zeeschelde	31	VI	onb.	var.	onb.	382.748	24.432
Boven-Zeeschelde	77	IV-VI	85 x 9,5	var.	5 – 45	242.102	9.356
Schelde-Rijnverbinding (V) + dokken Antwerpen	21	VI	onb.	4	9,1	1.268.689	130.359
Beneden-Dijle	6	IV	80 x 9,5	var.	5,4 - var.	434	563
Netekanaal en Beneden-Nete	25	IV	81 x 10,3	2,5 – var.	5,4	6.004	654
Rupel	12	V	95 x 11,4	Var.	35	29.819	10.493
Dender (V)	48	I-II	41,55 x 5,1	1,9 – var.	3,9 - 7,2	3.953	908
<u>Brabantse kanalen</u>							
Zeekanaal Brussel-Schelde	27	VI	210 x 21	5,8	30	214.873	10.078
Kanaal Brussel-Charleroi (V)	14	IV	81,3 x 10,3	2,5 - 2,8	4,2 – onb.	174.161	5.743
Kanaal Leuven-Dijle	30	II	51,7 x 7,5	2,3	6	3.087	497
<u>Bekken van de Bovenschelde</u>							
Kanaal Gent - Terneuzen	17	VI	onb.	5,5 - 12,3	51	360.741	33.642
Ringvaart Gent	22	V	110 x 11,5	3 - 3,5	6,6 - 6,7	192.462	28.700
Bovenschelde	83	V	100 x 9,6	2,1 - 3	3,9 – 7	624.297	16.389
Kanaal Bossuit-Kortrijk	15	I-V	110 x 11,5	1,8 - 2,5	3,9 - 6,4	2.957	390
Leie	88	I-V	73 x 7,5	1,9 - 2,5	4,2 – onb.	218.559	24.557
Kanaal Roeselare - Leie	17	V	110 x 11,5	2,5	5 – 6	33.323	4.247
Afleidingskanaal Leie	28	I-V	110 x 11,5	2,3 - 2,5	4,5 - 7,5	90.572	13.300
Kanaal Gent - Brugge	40	II-V	90 x 10,2	2,5	4,3	82.676	15.376
<u>Bekken van de Kust en van de IJzer</u>							
Kanaal Brugge - Oostende	25	IV-VI	89,7 - 10,2	2,3 - 6	5,5	7.723	1.798
Boudewijnkanaal Brugge-Zeebrugge	12	VI	onb.	6,3	8,7	4.644	1.877
Kanaal Passendale-Duinkerke	40	I	38,7 x 5,05	1,8-2	4,5 – onb.	359	76

* Gebruikte afkortingen: onb. = onbeperkt, var. = variabel (in functie van getij)

Belangrijkste waterlopen voor binnenvaart zijn het Albertkanaal en de Schelde-Rijnverbinding. Van alle afgelegde tonkilometers gebeurt 62% op deze twee waterwegen. Het feit dat meer dan 75% van de afgelegde tonkilometers en meer dan 62% van het aantal geladen schepen zich op klasse VI vaarwegen begeven, bevestigt nogmaals het belang van doorvaarkarakteristieken. Het aantal geladen schepen dat zich begeeft op waterlopen met klassen lager dan klasse IV is verwaarloosbaar in vergelijking met de hogere klassen.

4.5.5 Evolutie van bevaarbaarheid

Tussen 1975 en 1990 kende de bevaarbaarheid van de Belgische waterwegen sterke veranderingen. Het aantal vaarwegen van klasse VI is in deze periode verdubbeld. Het aantal vaarwegen van klasse I nam sterk af. Deze vaarwegen werden verdiept om toegang te verschaffen voor schepen van klasse II of meer. Sinds 1990 is de bevaarbaarheid nauwelijks veranderd. Het aantal kilometers waterloop van de hoogste klasse neemt zelfs iets af. Het aantal waterwegen in de laagste klassen blijft nagenoeg constant.



Figuur 11: Evolutie van bevaarbaarheid waterlopen in België (NIS 2005)

(CIW 2004). De stroomafwaarts gelegen waterlopen kunnen al dit water niet tijdig afvoeren waardoor er wateroverlast ontstaat. De verhoogde afstroom leidt ook tot een toenemende landerosie en tot een verhoogde sedimentvracht in de waterlopen. Deze factoren zorgen mogelijk voor grote schade aan menselijke eigendommen bij overstromingen (Mitchel 2003).

De komberging van de rivier is verkleind door inpolderingen, dijkverhogingen, rechtekkingen van de waterloop en baggerwerken (Resource analysis et al 2005, CIW 2004). Wanneer rivieren bij langdurige of hevige regenval hun natuurlijke winterbedding innemen, komen vaak woonzones en verkavelingen onder water te staan. Deze overstromingen zijn te wijten aan het feit dat veel Vlamingen in de winterbedding van de waterloop of in valleigebieden wonen. Vallei -, infiltratie -, en kwelgebieden zijn zeer belangrijk binnen het goed functioneren van het watersysteem omwille van hun vele interacties met zowel het oppervlakte als het grondwatersysteem. Bovendien maken ze een wezenlijk onderdeel uit van het natuurlijk milieu en in het bijzonder van het landschap. Als deze ruimten ingenomen worden, vragen we om (water)problemen (Van den Belt 2003).

Jarenlang werden waterlopen rechtgetrokken en ingedijkt en werd er gebouwd in overstromingsgebieden. Deze ingrepen aan de waterlopen hebben een versnelde afvoer tot gevolg (OVAM 2003). Hierdoor verminderde de infiltratie, verhoogde de drainage van regenwater en concentreerde de sedimentatieprocessen benedenstrooms. Dit heeft als gevolg dat het overstromingsgevaar (stroomafwaarts) toeneemt door grotere schommelingen van het waterpeil en de lage retardatie van de waterpiek na regenbuien (Mitchell 2003). De hoogte van gebouwde dijken volstaat niet meer om deze hogere pieken op te vangen. We kunnen hogere dijken bouwen maar dit is een duur proces en het verhoogt bovendien de afvoersnelheid. Hierdoor verleggen we het probleem stroomafwaarts. (Hey and Philippi 1994).

Het integrale kader is één van de centrale doelstellingen van de Europese Kaderrichtlijn Water (Richtlijn 2000/60/EG van de Europese Gemeenschap). De Kaderrichtlijn vereist het beschermen, verbeteren of herstellen van de goede toestand van oppervlakte- en grondwater waarbij er een integraal beleid wordt opgesteld. Het doel is de watervoorraden in Europa veilig te stellen en de gevolgen van overstromingen af te

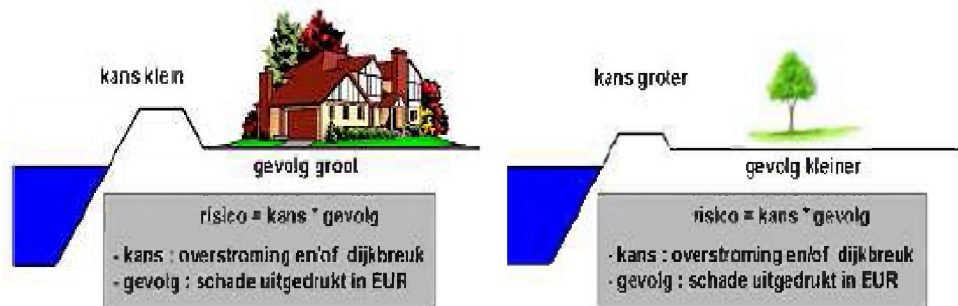
zwakken. De richtlijn schrijft de lidstaten voor in stroomgebieden te denken, waarin alle besturen, sectoren en doelgroepen samenwerken (VIWC 2001).

In het decreet integraal waterbeleid komt ook dit integrale denkkader aan bod. Het decreet is bovendien ruimer dan de Kaderrichtlijn water. Waar de richtlijn slechts indirect ingaat op de waterkwantiteit komen deze in het decreet wél aan bod. De waterbeheersing moet volgens het decreet een anders aangepakt worden. Zo kunnen er natuurlijke oeverzones ingericht worden. Deze zones hebben een positief effect op de stroomsnelheid en de turbulentie waardoor er minder erosie optreedt. Ook zullen ze het water langer vastgehouden worden en zal de wateroverlast niet benedenstrooms verplaatst worden (VMM 2004a).

Een volgend belangrijk beleidsinstrument is de waterbeleidsnota. Om de wateroverlast te bestrijden, wordt er een nieuwe aanpak voorgesteld. Vroeger mocht er zo weinig mogelijk land overstromen. Daarom werden hoge dijken gebouwd. Overstromingen zijn echter eigen aan de natuur en zullen dus altijd voorkomen. Daarom is het beter de schade te vermijden i.p.v. de overstromingen. Als waterlopen buiten hun oevers treden, kan verontreinigde specie verspreid worden, dit maakt de schade nog groter. In vele gebieden kunnen overstromingen immers maar weinig schade aanrichten en zijn de (dure) dijken een economisch onverantwoorde maatregel. In dichtbevolkte gebieden richten overstromingen wel veel schade aan en deze gebieden moeten ten alle prijzijk gespaard blijven van wateroverlast (Mitchell 2003). Overstromingen moeten dus in de toekomst "gestuurd" worden zodat ze optreden in gebieden waar de schade het kleinst is, dit zijn voornamelijk natuur en landbouwgebieden.

Er is nood aan een nieuwe organisatie en een degelijke wettelijke omkadering van het waterbeleid. Het integraal werken aan het waterbeleid is noodzakelijk en bij het realiseren van deze doelstelling is de stroomgebiedbenadering zeer belangrijk. Vooral het begrip "**ruimte voor water**", dat overgewaaid komt uit Nederland, is essentieel in het bereiken van een beter evenwicht in de waterloop (Ruimte voor de rivier 2005). Overstromingen "te allen prijze" vermijden staat niet meer op de agenda: soms is de prijs te hoog. Een nieuwe veiligheidsbenadering dringt zich op, één waarbij een gedifferentieerde bescherming tegen overstromingen wordt verwezenlijkt. Het is volgens deze visie niet nodig om de ganse vallei te beschermen volgens hetzelfde veiligheidsniveau; integendeel, men past de veiligheid aan de schade aan die zich zou

voordoen in geval van overstroming (Resource Analysis et al 2005).

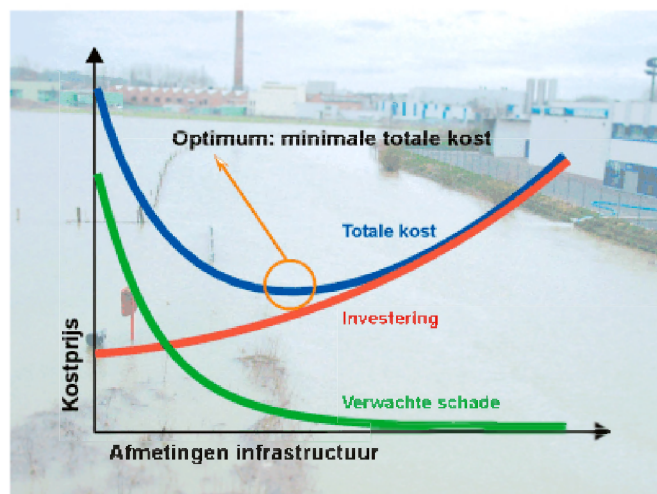


Figuur 13: Investeringskosten en vermeden schade bepalen het na te streven veiligheidsniveau (Bron: Resource analysis et al 2005).

Op deze manier wordt de wateroverlast aangepakt tegen een minimale kost (Figuur 13).

Het optimum ligt op de plaats waar de som van de investering in infrastructuur en de verwachte schade minimaal is. Bij de berekening hiervan worden drie stappen gevolgd, eerst de overstromingskans en -reikwijdte bepalen, dan de schade berekenen en als laatste een maatschappelijke afweging maken om de minimale kost te bepalen (HIC 2003,

Figuur 14).



Figuur 14: Optimum van de kosten om de veiligheid te garanderen (HIC 2003).

4.6.2 Het concept 'Vasthouden-bergen-afvoeren'

Het concept "**vasthouden-bergen-afvoeren**" is binnen de waterbeleidsnota de voornaamste maatregel om de wateroverlast in Vlaanderen te beperken. Om te voorkomen dat de wateroverlast stroomafwaarts wordt afgewenteld, volgt het waterbeheer een strategie in drie stappen (CIW 2005).

In dit concept zijn de waterrijke gebieden van groot belang voor de waterhuishouding. De term waterrijke gebieden (of wetlands) is een verzamelnaam voor meren, rivieren met hun oeverzones, moerassen, kwelgebieden, overstromingsgebieden, estuaria,... Ze komen niet alleen voor in de laagst gelegen delen van het landschap, ze kunnen ook voorkomen boven op plateaus of in gebieden met een sterke helling en een slecht doorlatende bodem. Waterrijke gebieden kunnen fungeren als buffer en kunnen overstromingen helpen voorkomen. Het zijn tevens belangrijke infiltratiegebieden. Ze vlakken priedebieten af, en voorkomen of beperken daarmee benedenstroomse wateroverlast. Daarenboven behoren waterrijke gebieden tot de meest waardevolle ecosystemen op aarde en zijn ze het leefgebied van een zeer grote verscheidenheid van wilde planten en dieren (Van den Belt 2003).

Om schade door overstromingen te beperken, moet als eerste stap het water zo dicht mogelijk bij de bron worden **vastgehouden**. Dit is mogelijk door retentie ter plaatse (d.i. afkoppelen, hergebruik en infiltratie) en door waterconservering (d.i. vasthouden van water in waterrijke gebieden) (Thomaes 2006a). Binnen de waterloop moet het water zo veel mogelijk geborgen worden en de afvoer zo veel mogelijk worden vertraagd. Dit kan gebeuren door de oevers weer in hun natuurlijke staat te herstellen en de rivier weer te laten meanderen. Vasthouden van hemelwater is een fundamentele bronmaatregel om wateroverlast te voorkomen. Door een verminderde afstroom zal de erosie afnemen en de infiltratie toenemen. Hierdoor worden de waterkwaliteit en het verdrogingsprobleem positief beïnvloed. Het bodemgebruik beïnvloedt in belangrijke mate de infiltratie. Het belangrijkste knelpunt voor het vasthouden van water is de toename van de verharde oppervlakten en de daarmee samenhangende afstroomversnelling. Het bovenstrooms vasthouden gebeurt tot nu toe onvoldoende (Thomaes 2006a).

Het tweede deel van de maatregel betreft het **bergen** van zo veel mogelijk water in het bekken. In perioden van hevige neerslag komen de laagst gelegen gronden in de vallei

onder water te staan. Hierbij wordt de natuurlijke bergingscapaciteit van valleigebieden zo veel mogelijk gebruikt en worden er extra overstromingsgebieden aangeduid. Het bergen langs de rivier zorgt ervoor dat water minder snel wordt afgevoerd en dat de piekafvoer minder hoog is (Ecorem-Haecon 2002). Er is echter een afname van de natuurlijke bergingscapaciteit door de aanleg van dijken, herkalibraties van waterlopen en de inname van de riviervallei door de mens. Dit leidt tot een verminderd contact tussen de rivier en de overstromingsgebieden en tot een versnelde afvoer. Er wordt immers nog volop gebouwd in valleigebieden en het risico op slechte inplantingen blijft bestaan. Mogelijk kan de watertoets uit het decreet integraal waterbeleid hier een halt aan toeroepen (Thomaes 2006b).

Op plaatsen met een lagere stroomsnelheid (overstromingsgebieden) zal het met sediment beladen rivierwater tot rust komen en kunnen de sedimenten bezinken. Op deze manier fungeren de overstromingsgebieden als sedimentvang en kan de hoofdwaterloop er een gedeelte van zijn sedimenten kwijt. Zo bleek voor twee rivieren in Groot-Brittannië dat tot 40% van het gesuspendeerde sediment werd afgezet in overstromingsgebied (Walling et al 1999 in Vandecasteele et al 2002). Dit zal mogelijk leiden tot minder aanslibbing in de vaargeul en dus een betere bevaarbaarheid. Bovendien zal aanzienlijk minder sediment aangevoerd worden naar de benedenstroomse delen van de rivier, met een mogelijke afname van de turbiditeit als gevolg. Door ophoging van de overstromingsgebieden zal op termijn de sedimentatiemogelijkheid afnemen, zodat het positief effect kan verminderen (Ruimtevoorderivier 2005).

Er moet bij de inplanting van overstromingsgebieden echter voorzichtig worden gehandeld. Bij overstromingsgebieden worden de knelpunten landinwaarts, bovenstrooms verplaatst en schuiven ze eventueel meer op in de richting van woongebieden. Als een overstromingsgebied volgelopen is, kan de normale afvoer van een in dit gebied uitmondende beek (tijdelijk) gehinderd worden. Hierdoor zal het waterpeil in de beek stroomopwaarts stijgen en, afhankelijk van de plaatselijke bergingscapaciteit, eventueel voor wateroverlast zorgen. Daarom moeten overstromingsgebieden ingepland worden op plekken waar weinig zijlopen met een groot debiet toekomen (Resource analysis et al. 2005).

Pas als laatste optie mag het water **afgevoerd** worden waarbij de afvoercapaciteit van laaggelegen gebieden niet overschreden wordt. Lokaal baggeren, ruimen en verbreden van waterlopen zijn hierbij mogelijke maatregelen (Thomaes 2006c).

4.6.3 Baggeren en overstromingen

De capaciteit om water te bergen in een rivier is afhankelijk van de doorsnede en de afvoersnelheid. De doorsnede van een rivier is gelijk aan de breedte van de rivier maal de diepte (Arnaud-Fassetta 2003). De snelheid van afvoeren wordt in dit product opgenomen om de afvoercapaciteit te verkrijgen (Pinter en Heine 2005). Het debiet van een rivier wordt bepaald door de hoeveelheid water (doorsnede) en de afvoersnelheid van bovenstrooms gelegen gebieden.

Er zijn twee processen die overstromingen kunnen veroorzaken door een verminderde bergingscapaciteit: het verkleinen van het doorsnedenoppervlak en het verlagen van de afvoersnelheid (Pinter en Heine 2005). We kunnen de capaciteit weer doen toenemen door het verbreden en verdiepen van de rivier of door het verhogen van de afvoersnelheid waardoor het water minder lang ter plaatse blijft (Pinter en Heine 2005). Deze laatste maatregel is echter niet aangewezen in het integraal waterbeheer omdat de wateroverlast op deze manier stroomafwaarts verplaatst wordt. Er blijft dus maar één maatregel over en dat is het vergroten van het doorsnede-oppervlak.

De vergroting van het bergend vermogen van de rivier, betekent de rivier de ruimte terug te geven die de mens ingenomen heeft. De voornaamste maatregelen uit de waterbeleidsnota bestaan uit overstromingsgebieden, hermeanderen en het vergroten van de bedding zelf. Meanders in de rivier zijn erg goed in het opnemen van de energie tijdens overstromingen en overstromingsgebieden hebben een indrukwekkend waterbergend vermogen. Aangezien het inrichten van overstromingsgebieden en hermeanderen buiten de opzet van deze masterproef valt, bekijken we enkel de laatste maatregel: het vergroten van de bedding van de rivier. Voor de door dijken omgeven rivieren van Vlaanderen is de voornaamste mogelijkheid voor beddingvergroting het verdiepen van deze bedding door baggeren.

Het dichtslibben van het waterlopenstelsel door de toegenomen sedimentatie en erosie belemmert de waterafvoer en heeft als dusdanig een grote invloed op de waterhuishouding (Ovam 2003). Als gevolg van sedimentafzetting kunnen de waterlopen

hun waterafvoer- en bergingsfunctie minder goed vervullen door het verkleinde doorsnedenoppervlak. In theorie zal de verdieping van de waterloop door baggeren, leiden tot het weer verhogen van de capaciteit en tot een grotere waterafvoer. Hierbij wordt dan het verminderen van de overstromingsfrequentie in de onmiddellijke omgeving bereikt (Bravard et al 1999). Hoewel het veel gebruikt wordt in deze aangelegenheid, is baggeren een problematische aangelegenheid. Het kost handenvol geld, het heeft een grote directe negatieve milieu-impact op de rivier. Bovendien is er een tekort aan stortplaatsen voor de berging van het slib en is baggeren een tijdelijke maatregel omdat de sedimentlagen weer zullen aangroeien door de hoge sedimentvracht in de rivieren (Pinter et al 2004).

Uit meerdere waarnemingen blijkt dat het baggeren van waterlopen niet persé leidt tot een verbetering. Sommige methoden hebben als gevolg dat de watersnelheid daalt en dat de sedimentatie toeneemt in de rivier waardoor het effect van de baggerwerken van korte duur is (Perillo et al 2005). Het verbreden van de rivier door baggeren reduceert de watersnelheid en het sedimenttransport. Dit leidt tot het snel weer opvullen van de rivier met sedimenten. Andere methoden zorgen er anderzijds voor dat de watersnelheid (en dus de afvoer) toeneemt en dat de oevers door toenemende erosie onstabiel worden, met als gevolg meer sedimentatie stroomafwaarts. Hierbij wordt ook het probleem verlegd naar de stroomafwaarts gelegen gebieden. Ook het baggeren zelf zal de basis van de oevers destabiliseren, dit kan oevererosie veroorzaken. (Pedersen et al. 2004, Gob et al 2005).

Het verdiepen van de hoofdtak van een rivier kan tot gevolg hebben dat de zijtakken of uiterwaarden dichtgroeien met vegetatie en het waterbergend vermogen tijdens piekdebieten verliezen (Belleudy 2000, Gob et al 2005, Arnaud-Fassetta 2003). De helling van de rivier kan verminderen door baggeren, waardoor de zandplaten minder mobiel worden en deze platen met planten begroeid worden. Dit heeft ook een lager waterafvoerend vermogen tot gevolg. (Belleudy 2000).

We kunnen besluiten dat baggeren om overstromingen tegen te gaan met een grote omzichtigheid benaderd moet worden. De efficiëntie van de maatregel is soms zeer klein en de effecten zijn van korte duur. Het verdiepen van de waterloop heeft verschillende mogelijke effecten. Deze effecten hangen sterk af van de waterloop en van de wijze van baggeren. De rivier wordt altijd verdiept maar dit kan op twee manieren:

- Enerzijds zal bij een versmalling van de hoofdwaterweg de afvoersnelheid toenemen waardoor erosie toeneemt en oeverstabiliteit afneemt.
- Anderzijds zorgen verbredende methoden voor een daling van de watersnelheid en een toegenomen sedimentatie.

De effecten zijn bovendien maar van korte duur door de hoge sedimentvracht in waterlopen in geïndustrialiseerde gebieden. Zo daalde in de Semois het piekdebiet na baggeren maar met enkele centimeters en slibde de rivier na 10 jaar weer toe (Gob et al 2005). Op de Themes heeft baggeren, als één van de maatregelen, wel een positief effect gehad op de piekdebieten en de daarbij horende waterpeilen en overstromingsrisico's (Crooks 1994).

De achterstand die bestaat in het baggeren van (vervuilde) sedimenten moet weggewerkt worden, maar de hoge kosten die hiermee gemoeid zijn wegen niet op tegen de voordelen voor het waterbeheersingsbeleid. Om louter overstromingen tegen te gaan, bestaan er efficiëntere maatregelen zoals overstromingsgebieden e.a.. Bovendien moeten de tijdelijke verbeteringen door baggeren verlengd worden door een reductie in de aanvoer aan sedimenten.

Baggeren lijkt dus een oninteressante maatregel als het enkel gebruikt wordt om overstromingen tegen te gaan. Mogelijk kan een combinatie met effecten op scheepvaart en waterkwaliteit hier verandering in brengen. Dit zal moeten blijken uit een integrale afweging.

5. DE BOVENSCHELDE ALS GEVALSTUDIE: WATERKWALITEIT EN - KWANTITEIT

5.1 Geschiedenis van het stroomgebied van de Schelde

Het stroomgebied van de Schelde ontstond meer dan 5 miljoen jaar geleden. Toen de zee de laatste keer België had overstroomd, trok ze naar het noorden terug. De rivieren die ontstonden, stroomden allemaal af naar de terugtrekkende zee en zijn allemaal ZZW-NNO gericht. De Bovenschelde is één van deze rivieren (CIW 2004). De Schelde was altijd van commercieel belang, zelfs al in de Romeinse tijd. Daarna werd het één van de meest belangrijke handelsrivieren in Europa.

De Schelde vertoonde vroeger een sterk bochtig patroon met de structuurkenmerken van een natuurlijke rivier. Omdat het een belangrijke handelsrivier was, werd hij vanaf de 19e eeuw rechtgetrokken en gekanaliseerd. De Schelde tussen Cambrai en Bruay-sur-l'escout werd bijvoorbeeld al in 1784 gekanaliseerd. Door de huidige stuwing van de Bovenschelde is het peil sterk gereguleerd. Door de normalisaties verdween het natuurlijk rivierpatroon, samen met de relatie van de rivier met de meersengebieden en met de zijbeken. Het kanaliseren van de Bovenschelde heeft de afvoersnelheid vergroot, de urbanisatie en de landinrichting hebben grotere debieten gecreëerd, bochtafsnijdingen en bebouwing hebben de winterbedding verkleind (Kerkhove 2004).

Tot het begin van de jaren '60 was de Bovenschelde in evenwicht en moest er niet gebaggerd worden. De schaalvergroting van de schepen en de daaropvolgende kalibrering van de waterweg voor 1350 ton veroorzaakt een overgedimensioneerd profiel. De kalibratie vond plaats tussen 1960 en 1980 (Vandecasteele et al. 2001). Dit leidde tot extra aanslibbing en tot de noodzaak tot baggeren vanaf de jaren '80. Aangezien er toen nog geen vervuilingsprobleem was, was baggeren goedkoop, was er vraag naar het 'rijke' slib en was er geen gebrek aan stortplaatsen. Daarna kwam echter het verontreinigingsprobleem naar boven en raakten de stortplaatsen vol. Baggerslib werd zelfs een afvalstof (Vlarea, Vandecasteele et al; 2002). Er werd vanaf 1994 niet meer gebaggerd, wat een nefaste invloed had op de waterafvoer en op de scheepvaart (ABS 2003).

5.2 Hydrografische beschrijving

De Bovenschelde vormt een onderdeel van het stroomgebied van de Schelde (Figuur 15). De Schelde wordt onderverdeeld in drie delen, namelijk de Bovenschelde (vanaf de bron tot Gent), de Zeeschelde (vanaf Gent tot de Nederlandse grens) en de Westerschelde (van de Nederlandse grens tot de monding in Vlissingen) (VMM 2003, Kerkhove 2004, IMDC en DHI 2005a). De Bovenschelde is met een lengte van 94.14km de belangrijkste rivier in het bekken van de bovenschelde. Het bekken van de bovenschelde beslaat een totale oppervlakte van ongeveer 940 km² (Kerkhove 2004, Van den Belt 2003), en grenst aan het Denderbekken, het Leiebekken, het bekken van de Gentse kanalen en de taalgrens. In een internationaal kader bekeken, is het een vrij klein bekken en is de schelde een kleine rivier (CIW 2004).

Figuur 15: Overzicht van de loop van de Schelde (Scaldit 2004).



De Bovenschelde is een sterk gewijzigde waterloop: tot in Gent bedraagt het totaal aan gekanaliseerde waterloop al 138 kilometer (www.scaldit.org). Het is een typische neerslagrivier, waarbij het debiet sterk afhankelijk is van de neerslag in het stroomgebied

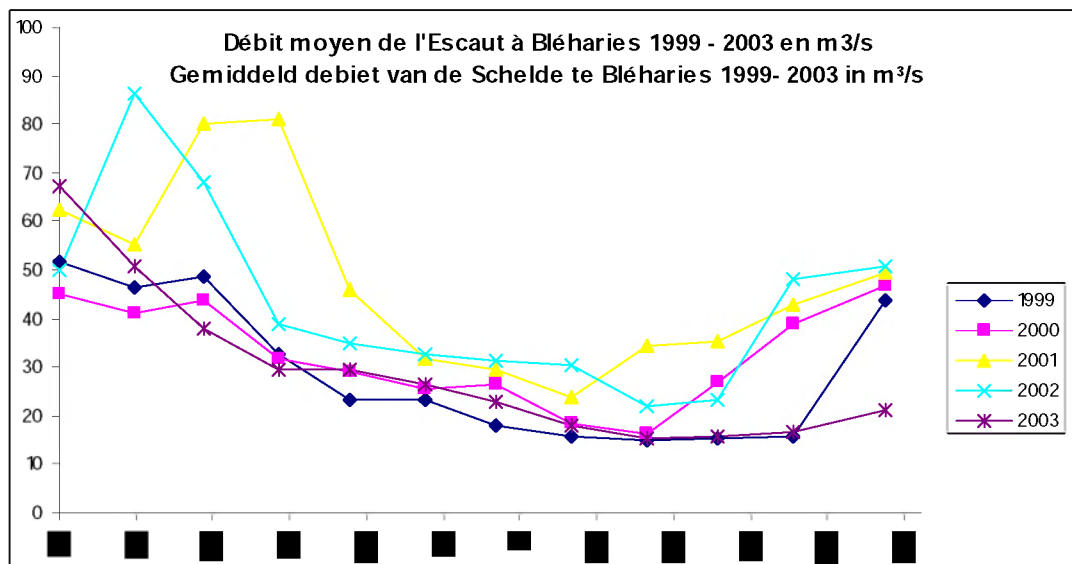
(Van den belt 2003). Een bui in de zomer verschilt sterk van een bui in de winter. In de zomer zijn de buien kort en krachtig waardoor de rivier in een korte tijd veel neerslag te verwerken krijgt. In de winter regent het meestal langduriger waardoor er meer verzadiging optreedt. Beide kunnen wel leiden tot piekdebieten en wateroverlast (Haecon 2002).

De Schelde ontspringt nabij het dorpje Gouy-Le-Catelet, in het noorden van Frankrijk, op 95 meter boven de zeespiegel (www.scaldit.org). Het debiet op het deel van de Schelde stroomopwaarts van Cambrai bedraagt gemiddeld 1,2 m³/seconde (www.escaut-vivant.org, gemiddelde over meerdere jaren te Crevecoeur-sur-Escaut). Vanaf Cambrai (35 km van de bron) is de schelde volledig gekanaliseerd en geschikt voor scheepvaart. De gemiddelde debieten op deze gekanaliseerde loop zijn 1,4 m³/s, met piekdebieten tot 6 m³/s (www.escaut-vivant.org, gemiddelde over meerdere jaren te Eswars, www.isc-cie.com). In Frankrijk bevat de schelde een groot aantal stuwen; 5 grote en een 25-tal kleinere (IMDC en DHI 2005a).

Vanuit de Bovenschelde in Frankrijk vertrekken een aantal kanalen. **Het kanaal van Saint-Quentin** verbindt de Bovenschelde met het stroomgebied van de Somme. **Het Duinkerke-Denain kanaal (= Canal à grand Gabarit)**, dat gevoed wordt met water uit de Bovenschelde en de Scarpe (één van de zijrivieren van de Bovenschelde), beïnvloedt de waterafvoer van de Schelde. **Het canal de la Deule**, eigenlijk de Deule die gekanaliseerd werd, staat in verbinding met het **Canal à Grand Gabarit**. Via deze verbinding komt water van de Bovenschelde in de Leie terecht. Het is zelfs zo dat bij laagwater slechts 1 m³ water per seconde zijn natuurlijke weg richting België volgt. Al de rest wordt afgeleid voor de voeding van de kanalen in Noord-Frankrijk (IMDC en DHI 2005a). Op deze manier wordt een groot deel van het Scheldedebiet rechtstreeks naar de Noordzee geleid (CIW 2004).

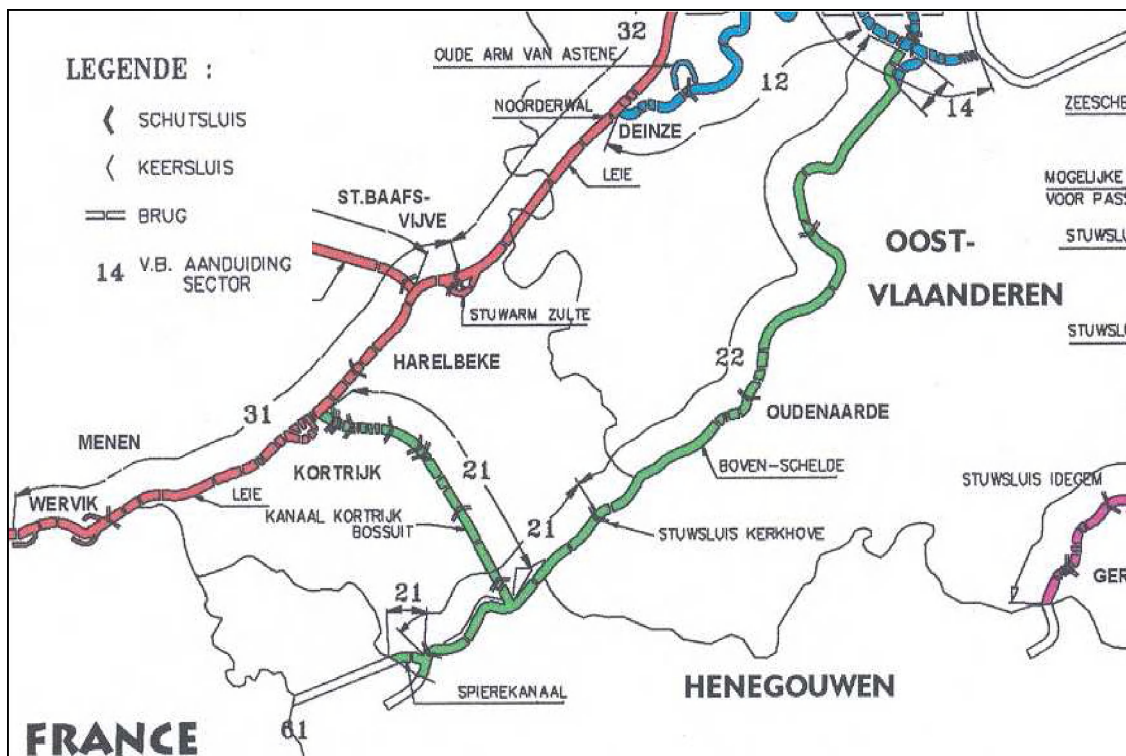
Na Frankrijk stroomt de Schelde door Wallonië. Te Bleharies staat een debietmeter die beheerd wordt door Ministère de la Région Wallonne Direction de l'Environnement. De debieten hier bedroegen van 1991 tot 1993 gemiddelde 22,6 m³/s, met een maximum van 81,9 m³/s (www.gemswater.org, een onderdeel van de UNEP). Aangezien we niet weten hoe deze waarden opgemeten werden zijn deze enkel indicatief. De laatste jaren werden er voor het Homogeen meetnet Schelde van de ISC ook debietmetingen gedaan. Deze staan samengevat in Figuur 16 (ISC 2003). In Wallonië zijn er Sluis-stuw

complexen aanwezig te Spiere, Kain en Antoing. Belangrijke zijrivieren zijn de Rhosnes en de Haine, verder zijn er nog twee kanalen. **Het Kanaal naar Bergen** maakt een verbinding tussen de Bovenschelde en het Waalse waterwegennet en **het Spierekanaal** verbindt de Schelde met de Deule (IMDC en DHI 2005a).



Figuur 16: Debieten te Bléharies, een meetpunt van ISC (ISC 2003).

De Schelde komt Vlaanderen binnen te Spiere. De Bovenschelde is vanaf hier tot in Gent onder beheer van WenZ, afdeling Bovenschelde, district Bovenschelde (www.bovenschelde.be).



Figuur 17: De Bovenschelde: op de figuur wordt het district Bovenschelde aangeduid in Groen, de relevante sluisen worden ook aangeduid (www.bovenschelde.be).

De normale aanvoer te Bossuit vanuit het bovenstroomse gebied in Wallonië en Frankrijk bedraagt volgens het Bekkenbeheerplan 25 a 50 m³/s, de maximale gemeten afvoer 242 m³/s (Van den Belt 2003). Volgens IMDC en DHI (2005a, vanaf 2002) bedraagt het debiet te Bossuit (t.h.v de grens met Frankrijk) 56 m³/s (jaargemiddelde) met een variatie van 20 tot 229 m³/s (daggemiddelden). Als we de debieten vergelijken, zien we dat ze vergelijkbaar zijn voor de piekdebieten maar dat de schattingen van het Bekkenbeheerplan voor de normale debieten lager liggen. Dit kan te maken hebben met het feit dat we de laatste jaren een vrij hoge neerslagintensiteit kenden (ABS 2003). Vroeger stond een limnigraaf te Asper maar deze raakte defect na een aanvaring. Nu staat er dus enkel nog een limnigraaf te Bossuit. Tussen beide limnigrafen was er een afstand van 35 km waardoor een was tussen de twee limnigrafen met een vertraging van enkele uren aankwam.

De Bovenschelde ontvangt in Vlaanderen enkele belangrijke zijrivieren: de Spiere in West-Vlaanderen en de Maarkebeek, de Stampkotbeek en de Zwalm in Oost-

Vlaanderen. Het totaal verval van de Bovenschelde in het bekken bedraagt 10 m. Het gemiddeld verval in de gekanaliseerde loop is bijna constant en bedraagt ongeveer 13 cm/km (VMM 2003, Kerkhove 2004, IMDC en DHI 2005a).

De Bovenschelde is in Vlaanderen verdeeld in 4 panden, gescheiden door Sluis-stuw complexen aanwezig te Berchem-Kerkhove, Oudenaarde en Asper (Figuur 17). Door deze stuwen wordt het waterpeil op een constant peil geregeld (zie verder). Deze peilen houden rekening met de scheepvaart en verzekeren de veiligheid van de aangelanden.

Het eerste pand is hetgeen dat gelegen is tussen de taalgrens (Spiere) en de Stuw te Berchem-Kerkhove. In dit pand komt een belangrijke onbevaarbare waterloop categorie 1 uit: de Grote Spiere. Deze rivier is 10,6 km lang, heeft een verval van 27 m en komt uit op de linkeroever te Spiere (Van den Belt 2003). Vanuit dit pand vertrekt ook het **Kanaal Bossuit-Kortrijk** dat de Bovenschelde met de Leie verbindt. Het kanaal is doorheen de jaren geëvolueerd van een drukke verkeersader naar een gebied voor watergebonden recreatie. Het wordt gevoed door een pompstation te Moen en één te Bossuit (IMDC en DHI 2005a). Het pompstation aan de sluis te Bossuit versast per grote versassing 13 657m³ water en er worden gemiddelde 4 à 5 schepen per dag versast. Het pompgemaal dat hiervoor nodig is, pompt water van het afwaartse peil (11.46 mTAW) tot het opwaartse pand (peil: 20.80 mTAW). Het debiet dat dagelijks van de Bovenschelde getransfereerd wordt bedraagt 0.5 m³/s (Van den Belt 2003).

Het tweede pand is gelegen tussen de stuwen van Berchem-Kerkhove en Oudenaarde. In dit stuk van de Bovenschelde komt de **Maarkebeek** uit. De monding hiervan bevindt zich te Oudenaarde, stroomopwaarts (2.65 km) van de stuw die daar aanwezig is (Haecon 2002). De Rennebeek, die vroeger uitmondde in de Maarkebeek, wordt nu via een vijzelgemaal rechtstreeks naar de Bovenschelde opgepompt (Haecon 2002). Het afwateringsnet van de Maarkebeek ligt in de Vlaamse Ardennen en heeft een aanzienlijk verhang (IMDC en DHI 2005a).

Het pand tussen Oudenaarde en Asper is het derde pand. Hierin mondt **De Zwalm** uit te Nederzwalm. De Zwalm bevat veel stuwen en watermolens en bij overstromingen kan er 50 000 tot 75 000 m³ water worden geborgen in het Reydtsmeerbekken (IMDC en DHI 2005a). De Zwalm werd in oktober 2001 nog deels uitgebaggerd. De Zwalm en de Maarkebeek (zie hierboven) worden gekenmerkt door een vrije afvoer en het peil op

deze twee zijlopen bedraagt 8.97 m TAW (Zwalm) en 13.97 m TAW (Maarkebeek). Het gemiddeld jaarlijks debiet voor de Zwalm bij de monding van de Schelde bedraagt 1.14 m³/s (IMDC en DHI 2005a). Het zwalmdebiet heeft echter een onregelmatig regime. In droge periodes zijn er lage debieten terwijl deze in natte periodes veel hoger zijn (Ecorem-Haecon 2002).

Het laatste pand is gelegen tussen Asper en Merelbeke-zwijnaarde. Op linkeroever mondt, niet ver stroomafwaarts van de sluis te Asper, een zijloop van eerste categorie uit: de Stampkotbeek (of Wallebeek) met een verval van 51 m en een lengte van 23,7 km (Van den Belt 2003). In dit pand is langs de rechteroever ook een belangrijk overstromingsgebied aanwezig; de Merelbeekse Scheldemeersen. Dit gebied werd in de 19^e eeuw een systeem van vloeibeemden ingesteld (*Vandecasteele et al 2002*). Te Asper kunnen debieten berekend worden, vertrekkende van de waterstanden in combinatie met de standen van de hef-en wipschuif. Op deze manier wordt een gemiddeld debiet van 30,7 m³/s gevonden, met een minimum van 0.3 m³/s en een maximum van 285 m³/s (1988-2000, Van den Belt 2003).

De Bovenschelde komt uit in de ringvaart te Merelbeke. In de Ringvaart te Gent vermengt het water van de Bovenschelde zich met Leiewater. De waterhuishouding rond Gent is zeer complex (Van den Belt 2003). De totale gemiddelde afvoer te Gent (Ringvaart) bedraagt 67 m³/s, waarvan ongeveer 40% via de Zee-Schelde richting Antwerpen vertrekt, de rest gaat richting zee via de kanalen (IMDC en DHI 2005a). De Zeeschelde heeft een gemiddelde afvoer van 222 m³/s in 2002 (variatie daggemiddelden: 90-490 m³/s), welke slechts voor 27% afkomstig is van de Bovenschelde (CIW 2004). Het water via het Zeekanaal (minimale afvoer om zoutindringing tegen te gaan: 13 m³/s, CIW 2004, Van den Belt 2003) en de Zeeschelde komt uiteindelijk uit in Nederland en mondt ter hoogte van Vlissingen uit in de Noordzee.

5.3 Stuw-Sluizen en panden

De Bovenschelde is dus onderverdeeld in 4 panden (zie eerderà, kunstmatig op peil (regelpeil) gehouden door stuwsluizen. Naast de stuw is een sluis aanwezig om de scheepvaart mogelijk te maken. Bij waterschaarste is de stuw volledig gesloten en wordt er enkel water gebruikt voor het schutten van binnenschepen. Gemiddeld worden er per dag zo'n 70 schepen door de Bovenscheldse stuwen versast (IMDC en DHI 2005a).

Vanuit Frankrijk is de eerste stuw die van Kerkhove. Het afwaartse peil te Kerkhove is 10,15 m TAW, het opwaartse 11,46 m TAW (Tabel 11). Het maximumdebiet over de wipschuif bedraagt 28,5 m³/s en in december 2002 werd er zelfs een debiet van 224 m³/s door de sluiswachters vastgesteld. De volgende stuw is deze van Oudenaarde. Het afwaartse peil bedraagt ongeveer 8,30 m TAW en het opwaarts referentiepeil 10,11 m TAW (Tabel 11). Wanneer de wipschuif volledig naar beneden gaat is het debiet 27,7 m³/s. In december 2002 werden piekdebieten waargenomen tot 216 m³/s. De derde stuw, die te Asper, heeft een opwaarts referentiepeil van 8,25 m TAW, het afwaartse peil heeft een hoogte van 5,70 m TAW (Tabel 11). Het debiet dat door de wipschuif maximaal doorgelaten wordt is 28,5 m³/s. Tijdens de piekdebieten van 2002 werd de schuif volledig opgetild en werd een debiet van 251 m³/s waargenomen. De vierde en meest stroomafwaartse stuw(en) is deze van Merelbeke en Zwijnaarde. De éne regelt het debiet tussen de Schelde en de Ringvaart (Merelbeke) en de andere stuw (van Zwijnaarde) vormt het einde van de tarm van de Schelde. Het opwaartse peil wordt geregeld op 5.61 m TAW terwijl het afwaartse peil veranderlijk is (getij). Het getijdeverschil bedraagt hier ongeveer 2 m (IMDC en DHI 2005a, Van den Belt 2003).

Tabel 11: De stuwen op het Vlaamse deel van de Bovenschelde (IMDC en DHI 2005a).

Stuw	Structuur	Regeling	Kruinpeil [mTAW]	Breedte [m]	max. opening [m]	# openingen
Kerkhove	Schuif met klep	Waterpeil opwaarts 11.46 mTAW	6.96	18.00	4.00	1
Oudenaarde	Schuif met klep	Waterpeil opwaarts 10.11 mTAW	5.61	18.00	4.00	1
Asper	Schuif met klep	Waterpeil opwaarts 8.25 mTAW	3.75	18.00	4.00	1
Merelbeke	dubbel segment	waterpeil opw. constant 5.70 mTAW	0.2	12.50	3.00	2
Zwijnaarde	dubbel segment	waterpeil opw. constant 5.70 mTAW	0.2	12.50	3.00	2

Er wordt een vernieuwing en een herdimensionering van de drie afwaartse stuwsluizen ondernomen om de toegang te verzekeren voor scheepvaart tot 1350 ton. Momenteel zijn de werken aan de stuwsluis te Oudenaarde voor het graven van een bypass voor vismigratie en een nieuwe stuwarm voltooid. In Asper en Kerkhove zijn gelijkaardige

werken gepland. Deze ontdebbling van de stuwen is volgens AWZ nodig voor de bedrijfszekerheid (Michielsens 2004). De stuw van Oudenaarde is reeds vernieuwd, deze van Asper is in aanbouw en die van kerkhove is in voorbereiding. De vernieuwingen zullen ook de afvoer verhogen en veiligheid ten goede komen omdat de sluizen over twee stuwopeningen zullen beschikken (i.p.v. één) (Thomaes 2006c).

Klepstuwen (of andere kunstwerken) regelen het bovenstroomse waterpeil op een aantal zijwaterlopen, dikwijls i.f.v. een wachtbekken. Dit is het geval op de Grote Spiere (2 klepstuwen), de Wallebeek (6 wachtbekkens), de Zwalm (4 klepstuwen), de Molenbeek-Kottembeek (wachtbekkens Herdershoek en Schalmndries) en de Molenbeek- Grotebeek (1 klepstuw te Wichelen) (Van den Belt 2003). Soms kunnen de zijwaterlopen niet gravitair naar de Schelde afwateren en werden er pompgemalen voorzien. Voor de Bovenschelde is dat het geval te Oudenaarde (pompgemalen Bevere, op Rietgracht en op Molenbeek).

Per pand beschikken we over gedetailleerde informatie, afkomstig van het riviermodel van de Bovenschelde (zie Bijlage B, HIC-WLH). De karakteristieken worden in Tabel 12 weergegeven. Van elk pand werd één dwarsprofiel genomen waaruit de breedte, hoogte, diepte,... enz. gehaald werd. De gegevens zijn representatief voor een pand (pers. Mededeling, Ir Hans Vereecken WLH). Per pand werd ook het debietverloop van de was van de eindejaarsperiode 2002-2003 getoond. In deze was werden veel recorddebieten waargenomen (zie hierboven en Bijlage B). De gegevens over de waterpeilen zijn dezelfde als hierboven beschreven (IMDC en DHI 2005a).

De gegevens over de diepgang zijn afkomstig van RISvlaanderen (www.ris.vlaanderen.be). Er zijn maar twee verschillende waarden voor de diepgang beschikbaar, maar aangezien er het slib de laatste tijd vooral verschoven werd binnen de waterloop zullen deze voldoende representatief zijn. De dikte van de sliblaag werd berekend door de diepgang af te trekken van de diepte van de waterloop.

Tabel 12: Hydraulische karakteristieken van de 4 panden (model van de Bovenschelde (HIC-WLH) zie bijlage B), www.ris.vlaanderen.be).

Pand	Normaal Peil (mTAW)	Breedte (m)	Diepte (m)	Dijk hoogte LO (mTAW)	Dijk hoogte RO (mTAW)	Diep- gang (m)	Dikte slib (m)	Piek Debiet 2002 (m ³ /s)	Piek peil 2002 (mTAW)
1	11,46	50	5,2	14	14,2	2,6	2,6	265	13,2
2	10,11	40	5,2	12,2	13,6	2,6	2,6	280	11,2
3	8,25	60	5,7	10,4	10,8	2,6	3,1	310	9,1
4	5,70	50	5,8	7,9	8,1	3	2,8	320	7,4

Uit de profielen en de waterstanden van de modellen kunnen we ook afleiden hoe hoog het waterpeil steeg in december 2002. Verder is het ook zinvol om de reserve die er nog over was langs de dijken van de Bovenschelde te berekenen (laagste dijkhoogte min hoogste waterpeil) (Tabel 13).

Tabel 13: Waterstanden in de eindejaarsperiode van 2002-2003 (12-12-2002 tot 9-1-2003) uit het model van de Bovenschelde (bijlage C)

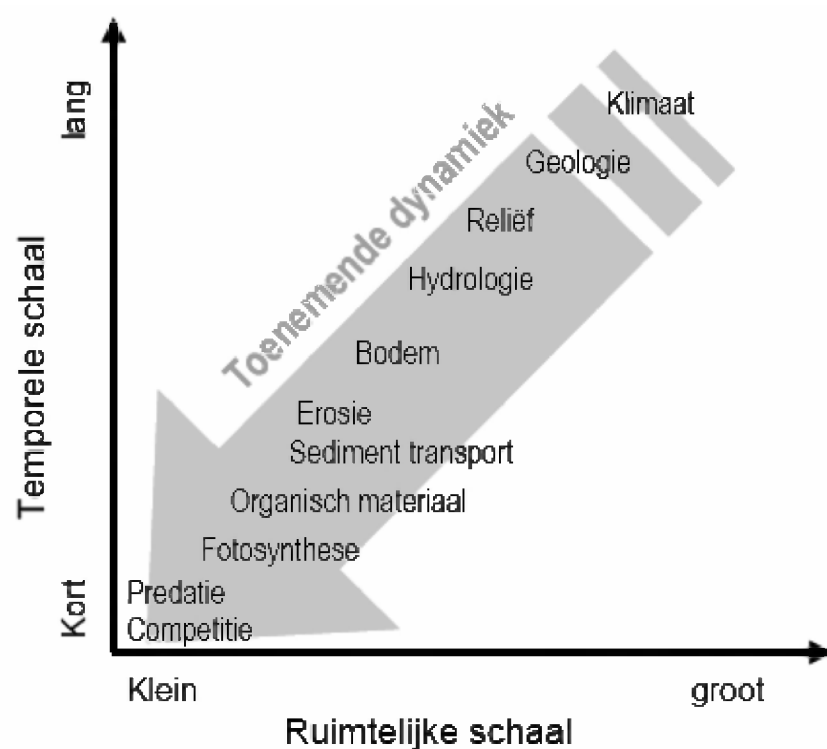
Pand	Normaal peil (mTAW)	Hoogste waterpeil (mTAW)	Laagste waterpeil (mTAW)	Gemiddeld Peil (mTAW)	Hoogste stijghoogte (m)	Reserve (m)
1	11,46	13,2	11,4	12	1,74	0,8
2	10,11	11,2	10	11,1	1,09	1
3	8,25	9,1	8,2	8,3	0,5	1,3
4	5,70	7,4	5,6	5,7	1,7	2,3

We kunnen besluiten uit Tabel 13 dat er geen reden voor paniek is langs de Bovenschelde. In 2002 was er doorheen heel het Bovenscheldebekken wateroverlast maar langs de Bovenschelde hadden we nog een reserve aan dijkhoogte die dezelfde grootte-orde had als de stijghoogtes van het water (enkel niet in Bossuit). Bij de piekdebieten ligt wel de scheepvaart stil (Tim Verleysen, pers. comm.).

5.4 Hydromorfologie, ruimtelijke ordening, landgebruik en topografie

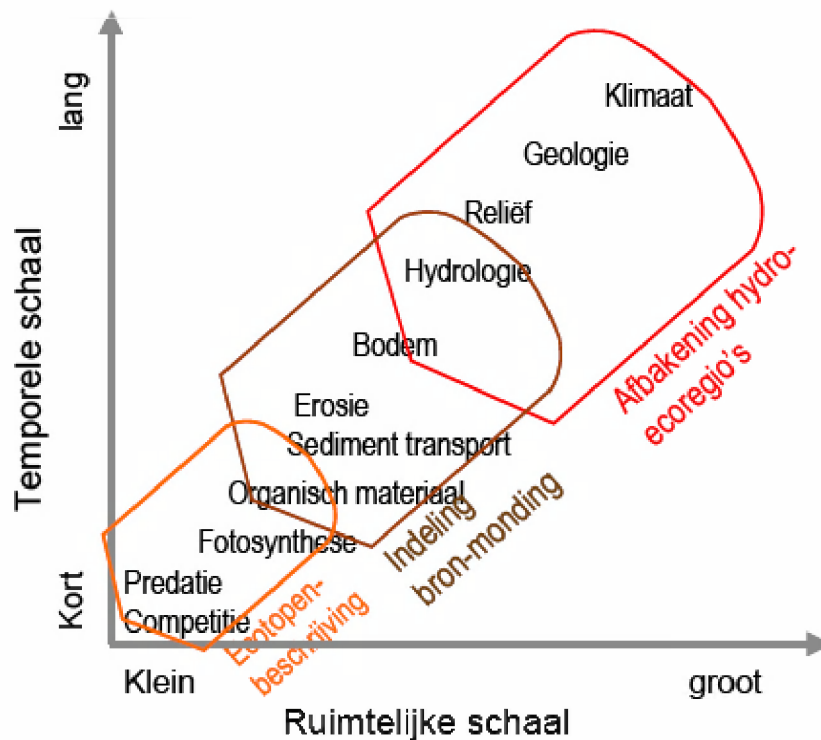
5.4.1 Hydromorfologie en structuurkenmerken van belang voor ecologische functie

Een rivier is een dynamisch systeem met belangrijke ecologische functies. De landschapscomponenten bepalen de natuurlijke kenmerken van een watersysteem. De natuurlijke hiërarchie is een belangrijk uitgangspunt voor het bepalen van de dynamiek. Hoe hoger men op de hiërarchie ladder staat, hoe kleiner de dynamiek (zie figuur 18). Bovenaan staan de natuurlijke verschillen in klimaat en geologie gevolgd door reliëf en hydrologie. Hoe lager in de hiërarchie, hoe kleiner de schaal waarop de groep van kenmerken als 'homogeen' beschouwd kan worden en hoe sneller de kenmerken kunnen wijzigen (Jochems et al., 2002).



Figuur 18: Factoren die de stroom(gebieds)kenmerken bepalen en controleren hiërarchisch gerangschikt volgens hun schaalinvloed in ruimte en tijd (Jochems et al., 2002).

Om deze hiërarchische rangschikking om te zetten in een typologie maakt men een onderscheid in hydro-ecoregio's, gevolgd door de longitudinale opdeling van bron tot monding. En op een kleinere schaal is er de indeling naar ecotopen (zie figuur 19). (Jochems et al., 2002).



Figuur 19: Stappen in de opbouw van hiërarchische indeling van riviersystemen. Hydro-ecoregio's zijn grote landschapseenheden waarbinnen het klimaat en de geologische, geomorfologische en hydrologische karakteristieken als min of meer homogeen worden beschouwd. Natuurlijk verloop van bron naar monding in een rivier een belangrijke rol in het bepalen van verschillen in levensgemeenschappen. Vaak worden hierbij 3 zones omschreven: boven-, midden- en benedenloop (Jochems et al., 2002).

Het zijn vooral de ecotopen die van belang zijn in deze studie omdat er aan de hand van de kwaliteit van het rivierwater en de rivierbodem wordt getracht een inschatting te maken over de correlatie met het voorkomen van soorten.

Als er op kleinere schaal wordt gekeken zijn eerst en vooral waterkwaliteit en –kwantiteit bepalend voor ecologische functies maar ook de bodem op zich is belangrijk bij het toekennen van ecologische waarden. In een natuurlijke waterloop is er namelijk een duidelijk stroomkuilenpatroon terug te vinden (afwisseling van diepten en ondiepten). Dit patroon is van groot belang voor de aanwezigheid, de overleving en de voortplanting van heel wat soorten. In de ondiepere delen wordt door de hoge snelheid grover materiaal afgezet, terwijl in de diepere delen de stroomsnelheid lager is zodat klein materiaal ook de tijd krijgt om te bezinken. Andere structuurkenmerken zoals

hermeandering, natuurlijke overgang van water naar land (oever), vegetatie op de oever en in de waterloop ... zijn ook van belang. Het voorkomen van vegetatie is enerzijds afhankelijk van de waterkwaliteit en van stromingspatroon maar beïnvloedt anderzijds ook in belangrijke mate de habitatkwaliteit van de waterloop (KRLW artikel 5, 2005). In een natuurlijke waterloop bestaat tussen al deze verschijnselen – zoals daar bijvoorbeeld is – het evenwicht tussen de erosie- en sedimentatieprocessen.

MAAR!

Door allerhande menselijke ingrepen zoals baggeren zullen normale (evenwicht)situaties sterk verstoord worden en zal de ecologische waarde van de rivier sterk worden aangetast.

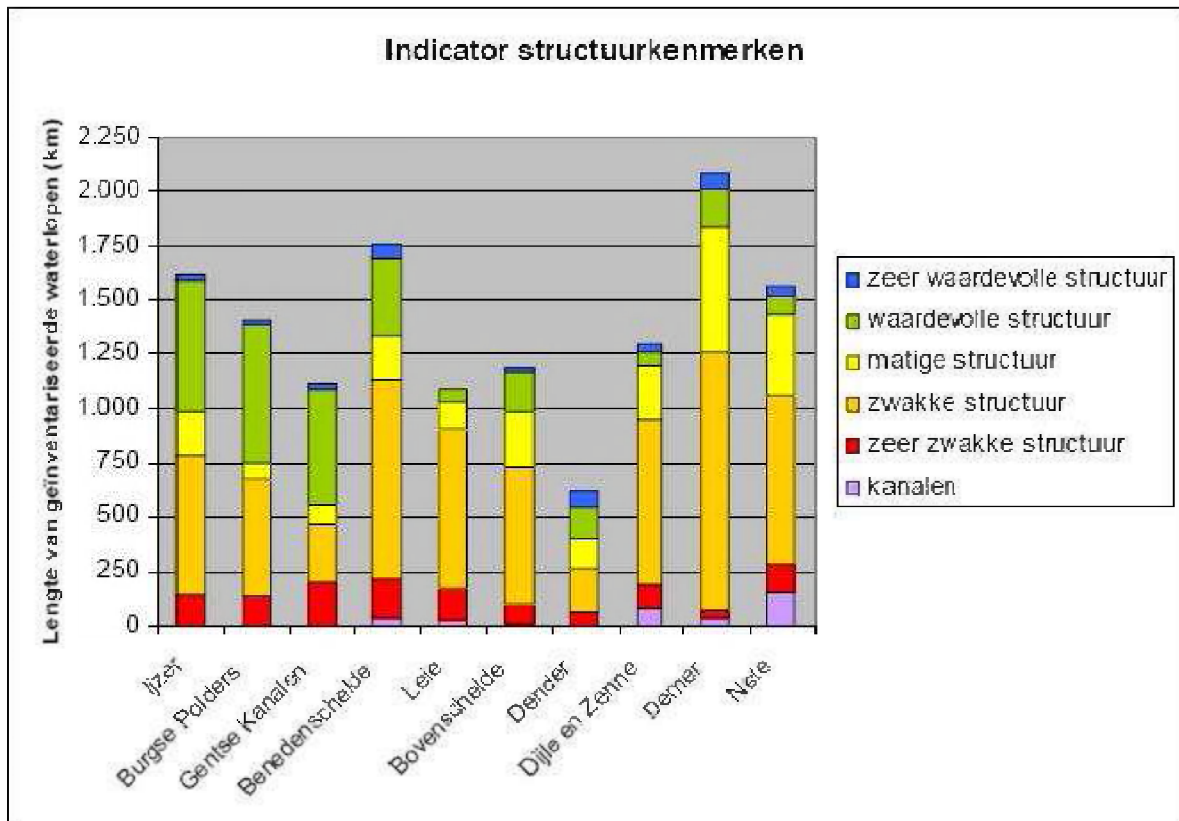
Deze verstoringen - veroorzaakt door baggeractiviteiten - verminderen de biodiversiteit van de stroomhabitat en hebben diepgaande gevolgen voor aquatische flora, invertebraten en visgemeenschappen. Studies relateren vermindering in aantallen en biomassa van vissen- en invertebratengemeenschappen aan habitatverlies. Reductie van habitatdiversiteit door veranderingen in substraat, huidige flow en diepte veroorzaken reducties in aantallen invertebraten (Gorman and Karr, 1978; Kennedy, 1980; McCarty, 1985). Door milieuverstoring en -degradatie neemt het aantal visspecies in een ongestoord aquatisch ecosysteem af. Naarmate de verstoring stijgt, zullen de intolerante species verdwijnen (Belpaire et al., 2000).

In het begin van de jaren '90 werd een gebiedsdekkende inventarisatie opgemaakt van ecologisch waardevolle waterlopen in Vlaanderen. Voor de beoordeling van de waarde van de structuur van een waterloop werd gebruik gemaakt van volgende kenmerken:

- aan- of afwezigheid van meandering
- stroomkuilenpatroon
- holle oevers

Op basis van de combinatie van deze drie kenmerken werd per waterloop in een grafiek een beoordeling geschetst (figuur 20) (KRLW artikel 5, 2005).

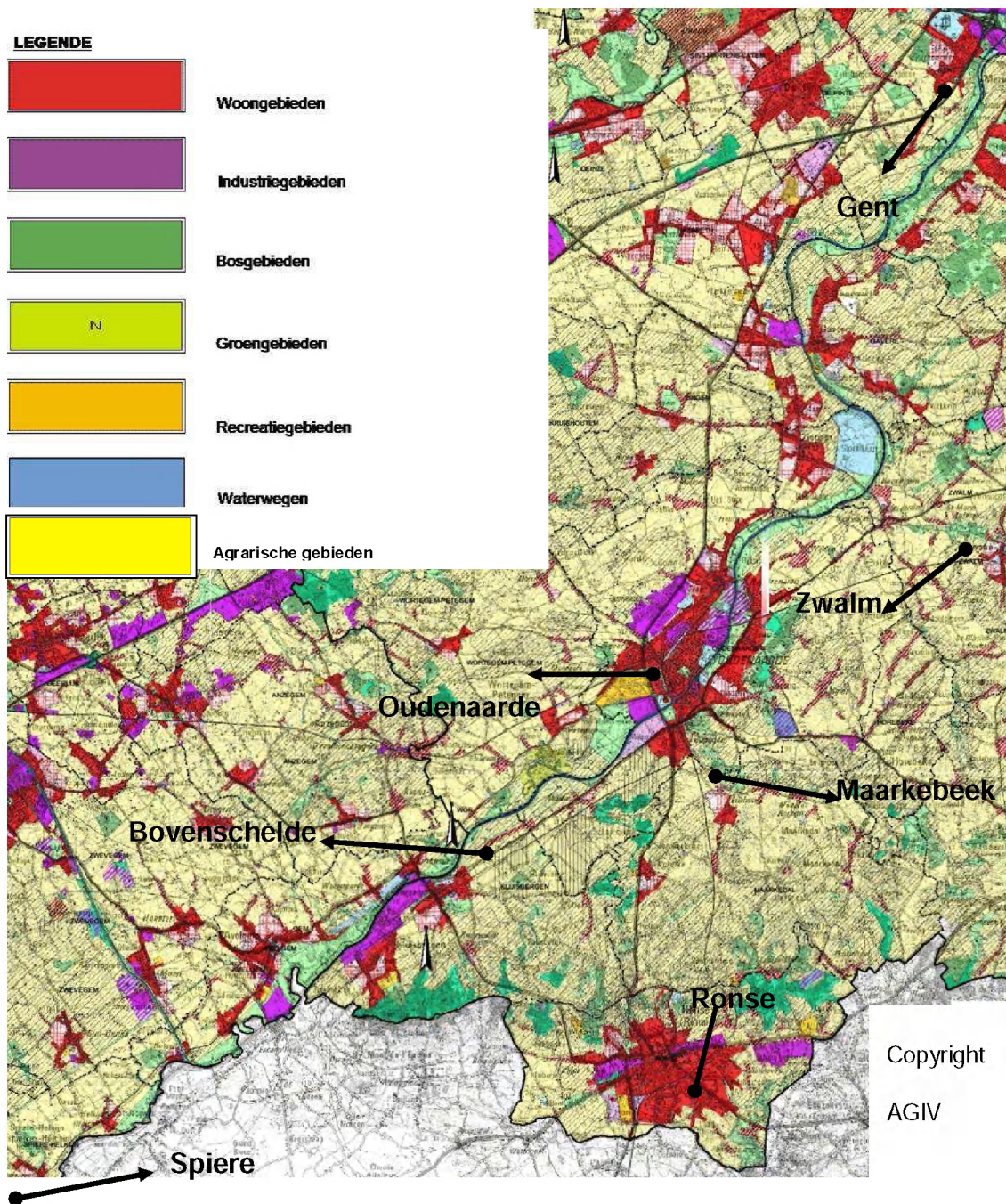
In bijlage (kaart: Hydrologie – structuurkenmerken en kwelzones) wordt aan de hand van een kaart de structuurkenmerken van de waterloop weergegeven.



Figuur 20: Beoordeling structuurkenmerken per waterloop (KRLW artikel 5, 2005).

Het landgebruik bepaalt niet alleen de graad van diffuse verontreiniging maar is ook een belangrijke factor die de structuurkwaliteit en eveneens waterkwantiteit van waterlopen beïnvloedt. Naarmate de densiteit van het aangrenzende landgebruik toeneemt, daalt het percentage waterlopen met goede structuurkwaliteit. Uit een historische analyse blijkt dat vochtige graslanden en overstromingsgebieden in valleien vervangen zijn door bebouwing en verharding (KRLW artikel 5, 2005).

5.4.2 Ruimtelijke ordening, landgebruik en topografie



Figuur 21: Het gewestplan voor het grootste deel van de regio van de rivier Bovenschelde. De kaart werd samengevoegd met het programma Arcsoft Panorama Maker met kaartbladen afkomstig van GISVLAANDEREN (www.geo-vlaanderen.agiv.be).

Het debiet van een waterloop is gerelateerd aan de hoeveelheid en de snelheid waarmee water vanuit het bekken wordt aangevoerd. De aard van het bekken, het bodemgebruik en de ruimtelijke ordening zijn belangrijk voor de verhouding tussen oppervlakkige afvoer, infiltratie en verdamping en dus voor de berging van water (Van den Belt, 2003). De snelheid van het watertransport in de waterlopen wordt o.a. bepaald door het verval, dat vooral van belang is voor het neerslag-afvoerproces. Een tweede relevante factor die de waterpeilen en afvoeren in de hoofdwaterlopen bepaalt, is de voeding van de zijwaterlopen. Het is niet alleen belangrijk te achterhalen hoe de hoofdstroom reageert, maar ook in welke mate de verschillende deelstroomgebieden ertoe bijdragen. Daarom is het dus van belang een idee te hebben over de aard, het bodemgebruik en de ruimtelijke ordening in de deelstroomgebieden.

De Bovenschelde was een vrij brede rivier met een variabel regime waardoor de ontwikkeling van steden rond de rivier beperkt gebleven is. Enkel in Oudenaarde en Gent heeft de bewoning beide oevers ingepalmd. Op het gewestplan (Figuur 21) zijn duidelijk de verstedelijkte kernen rond Gent en Oudenaarde te zien. De Schelde is gekanaliseerd en bevaarbaar gemaakt, hierdoor werd het natuurlijke contact tussen de rivier en haar vallei verbroken. Het grootste deel van de onmiddellijke omgeving van de Bovenschelde is ingekleurd als natuurgebied of landschappelijk waardevol agrarisch gebied, deze open ruimte is versnipperd door bebouwing en wegeaanleg (IMDC en DHI 2005a). Als we bekijken welke oppervlaktes van de verschillende bestemmingscategorieën binnen de van nature overstroombare gebieden (NOG) liggen (voor het bekken), zien we dat de oppervlakte wonen 30 km² bedraagt, groen 45 km², landbouw 118 km² en industrie 7 km² (oppervlakte bekken = 938 km², oppervlakte NOG = 216 km², CIW 2004).

Langs de Bovenschelde komen een aantal geïsoleerde meanders en uitgestrekte meersen voor, waarbij vooral de Scheldemeersen in Merelbeke een grote oppervlakte hebben (VMM, 2003; Kerkhove, 2004). Ook moeraszones, oude veenontginningen, kwelgebieden en relictten van soortenrijke hooilanden en ruigvegetaties zijn aanwezig (Kerkhove 2004). Al deze gebieden, samen met de diep ingesneden beekvalleien van

de Zwalm en Maarkebeek, bieden heel wat kansen voor natuurbehoud en ontwikkeling (IMDC en DHI 2005a, VMM 2003, Kerkhove 2004).

Om het landgebruik langs de Bovenschelde te beschrijven, werden gegevens uit IMDC en DHI 2005a gehaald en herrekend (deze auteurs gebruikten de gegevens van de biologische waarderingskaart). De deelstroomgebieden die bekeken worden zijn: de Bovenschelde opwaarts ADM te Bossuit (31), Schelde van monding Spierebeek tot monding Molenbeek (32), Schelde van monding Molenbeek tot Monding Zwalm (46) en Schelde van monding Zwalmbeek tot monding Stamp (47). Ter informatie worden ook de gegevens voor twee belangrijke zijrivieren gegeven, nl de Zwalm (38 en 39) en de Maarkebeek (36 en 37) (IMDC en DHI 2005a).

Tabel 14: Landgebruik langs de Bovenschelde. Gegevens herrekend uit IMDC en DHI 2005a.

<u>Rivier</u>	<u>Bekkenr</u>	<u>Akker</u>	<u>Bos</u>	<u>Verhard 100%</u>	<u>Verhard25%</u>	<u>Weide</u>	<u>Blank</u>
Schelde	31	54	2	4	17	17	6
Schelde	32	61	2	1	13	17	5
Schelde	46	49	4	3	18	21	4
Schelde	47	56	6	0	15	19	3
GEMIDDELDE		55	3.5	2	15.75	18.5	4.5

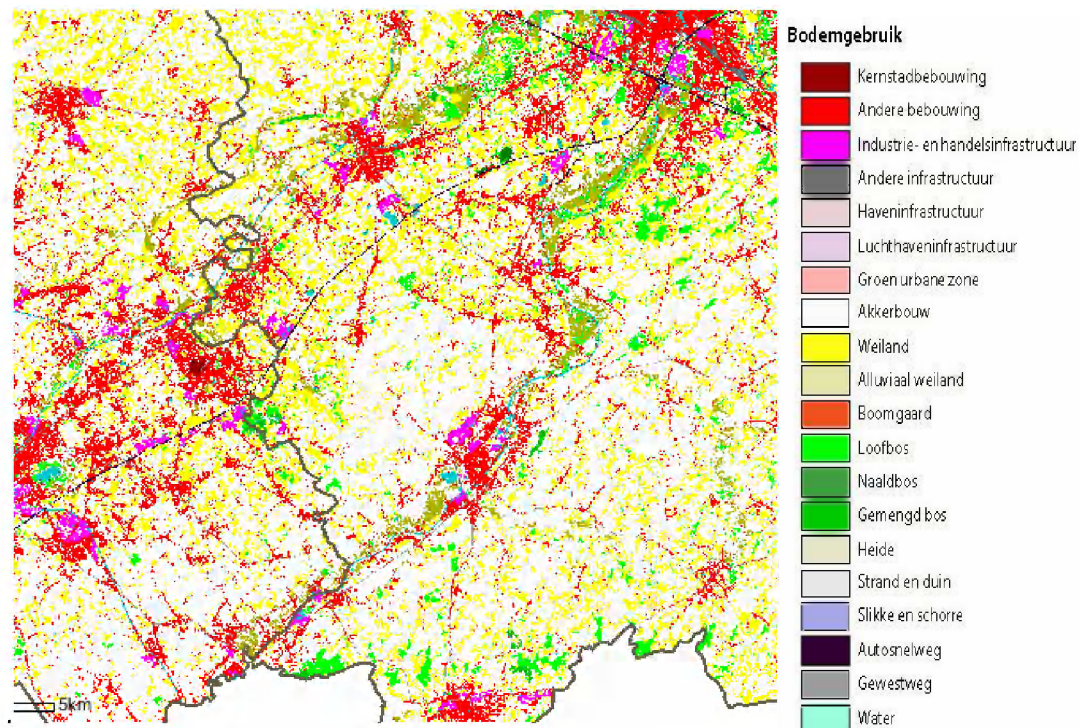
Langs de Bovenschelde valt vooral het hoge gehalte aan akker (55%) op tegenover een Vlaams gemiddelde van 38%. Het gehalte aan bos (3.5%) is beduidend lager dan het Vlaamse gemiddelde van 15%. De omgeving van de Bovenschelde is weinig bebouwd (17.75%) in vergelijking met de omgeving van de Leie, het kanaal Gent-Oostende en het Afleidingskanaal (gemiddeld 20%) (Tabel 14: IMDC en DHI 2005a).

Tabel 15: Landgebruik langs de Zwalm en de Maarkebeek. Gegevens herrekend uit IMDC en DHI 2005a.

<u>Rivier</u>	<u>Bekkennr</u>	<u>Akker</u>	<u>Bos</u>	<u>Verhard 100%</u>	<u>Verhard25%</u>	<u>Weide</u>	<u>Blank</u>
Maarkebeek	36	46	4	3	15	22	10
Maarkebeek	37	47	4	0	9	33	6
GEMIDDELDE		46.5	4	1.5	12	27.5	8
Zwalm	38	47	4	1	16	31	1
Zwalm	39	56	0	2	11	28	0
GEMIDDELDE		51.5	2	1.5	13.5	29.5	0.5

Bij de Zwalm en de Maarkebeek valt het op dat het gehalte aan akker lager ligt dan langs de Bovenschelde zelf (zie Tabel 14 en Tabel 15). De oppervlakte bos langs de Maarkebeek is vergelijkbaar met de lage oppervlakte langs de Bovenschelde maar deze langs de Zwalm is nóg lager. De verharde oppervlakte langs deze beide zijrivieren is ook kleiner dan langs de Bovenschelde. Het is vooral het oppervlak aan weiden dat deze lagere oppervlakten compenseert. Het gehalte weiden in deze twee zijlopen is iets lager dan 30% (Tabel 15), terwijl het langs in de Bovenschelde slechts 18% inneemt.

Als we het huidige landgebruik vergelijken met het historische (1850), blijkt dat vooral de vochtige graslanden en de natuurlijke overstromingsgebieden verdwenen zijn. Deze gebieden werden vooral vervangen door bebouwing en verharding (CIW 2004). Sinds de kalibrering van de jaren ' 70 is er een gedeeltelijke verdroging opgetreden van de bodem waardoor het landgebruik nog sneller gewijzigd werd (Vandecasteele 2001). Dit heeft een grote invloed gehad op het watersysteem; deze gebieden evolueerden van 'sinks' (infiltratie + berging) naar 'sources' (afvoer) van water.



Figuur 22: Landgebruik in de omgeving van de Bovenschelde

Het zou leerrijk geweest zijn om deze analyse verder uit te breiden, maar wegens tijdgebrek om de noodzakelijke gegevens op te zoeken kan hier niet op worden ingegaan. Er wordt wel een figuur (Figuur 22) gegeven om deze gegevens te visualiseren.

Bij het binnentreden van het Vlaamse grondgebied buigt de Bovenschelde af naar Gent in het Noordoosten. In het Oosten wordt de rivier begrensd door de Vlaamse Ardennen, in het westen vormen een reeks lage heuvels de scheiding tussen het bekken van de Bovenschelde en dat van de Leie (IMDC en DHI 2005a). De vallei zelf vormt een langgerekte min of meer noord-zuid lopende alluviale vlakte.

De Scheldevallei vormt precies de grens tussen Zandstreek en Zandleemstreek. Het zuidelijke deel van de Bovenschelde behoort tot de leemstreek terwijl het noordwestelijke deel tot de Zandstreek (Vlaamse Vallei) wordt gerekend. De gebieden daartussen behoren tot de Zandleemstreek en zijn goed voor zo'n 40% van de oppervlakte van het bekken. De overgang naar de Zandleemstreek op de rechteroever wordt geaccentueerd door de steile overgang op de zuidoostelijke zijde. Opvallend is de

duidelijke asymmetrie in de Scheldevallei tot aan Gent; de zuidoostelijke oever (richting Vlaamse Ardennen) is duidelijk veel steiler dan de noordwestelijke oever (richting Leie) (IMDC en DHI 2005a). De alluviale vallei varieert in breedte van 500 m tot 1500 m en de bodemtextuur daar bestaat voornamelijk uit klei (lichte en zware). De afwatering van deze vallei gebeurt vooral door grachten (IMDC en DHI 2005a).

Vanaf de Franse grens tot de Ringvaart heeft de Bovenschelde over een afstand van 78,2 km een verval van 10,24 m (Michielsens 2004). In

Tabel 16 kunnen we de topografie van de Bovenschelde beter bekijken. Hierin valt duidelijk op dat er een redelijk hoogteverschil bestaat tussen het hoogste en het laagste punt per deelbekken. De hellingen zijn dus vrij steil. Vooral in deelbekken 31, 37 en 38 is er een grote helling en zal het regenwater snel afstromen. Het betreft de Maarkebeek, de Zwalm en het meest stroomopwaartse deel van de Bovenschelde (IMDC en DHI 2005a).

Tabel 16: Topografische karakteristieken van de Bovenschelde en twee van zijn belangrijke Zijlopen (IMDC en DHI 2005a).

Bekkennummer En rivier	Hoogste punt in deelbekken [mTAW]	Laagste punt in deelbekken [mTAW]	gemiddelde hoogte in deelbekken [mTAW]	gemiddelde helling in deelbekken (m/m)
31 (Schelde)	153	12	43	1.37
32 (Schelde)	130	10	30	0.89
46 (Schelde)	99	8	30	1.11
47 (Schelde)	72	9	32	0.86
36 (Maarkebeek)	72	11	28	1.10
37 (Maarkebeek)	147	17	66	2.86
38 (Zwalm)	131	12	59	1.69
39 (Zwalm)	14	9	11	0.25

5.5 Functies van het bekken van de Bovenschelde

De functie van een waterloop verwijst naar een humane activiteit, een humaan belang of een ecologische waarde. Door de Europese regelgeving worden er vier functies onderscheiden, namelijk viswater, schelpdierwater, zwemwater en oppervlaktewater voor de productie van drinkwater. Van de vier Europese functies is voor het bekken van de Bovenschelde drinkwaterproductie de belangrijkste (10,5% van de totale lengte van de waterlopen binnen het gebied). Daarentegen vormt viswater 6% van de totale lengte van de waterlopen (VMM 2003).

Deze vernoemde functies zijn echter zeer beperkt. Het werkelijke aantal functies van een waterloop is aanzienlijk groter. Bij de toekenning van functies moet men bijvoorbeeld ook rekening houden met scheepvaart, behoud van biodiversiteit en het opnemen van oppervlaktewater of het lozen van afvalwater door de industrie. Om in de toekomst een goed beleid te kunnen voeren, zal er best met meer functies rekening gehouden worden (VMM 2003).

Aan het bekken van de Bovenschelde werden 4 basisfuncties, 4 natuurgerichte en 10 mensgerichte functies toegekend. Basisfuncties hangen samen met het bestaan of functioneren van de waterloop. De mensgerichte functies zijn gekoppeld aan een aantal minimale voorwaarden zodat voldaan kan worden aan menselijke belangen. Natuurgerichte zijn op hun beurt verbonden met ecologische belangen. In het geval van de Bovenschelde overwegen de mensgerichte functies. Ze werden toegekend aan 60% (883 km) van de totale lengte van de waterlopen. Hierbij vormen 'effluentlozingen' en 'zachte recreatie' de voornaamste. Voor 48% (722 km) van de totale lengte bestaan er natuurgerichte functies, waarvan de belangrijkste 'vismigratie' is. Basisfuncties nemen 21% (321 km) van de totale lengte van de waterlopen voor hun rekening (VMM 2003).

5.6 Kwaliteit van het oppervlaktewater

De kwaliteit van een waterloop kan nooit eenduidig bepaald worden. Een waterloop omvat immers diverse onderdelen, namelijk de waterkolom, de oevers en de waterbodem. Soms kunnen de biota of de zwevende deeltjes als een afzonderlijk deel beschouwd worden bij de bepaling van de waterkwaliteit. De verschillende onderdelen kunnen vervolgens biologisch, fysisch-chemisch of op structuurkenmerken onderzocht worden (VMM 2003). Om de waterkwaliteit van de Bovenschelde te controleren maakt men gebruik van een meetnet bestaande uit 130 meetplaatsen voor de waterkolom (2000) en 57 meetplaatsen voor de waterbodem (1994-2000) (VMM, 2003).

5.6.1 Biologische waterkwaliteit

Om de biologische waterkwaliteit te beschrijven maakt men voornamelijk gebruik van de Belgische Biotische Index of BBI. Deze index is gebaseerd op de aanwezigheid van zoetwaterongewervelden. Naarmate de organische vervuiling of het aantal schadelijke stoffen in de waterloop toeneemt, daalt het aantal organismen en de biodiversiteit. Soorten kunnen eveneens verdwijnen naarmate hun leefomgeving wijzigt (VMM 2003).

De BBI heeft maximaal een waarde van 10 en minimaal een waarde van 0. Hoe hoger de waarde, hoe beter de waterkwaliteit. Vanaf een BBI van 7 voldoet men aan de Vlare II-norm. In het bekken van de Bovenschelde scoorde 15% van de meetplaatsen 'zeer slecht', 28% 'slecht' en 28% haalde een 'matige' score. De biologische waterkwaliteit van het bekken van de Bovenschelde bleef over de periode van 1989-2000 op 58% van de meetplaatsen ongewijzigd. Op 8% van de meetplaatsen verslechterde daarentegen de toestand, in 34% zag men een verbetering van de toestand (VMM 2003, Van den Belt 2003).

5.6.2 Fysisch-chemische waterkwaliteit

De beschrijving van de fysisch-chemische kwaliteit van oppervlaktewateren gebeurt aan de hand van de Prati-index (PI). Deze index wordt op basis van een reeks metingen van fysische en chemische parameters bepaald. Men kan eveneens de zuurstof-Prati-index (PI_0) hanteren. Deze is gebaseerd op meetwaarden van het percentage opgeloste zuurstof. Voor de PI_0 is er geen wettelijke norm vastgesteld. Hoe lager deze index, hoe

beter de waterkwaliteit. Een waarde kleiner of gelijk aan 4 wordt beschouwd als een matige waterkwaliteit. In het bekken van de Bovenschelde heeft de PI_0 een gemiddelde waarde van 3,5 (de richtwaarde bedraagt 4). Voor het Vlaamse gewest bedraagt de gemiddelde waarde 3,4. In vergelijking met dit gemiddelde scoort nitraat in het Bovenscheldebekken beter. Voor de overige parameters liggen de waarden iets hoger in vergelijking met de gemiddelden van het Vlaamse gewest. Dit geldt eveneens voor het jaargemiddelde van het zuurstofgehalte. Voor nitraat is op 25% van de meetplaatsen de norm overschreden. Voor CZV en orthofosfaat meet men overschrijdingen op respectievelijk 86% en 74% van de meetplaatsen. Men bekomt respectievelijk 64%, 60% en 57% voor wat betreft opgeloste zuurstof, BZV en ammonium. De waterkwaliteit is volgens de PI_0 op 39% van de meetplaatsen ontoereikend. (VMM, 2003)

- 2% van de meetplaatsen behoort tot de kwaliteitsklasse 'zwaar verontreinigd'
- 37% van de meetplaatsen behoort tot de klasse 'verontreinigd'
- 37% van de meetplaatsen is 'matig verontreinigd'
- 22% van de meetplaatsen kan men toewijzen aan de kwaliteitsklasse 'aanvaardbaar'
- 2% van de meetplaatsen is niet verontreinigd

De bemonstering van de meetplaatsen gebeurt 12 keer per jaar. Dit zijn momentopnames die sterk beïnvloed kunnen worden door periodieke lozingen of weersomstandigheden.

De resultaten weerspiegelen een verbetering in de fysische-chemische kwaliteit over de periode 1990-2000. Voor de parameters CZV (chemisch zuurstofverbruik), BZV (biologisch zuurstofverbruik), ammonium en orthofosfaat ($o-PO_4$) zag men een opvallende verbetering. Sinds 1998 bleef de hoeveelheid opgeloste zuurstof onveranderd. Het nitraatgehalte fluctueerde van jaar tot jaar. In 2000 was de gemeten waarde echter hoger dan in 1990.

Er wordt door de VMM eveneens onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van specifieke chemische stoffen, waaronder zware metalen en pesticiden, in het oppervlaktewater.

De VMM verrichtte een onderzoek naar de aanwezigheid van acht zware metalen in het bekken, nl. arseen, cadmium, chroom, koper, mangaan, nikkel, lood en zink. In 2000

werden hiervoor 65 punten in het bekken van de Bovenschelde bemonsterd. De basiskwaliteitsnormen voor lood, zink, mangaan, chroom, koper en nikkel werden op 12 meetplaatsen niet gerespecteerd.

Voor de bepaling van bestrijdingsmiddelen wordt er op 9 punten in het bekken gemeten. De basiskwaliteitsnorm voor Lindaan werd op 2 plaatsen (in de Schelde te Zingem en in de Boskantgracht te Wetteren) overschreden.

5.6.3 Belgische biotische- en Prati-index van de Rivier de Bovenschelde

Om een 'overall' beeld te krijgen van de kwaliteit van de Bovenschelde, is het aangewezen om de resultaten van waterkwaliteit over een gans jaar te beschouwen. De volgende gegevens zijn op basis van beschikbare gegevens van het jaar 2004 van de VMM. De biologische kwaliteit van de Bovenschelde varieert in 2004 tussen matig en zeer goed (zie tabellen 17-19). De Prati-index schommelt tussen de klassen 'verontreinigd' en 'matig verontreinigd' (zie tabellen 20-22).

Ter hoogte van de grens met Wallonië werd de beste kwaliteit waargenomen (BBI van 6 en PI van 2.5). Tot Avelgem zakt de kwaliteit tot een BBI van 2 en een PI van 7,7 (VMM, 2004). De kwaliteitsdaling is (waarschijnlijk) toe te schrijven aan de zeer slechte kwaliteit van 2 zijrivieren - de Grote en Zwarte Spierebeek - die net afwaarts de Waalse grens in de Schelde uitmonden. Beiden zijrivieren ontvangen heel wat ongezuiverd industrieel en huishoudelijk afvalwater afkomstig van respectievelijk Roubaix (Frankrijk) en Moeskroen (Henegouwen). De aangevoerde vuilvracht is aanzienlijk, zowel voor de klassieke parameters als voor zware metalen en organische microverontreinigingen (Peeters, 2006a). Deze 2 zijrivieren worden in de jaarrapporten van de VMM ook telkens als 'black points' in het Vlaamse oppervlaktewater beschreven. Eens voorbij deze knelpunten weet de Schelde zich enigszins te herstellen en stijgt de BBI naar 4-5. Stroomafwaarts Oudenaarde wordt er een daling van de biologische kwaliteit vastgesteld en blijft deze ook slecht tot aan de sluis van Merelbeke. Hier is terug een verbetering te zien. De PI wijst op een matige verontreiniging. Dit is dankzij de opstarting van enkele RWZIs (Merelbeke, Destelberge, Wichelen) tijdens voorgaande jaren (VMM, 2004; Peeters, 2006a). Voor een overzicht op kaart zie bijlage: kaart: waterkwaliteit en zuiveringsstructuren (De Rycke, 2003).

Meetpunt	Locatie	Parameter	1989	1990	1991	1992	1993	1994
172600	Eke	BBI						
172700	Eke	BBI						
172800	Klein Gavere	BBI						
174000	Eine	BBI	1	3		1	1	2
174100	Eine	BBI					1	3
174200	Marlboroughlaan	BBI						4
176000	Waarmaarde	BBI	1			1	1	2
177000	Waarmaarde	BBI				1		
177100	Avelgem	BBI						2
177300	Schalattie	BBI						
177500	Kanaal Bossuit-Kortrijk	BBI						3
178100	Helkijn-Pottes	BBI						
179000	Warcoing-Herinnes Pecq	BBI	1	3	2	3	4	3

Tabel 17: De Belgische Biotische Index (BBI) voor de meetpunten van de Bovenschelde over de periode 1989-1994 (www.vmm.be). 0 = uiterst slechte kwaliteit; 1-2 = zeer slechte kwaliteit; 3-4 = slechte kwaliteit; 5-6 = matige kwaliteit

Meetpunt	Locatie	Parameter	1995	1996	1997	1998	1999	2000
172600	Eke	BBI						
172700	Eke	BBI						
172800	Klein Gavere	BBI						
174000	Eine	BBI	5	2	2			3
174100	Eine	BBI	3	2	2	3	4	4
174200	Marlboroughlaan	BBI						
176000	Waarmaarde	BBI	2					
177000	Waarmaarde	BBI	0	1				
177100	Avelgem	BBI	2	1	2	3	2	4
177300	Schalattie	BBI					2	4
177500	Kanaal Bossuit-Kortrijk	BBI	3	2	3			3
178100	Helkijn-Pottes	BBI			3	4	3	4
179000	Warcoing-Herinnes Pecq	BBI	4	3	4	4	4	5

Tabel 18: De Belgische Biotische Index (BBI) voor de meetpunten van de Bovenschelde over de periode 1995-2000 (www.vmm.be).). 0 = uiterst slechte kwaliteit; 1-2 = zeer slechte kwaliteit; 3-4 = slechte kwaliteit; 5-6 = matige kwaliteit

Meetpunt	Locatie	Parameter	2001	2002	2003	2004	2005
172600	Eke	BBI	3				
172700	Eke	BBI	3				
172800	Klein Gavere	BBI	5				
174000	Eine	BBI	5	5	4	5	4
174100	Eine	BBI	4	4	4	4	4
174200	Marlboroughlaan	BBI		5		4	
176000	Waarmaarde	BBI		4		5	
177000	Waarmaarde	BBI		4		4	
177100	Avelgem	BBI	3	4	3	2	2
177300	Schalattie	BBI	3			3	
177500	Kanaal Bossuit-Kortrijk	BBI					
178100	Helkijn-Pottes	BBI	4	4	4	4	3
179000	Warcoing-Herinnes Pecq	BBI	6	6	6	6	5

Tabel 19: De Belgische Biotische Index (BBI) voor de meetpunten van de Bovenschelde over de periode 2001-2005 (www.vmm.be).). 0 = uiterst slechte kwaliteit; 1-2 = zeer slechte kwaliteit; 3-4 = slechte kwaliteit; 5-6 = matige kwaliteit

Meetpunt	Parameter	1989	1990	1991	1992	1993	1994
172600	PI	-	-	-	-	-	-
172700	PI	-	-	-	-	-	--
172800	PI	-	-	-	-	-	-
174000	PI	7,3	9,6	7,2	7,9	5,7	4,3
174100	PI	-	-	-	-	-	-
174200	PI	-	-	-	-	-	-
176000	PI	-	-	-	10,9	6,6	4,4
177000	PI	-	-	-	-	-	-
177100	PI	-	-	-	-	-	-
177300	PI	-	-	-	-	-	-
177500	PI	-	-	-	-	-	-
178100	PI	-	-	-	-	-	-
179000	PI	-	5,3	5,6	4,7	3,9	3,9

Tabel 20: Prati-index voor de meetpunten in de Bovenschelde voor de periode 1989-1994.

> 1 = niet verontreinigd; > 1-2 = aanvaardbaar; > 2-4 = matig verontreinigd; > 4-8 = verontreinigd; > 8 = zwaar verontreinigd (www.vmm.be).

Meetpunt	Parameter	1995	1996	1997	1998	1999	2000
172600	PI	-	-	-	-	-	-
172700	PI	-	-	-	-	-	-
172800	PI	-	-	-	-	-	-
174000	PI	5,2	6,7	8,2	-	4,9	4,9
174100	PI	4,7	6,5	7,3	5,1	4,9	4,3
174200	PI	-	-	-	-	-	-
176000	PI	4,9	6,2	5,0	3,6	7,2	7,8
177000	PI	-	-	-	-	-	-
177100	PI	4,8	6,3	9,1	5,4	6,2	5,3
177300	PI	-	-	-	-	5,3	4,7
177500	PI	4,6	6,5	7,9	-	5,4	4,7
178100	PI	4,8	5,9	7,1	5,0	4,4	4,0
179000	PI	-	5,2	5,7	3,2	4,5	3,1

Tabel 21: Prati-index voor de meetpunten in de Bovenschelde voor de periode 1995-2000.

> 1 = niet verontreinigd; > 1-2 = aanvaardbaar; > 2-4 = matig verontreinigd; > 4-8 = verontreinigd; > 8 = zwaar verontreinigd (www.vmm.be).

Meetpunt	Parameter	2001	2002	2003	2004
172600	PI	4,2	4,2	4,3	4,4
172700	PI	4,5	3,8	4,3	4,1
172800	PI	4,2	3,5	4,1	3,7
174000	PI	4,4	4,4	5,5	5,0
174100	PI	5,1	4,3	5,6	4,6
174200	PI	-	6,0	-	-
176000	PI	4,5	4,9	-	-
177000	PI	5,4	5,0	7,5	7,0
177100	PI	5,6	5,3	7,9	7,7
177300	PI	4,9	4,2	6,5	6,9
177500	PI	4,6	4,8	5,7	6,2
178100	PI	3,0	2,7	4,4	4,1
179000	PI	2,5	2,5	2,9	2,5

Tabel 22: Prati-index voor de meetpunten in de Bovenschelde voor de periode 2001-2004.

> 1 = niet verontreinigd; > 1-2 = aanvaardbaar; > 2-4 = matig verontreinigd; > 4-8 = verontreinigd; > 8 = zwaar verontreinigd (www.vmm.be).

5.6.4 Kwantiteit en kwaliteit van zwevende stof in de Bovenschelde

"Zwevende stoffen" kunnen als volgt gedefinieerd worden: 'kwantitatieve parameter die aangeeft aan welke massaconcentratie zwevende partikels in het water voorkomen. Deze partikels kunnen zeer divers van aard zijn: bodemdeeltjes, levende of dode organismen (b.v. plankton), actief slib,... en vormen na bezinking op de bodem een laag (sedimentlaag).' (Anoniem, 2005)

Zwevende stof kan op twee verschillende manieren worden bekeken. Het kan enerzijds als parameter van de waterkolom worden aanzien, waarbij het gehalte aan zwevende stoffen van organische en anorganische oorsprong kan worden bepaald. Ze kan anderzijds als een afzonderlijk fysisch compartiment van een waterloop worden beschouwd, als drager van verontreinigende stoffen.

Zwevende stof kan dienen als maat voor erosie/sedimentatie. Als fysisch compartiment kan het een toetsing van de ecotoxiciteit van oppervlaktewater mogelijk maken (Van den Belt, 2003).

5.6.4.1 Kwantitatieve aspecten

Vermits zwevende stof een mogelijke bron van verontreiniging vormt door de aanrijking van de waterkolom en –bodem enerzijds en de directe overdracht van verontreinigende stoffen naar biota anderzijds, is het belangrijk om een idee te krijgen van de concentratie aan zwevend stof gemeten in de Bovenschelde (Van den Belt, 2003). De norm voor zwevend stof in oppervlaktewater (vlarem II) bedraagt < 50 mg/L.

In onderstaande tabellen wordt de jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zwevende stof (mg/L) weergegeven voor de meetplaatsen gelegen in de Bovenschelde in de periode 1989-2006. Op de meetpunten 174200 en 176000 wordt de parameter zwevende stof niet gemeten waardoor deze punten niet meegenomen worden in de analyse. De parameter zwevende stof wordt standaard 12 maal per jaar gemeten door de Vlaamse Milieumaatschappij (www.vmm.be).

Wanneer we de jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zwevende stof in de periode 2001-2006 bekijken, kunnen we op de meeste meetpunten van de Bovenschelde een lichte afname van de hoeveelheid zwevende stof waarnemen (zie figuur 23). In figuur 24, die

het gemiddelde van al de meetpunten samen weergeeft in de periode 2001-2006, kunnen we deze afname eveneens terugvinden. Wanneer we de periode 1989-2006 in beschouwing nemen, kunnen we echter geen trend vinden die zich over gans de periode verspreidt (figuren 25 en 26). In de periode 1994-1999 hebben er in het bekken van de Bovenschelde geen onderhoudsbaggerwerken plaats gevonden (Van Den Belt, 2003). We kunnen op figuren 25 en 26 echter geen duidelijk verschil zien in de gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid zwevende stof tussen deze periode en de periode na 1999.

Meetpunt	Parameter	1989	1990	1991	1992	1993	1994
174000	Zs (mg/L)	-	116,00	-	-	-	-
174100	Zs (mg/L)	-	-	-	-	-	-
177100	Zs (mg/L)	-	-	-	-	-	-
177300	Zs (mg/L)	-	-	-	-	-	-
177500	Zs (mg/L)	-	-	-	-	-	-
178100	Zs (mg/L)	-	-	-	-	-	-
179000	Zs (mg/L)	-	63,50	58,20	-	-	-

Tabel 23: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zwevende stof (Zs) (mg/L) voor de periode 1989-1994 bepaald op de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor zwevend stof van 50mg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)

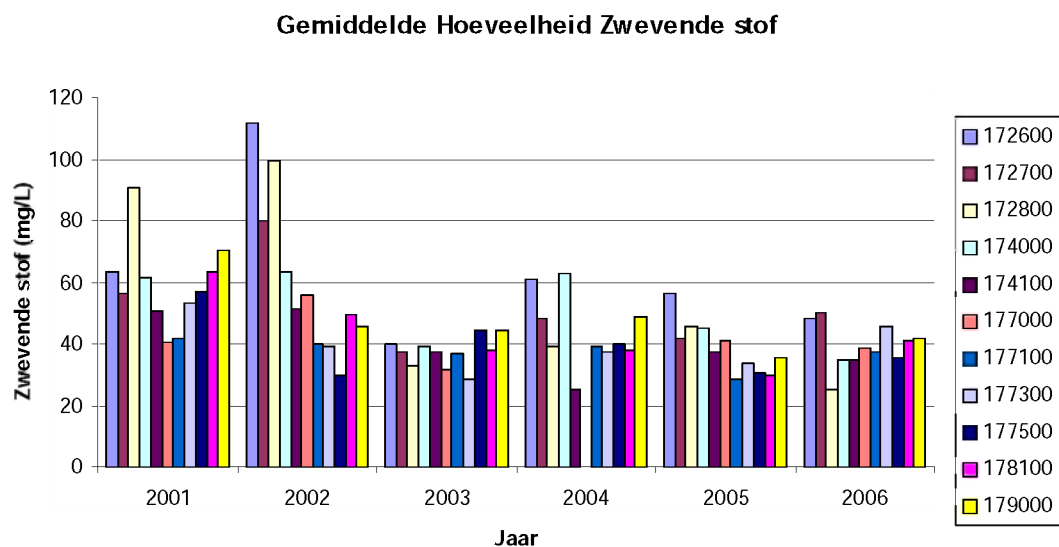
Meetpunt	Parameter	1995	1996	1997	1998	1999	2000
174000	Zs (mg/L)	50,60	27,17	50,38	-	74,33	147,33
174100	Zs (mg/L)	40,50	33,83	40,50	59,92	50,25	83,33
177100	Zs (mg/L)	34,12	32,67	48,43	48,36	-	60,67
177300	Zs (mg/L)	-	-	-	-	57,25	40,50
177500	Zs (mg/L)	39,75	65,25	53,00	-	55,33	56,67

178100	Zs (mg/L)	38,14	33,00	-	45,62	40,20	73,96
179000	Zs (mg/L)	-	29,33	45,55	41,54	48,40	64,08

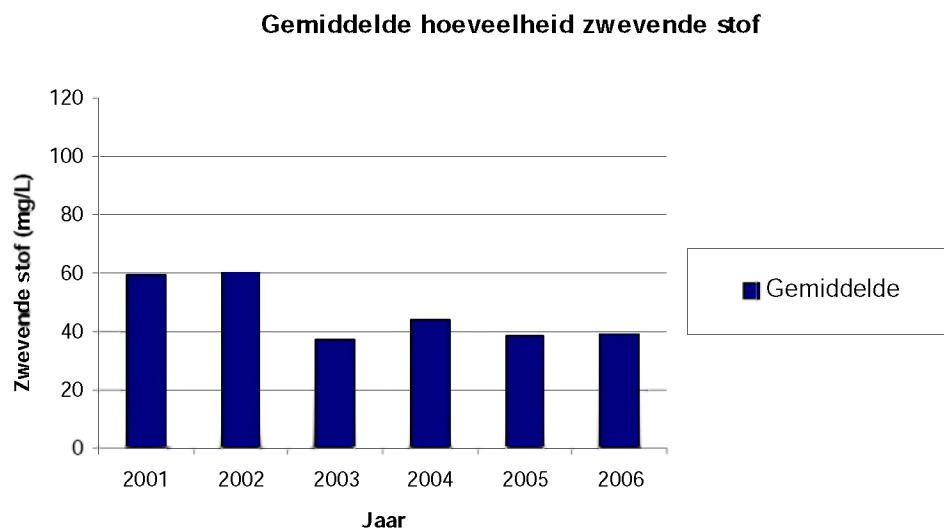
Tabel 24: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zwevende stof (Zs) (mg/L) voor de periode 1995-2000 voor de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor zwevend stof van 50mg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)

Meetpunt	Parameter	2001	2002	2003	2004	2005	2006
172600	Zs (mg/L)	63,36	111,50	40,17	60.88	56.64	48.33
172700	Zs (mg/L)	56,45	79,83	37,50	48.33	42.18	50.00
172800	Zs (mg/L)	91,00	99,45	33,32	39.58	45.91	25.50
174000	Zs (mg/L)	61,82	63,42	39,58	62.82	45.08	35.00
174100	Zs (mg/L)	50,64	51,42	37,33	25.50	37.17	35.20
174200	Zs (mg/L)	-	-	-	-	-	-
176000	Zs (mg/L)	-	-	-	-	-	-
177000	Zs (mg/L)	40,91	55,67	31,96	-	41.55	39.00
177100	Zs (mg/L)	41,91	39,92	36,92	39.32	28.64	37.60
177300	Zs (mg/L)	53,64	39,42	28,29	37.32	33.36	46.00
177500	Zs (mg/L)	57,45	29,83	44,50	39.82	30.75	35.67
178100	Zs (mg/L)	63,35	49,44	38,10	38.13	29.54	41.17
179000	Zs (mg/L)	70,34	45,52	44,46	48.85	35.69	41.83

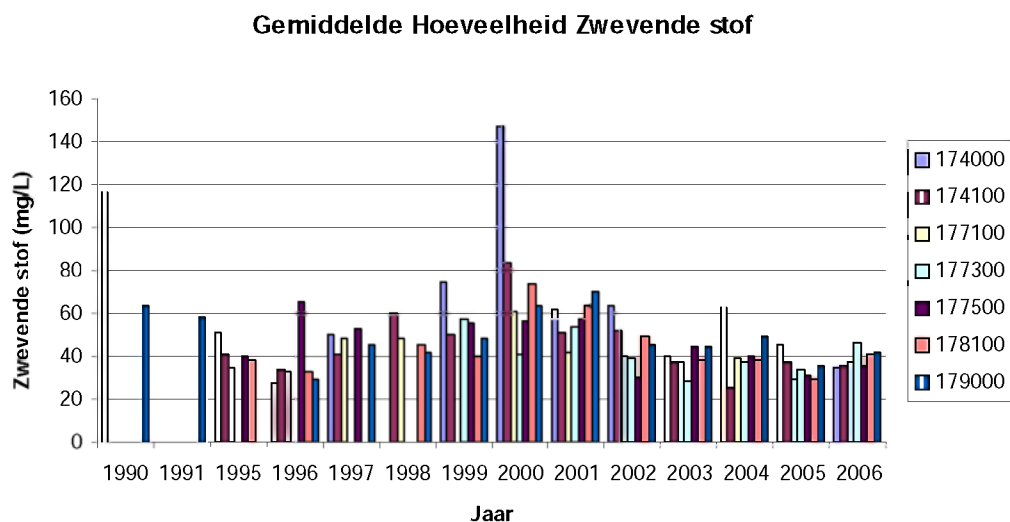
Tabel 25: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zwevende stof (Zs) (mg/L) voor de periode 2001-2006 gemeten op de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor zwevend stof van 50mg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)



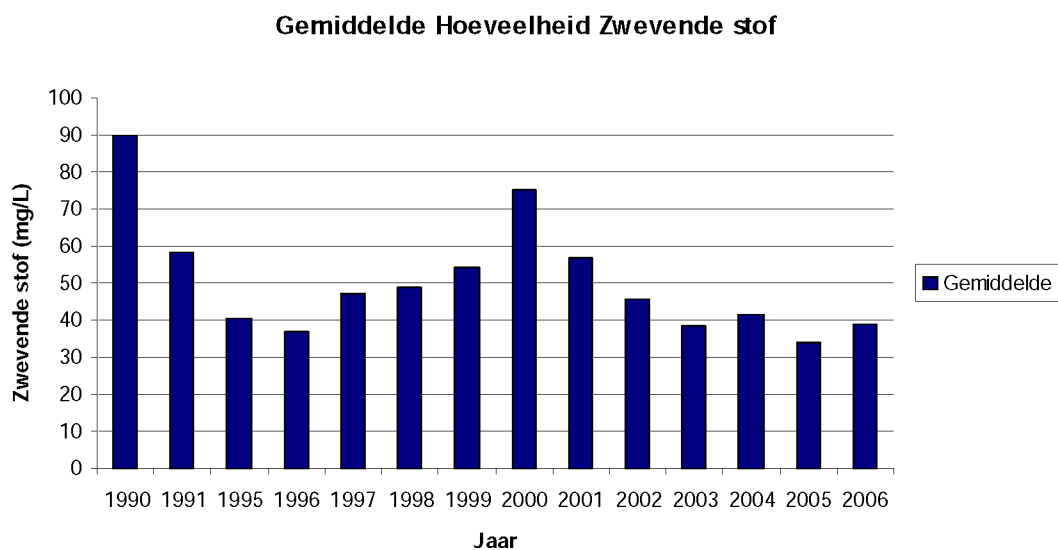
Figuur 23: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zwevende stof (mg/L) per meetpunt gelegen in de Bovenschelde voor de periode 2001-2006.



Figuur 24: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zwevende stof (mg/L) van de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor de periode 2001-2006.



Figuur 25: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zwevende stof (mg/L) per meetpunt gelegen in de Bovenschelde voor de periode 1990-2006. Voor de jaren 1992-1994 zijn er geen gegevens in verband met de hoeveelheid zwevende stof.



Figuur 26: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zwevende stof (mg/L) van de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor de periode 1990-2006. Voor de jaren 1992-1994 zijn er geen gegevens in verband met de hoeveelheid zwevende stof.

5.6.4.2 Kwalitatieve aspecten

De vuilvracht op het zwevend stof kan enkel bij voldoende hoge concentraties aan zwevend stof resulteren in een kwaliteitsverslechtering wat zich uit in bijvoorbeeld de BBI of PIO. Bij een sterke vervuiling van het water kan reeds bij lagere stofconcentraties het zwevend stof significant vervuild worden (Van den Belt, 2003).

Zware metalen

Metalen kunnen niet worden afgebroken en accumuleren daardoor in het aquatisch milieu. Een aantal metalen zijn essentieel voor verscheidene biochemische processen in diverse organismen. Wanneer ze echter in hogere concentraties voorkomen, worden ze toxisch voor de aquatische fauna en/of flora.

Er komen van nature verschillende metalen in wisselende concentraties voor in de waterbodem, afhankelijk van de bodemsamenstelling. Door processen zoals o.a. erosie resulteert dit vaak in een natuurlijke achtergrondconcentratie in grond – en oppervlaktewater. Een gedeelte van de metalen bevindt zich in opgeloste vorm in het oppervlaktewater. Een aanzienlijk deel komt echter in gebonden toestand voor. Ze kunnen zich binden aan zwevend stof of kunnen zich afzetten op de waterbodem als een sulfideneerslag, vooral wanneer de waterloop arm is aan zuurstof. Hierdoor ontstaat er nalevering van deze metalen vanuit de waterbodem lang na het stopzetten van de vervuilende activiteiten. Dit kan vooral het geval zijn wanneer de zuurstofhuishouding verbetert omdat hierbij sulfiden tot oxiden en verder tot hydroxiden worden omgezet waardoor de metalen opnieuw kunnen oplossen in de waterkolom (Anoniem, 2005; Van den Belt, 2003).

Vermits zware metalen zich kunnen vasthechten aan zwevend stof, kunnen we aan de hand van de hoeveelheden van deze metalen een beeld van de kwaliteit van het zwevend stof krijgen. In tabellen 26-34 worden respectievelijk de jaarlijks gemiddelde hoeveelheden voor koper, zink en lood weergegeven voor de periode 1989-2006.

Voor koper zien we een daling in de gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid in de Bovenschelde in de periode 1989-2006 (figuren 27-32). Vanaf 1995 vinden we steeds waarden terug die rond 10µg koper/L schommelen (figuren 29 en 30). De gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid koper daalt vanaf 2001 tot een waarde die op de meeste

meetpunten onder de 10µg/L ligt (figuren 27 en 28). De kwaliteitsnorm voor koper van 50µg/L wordt dus vanaf 1995 niet meer overschreden.

Meetpunt	Parameter	1989	1990	1991	1992	1993	1994
174000	Cu t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
174100	Cu t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
177100	Cu t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
177300	Cu t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
177500	Cu t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
178100	Cu t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
179000	Cu t (µg/L)	-	63,91	-	-	-	-

Tabel 26: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid koper (Cu) (µg/L) voor de periode 1989-1994 bepaald op de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor koper van 50µg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)

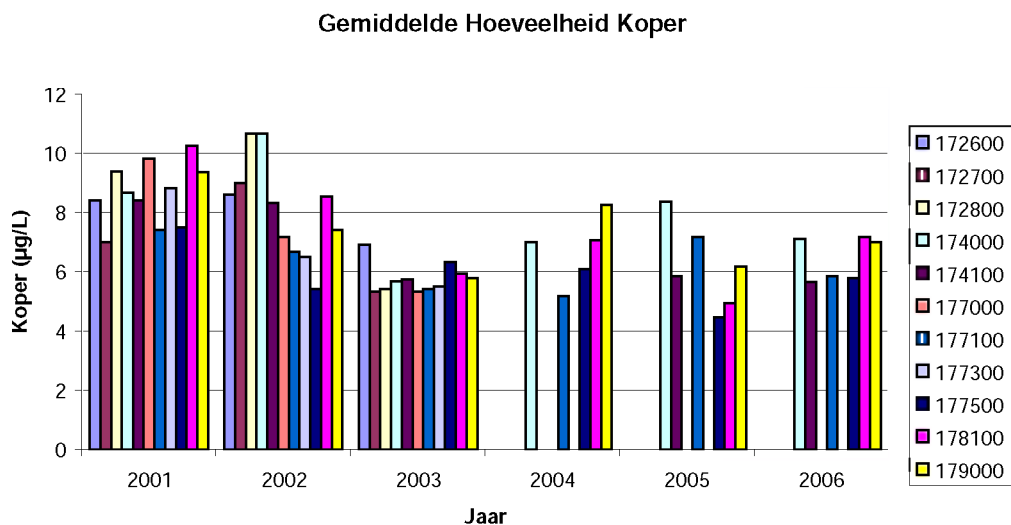
Meetpunt	Parameter	1995	1996	1997	1998	1999	2000
174000	Cu t (µg/L)	17,00	10,00	12,62	-	12,07	18,83
174100	Cu t (µg/L)	-	10,00	-	11,48	9,82	10,42
177100	Cu t (µg/L)	-	10,00	10,86	12,59	11,19	8,17
177300	Cu t (µg/L)	-	-	-	-	10,44	-
177500	Cu t (µg/L)	-	10,00	11,45	-	9,88	10,33
178100	Cu t (µg/L)	12,38	12,00	-	13,29	8,77	14,94

179000	Cu t (µg/L)	-	11,67	12,96	11,78	9,73	11,12
---------------	-------------	---	-------	-------	-------	------	-------

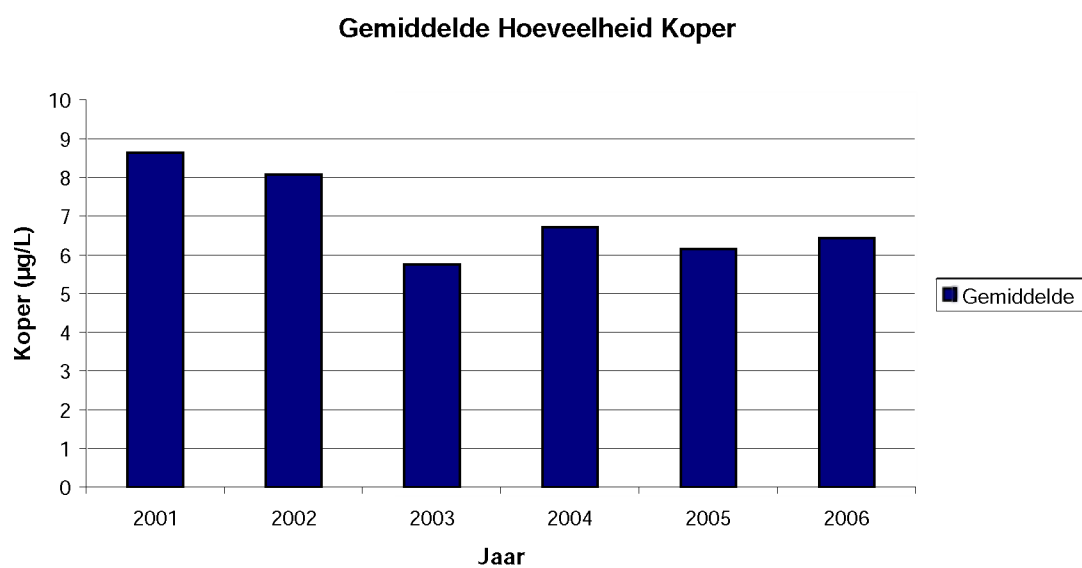
Tabel 27: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid koper (Cu) (µg/L) voor de periode 1995-2000 voor de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor koper van 50µg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)

Meetpunt	Parameter	2001	2002	2003	2004	2005	2006
172600	Cu t (µg/L)	8,40	8,60	6,92	-	-	-
172700	Cu t (µg/L)	7,00	9,00	5,33	-	-	-
172800	Cu t (µg/L)	9,40	10,67	5,42	-	-	-
174000	Cu t (µg/L)	8,67	10,67	5,67	7.00	8.37	7.12
174100	Cu t (µg/L)	8,42	8,33	5,75	-	5.85	5.65
177000	Cu t (µg/L)	9,83	7,17	5,33	-	-	-
177100	Cu t (µg/L)	7,42	6,67	5,42	5.18	7.17	5.85
177300	Cu t (µg/L)	8,83	6,50	5,50	-	-	-
177500	Cu t (µg/L)	7,50	5,42	6,33	6.09	4.47	5.80
178100	Cu t (µg/L)	10,26	8,54	5,94	7.06	4.94	7.17
179000	Cu t (µg/L)	9,37	7,42	5,80	8.26	6.18	7.00

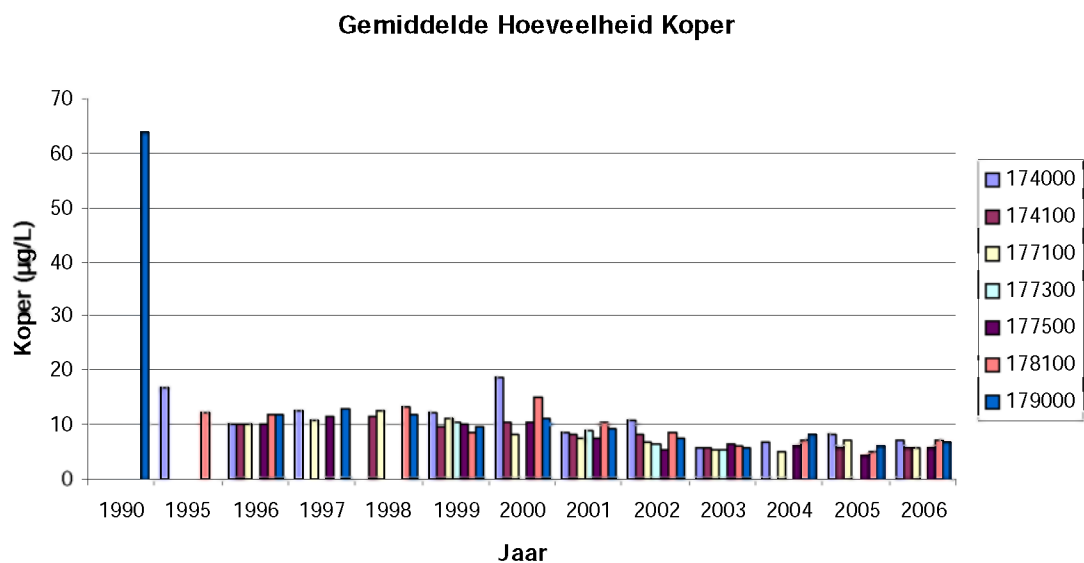
Tabel 28: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid koper (Cu) (µg/L) voor de periode 2001-2006 gemeten op de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor koper van 50µg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)



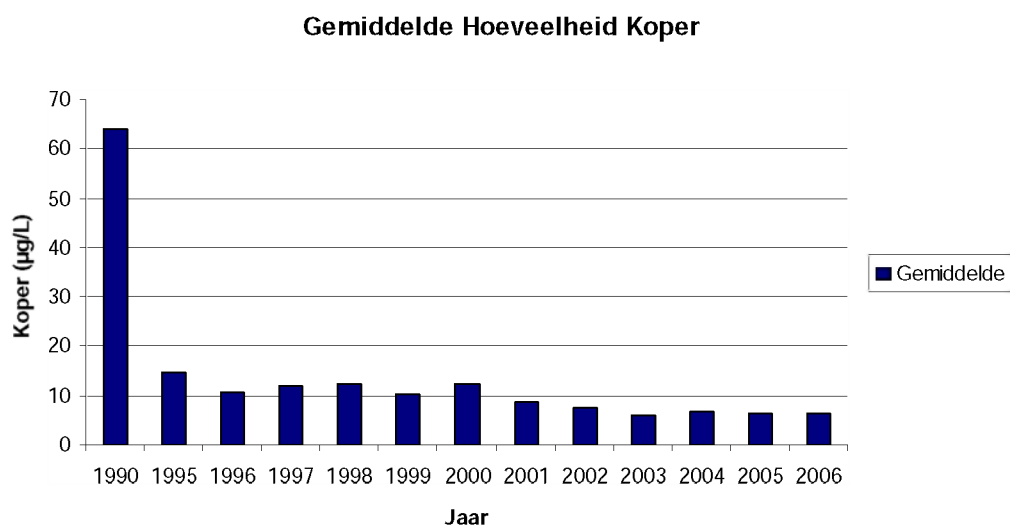
Figuur 27: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid koper ($\mu\text{g/L}$) per meetpunt gelegen in de Bovenschelde voor de periode 2001-2006.



Figuur 28: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid koper ($\mu\text{g/L}$) van de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor de periode 2001-2006.



Figuur 29: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid koper ($\mu\text{g/L}$) per meetpunt gelegen in de Bovenschelde voor de periode 1990-2006. Voor de jaren 1991-1994 zijn er geen gegevens in verband met de hoeveelheid koper.



Figuur 30: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid koper ($\mu\text{g/L}$) van de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor de periode 1990-2006. Voor de jaren 1991-1994 zijn er geen gegevens in verband met de hoeveelheid koper.

De gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid zink vertoont over de periode 1995-2006 eveneens een daling (figuren 33 en 34). Vanaf 2001 vinden we voor de gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid zink steeds waarden terug die rond de 60µg/L liggen (figuren 31 en 32). De kwaliteitsnorm voor zink van 200µg/L wordt op alle meetpunten in de Bovenschelde over gans de periode 1989-2006 gerespecteerd.

Meetpunt	Parameter	1989	1990	1991	1992	1993	1994
174000	Zn t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
174100	Zn t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
177100	Zn t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
177300	Zn t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
177500	Zn t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
178100	Zn t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
179000	Zn t (µg/L)	-	118,50	-	-	-	-

Tabel 29: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zink (Zn) (µg/L) voor de periode 1995-2000 voor de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor zink van 200µg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)

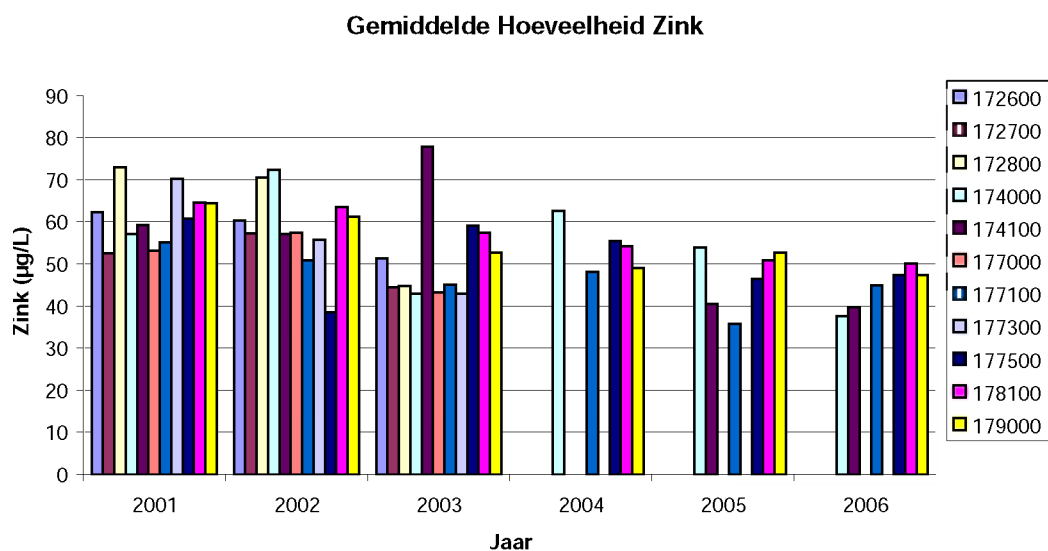
Meetpunt	Parameter	1995	1996	1997	1998	1999	2000
174000	Zn t (µg/L)	36,00	90,00	81,12	-	84,00	130,67
174100	Zn t (µg/L)	-	77,50	-	76,67	75,33	77,25
177100	Zn t (µg/L)	-	77,50	94,86	80,92	77,58	64,75
177300	Zn t (µg/L)	-	-	-	-	80,00	-

177500	Zn t (µg/L)	-	86,67	82,45	-	95,67	80,67
178100	Zn t (µg/L)	58,62	133,00	-	100,85	99,70	96,36
179000	Zn t (µg/L)	-	80,00	78,00	81,15	95,65	74,75

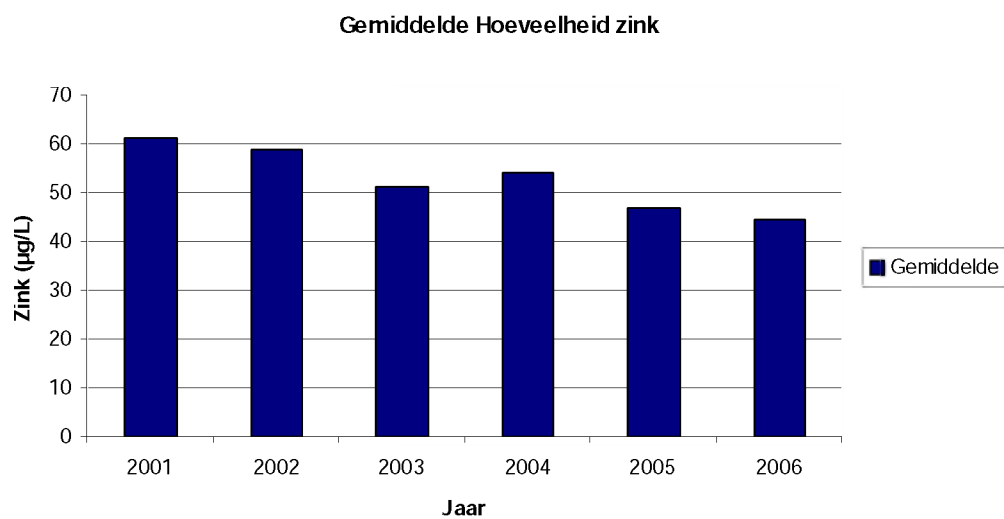
Tabel 30: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zink (Zn) (µg/L) voor de periode 2001-2006 gemeten op de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor zink van 200µg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)

Meetpunt	Parameter	2001	2002	2003	2004	2005	2006
172600	Zn t (µg/L)	62,40	60,40	51,33	-	-	-
172700	Zn t (µg/L)	52,60	57,33	44,58	-	-	-
172800	Zn t (µg/L)	73,00	70,67	44,82	-	-	-
174000	Zn t (µg/L)	57,17	72,50	43,00	62,60	54,00	37,67
174100	Zn t (µg/L)	59,25	57,17	78,00	-	40,58	39,75
177000	Zn t (µg/L)	53,17	57,50	43,25	-	-	-
177100	Zn t (µg/L)	55,17	51,00	45,17	48,18	35,91	45,00
177300	Zn t (µg/L)	70,33	55,83	43,00	-	-	-
177500	Zn t (µg/L)	60,83	38,50	59,17	55,55	46,42	47,50
178100	Zn t (µg/L)	64,67	63,56	57,52	54,25	51,00	50,17
179000	Zn t (µg/L)	64,53	61,36	52,84	49,08	52,85	47,40

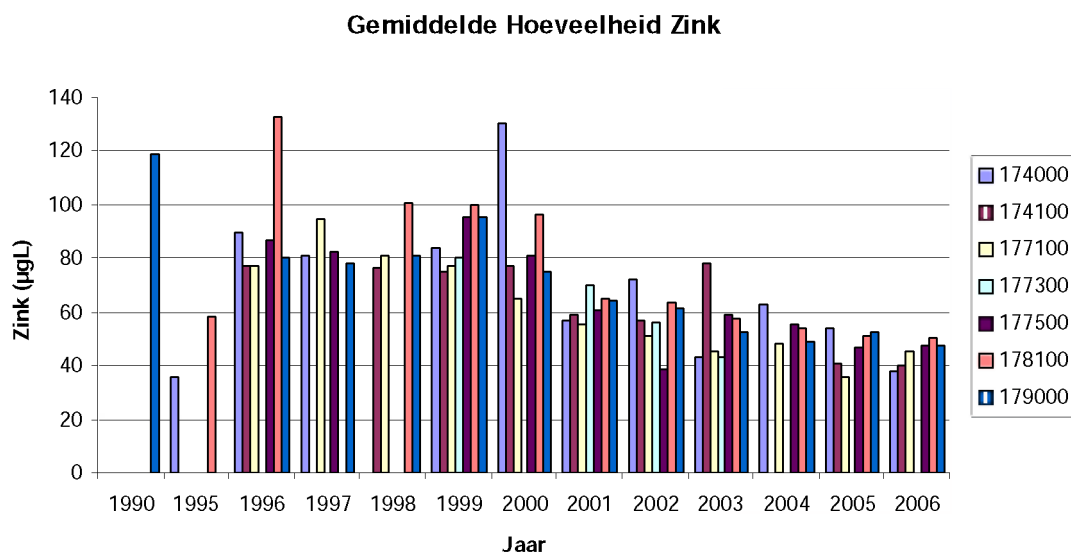
Tabel 31: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zink (Zn) (µg/L) voor de periode 1989-1994 bepaald op de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor zink van 200µg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)



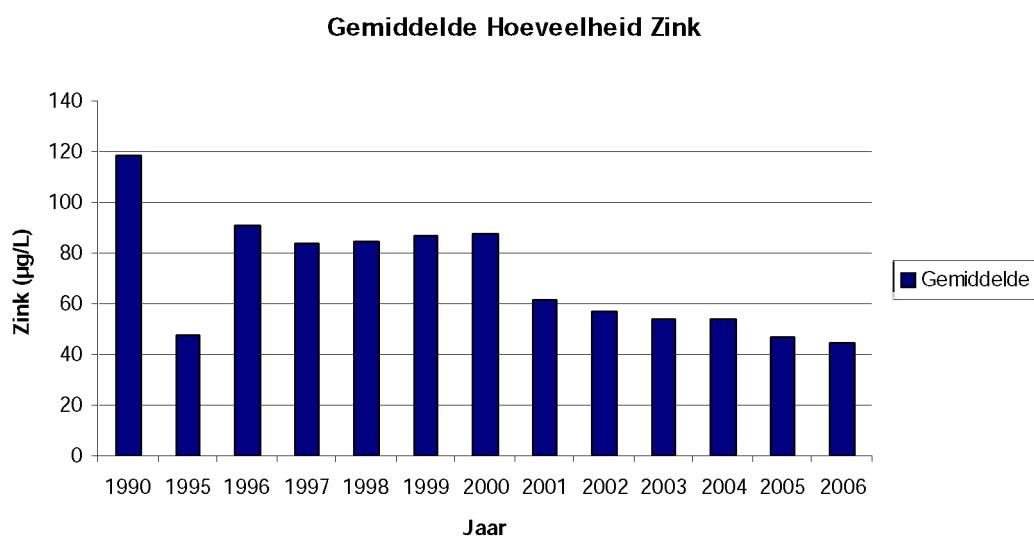
Figuur 31: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zink (µg/L) per meetpunt gelegen in de Bovenschelde voor de periode 2001-2006.



Figuur 32: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zink (µg/L) van de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor de periode 2001-2006.



Figuur 33: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zink ($\mu\text{g/L}$) per meetpunt gelegen in de Bovenschelde voor de periode 1990-2006. Voor de jaren 1991-1994 zijn er geen gegevens in verband met de hoeveelheid zink.



Figuur 34: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid zink ($\mu\text{g/L}$) van de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor de periode 1990-2006. Voor de jaren 1991-1994 zijn er geen gegevens in verband met de hoeveelheid zink.

Voor lood zien we dat de gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid een dalende trend kent in de periode 1995-2006 (figuren 37 en 38). In deze periode zien we nergens overschrijdingen van de basiskwaliteitsnorm van 50µg/L (tabellen 33 en 34).

Meetpunt	Parameter	1989	1990	1991	1992	1993	1994
174000	Pb t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
174100	Pb t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
177100	Pb t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
177300	Pb t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
177500	Pb t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
178100	Pb t (µg/L)	-	-	-	-	-	-
179000	Pb t (µg/L)	-	112,50	-	-	-	-

Tabel 32: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid lood (Pb) (µg/L) voor de periode 1995-2000 voor de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor lood van 50µg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)

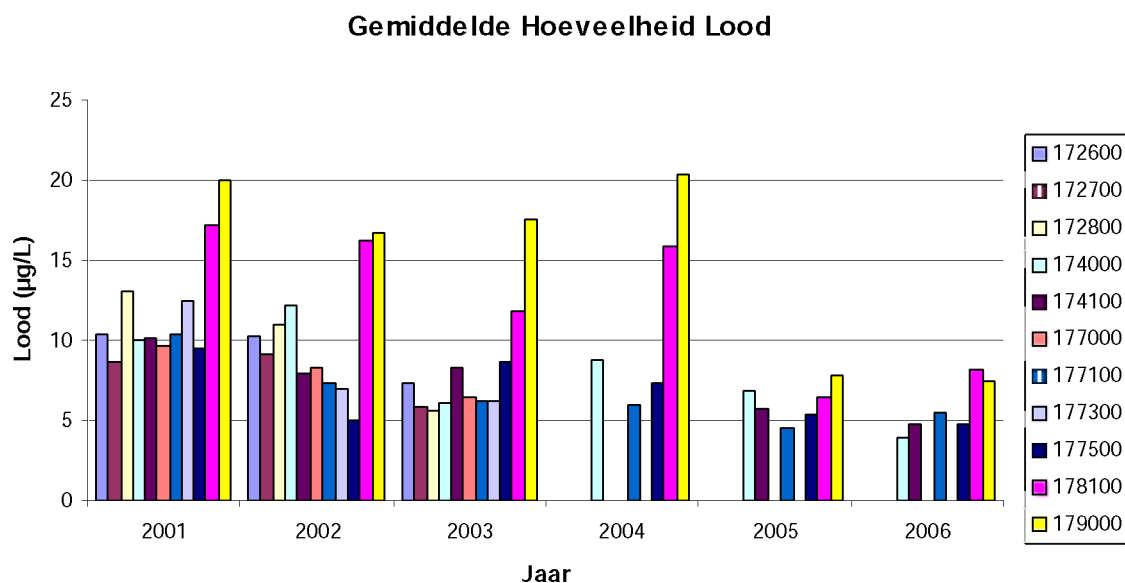
Meetpunt	Parameter	1995	1996	1997	1998	1999	2000
174000	Pb t (µg/L)	14,50	15,00	13,00	-	16,29	28,00
174100	Pb t (µg/L)	-	10,00	-	11 ,83	13,54	14,17
177100	Pb t (µg/L)	-	12,50	13,50	13,59	15,39	12,83
177300	Pb t (µg/L)	-	-	-	-	14,92	-
177500	Pb t (µg/L)	-	10,00	14,66	-	16,56	15,33

178100	Pb t (µg/L)	13,57	15,00	-	15,50	24,38	19,25
179000	Pb t (µg/L)	-	13,33	18,58	16,73	32,79	19,50

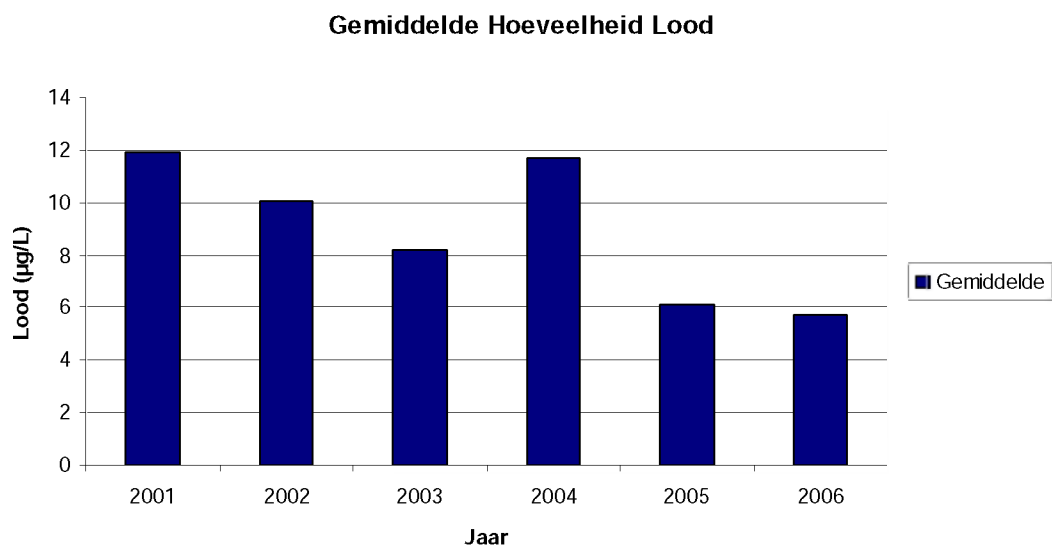
Tabel 33: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid lood (Pb) (µg/L) voor de periode 2001-2006 gemeten op de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor lood van 50µg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)

Meetpunt	Parameter	2001	2002	2003	2004	2005	2006
172600	Pb t (µg/L)	10,40	10,20	7,33	-	-	-
172700	Pb t (µg/L)	8,60	9,17	5,83	-	-	-
172800	Pb t (µg/L)	13,00	11,00	5,64	-	-	-
174000	Pb t (µg/L)	10,00	12,17	6,08	8.80	6.89	3.93
174100	Pb t (µg/L)	10,08	7,92	8,25	-	5.78	4.75
177000	Pb t (µg/L)	9,67	8,33	6,50	-	-	-
177100	Pb t (µg/L)	10,33	7,33	6,25	6.00	4.53	5.45
177300	Pb t (µg/L)	12,50	7,00	6,17	-	-	-
177500	Pb t (µg/L)	9,50	5,00	8,67	7.27	5.36	4.73
178100	Pb t (µg/L)	17,20	16,22	11,77	15.86	6.49	8.12
179000	Pb t (µg/L)	19,97	16,65	17,53	20.38	7.77	7.40

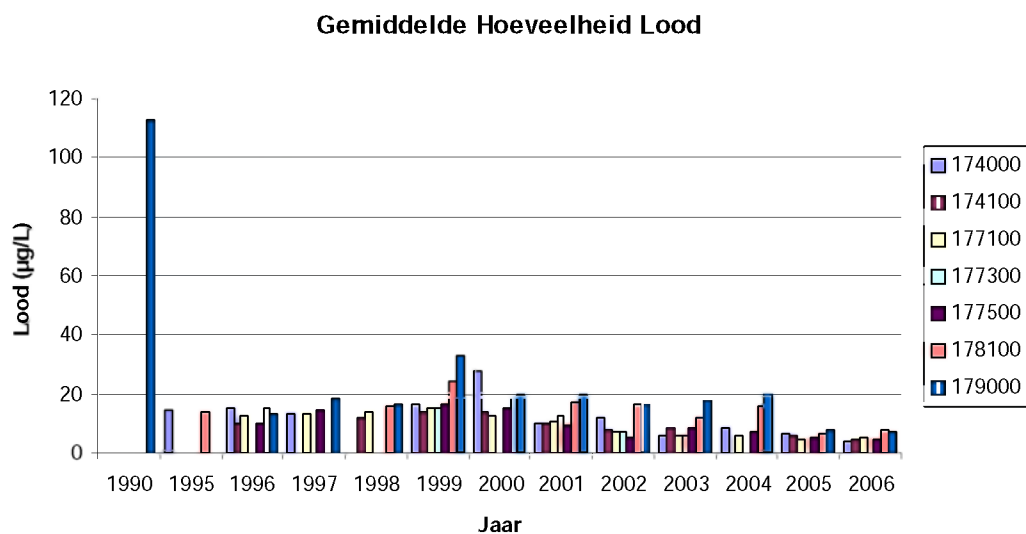
Tabel 34: Jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid lood (Pb) (µg/L) voor de periode 1989-1994 bepaald op de meetpunten van de Bovenschelde. Overschrijdingen van de norm voor lood van 50µg/L worden in het vet aangeduid. (www.vmm.be)



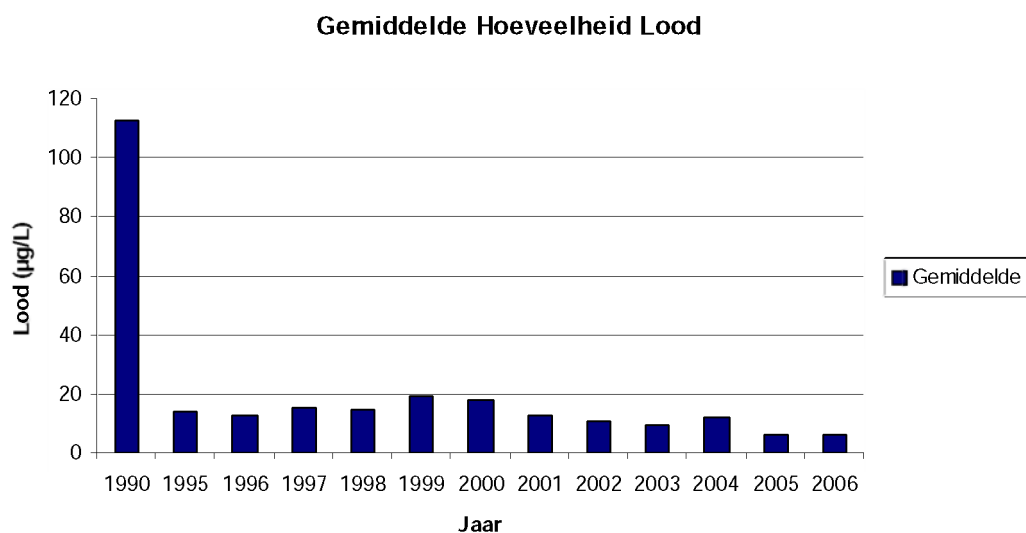
Figuur 35: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid lood ($\mu\text{g/L}$) per meetpunt gelegen in de Bovenschelde voor de periode 2001-2006.



Figuur 36: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid lood ($\mu\text{g/L}$) van de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor de periode 2001-2006.



Figuur 37: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid lood ($\mu\text{g/L}$) per meetpunt gelegen in de Bovenschelde voor de periode 1990-2006. Voor de jaren 1991-1994 zijn er geen gegevens in verband met de hoeveelheid lood.



Figuur 38: De jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid lood ($\mu\text{g/L}$) van de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor de periode 1990-2006. Voor de jaren 1991-1994 zijn er geen gegevens in verband met de hoeveelheid lood.

Wanneer de gemiddelde jaarlijkse hoeveelheden van koper, zink en lood over de periode 1995-2006 gedaald zijn, kunnen we veronderstellen dat de kwaliteit van het zwevend stof verbeterd is gedurende deze periode.

5.7 Waterbodemkwaliteit

Het water van een rivier staat in nauw contact met de waterbodem. Zo is de afzetting van bodemmateriaal in de waterloop als een natuurlijk proces een belangrijk proces. Door de stijgende graad van bodemerosie en afspoeling van sediment, etc. krijgen de waterlopen te maken met een overmaat aan zwevende stof en sediment. Door industriële, agrarische en huishoudelijke activiteiten zijn grote hoeveelheden verontreinigende stoffen in de waterlopen terecht gekomen. Wanneer zwevend materiaal geladen is met nutriënten vormt het een voedselrijke sedimentlaag. Ze kunnen echter ook geladen worden met verontreinigende stoffen uit het water en bezinken, waardoor soms zeer hoge concentraties van deze stoffen in de waterbodem gemeten worden. De waterbodemkwaliteit in de Vlaamse waterlopen werd jarenlang in slechte zin beïnvloed door de slechte kwaliteit van het oppervlaktewater. De waterkwaliteit is echter langzaam verbeterd door de inspanningen op het vlak van afvalwaterzuivering. Waar de waterkwaliteit verbeterd is, heeft men te kampen met een omgekeerd probleem. Vervuilde waterbodems kunnen een verbetering van de waterkwaliteit en het ecologisch herstel van de waterloop in de weg staan. Er komen pollutanten vrij vanuit de waterbodem door allerlei fysisch-chemische processen. Er zijn dus niet alleen maatregelen nodig die het effect van lozingen verminderen, ook waterbodems moeten gesaneerd worden (Bervoets, 1994; Vlaamse Milieumaatschappij, 2004; de Deckere et al., 1995; LIFE project).

De manier waarop verontreinigingen die gehecht zijn aan deeltjes van de waterbodem vrijkomen in de waterkolom, of juist niet vrijkomen, is afhankelijk van een aantal factoren, zoals de soort van verontreiniging, de wateroplosbaarheid ervan, de pH van het water, etc. Het is belangrijk om deze relatie tussen waterbodem en waterkolom te bestuderen om eventuele risico's beter te kunnen inschatten (Voorontwerp Uitvoeringsplan Bagger- en ruimingsspecie, 2006).

Daar de waterbodem enerzijds een belangrijk onderdeel is van het aquatisch ecosysteem en anderzijds bij bagger- en ruimingswerken specie vrijkomt, is het belangrijk de kwaliteit van de waterbodems te controleren en te beheren.

Bij de bepaling van de waterbodemkwaliteit worden er stalen genomen in stroomopwaartse richting om de invloed op het nemen van volgende stalen te minimaliseren. Men neemt gemiddeld 20 deelstalen om ongeveer 40 liter waterbodem te collecteren. Voor de biologische evaluatie worden er minstens 10 deelstalen verzameld per 10 liter waterbodem. Het staal wordt gehomogeniseerd en verdeeld in drie substalen, één voor fysisch-chemische analyse (3 liter), één voor de biologische evaluatie (minimum 10 liter) en één voor de ecotoxicologische testen (10 liter).

Bij de beoordeling van de waterbodemkwaliteit is de laag die het meest interactie vertoont met het bovenstaande water het belangrijkste. Deze laag wordt dan ook hoofdzakelijk bemonsterd. In de praktijk gaat het over een diepte van maximum 20 cm (Bervoets, 1994; Vlaamse Milieumaatschappij, 2004; de Deckere et al., 1995; LIFE project).

Gezien de kwaliteit van de waterbodem traag evolueert indien geen belangrijke saneringen gebeuren en rekening houdend met de complexiteit van het onderzoek worden jaarlijks 150 meetplaatsen bemonsterd zodat elke plaats om de 4 jaar wordt bemonsterd en geanalyseerd (Voorontwerp Uitvoeringsplan Bagger- en ruimingsspecie, 2006; www.VMM.be).

5.7.1 Waterbodemkwaliteit van de Bovenschelde (1994, 2001, 2002)

5.7.1.1 Fysisch-chemische beoordeling

De Bovenschelde vertoont voor de volgende parameters in 1994 een matige tot sterke afwijking: cadmium, chroom, koper, kwik, lood, zink, PAK's, PCB's en SOCP.

Enkel voor EOX, organochloorpesticiden (OCP), arseen en nikkel worden er geen afwijkende waarden teruggevonden (de Deckere et al., 1995; Bervoets, 1994).

In 2001 werd er slechts één meetpunt in de Bovenschelde (174100) bemonsterd. Bij de globale fysisch-chemische beoordeling kreeg dit meetpunt een score 3 (afwijkend tov de referentie). Voor cadmium, koper, nikkel en zink worden er licht afwijkende waarden gemeten. Afwijkende tot sterk afwijkende waarden worden bekomen voor chroom, kwik, lood, PCB's, EAS en PAK's. Enkel voor arseen, EOX en OCP worden er geen afwijkende waarden bepaald (www.vmm.be).

In het jaar 2002 krijgen drie van de vier meetpunten van de Bovenschelde een globale fysisch-chemische beoordeling een score 4 (sterk afwijkend tov de referentie). Aan het meetpunt 178100 wordt een score 3 toegekend. De scores van de afzonderlijke parameters voor de vier meetpunten in de Bovenschelde worden weergegeven in onderstaande tabel (tabel 35) (www.vmm.be).

Parameter	174000	177100	178100	179000
As t	1	1	1	1
Cd t	3	2	3	3
Cr t	3	4	4	2
Cu t	2	1	2	2
Hg t	4	4	3	3
Ni t	1	1	2	1
Pb t	3	1	3	3

Zn t	3	2	3	3
EAS tce	4	4	3	3
EOX	1	1	1	1
PAK 6	4	4	3	4
PCB t	3	3	3	2
OCP t	2	1	3	1

Tabel 35: Fysisch-chemische score voor de verschillende parameters voor de vier meetpunten van de Bovenschelde voor het jaar 2002. 1 = niet afwijkend van de referentie; 2 = licht afwijkend van de referentie; 3 = afwijkend van de referentie; 4 = sterk afwijkend van de referentie. (www.vmm.be)

In onderstaande tabellen (tabel 36 en 37) kunnen de gemeten gehalten voor lood, koper, zink en PCB's teruggevonden worden voor de meetpunten van de Bovenschelde. Tabel 36 geeft de waarden aan gemeten in het jaar 1994. In tabel 37 worden de gemeten gehalten weergegeven van het jaar 2001 en 2002. Bij een vergelijking tussen de gemiddelde gemeten gehalten aan lood, koper, zink en PCB's in de waterbodem in 1994 en 2002 voor de meetpunten in de Bovenschelde zien we voor de verschillende parameters steeds een daling in 2002 t.o.v van 1994. (figuur 39)

Gemeente	Meetpunt	Gemeten gehalte Lood	Gemeten gehalte Koper	Gemeten gehalte zink	Gemeten gehalte PCBt
Gent	B0001	95,00	61,10	511,00	58,00
Gent	B0002	82,00	34,50	381,00	37,00
Gavere	B0003	69,00	52,70	380,00	56,00
Nazareth	B0004	45,00	21,00	299,00	52,00
Gavere	B0005	92,00	69,80	532,00	78,00

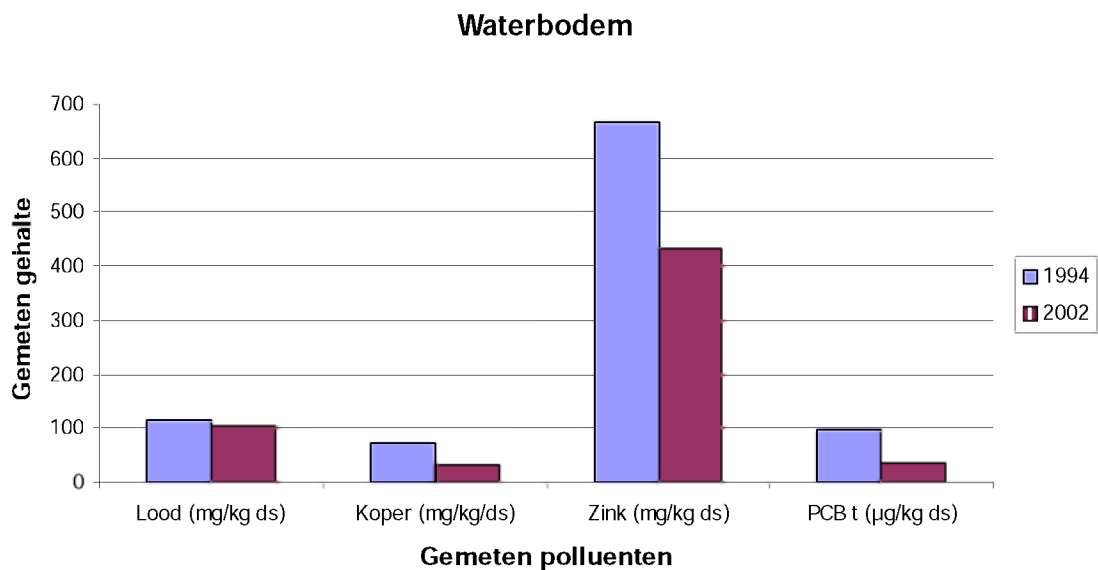
Gavere	B0006	64,00	45,20	346,00	57,00
Gavere	B0007	99,00	49,40	841,00	145,00
Gavere	B0008	99,00	64,00	631,00	232,00
Oudenaarde	B0009	99,00	64,60	606,00	106,00
Oudenaarde	B0010	121,00	101,00	628,00	110,00
Oudenaarde	B0011	121,00	82,40	583,00	116,00
Oudenaarde	B0012	139,00	66,00	932,00	112,00
Kluisbergen	B0013	62,00	34,60	358,00	48,00
Kluisbergen	B0014	96,00	109,00	665,00	120,00
Kluisbergen	B0015	110,00	67,90	598,00	110,00
Kluisbergen	B0016	146,00	61,90	743,00	126,00
Kluisbergen	B0017	107,00	63,30	848,00	23,00
Avelgem	B0018	139,00	67,50	702,00	88,00
Warcoing	B0019	202,00	126,00	845,00	81,00
Spiere-Helkijn	B0020	146,00	86,70	689,00	194,00
Gent	B0021	89,00	110,00	596,00	110,00
Gavere	B0022	194,00	93,00	940,00	112,00
Warcoing	B0023	240,00	236,00	810,00	99,00
Merelbeke	Bs1	52,00	53,60	362,00	46,00
Gent	Bs2	91,30	86,40	682,00	146,00
Eke	Bs3	69,90	68,20	422,00	66,00

Gavere	Bs4	50,30	48,30	284,00	33,00
--------	-----	-------	-------	--------	-------

Tabel 36: Gemeten gehalten aan lood (mg/kg ds), koper (mg/kg ds), zink (mg/kg ds) en PCB t (µg/kg ds) voor de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor het jaar 1994. (www.vmm.be)

Gemeente	Jaar	Meetpunt	Gemeten gehalte Lood	Gemeten gehalte Koper	Gemeten gehalte Zink	Gemeten gehalte PCBt
Oudenaarde	2002	174000	122,00	13,00	232,00	17,10
Oudenaarde	2001	174100	130,00	38,00	445,00	49,30
Kluisbergen; Avelgem	2002	177100	24,00	39,00	420,00	56,60
Avelgem	2002	178100	139,00	39,00	638,00	22,50
Pecq	2002	179000	207,00	27,00	424,00	20,20

Tabel 37: Gemeten gehalten aan lood (mg/kg ds), koper (mg/kg ds), zink (mg/kg ds) en PCB t (µg/kg ds) voor de meetpunten gelegen in de Bovenschelde voor het jaar 2002. (www.vmm.be)



Figuur 39: Vergelijking tussen de gemiddelde gemeten gehalten aan lood, koper, zink en PCB's in de waterbodem in 1994 en 2002 voor de meetpunten in de Bovenschelde (www.vmm.be).

5.7.1.2 Ecotoxicologische beoordeling

De Bovenschelde vertoont een grote impact op de biota gedurende de ecotoxicologische testen. 20% van de meetplaatsen krijgt een klasse 3 (slechte ecotoxicologische kwaliteit) en de overige 80% van de meetpunten heeft een klasse 4 (zeer slechte ecotoxicologische kwaliteit) in 1994 (de Deckere et al., 1995; Bervoets, 1994).

Het meetpunt van de Bovenschelde dat in 2001 bemonsterd werd, krijgt een klasse 4 toegekend bij de ecotoxicologische evaluatie. Dit wijst op een ernstige acute impact op de aquatische biota (www.vmm.be).

Bij de metingen in het jaar 2002 hebben drie van de vier meetplaatsen in de Bovenschelde een klasse 4. Voor het meetpunt 177100 wordt bij de ecotoxicologische beoordeling een score 2 (lichte acute impact op de aquatische biota) bekomen (www.vmm.be).

We kunnen besluiten dat de ecotoxicologische beoordeling van de Bovenschelde bij vergelijking van de jaren 1994, 2001 en 2002 niet in positieve zin geëvolueerd is.

5.7.1.3 Biologische beoordeling

De Bovenschelde wordt in 1994 gekenmerkt door een zeer slechte biologische kwaliteit. Een combinatie van een slechte water- en bodemkwaliteit resulteert hier in een lage diversiteit van verschillende soorten (de Deckere et al., 1995; Bervoets, 1994).

Het meetpunt 174100 krijgt in 2001 een klasse 3 toegeschreven bij de biologische evaluatie. Klasse 3 komt overeen met een slechte biologische kwaliteit (www.vmm.be).

De meetpunten, 174000, 177100, 178100, 179000, bemonsterd in 2002 vertonen respectievelijk volgende scores: 3, 2 (matige biologische kwaliteit), 2, 1 (goede biologische kwaliteit) (www.vmm.be).

De biologische kwaliteit lijkt te verbeteren wanneer we de resultaten van 2002 vergelijken met deze van 1994. Het is echter moeilijk om een besluit te formuleren betreffende de biologische kwaliteit wanneer we over gegevens beschikken van slechts 4 meetpunten in het jaar 2002.

5.7.1.4 Triade beoordeling

De Bovenschelde krijgt in 1994 bij de globale triade kwaliteitsbeoordeling een klasse 4 toegekend (de Deckere et al., 1995; Bervoets, 1994).

De Bovenschelde wordt in 2001 en 2002 gekenmerkt door een klasse 4 voor wat betreft de globale triade kwaliteitsbeoordeling (www.vmm.be).

5.8 Visbestand

Menselijke activiteiten hebben invloed op de ecologische kwaliteit van waterlopen. Om veranderingen in die kwaliteit op te sporen worden vissen gebruikt als ecologische indicatoren. Vissen zijn immers gevoelig aan vervuiling, habitatdegradatie en migratiebelemmeringen. Dit betekent dat de aanwezigheid of het ontbreken van een bepaalde vissoort in een rivier ons iets vertelt over de ecologische toestand van deze locatie. Daarom kan de ecologische kwaliteit van een binnenwater geëvalueerd worden op basis van de vissamenstelling (Inbo, 2006).

5.8.1 Visindex

Op basis van de visindex of de index voor biotische integriteit (IBI) voor de bemonsterde wateren wordt getracht zoveel mogelijk gegevens te verzamelen over de verspreiding van vissoorten (kwalitatieve gegevens) en indien mogelijk densiteiten te bepalen van de visfauna (kwalitatieve gegevens). De visindex wordt berekend op basis van drie groepen parameters die verband houden met soortensamenstelling en rijkdom, trofische samenstelling, hoeveelheid vis en conditie van het visbestand. Er wordt rekening gehouden met enkele basishypothesen over evoluties in visbestand bij een toenemende verontreiniging en habitatmodificatie. Er wordt vanuit gegaan dat bij een verstoring van het aquatisch milieu enerzijds het aantal gevoelige soorten in de visgemeenschap zal afnemen en dat anderzijds de tolerante soorten in aantal zullen toenemen (VMM, jaarverslag waterkwaliteit 2004). De visindex is een cijfer tussen 1 en 5. Een score van 1 geeft een sterk verstoorde toestand weer en duidt op een ecologisch slechte situatie. Een score van 5 daarentegen duidt op uitstekende ecologische situatie. Het visbestand komt overeen met het visbestand van een onverstoorde plaats (Inbo, 2006).

Bovenschelde

Op de Bovenschelde werden in **2002 op 12 locaties 19 vissoorten** gevangen namelijk: paling, brasem, alver, kolblei, gibel, karper, riviergrondel, blauwbandgrondel, winde, blankvoorn, rietvoorn, zeelt, regenboogforel, driedoornige stekelbaars, pos, baars, snoekbaars en de zeldzame soorten, kopvoorn en serpeling. Op drie van de meetplaatsen werd er geen vissen aangetroffen. Deze locaties zijn gelegen tussen het traject van Pottes (Franse grens) tot stroomopwaarts van de stuw te Oudenaarde. De

meest verspreide soort is blankvoorn (gevangen op 9 staalnameplaatsen), gevolgd door gibel (gevangen op 7 staalnameplaatsen). Met maar liefst een aantalpercentage van 73% en een gewichtpercentage van 34% is de blankvoorn de meest dominante soort op de Bovenschelde. Van alver, karper, kopvoorn, winde, serpeling, zeelt en regenboogforel kon de aanwezigheid op de Bovenschelde vastgesteld worden maar het gaat hier om een zeer beperkt aantal individuen (<15 exemplaren) (Informatiebrochure visstandbeheer en visteelt, 2002; Peeters, 2006a/b).

In vergelijking met de gegevens van **1996** is de verbetering spectaculair. Toen werden er ook op deze 12 locaties bemonsterd en werden er slechts **9 vissoorten** gevangen namelijk: paling, brasem, kolblei, gibel, karper, blauwbandgrondel, vetje, blankvoorn en zeelt (zie tabel). Dit betekent een sterke toename van het aantal soorten per plaats (Informatiebrochure visstandbeheer en visteelt, 2002; Peeters, 2006a/b).

Op negen van de 12 locaties die zowel in 1996 als in 2002 werden bemonsterd is de soortendiversiteit toegenomen. Op de meeste plaatsen is de toename zelfs spectaculair te noemen. Op de locaties waar in 1996 vis werd gevangen, trof men een soortendiversiteit aan variërende tussen 1 en 8 soorten met een gemiddelde van 2,4 soorten per plaats. In 2002 varieert de diversiteit voor de negen plaatsen waar vis werd gevangen, tussen 1 en 15 met een gemiddelde van 8,1 soorten per plaats (Informatiebrochure visstandbeheer en visteelt, 2002; Peeters 2006a/b).

Tabel 38: Overzicht van de aangetroffen vissoorten, het totaal aantal soorten (N) en de visindex (IBI) op de verschillende locaties, in het rood zijn de aangetroffen vissoorten gevangen in 1996 en de IBI voor 1996 aangegeven (Peeters, 2006b).

2002 1996	paling	brasem	alver	kolblei	giebel	karper	riviergrondel	blauwbandgrondel	kopvoorn	vetje	winde	serpeling	blankvoorn	rietvoorn	zeelt	regenboogforel	3D stekelbaars	pos	baars	snoekbaars	N	IBI
Pottes, aan de brug van Pottes		X		X									X				X		X	X	6 0	1 0
Outrijve, aan afwatering Grand Courant de Pottes																					0 0	0 0
Kluisbergen, uitstroom elektriciteitscentrale					X								X				X				3 0	1 0
Kluisbergen, afwatering Oude Schelde	X																				0 1	0 1
Wortegem-Petegem, afwatering Molenbeek																					0 0	0 0
Oudenaarde, stroomafwaarts de stuw	X X	X X	X	X X	X X	X	X	X X		X			X X	X X	X X		X	X	X	X	15 8	1.75 1.7
Zingem, monding Zwalm	X	X		X	X	X		X	X		X		X	X	X		X		X	X	14 0	1.62 0
Gavere, stroomafwaarts stuw	X X				X								X X						X		4 2	1.75 1
Gavere, afwatering Moerbeek	X X	X		X	X	X		X					X	X			X	X	X	X	12 1	2.25 1
De Pinte, afwatering Molenbeek	X	X			X						X	X	X			X	X				8 0	2.37 0
Gent, afwatering Zonneput													X								1 0	1 0
Gent, stroomopwaarts stuw	X X	X X		X X	X X	X		X					X	X				X	X	X	10 3	1.75 NB*

* niet beschikbaar

Hieruit valt te besluiten dat het visbestand op de Bovenschelde nog ver van evenwichtig is, maar reeds op de goede weg. Plaatselijk komen al goede visdensiteiten voor. Een vooruitgang in de densiteit van de vispopulatie werd tevens ook vermeld door Buysse et al. 2003. In de publicatie verscheen dat er omwille van een stijgende waterzuiveringsgraad in het stroomgebied van de Bovenschelde er zich opnieuw een omvangrijkere vispopulatie in de rivier de Bovenschelde bevindt.

Toch heeft men nog te maken met een vrij eenzijdig visbestand, waarbij blankvoorn dominant is. De overige soorten worden nog maar slechts in mondjesmaat gevangen. Deze waarnemingen worden bevestigd bij het berekenen van de IBI (Informatiebrochure visstandbeheer en visteelt, 2002; Peeters 2006a/b).

De visindex werd op verschillende meetplaatsen van de Bovenschelde bepaald, zowel in het jaar 1996 als in 2002 (zie tabel). Bij het naast elkaar leggen van de IBI-waarden van

1996 en 2002, zijn er inderdaad hogere indexen waar te nemen in 2002 ten opzichte van 1996 maar een statistische vergelijking maken is hier echter niet relevant/mogelijk omdat er slechts 2 gemeenschappelijke meetpunten zijn. Er dienen tevens nog andere randbemerkingen gemaakt te worden. Zowel de hoeveelheid vis als het aantal soorten dat wordt gevangen, wordt in grote mate bepaald door de afvismethode. Het is met andere woorden uitgesloten om aan de hand van één techniek een betrouwbaar beeld te krijgen van de visgemeenschap. Deze bevindingen werden bevestigd door een uitgebreid onderzoek dat werd uitgevoerd op drie Finse meren (Bagenal, 1979). In deze studie werd nagegaan of men aan de hand van de vangsten van één techniek een betrouwbare schatting kon maken van de populatiegrootte. Uit de studie bleek dat geen enkele vismethode in staat was om een goede (is betrouwbare) raming van de populatiegrootte te maken, de diverse technieken zijn eerder complementair (Bagenal, 1979). Tevens dient bij de interpretatie van de vangstgegevens met een aantal elementen rekening gehouden te worden: de zones waar vissen vertoeven zijn niet altijd even goed bereikbaar voor de aangewende methode, door visuele afschrikking zijn vissen in staat om het vistuig te ontwijken en er dient ook rekening gehouden te worden met seizoensale gebonden variaties. Bovendien zijn er beperkingen inherent aan het vistuig zelf, zoals de maaswijdte, de grootte van de netten en natuurlijk het feit dat vissen niet *at random* verdeeld zijn in hun natuurlijk milieu (Breine et al., 2001; Parren et al., 2003).

Tabel 39: Overzicht van de bepaalde visindex per meetplaats in 2002 vs. 1996 (V.I.S, 2006). Er werd gebruik gemaakt van verschillende technieken namelijk fuikvissen (vissen komen terecht in een grote schietfuik) en elektrisch vissen (met behulp van elekrovissersjapparaten met 2 elektroden). Voor een gedetailleerde beschrijving wordt er verwezen naar Van Tuyne, 1996.

Water	Gemeente	Meetpunt	Methode	Datum	Visindex
Schelde (Ringvaart)	Pottes (brug van Pottes)	44000100	EB2	2002	1,75
Schelde (Ringvaart)	Pottes (brug van Pottes)	44000100	SF	2002	2,38
Schelde	Pottes (brug	44100025	EB2	2002	0,00

(Ringvaart)	van Pottes)				
Schelde (Ringvaart)	Kluisbergen	44100100	EB2	2002	1,25
Schelde (Ringvaart)	Kluisbergen	44100100	SF	2002	0,00
Schelde (Ringvaart)	Kluisbergen	44100350	EB2	2002	0,00
Schelde (Ringvaart)	Wortegem- Petegem	45200300	EB2	2002	0,00
Schelde (Ringvaart)	Wortegem- Petegem	45200300	SF	2002	0,00
Schelde (Ringvaart)	Oudenaarde	45200550	EB2	2002	1,50
Schelde (Ringvaart)	Oudenaarde	45200550	SF	2002	2,75
Schelde (Ringvaart)	Zingem	45200750	EB2	2002	1,75
Schelde (Ringvaart)	Zingem	45200750	SF	2002	2,38
Schelde (Ringvaart)	Gavere	47000250	EB2	2002	1,88
Schelde (Ringvaart)	Gavere	47100025	EB1	2002	2,25
Schelde (Ringvaart)	Gavere	47100025	SF	2002	2,50
Schelde (Ringvaart)	De Pinte	47100150	EB2	2002	2,25

Schelde (Ringvaart)	Gent	47300100	EB2	2002	1,75
------------------------	------	----------	-----	-------------	------

Water	Gemeente	Meetpunt	Methode	Datum	Visindex
Schelde (Ringvaart)	Oudenaarde	45200550	EB1	1996	1,75
Schelde (Ringvaart)	Oudenaarde	45200600	EB1	1996	1,75
Schelde (Ringvaart)	Oudenaarde	45200650	EB2	1996	1,12
Schelde (Ringvaart)	Gavere	47000300	EB2	1996	1,75
Schelde (Ringvaart)	Gavere	47100025	EB2	1996	1,75
Schelde (Ringvaart)	Nazareth	47100050	EB2	1996	1,75
Schelde (Ringvaart)	Nazareth	47100100	EB2	1996	1,75

Er vanuitgaande dat de biotische index een getal is tussen 1 en 5, mag er gesteld worden dat de Bovenschelde nog een hele weg te gaan heeft tot ecologisch kwaliteitherstel. De verbetering die konden worden vastgesteld tussen 1996 en 2002 duiden toch op een stap in de goede richting.

In een studie van Belpaire et al. die verschenen is in 2000 werd de biotische index van de verschillende rivierbekkens in Vlaanderen vergeleken. De gegevens zijn terug te vinden in onderstaande tabel. Hier werd ook vastgesteld dat de kwaliteit van de Schelde gecategoriseerd onder 'very poor quality'. Er wordt hier gesproken over het ganse Scheldebekken, dus de gegevens mogen niet rechtstreeks gecorreleerd worden met de

Bovenschelde maar kunnen wel als indicatie dienen voor het gezegd zijnde: namelijk dat er nog veel werk is aan de (vis)winkel.

Tabel 40: Vergelijking van de biotische integriteit van de verschillende rivierbekkens in Vlaanderen met indicatie van het aantal meetpunten per bekken (Belpaire et al., 2000)

Basin	IBI class									Total
	Excellent	Very good	Good	Reasonable	Critical	Critical – Bad	Poor	Very poor	Dead	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
IJzer	0%	3%	23%	29%	26%	6%	3%	0%	10%	33
Leie	0%	0%	0%	1%	4%	1%	16%	0%	78%	81
Schelde	0%	0%	5%	7%	4%	8%	17%	1%	59%	120
Dender	0%	0%	0%	5%	11%	8%	21%	2%	53%	62
Demer	0%	0%	1%	14%	23%	28%	12%	3%	18%	178
Dijle	0%	0%	0%	3%	14%	11%	14%	0%	59%	133
Kleine Nete	0%	8%	19%	41%	22%	5%	3%	0%	3%	37
Grote Nete	0%	7%	26%	15%	22%	11%	11%	7%	0%	27
Maas	0%	4%	12%	28%	13%	8%	17%	1%	17%	83
Closed river arms	4%	4%	12%	27%	23%	19%	8%	0%	4%	26
Canals	0%	0%	0%	3%	10%	36%	34%	11%	6%	70
Lakes	0%	12.5%	25%	25%	25%	12.5%	0%	0%	0%	8
Total	1 0.1%	11 1.3%	44 5.1%	104 12.2%	124 14.4%	126 14.6%	132 15.3%	19 2.2%	300 34.8%	861

5.8.2 Palingindex

Het gehalte van polluenten in paling is - om verschillende redenen - een goede indicator voor de immissietoestand van die polluenten en de historische vervuiling van het milieu (Informatiebrochure visstandbeheer en visteelt, 2002). Eerst en vooral is de paling een soort die geografisch een groot verspreidingsgebied kent waardoor internationaal vergelijkende studies mogelijk zijn. Ten tweede is de paling geschikt omdat hij door zijn bentisch levenswijze - dicht bij de bodem en het slib - voortdurend in contact komt met de hierin opgeslagen verontreinigingen. Hij wordt overigens door zijn klein foerageergebied als sedentair beschouwd. De paling blijft tevens 10 tot 15 jaar op dezelfde plaats binnen de Europese binnenwateren en is daarom uiterst geschikt om lokale bodemcontaminatie aan te tonen. Door het hoge vetgehalte (tot 40% van het lichaamsgewicht) zullen lipofiele contaminanten (PCB's, zware metalen, pesticiden, ...) accumuleren in het vetweefsel. Zelfs bij zeer lage contaminatiegraad zijn er

geaccumuleerde sporen terug te vinden in het vetweefsel van de vis want effecten van bodemverontreiniging beperken zich niet enkel tot de bodemlevensgemeenschap, maar effecten zijn ook waarneembaar in de vorm van verhoogde bioaccumulatie in waterplanten, vogels én vissen. Al deze factoren zorgen ervoor dat de paling representatief is voor de plaatstelijke waterkwaliteit (De Boer en Brinkman, 1994; den Besten, 1997; Goemans et al., 2003; Inbo, 2006).

Bovenschelde

De palingpolluenten werden bepaald op verschillende meetplaatsen van de Bovenschelde, zowel in 2000 als in 2002. De polluenten die bepaald werden, behoren tot de klassen, van PCBs, pesticiden, zware metalen. Enkele daarvan werden hieronder in tabel gezet en vergeleken.

Tabel 41: Overzicht van enkele van de palingpolluenten per meetplaats op de Bovenschelde in het jaar 2002 vs. 2000 (V.I.S, 2006)

Water	Gemeente	Meetpunt	Datum	Vissoort	Polluent	Concentratie
Schelde (ringvaart)	Pottes (brug van Pottes)	44000100	2000	Paling	CB28	2.25 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Pottes (brug van Pottes)	44000100	2000	Paling	CB52	78.08 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Pottes (brug van Pottes)	44000100	2000	Paling	CB101	111.55 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Pottes (brug van Pottes)	44000100	2000	Paling	CB118	107.39 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Pottes (brug van Pottes)	44000100	2000	Paling	CB153	175.05 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Pottes (brug van Pottes)	44000100	2000	Paling	Som PCB	666.32 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Pottes (brug van Pottes)	44000100	2000	Paling	Cu	0.69 mg/kg

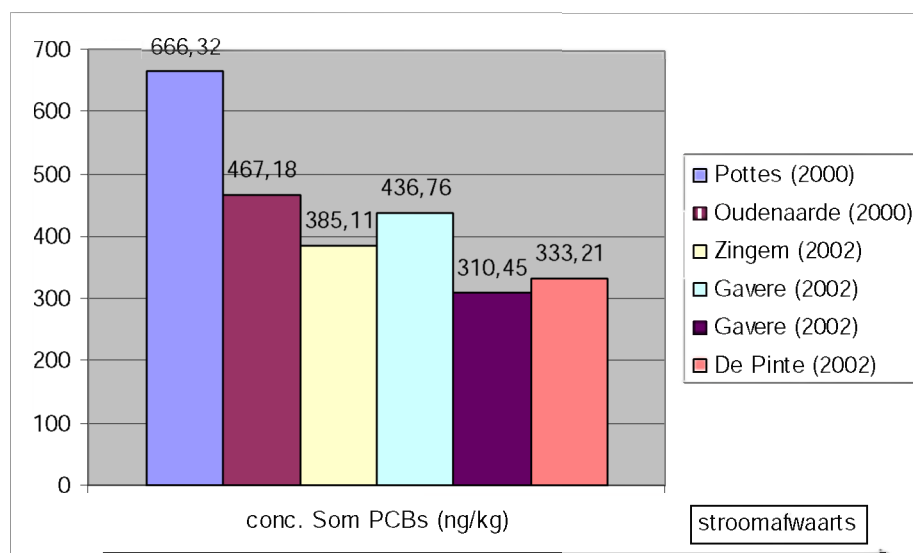
Schelde (ringvaart)	Pottes (brug van Pottes)	44000100	2000	Paling	Pb	11.00 µg/kg
Schelde (ringvaart)	Pottes (brug van Pottes)	44000100	2000	Paling	Zn	35.20 mg/kg
Schelde (ringvaart)	Oudenaarde	45200550	2000	Paling	CB28	7.35 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Oudenaarde	45200550	2000	Paling	CB52	39.12 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Oudenaarde	45200550	2000	Paling	CB101	56.45 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Oudenaarde	45200550	2000	Paling	CB118	54.75 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Oudenaarde	45200550	2000	Paling	CB153	141.49 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Oudenaarde	45200550	2000	Paling	Som PCB	467.18 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Oudenaarde	45200550	2000	Paling	Cu	0.80 mg/kg
Schelde (ringvaart)	Oudenaarde	45200550	2000	Paling	Pb	78.50 µg/kg
Schelde (ringvaart)	Oudenaarde	45200550	2000	Paling	Zn	33.72 mg/kg
Schelde (ringvaart)	Zingem	45200750	2002	Paling	CB28	7.08 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Zingem	45200750	2002	Paling	CB52	35.86 ng/kg
Schelde	Zingem	45200750	2002	Paling	CB101	52.86 ng/kg

(ringvaart)						
Schelde (ringvaart)	Zingem	45200750	2002	Paling	CB118	47.16 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Zingem	45200750	2002	Paling	CB153	107.52 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Zingem	45200750	2002	Paling	Som PCB	385.11 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Zingem	45200750	2002	Paling	Cu	0.62 mg/kg
Schelde (ringvaart)	Zingem	45200750	2002	Paling	Pb	48.31 µg/kg
Schelde (ringvaart)	Zingem	45200750	2002	Paling	Zn	33.65 mg/kg
Schelde (ringvaart)	Gavere	47000250	2002	Paling	CB28	9.29 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Gavere	47000250	2002	Paling	CB52	62.92 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Gavere	47000250	2002	Paling	CB101	65.95 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Gavere	47000250	2002	Paling	CB118	56.68 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Gavere	47000250	2002	Paling	CB153	102.53 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Gavere	47000250	2002	Paling	Som PCB	436.76 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Gavere	47000250	2002	Paling	Cu	0.48 mg/kg

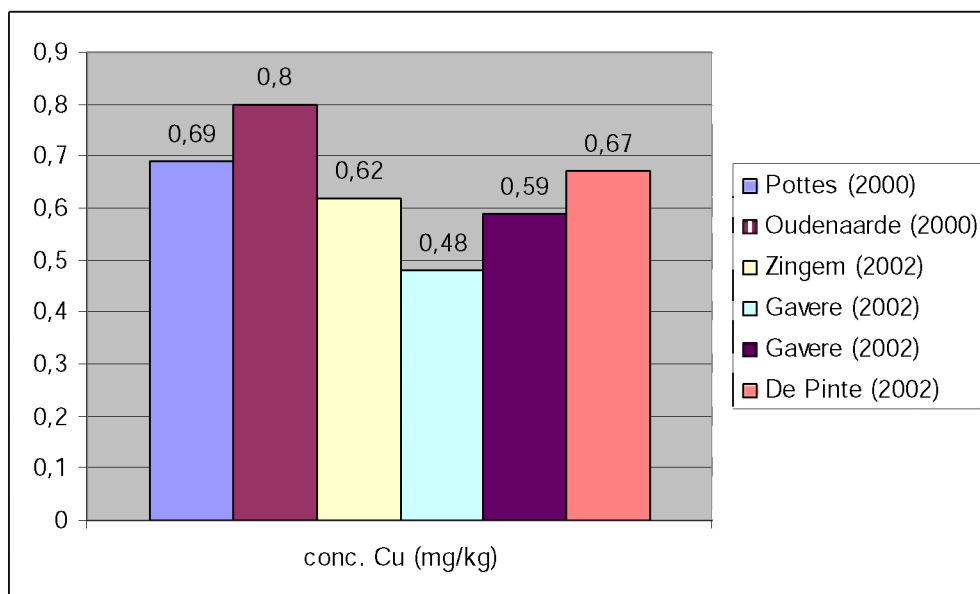
Schelde (ringvaart)	Gavere	47000250	2002	Paling	Pb	41.19 µg/kg
Schelde (ringvaart)	Gavere	47000250	2002	Paling	Zn	70.71 mg/kg
Schelde (ringvaart)	Gavere	47100025	2002	Paling	CB28	16.27 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Gavere	47100025	2002	Paling	CB52	43.38 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Gavere	47100025	2002	Paling	CB101	47.26 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Gavere	47100025	2002	Paling	CB118	38.34 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Gavere	47100025	2002	Paling	CB153	70.22 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Gavere	47100025	2002	Paling	Som PCB	310.45 ng/kg
Schelde (ringvaart)	Gavere	47100025	2002	Paling	Cu	0.59 mg/kg
Schelde (ringvaart)	Gavere	47100025	2002	Paling	Pb	62.13 µg/kg
Schelde (ringvaart)	Gavere	47100025	2002	Paling	Zn	30.89 mg/kg
Schelde (ringvaart)	De Pinte	47100150	2002	Paling	CB28	30.00 ng/kg
Schelde (ringvaart)	De Pinte	47100150	2002	Paling	CB52	45.21 ng/kg
Schelde	De Pinte	47100150	2002	Paling	CB101	48.67 ng/kg

(ringvaart)						
Schelde (ringvaart)	De Pinte	47100150	2002	Paling	CB118	37.45 ng/kg
Schelde (ringvaart)	De Pinte	47100150	2002	Paling	CB153	72.55 ng/kg
Schelde (ringvaart)	De Pinte	47100150	2002	Paling	Som PCB	333.21 ng/kg
Schelde (ringvaart)	De Pinte	47100150	2002	Paling	Cu	0.67 mg/kg
Schelde (ringvaart)	De Pinte	47100150	2002	Paling	Pb	40.40 µg/kg
Schelde (ringvaart)	De Pinte	47100150	2002	Paling	Zn	29.09 mg/kg

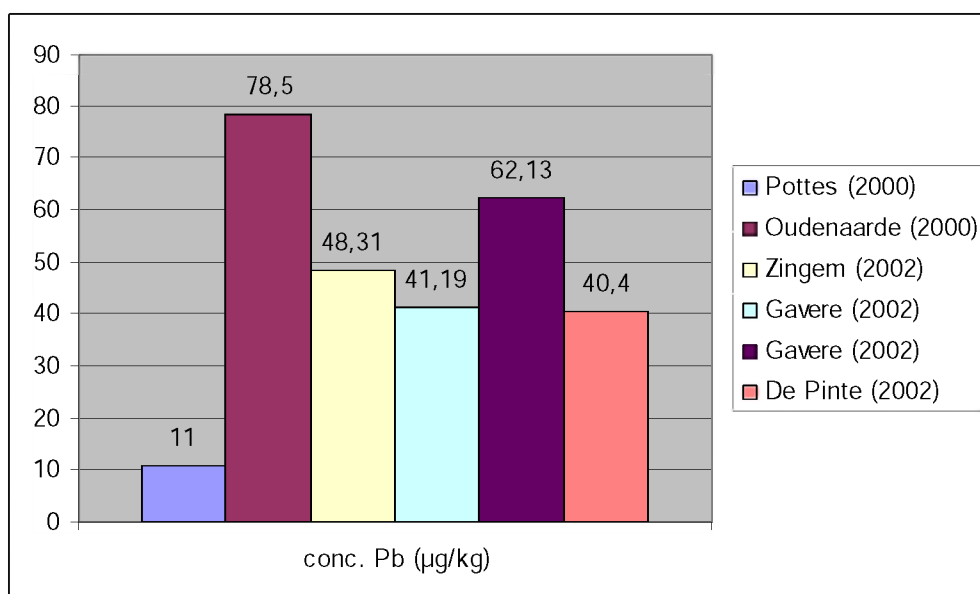
Om een duidelijker beeld te krijgen van de waardes, werden ze in een histogram vergeleken (zie figuren).



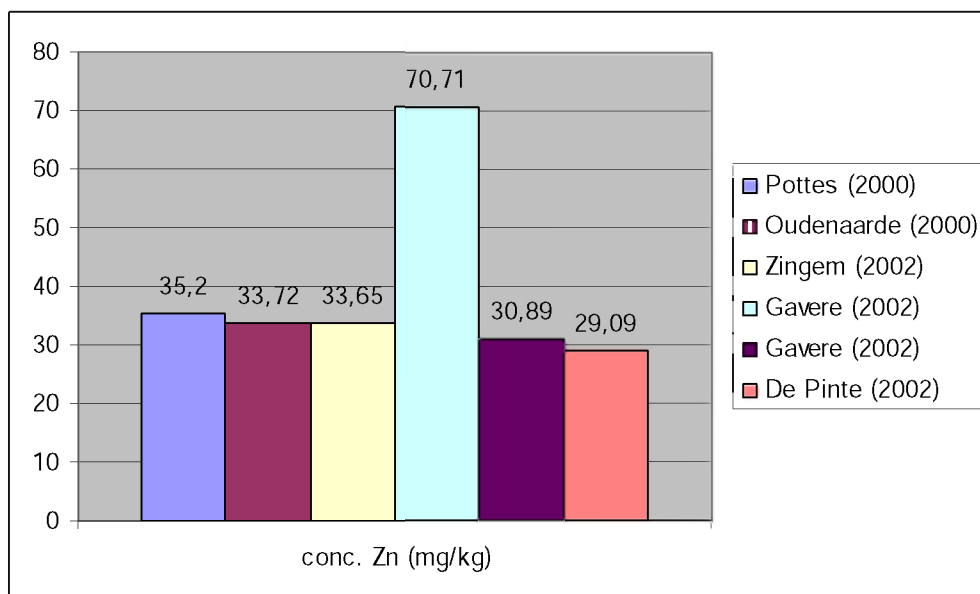
Figuur 40: Overzicht van de gemeten PCB-waardes in Pottes en Oudenaarde in 2000 en in Zingem, Gavere en De Pinte in 2002. De meetpunten zijn in stroomafwaartse volgorde gezet.



Figuur 41: Overzicht van de gemeten Koperwaarden in Pottes en Oudenaarde in 2000 en in Zingem, Gavere en De Pinte in 2002. De meetpunten zijn in stroomafwaartse volgorde gezet.



Figuur 42: Overzicht van de gemeten Loodwaardes in Pottes en Oudenaarde in 2000 en in Zingem, Gavere en De Pinte in 2002. De meetpunten zijn in stroomafwaartse volgorde gezet.



Figuur 43: Overzicht van de gemeten Zinkwaardes in Pottes en Oudenaarde in 2000 en in Zingem, Gavere en De Pinte in 2002. De meetpunten zijn in stroomafwaartse volgorde gezet.

Als de resultaten per grafiek onderling vergeleken worden, kan worden vastgesteld dat er weinig verbetering zichtbaar is in 2002 ten opzicht van 2000. De gemeten waardes liggen steeds in de zelfde grootteorde. Een echte statistische vergelijking is wederom niet gebeurd omdat ook hier geen overeenkomstige meetpunten zijn (cfr. paragraaf: visindex). Deze stand-still kan mogelijk te verklaren zijn door de levenswijze van de paling, dicht bij slib en bodem. De sedimenten zijn vervuild, worden vermengd (cfr. paragraaf: *sediment als bewaarplaats?*) en als ze niet worden gebaggerd blijven ze aanwezig en zorgen voor een continue blootstellingsbron voor de paling.

5.8.2.1 Bespreking van de afzonderlijke polluenten

PCB

PCB's of polychloorbifenylen bestaan uit een reeks verbindingen afgeleid van de bifenyilmolecule, waarin één of meer waterstofatomen door een chlooratoom zijn vervangen. Er bestaan 209 verschillende PCB's, de zogenaamde congenere, deze verschillen van elkaar door het aantal en de positie van de chlooratomen.

PCB's die in het milieu terechtkomen, breken moeilijk af en kunnen lange tijd in het milieu persisteren. De aanwezigheid van PCB's in het lichaam kan de gezondheid aantasten. Een duidelijk verband tussen PCB-concentraties en het optreden van gezondheidseffecten is moeilijk vast te stellen omdat niet alle PCB-congeneren even toxisch zijn en omdat gevolgen dikwijls optreden als gevolg van interactie van PCB's met andere chemische componenten (Goemans et al., 2003). Onderstaande tabel geeft een overzicht van de gehanteerde normen in België en in het buitenland.

Tabel 42: Overzicht van een aantal PCB-normen gebruikt in België en in het buitenland (Goemans et al., 2003)

PCB-congeneren	Norm (ng/g BW)	Vissoort	Land
Som van de 7 merker-PCB's	75	alle soorten	België
Som van 18 PCB-congeneren	2000	alle soorten	Amerika
Som van de PCB-congeneren	500	alle soorten	Tsjechië
PCB 28	500	paling	Nederland
	100	schubvis	
	200	alle soorten	Duitsland
PCB 52	200	paling	Nederland
	40	schubvis	
	200	alle soorten	Duitsland
PCB 101	400	paling	Nederland
	80	schubvis	
	200	alle soorten	Duitsland
PCB 118	400	paling	Nederland
	80	schubvis	
	200	alle soorten	Duitsland
PCB 138	500	paling	Nederland
	100	schubvis	
	300	alle soorten	Duitsland
PCB 153	500	paling	Nederland
	100	schubvis	
	200	alle soorten	Duitsland
PCB 180	600	paling	Nederland
	120	schubvis	
	200	alle soorten	Duitsland

BW: versgewicht (bodyweight)

De waarden vastgesteld in de paling voor PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118 en PCB 138 overschrijden nergens de norm dus in dat opzicht is de toestand van het water aanvaardbaar.

Zware metalen

Zware metalen zijn metalen met een hoge dichtheid. Ze komen van nature in kleine hoeveelheden voor in ons milieu. Door toedoen van de mens kunnen ze in grotere hoeveelheden voorkomen waarbij ze afhankelijk van de vorm giftig kunnen zijn voor mens en

dier. Het is al lang bekend dat zware metalen zoals lood en kwik veroorzakers zijn van toxicologische verschijnselen bij de mens en in de natuur. Dit gaf aanleiding tot het onderbrengen van zowat alle milieutoxicologische elementen bij de zware metalen, ook al zijn sommige van deze elementen niet echt zwaar of metallisch (bv. arseen). Bepaalde zware metalen zijn in kleine concentraties onmisbaar voor de mens (bv. chroom, koper en zink), maar hoge concentraties zijn toxisch. Zware metalen zijn biologisch niet afbreekbaar zodat de concentratie ervan slechts afneemt door fysische verwijdering. De meeste zware metalen zijn natuurlijk aanwezig in vrijwel alle bodems. De gehalten zijn afhankelijk van de mineralogische samenstelling van de bodems en van de optredende verweringsprocessen. Antropogene verspreiding van zware metalen in het milieu gebeurt vooral via lozing in de lucht en het oppervlaktewater, maar ook door direct contact met de bodem (MIRA-T, 2002).

De normen voor de zware metalen zijn minder goed ontwikkeld als die van de PCBs. Er bestaan weinig normen in België (Europa) voor zware metalen (Goemans et al., 2003). Een echte vergelijking op niveau van normen kan er niet gemaakt worden. In literatuurstudies wordt er geen rechtstreekse gevolg-effect relatie aangetoond tussen zware metalen en effecten op vispopulaties. Hoe dan ook, zware metalen zijn één van de factoren die meespelen. Er wordt gezegd dat visdiversiteit niet rechtstreeks gerelateerd is aan metaalpollutie, andere factoren zoals voedselbeschikbaarheid en fysische en chemische karakteristieken van de waterkolom spelen ook een rol (Bervoets et al., 2005).

5.9 Vuilvrachten binnen het stroomgebied

De 'Vuilvracht' van een waterloop geeft aan welke hoeveelheid verontreinigende stoffen erin aanwezig is. Waterlopen bevatten eveneens organische en minerale stoffen die door natuurlijke processen in het water komen. Deze natuurlijke vervuiling is meestal beperkt in vergelijking met de vervuiling veroorzaakt door de mens. De vuilvracht afkomstig van humane processen kan daarom meestal gelijkgesteld worden met de totale vuilvracht van de waterloop.

De vuilvracht wordt uitgedrukt in 'vervuilingsdruk' (de vuilvracht ten aanzien van het debiet van de waterloop of ten aanzien van de lengte van de waterloop) om een vergelijking tussen of binnen stroomgebieden mogelijk te maken.. Bij de berekening van de vervuilingdruk kan men zich zowel baseren op de emissie (de uitstoot van vervuilende stoffen) als op de immissie (de vervuilende stoffen in het water) (VMM, 2004; Van den Belt 2003).

5.9.1 Emissies

De berekening van de emissie is afhankelijk van de bestudeerde doelgroep. Om de hoeveelheid geproduceerd huishoudelijk afvalwater te bepalen, baseert men zich op standaardwaarden per inwoner. De industriële uitstoot daarentegen wordt aan de hand van metingen van bedrijfslozingen berekend. Voor bedrijven met eigen zuivering zijn de cijfers gebaseerd op het effluent wat een onderschatting kan zijn van de werkelijke emissies. Bij de landbouw doet men bij de berekeningen een beroep op landbouwtellingen, mestaangiften of andere gegevens.

In het bekken van de Bovenschelde worden er in totaal per dag de volgende hoeveelheden geproduceerd en geloosd in de waterloop:

- 22.756 kg BZV (biochemisch zuurstofverbruik)
- 55.705 kg CZV (chemisch zuurstofverbruik)
- 23.615 kg zwevende stoffen
- 35.916 kg stikstof
- 5.711 kg fosfor
- 3.186 g chroom
- 12.203 g koper

- 2.001 g nikkel
- 16.295 g zink

De huishoudens zijn verantwoordelijk voor het grootste aandeel in de uitstoot van zuurstofbindende stoffen (BZV en CZV), zwevende stoffen, koper en zink. Voor chroom en nikkel is de grootste vervuiler de industrie. De aanvoer van nutriënten kan toegeschreven worden aan de landbouw (zie tabel 43), (VMM 2004; Van den Belt 2003).

Tabel 43: Het aandeel van de huishoudens, de industrie en de landbouw in de emissies (2000).

	Huishoudens	Industrie	Landbouw	Totaal
Debiet aan afvalwater (in m ³ /d)	43.308	21.330	Niet van toepassing	64.638
BZV (in kg/d)	17.014	5.742	Niet gekend	22.756
CZV (in kg/d)	36.348	19.357	Niet gekend	55.705
Zwevende stoffen (in kg/d)	21.267	2.348	Niet gekend	23.615
Totaal stikstof (in kg/d)	3.867	849	31.200	35.916
Totaal fosfor (in kg/d)	657	165	4.889	5.711
Chroom (in g/d)	182	3.004	Niet gekend	3.186
Koper (in g/d)	10.201	2.002	Niet gekend	12.203
Nikkel (in g/d)	367	1.633	Niet gekend	2.001

Zink (in g/d)	11.879	4.416	Niet gekend	16.295
---------------	--------	-------	-------------	---------------

5.9.2 Immissies

De immissie is het deel van de emissie dat in het oppervlaktewater terechtkomt. Emissie en immissie zijn gelijk wanneer afvalwater rechtstreeks op het oppervlaktewater wordt geloosd. De bepaling van de immissie gebeurt aan de hand van berekeningen, arbitraire waarden en waterkwaliteitsmodellen.

In het bekken van de Bovenschelde worden volgende hoeveelheden per dag geëmitteerd (bepaald aan de hand van inventarisaties en metingen, VMM, 2004; Van den Belt 2003):

- 13.427 kg BZV
- 35.781 kg CZV
- 15.360 kg zwevende stoffen
- 8.978 stikstof
- 848 g fosfor
- 1.381 g chroom
- 7.438 g koper
- 1.355 g nikkel
- 13.451 g zink

Het is moeilijk om de totale emissies in te schatten aangezien de gegevens over de landbouw onvoldoende gekend zijn. Dit verklaart ten dele waarom de cijfers verschillen vertonen tussen de bronnen (zie verder in dit hoofdstuk).

Tabel 44: Het aandeel van de huishoudens, de industrie en de landbouw in de immissies (VMM 2003).

	Huishoudens	Industrie	Landbouw	Totaal
Debiet aan afvalwater (in m ³ /d)	86.807	34.500	Niet van toepassing	121.307
BZV (in kg/d)	10.871	2.556	Niet gekend	13.427
CZV (in kg/d)	25.313	10.468	Niet gekend	35.781
Zwevende stoffen (in kg/d)	14.263	1.097	Niet gekend	15.360
Totaal stikstof (in kg/d)	3.239	662	5.077	8.978
Totaal fosfor (in kg/d)	500	122	226	848
Chroom (in g/d)	133	1.248	Niet gekend	1.381
Koper (in g/d)	6.531	906	Niet gekend	7.438
Nikkel (in g/d)	293	1.062	Niet gekend	1.355
Zink (in g/d)	9.608	3.843	Niet gekend	13.451

5.9.3 Kwaliteitstoestand

De kwaliteitstoestand van een waterloop is de resultante van de totale vervuiling. Ze wordt bepaald door de werkelijke toestand te vergelijken met de gewenste toestand. Om de werkelijke toestand te achterhalen baseert men zich op metingen van het debiet en de concentraties aan vervuilende stoffen in de waterloop. De gewenste toestand bepaalt

de genormeerde vuilvracht gebaseerd op hetzelfde debiet en de milieukwaliteitsnorm (VMM, 2003; Van den Belt 2003)..

In het bekken van de Bovenschelde is de gemeten vuilvracht ongeveer 1.4 keer groter dan de genormeerde. Voor totaal stikstof bekomt men een gemeten vuilvracht die 2.1 keer kleiner is dan de genormeerde vuilvracht. Bij fosfor is de vuilvracht zelfs 3.3 keer kleiner in vergelijking met de genormeerde (VMM, 2004; Van den Belt 2003)..

5.10 Kwantificering van de sedimenttoevoer naar waterlopen

5.10.1 Sedimenttoevoer: Bodemerosie

Berging van het verwijderde slib is meetal problematisch omdat grootschalige depots moeilijk te vinden zijn. Preventie heeft nood aan een structurele aanpak. Hierbij is het herwaarderen van grachtenstelsels en kleine landschapselementen langs beken, op taluds en in agrarische gebieden belangrijk. Ook het omzetten van akkers naar grasland op hellingen, andere ploegtechnieken en groenbemesters in de winter in risicogebieden is aangewezen. Daarnaast kan ook het vergroten van oppervlakte bos langs beken via natuurontwikkelingsprojecten een positieve invloed hebben op de vermindering van erosie (zie bijlage: kaart 11a, VMM 2001) (De Rycke et al., 2003).

In onderstaande tabel is een overzicht van de berekende erosie voor de verschillende deelbekkens van het Bovenscheldebekken (Van Rompaey, 1999). De gemiddelde erosie werd berekend op 2.66 ton/ha/j; met een totale hoeveelheid sedimentexport van 30 231 ton per jaar. De tabel toont zeer hoge erosiegetallen voor de Maarkebeek/Molenbeek (beek met grootste erosie op Vlaams niveau), de Zwalm en de Rône.

Tabel 45: Overzicht van de berekende erosie voor de verschillende deelbekkens in het Bovenscheldebekken (Van Rompaey, 1999).

VHA	Naam	Opp (Km2)	Sed. del. ratio. SDR	Gem. erosie (ton/ha/j)	Sed.export
451	Molenbeek/maarbeek	53.65	0.1241	8.79	5853
460	Zwalmbeek tot monding molenbeek (excl)	54.04	0.1238	6.33	4237
461	Zwalmbeek van mondig Molenbeek (incl) tot Schelde	58.93	0.1207	4.37	3106
452	Schelde van monding molenbeek tot monding Zwalmbeek	87.67	0.1071	2.81	2641
442	Rone	34.41	0.1418	5.39	2630
450	Molenbeek/Beiaardbeek	19.13	0.1691	6.71	2172
441	Schelde van monding grote/zwarte Spierbeek (excl) tot monding Molenbeek	66.53	0.1164	2.69	2082
470	Schelde van monding Zwalmbeek (excl) tot mondig stampkotbeek	80.98	0.1097	2.13	1890
440	Schelde tot monding Spierbeek (incl)	36.15	0.1397	2.69	1360
482	Molenbeek/Grote beek	52.81	0.1247	1.95	1286

480	Molenbeek/Kottembeek	57.27	0.1217	1.40	975
474	Molenbeek/Gondebeek	42.94	0.1327	1.52	865
120	Kanaal Bossuit-Kortrijk	8.16	0.2184	2.95	525
471	Schelde van Monding Stampkotbeek (excl) tot ringvaart sas Merelbeke	77.29	0.1112	0.28	243
481	Schelde van monding Moldenbeek/Gondebeek (excl) tot monding Molenbeek/Grote beek	79.56	0.1103	0.19	162
473	Schelde/Ringvaart van sas Merelbeke tot monding Oude Schelde	21.33	0.1637	0.27	95
483	Schelde van Monding Molenbeek/Grotebeek (excl) tot monding Oostveergote (incl)	55.28	0.1230	0.088	60
484	Schelde van monding Oostveergote (excl) tot monding afgesloten Dender	18.13	0.1719	0.095	29
472	Oude Schelde vanaf Gentbruggesluis + Schelde tot monding Molenbeek/Gondebeek	42.36	0.1332	0.037	20

5.10.2 Sedimenttoevoer: immissies

De kwantificering van de immissies wordt eveneens uitgevoerd op het niveau van de vha-zones (zie tabel 46).

Tabel 46: Begroting van de hoeveelheid zwevende stoffen geloosd in het oppervlaktewater (vergelijking per bekken) (Van den Belt 2003).

Stroom- bekken	Jaar gegevens	Immissies	Huishoudens (kg/dag)	Industrie (kg/dag)	Land- bouw (kg/dag)	Totaal bekken (kg/dag)	Totaal bekken (ton/jaar)
Nete	1997	Zwevende stoffen	12.164	2.046	Niet gekend	14.211	5.187
	1996	Zwevende stoffen	16.969	4.706	Niet gekend	21.676	7.912
Dender	1997	Zwevende stoffen	15.248	828	Niet gekend	16.256	5.787
	1996	Zwevende stoffen	16.164	2.923	Niet gekend	19.084	6.966
Ijzer	1997	Zwevende stoffen	8.148	516	Niet gekend	8.664	3.162
Bovensc helde	1996	Zwevende stoffen	19.575	2.665	Niet gekend	22.241	8.118
Demer	1996	Zwevende stoffen	22.950	6.652	Niet gekend	29.600	10.804
Leie	1996	Zwevende stoffen	22.463	8.219	Niet gekend	30.682	11.199
Dijle	1996	Zwevende stoffen	32.076	5.567	Niet gekend	37.643	13.740

Stroom- bekken	Jaar gegevens	Immissies	Huishoudens (kg/dag)	Industrie (kg/dag)	Land- bouw (kg/dag)	Totaal bekken (kg/dag)	Totaal bekken (ton/jaar)
Beneden -Schelde	1996	Zwevende stoffen	30.279	8.942	Niet gekend	39.219	14.315

5.11 Kwantificering van de sedimentatie in de waterlopen van de Bovenscheldebekken

De gegevens uit tabel 47 zijn afkomstig van slibruiming. Gegevens met betrekking tot de hoeveelheid sediment in een waterloop zijn voornamelijk gebaseerd op de hoeveelheden bagger- en ruimingsspecie, de frequentie van de bagger- en ruimingswerken, etc (Van den Belt 2003; De Schutter J. Presentatie).

In 1997 en 1998 zijn er in het bekken van de Bovenschelde geen onderhoudsbaggerwerken uitgevoerd door het ontbreken van geschikte bergingslocaties. Men heeft zich beperkt tot het zogenaamde 'ploegen', waarbij aanslibbingen met een ploeg verplaatst worden naar plaatsten waar nog overdiepte aanwezig is. Eveneens werden er in 1999 om dezelfde redenen (gebrek aan vergunde stortterreinen) geen onderhoudsbaggerwerken verwezenlijkt. Het ploegen kon maar beperkt worden ingezet omdat er weinig plaatsen waren met overdiepte. Vanaf 1994 is er in het stroomgebied van de Bovenschelde niet meer gebaggerd (Van den Belt 2003; De Schutter J. Presentatie).

In 2000 werd voor de berging van onderhoudsbaggerspecie uit de Ringvaart, de Bovenschelde en de binnenwateren van Gent een overeenkomst afgesloten voor een hoeveelheid van 450 000ton droge stof. Dit komt overeen met een hoeveelheid van 550 000 tot 600 000m³ specie die kan verwijderd worden uit de waterweg (Van den Belt 2003).

Tabel 47: Baggerfrequenties en hoeveelheden gebaggerd slib in het bekken van de Bovenschelde (Van den Belt 2003).

Waterloop	Jaar van ruiming	Afstand	Hoeveelheid
Oude Molenbeek (S157)	1994	Beide oevers geruimd over deel 1e categorie	Niet beschikbaar
Zwalm	1981	Monding tot aan Biestmolen over 2700 meter	Niet beschikbaar
Zwalm	1983	Stroomopwaarts de 4 stuwen van Afdeling Water, telkens over lengte van 200 meter	Niet beschikbaar
Zwalm	1984	Monding tot aan steenweg Aalst-Oudenaarde over 1500 meter	Niet beschikbaar
Zwalm	1996	Stroomopwaarts de 4 stuwen van Afdeling Water, telkens over een lengte van 500 meter	Niet beschikbaar
Rhone	1990	Over een lengte van 200 meter	Niet beschikbaar
Spiere	1982	1ste categorie volledig geruimd S10.1 (2829 meter) en S10.2 (2732 meter)	Niet beschikbaar
Spiere	1987	1ste categorie volledig geruimd S10.1 (2829 meter) en S10.2 (2732 meter)	Niet beschikbaar
Grote Spiere	1991	1ste categorie geruimd over een lengte van 4070 meter	Niet beschikbaar
Zwarte Spiere	1991	1ste categorie geruimd over een lengte van 1025 meter	Niet beschikbaar
Molenbeek (S157)	1996	Afwaartse gedeelte	500 m³ nat slib
Zwalm	1996	Zwalmmolen + Molenloop	500 m³ nat slib
Molenbeek (S157)	1997	Afwaartse gedeelte	500 m³ nat slib
Zwalm	1999	Ijzerkotmolen aan uitstroom van het rad + bypass	93 m³ nat slib
Grote Spiere	1997		1200 m³ niet steekvast

Waterloop	Jaar van ruiming	Afstand	Hoeveelheid
			slib en 2793 m ³ steekvast slib + verontreinigde grond (dit was in kader van investeringswerken aan de waterloop en dus geen normaal onderhoud !)
Schelde	1994-1999		Enkel 'ploegen' - Geen baggerwerken Bij 'ploegen' wordt aanslibbingen met een ploeg, getrokken door een sleepboot verplaatst in de waterweg naar plaatsen waar nog overdiepte aanwezig is.

Tabel 48: Sedimentbalans voor het bekken van de Bovenschelde.(Van den Belt 2003)

	Aanvoer via bodemerosie in het Bovenscheldebekken	Aanvoer via immissies (huishoudens en industrie)	Aanvoer via overstorten	Aanvoer door chemische erosie	Niet aangesloten riolering	Totaal
Aanvoer	30.240 ton/jaar	8.118 ton/jaar	1.308 ton/jaar	Niet gekend	3.472 ton/jaar	43.138 ton/jaar
Sedimentatie						3.600 ton/jaar
Doorvoer						25.000-700.000 ton/jaar

In het Sectoraal Uitvoeringsplan (2005) worden de gegevens weergegeven in tabel 49 bekomen.

Tabel 49: Huidig geraamde jaarlijkse sedimentaanvoer door erosie en zwevend stof in tds/j (SUP)

	Bodemerosie	Zwevend stof (huishoudens)	Zwevend stof (industrie)	Totaal
Aanvoer	30.000	7.000	1.000	38.000

Wanneer we de gegevens van het SUP vergelijken met de cijfers van het bekkenbeheerplan kan gesteld worden dat ze ongeveer overeenkomen (Van den Belt 2003, SUP 2005). De cijfers van het SUP bevatten geen informatie over de aanvoer afkomstig van overstorten, noch over de aanvoer van niet aangesloten riolering.

5.12 Jaarlijkse aangroei

De huidige jaarlijkse aangroei van sediment in het bekken van de Bovenschelde wordt geraamd op 330 000 tds (SUP, 2005). Wanneer we deze cijfers vergelijken met de berekende aanvoer van sediment (zie Tabel 49), blijken deze laatste de geraamde jaarlijkse aangroei slechts gedeeltelijk te verklaren. Het blijkt duidelijk dat bodemerosie een belangrijke bron is van sediment alhoewel die moeilijk in te schatten is (zie tabel 46). Aanvoer van zwevend stof van huishoudelijke en industriële afkomst zijn minder belangrijke bronnen van sediment. Bijkomende bronnen van sediment zijn grensoverschrijdende aanvoer en een onvoldoende kennis over de aanvoer via de landbouw.

5.13 Historische achterstand

De huidig geraamde historische achterstand van sediment in het Bovenscheldebekken bedraagt 1 475 000 tds (SUP, 2005).

In de inventarisatiefase hanteerden we gegevens van het Ontwerp Uitvoeringsplan Bagger- en Ruimingsspecie (OVAM 2003). De gegevens van het SUP 2005 zijn echter recenter en komen qua grootteorde overeen met deze van OVAM. De gegevens van het SUP zullen aldus bij verdere berekeningen en afwegingen gebruikt worden.

5.14 De kwaliteit van de specie

De wettelijke normen voor behandeling van bagger- en ruimingsspecie zijn gebaseerd op de fysisch-chemische kwaliteit van het sediment. Deze normen staan in het Vlarea en moeten gehanteerd worden op het sediment vanaf het moment dat het uit de waterloop werd verwijderd. Tabel 50 geeft de Vlarea-beoordeling weer voor de Bovenschelde.

Tabel 50: Vlarea-beoordeling voor de Bovenscheldebekken in het aantal meetpunten (SUP 2005).

	Bodem I	Bodem II-V	NVB	Afval	Totaal aantal meetpunten
Bovenschelde	1	20	19	11	51

Bodem I: Bagger- en ruimingsspecie die voldoet aan de normen voor hergebruik als bodem in bestemmingstype I.

Bodem II-V: Bagger- en ruimingsspecie die voldoet aan de normen voor hergebruik als bodem in bestemmingstype II-V.

NVB: Bagger- en ruimingsspecie die voldoet aan de Vlarea normen voor gebruik als niet-vormgegeven bouwstof.

Afval: Bagger- en ruimingsspecie die niet voldoet aan de Vlarea normen voor gebruik als bodem of als niet-vormgegeven bouwstof.

5.15 Historische en recente overstromingen in het Bovenscheldebekken

Overstromingen van de Schelde zijn niet nieuw; in de middeleeuwen zijn er veel stormvloeden geweest die dorpen voorgoed in het water lieten verdwijnen (www.scheldenet.be). De mens ligt mee aan de basis van de toegenomen hoogwaterpeilen. Over de eeuwen heen hebben rechte trekkingen, dijkverhogingen en baggerwerken de weerstand van de rivier verminderd en haar komberging verkleind (Resource analysis et al., 2005).

De voorbije decennia zijn er binnen het Bovenscheldebekken wateroverlastproblemen geweest. Belangrijke overstromingen in de laatste jaren zijn de overstromingen van 1993, 1995 en 1998. De laatste keer dat er watersnood optrad in het bekken, was tijdens de eindejaarsperiode van 2002-2003 (IMDC en DHI 2005a). Sinds de kanalisering vormen de dijken een strakke scheiding tussen de rivier en haar valleigebied. De herkalibrering zorgde ervoor dat overstromingen vanuit de Schelde zelf niet meer voorkomen (Thomaes 2006b). In 2003, een uitzonderlijk jaar qua neerslag en debiet (tot 300 m³/s), konden de piekdebieten in de Bovenschelde vlot afgevoerd worden, terwijl er elders wel wateroverlast was (Bv op de Leie, ABS 2003).

Specifieke wateroverlastpunten langs de Bovenschelde zijn vooral te wijten aan het niet kunnen afwateren van de zijwaterlopen bij een hoog scheldepeil. Voorbeelden zijn te vinden langs de Maarkebeek en de Zwalm. De grondwatertafel bevindt zich permanent hoog. In perioden van hevige neerslag komen de laagst gelegen gronden in de Scheldevallei onder water te staan door de verhoogde wateraanvoer via beken en grachten. Ook de Bovenschelde zelf heeft dan een hoge waterstand. Door deze hoge waterstand kunnen de zijwaterlopen onvoldoende water afvoeren. Zo stonden in december 1999 delen van Oudenaarde onder water omdat de Maarkebeek niet kon afwateren (Haecon 2002). Hierdoor zijn overstromingsgebieden voor verschillende valleigebieden een noodzakelijke maatregel gebleken (Resource analysis et al 2005).

De voorbije jaren werd de Zwalm meerdere malen getroffen door overstromingen; in 1993, 1995, 1996, 1998, 1999 en 2002 (Ecorem-Haecon 2002). In de Maarkebeek is er in dezelfde jaren wateroverlast geweest waarbij vooral de overstroming van 1999 belangrijk was (Haecon 2002). In de valleien van de zijbeken zelf wordt het overstroomd veroorzaakt door het innemen van de vallei, gewijzigde landbouwpraktijken en het diep

ingesneden karakter van de rivier. Hierdoor is er een snelle neerslag-afvoerrespons met een hoge afvoercoëfficiënt. Bij zware regenval zal de winterbedding ingenomen worden, maar deze is helaas in gebruik door de mens. Daarom zal aan de rivier weer meer ruimte moeten worden gegeven d.m.v. gecontroleerde overstromingsgebieden op verschillende locaties en langs verschillende waterlopen (Ecorem-Haecon 2002). Deze overstromingsgebieden gaan volgens het model van de Zwalm en de Maarkebeek het debiet niet veel beïnvloeden. De effecten van deze gebieden zijn vooral van lokale aard, maar de knelpunten worden wel in belangrijke mate ontlast waardoor de schade zal afnemen (Ecorem-Haecon 2002, IMDC en DHI 2005a). Een aantal overstromingsgebieden in serie kunnen de hoge afvoeren wél voldoende aftoppen om overlast in de Scheldevallei te vermijden (Haecon 2002).

De gebieden die historisch overstroonden, worden aangeduid als NOG ("van nature overstroombare gebieden") en ROG ("recent overstroomde gebieden"). De NOG omvatten de ruimte die de waterlopen zouden innemen als de dijken niet aanwezig zouden zijn. De ROG duiden de gebieden aan die effectief overstroomd zijn in de recente geschiedenis (IMDC en DHI 2005a). In het bekken van de Bovenschelde komen 21 590 ha (+/- 216 km², CIW 2004) van nature overstroombare gebieden voor. Dit vertegenwoordigt een relatief procentueel aandeel van 22.03% (Van den Belt 2003 2004). De oppervlakte ROG is veel kleiner en vertegenwoordigt maar 4% van het bekken (+/- 35 km², CIW 2004). Vergelijking tussen de Recent Overstroomde Gebieden (ROG) en de Natuurlijke Overstromingsgebieden (NOG) leert dat, van de ROG, 30% geen natuurlijk overstromingsgebied is; 61% overstroombaar is vanuit waterlopen en 7% overstroombaar door afspoelend water (Van den Belt 2003).

5.15.1 Het concept "vasthouden-bergen-afvoeren" toegepast op de Bovenschelde

Dit concept is in heel Vlaanderen belangrijk om wateroverlast op een integrale manier aan te pakken (CIW 2005). Het zal vrij gedetailleerd uitgewerkt worden voor de Bovenschelde om duidelijk de prioriteit van overstromingsgebieden te laten zien. Helemaal op het einde van de gedachtegang bewijst echter ook **baggeren** zijn nut, waardoor het interessant is om dit binnen het kader van dit werk te bekijken. Het bespreken van de andere functies van de Bovenschelde is ook logisch.

5.15.1.1 Vasthouden

Om schade door overstromingen te beperken, moet als eerste stap het water zo dicht mogelijk bij de bron worden vastgehouden. Deze brongerichte aanpak is onvoldoende ingeburgerd en er wordt nog te veel voor end-of pipe oplossingen gekozen (Thomaes 2005).

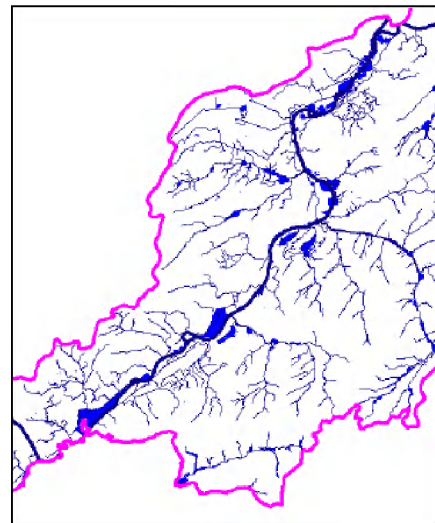
Als de natuurlijke vormen van waterberging optimaal benut worden in zowel groot- als kleinschalige wetlands, kunnen deze gebieden hun 'sponswerking' vervullen. Deze gebieden bevinden zich vooral in de beekvalleien en langs de Bovenschelde zelf. Het is wenselijk dat deze gebieden geen versnelde afvoer hebben en dat er zo veel mogelijk grasland bewaard blijft zodat de sponswerking intact blijft (Thomaes 2006a). Langs de Bovenschelde en zijrivieren gaat het vooral om grote gebieden zoals de Scheldevallei van Kluisbergen tot Oudenaarde, van Ename tot Gavere en van Eke tot Merelbeke. Ook de Merelbeekse Scheldemeersen, de Reytmeersen te Oudenaarde en het Beiaardsbos te kluisbergen zijn in dit kader van belang. Binnen deze gebieden is functie wonen of industrie niet wenselijk. De natuurfunctie, die in deze gebieden overwicht heeft, moet het beheer afstemmen op een natuurlijk grondwaterpeil.

Het bodemgebruik beïnvloedt in belangrijke mate de infiltratie. De landelijke openruimtefuncties nemen langs de Bovenschelde veel plaats in. In deze gebieden zal infiltratie de hoogste kansen hebben. Er zijn hier ook nog andere functies aanwezig zoals landbouw. De agrarische sector zal de landbouwgebieden correct moeten beheren. Dit betekent dat het water moet worden vastgehouden en dat de afvoer moet worden vertraagd door het verhogen van de hydraulische ruwheid van het landschap d.m.v. ploegwijze, kleine landschapselementen,... Ook de natuursector maakt aanspraak op een deel van de open ruimte. De alluviale vlakte van de Bovenschelde is één van de laatste grote open ruimtes in Oost-Vlaanderen en heeft grote potenties voor natuurontwikkeling (Vandecasteele 2001). Natuurgebieden zijn gebaat bij een natuurlijkere waterhuishouding en zullen dus het beheer optimaliseren. In verstedelijkte gebieden zal infiltratie minder kansen hebben. Het water moet vooral gebufferd worden zodat het niet rechtstreeks van de verharde oppervlakten in de riolering uitkomt (Thomaes 2006a).

5.15.1.2 Bergen

Bij piekdebieten moeten de Schelde en zijn zijlopen over de nodige ruimte beschikken om het water te **bergen**. Ideaal zou zijn dat natuurlijke overstromingsgebieden ingeschakeld worden. Ook kleinere ingrepen aan de bovenlopen kunnen het waterbergend vermogen vergroten, zoals het opbreken van inbuisingen, het verwijderen van constructies, het aanleggen van plas- en drasbermen,... (Thomaes 2006b). Tevens kan structuurherstel de wateroverlast beperken; hermeanderingenprojecten bijvoorbeeld verlengen de rivier (en daarmee het bergingsvermogen) en vertragen de waterafvoer (Thomaes 2006b). Binnen het bekken van de Bovenschelde worden twee soorten overstromingsgebieden onderscheiden, nl. de actuele en de potentiële.

De **actuele** overstromingsgebieden zijn overstroomd (1980-2003) of kennen een reëel overstromingsrisico (CIW 2004). Deze gebieden moeten zo veel mogelijk gevrijwaard worden. De kaart met de actuele waterbergingsgebieden (Figuur 44) bevat enkel die gebieden waar er geen harde infrastructuur aanwezig is, ze zijn dus 'inzetbaar' (CIW 2004). We zien voornamelijk gebieden langs de Bovenschelde en langs de Zwalm, de Maarkebeek, de Rone en de Wallebeek. Tijdens de was van 2002/2003 stonden grote delen van de Scheldemeersen blank waarmee bewezen werd dat deze gebieden als overstromingsgebied kunnen fungeren (Kerkhove 2004).



Figuur 44: De actuele waterbergingsgebieden langs de Bovenschelde (Thomaes 2006b).

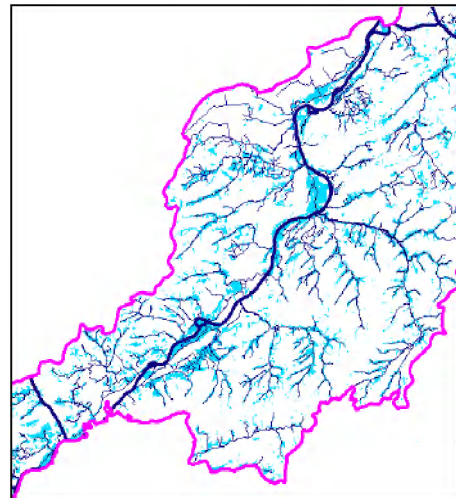
Deze actuele overstromingsgebieden moeten zo groot mogelijk en zo veel mogelijk aaneengesloten zijn en de inundatieduur moet beperkt blijven om multifunctioneel gebruik toe te laten. Het multifunctioneel gebruik met land- en tuinbouw is mogelijk als de retourperiode van overstromen hoog genoeg is. De meest haalbare landbouwpraktijken zijn grasland en weiland terwijl akkerbouw af te raden is. Natuur, bos en landschap zijn perfect realiseerbaar in deze gebieden. Als laatste sector binnen de

multifunctionaliteit is ook de recreatie belangrijk. Het betreft vooral zachte recreatie, waarbij de draagkracht niet overschreden wordt (Thomaes 2006b). De functies landbouw, wonen en industrie nemen nog steeds volop ruimte in beslag in de alluviale zone. Natte graslanden worden omgezet naar akkerland, huizen worden gebouwd en een industriezones gepland (Thomaes 2005 Bovenschelde). Wonen en industrie zouden echter zo veel mogelijk geweerd moeten worden.

De **potentiële** waterbergingsgebieden zijn nog nooit overstroomd maar zijn daar wel voor geschikt. Er moet ruimte teruggeven worden aan water voor de opvang van piekafvoeren. De potentiële waterbergingsgebieden moeten gevrijwaard of actief ingeschakeld worden. De grootste gebieden liggen langs de Scheldevallei en de benedenlopen van enkele afgedamde waterlopen; de afwatering van kluisbergen en de watering van Moerbeek. Op de bovenlopen liggen een aantal relatief kleine gebieden in diep ingesneden, smalle valleien met een sterk verhang. In deze gebiedjes kan niet zoveel water geborgen worden maar als ze aaneengeschakeld worden, kunnen ze de afvoer naar de benedenstroomse gebieden reduceren (Thomaes 2006b).

Figuur 45: De "potentiële waterbergingsgebieden" binnen het Bovenscheldebekken (bron: Ruimtelijke analyse Bovenscheldebekken, 2005)

Potentiële waterbergingsgebieden behoren tot valleigebieden en dus tot het natuurlijke areaal van de waterlopen. Op het gebied van multifunctionaliteit kunnen er in deze gebieden open-ruimte functies bestaan (landbouw, natuur en recreatie) maar zijn de harde functies (wonen en industrie) niet wenselijk (Thomaes 2006b). De kaart met de potentiële waterbergingsgebieden (zie Figuur 45) toont aan dat er zich een aantal van deze gebieden binnen de Scheldevallei bevinden.



Actieve overstromingsgebieden kunnen in beide voorgaande gebieden ingericht worden en zorgen voor een bijkomende bergingsruimte. Het inzetten van deze gebieden gebeurt niet spontaan maar door een ingreep van de waterbeheerder (CIW 2004). Deze gebieden moeten zo weinig mogelijk invloed uitoefenen op hun omgeving, ze moeten de

open ruimte maximaal benutten en moeten het geborgen water na piekperiodes snel weer afvoeren. Ook moet de multifunctionaliteit zo veel mogelijk nagestreefd worden maar de hoofdfunctie blijft waterberging (Thomaes 2006b). Ofwel kan een natuurlijk overstromingsgebied hersteld worden, ofwel worden gecontroleerde overstromingsgebieden aangelegd. Het eerste draagt de voorkeur omdat het duurzamer, veiliger en goedkoper is. Bovendien zal dit maatschappelijk beter aanvaard worden en draagt dit bij tot een natuurlijk functionerende vallei. Gecontroleerde overstromingsgebieden daarentegen vergen voorbereiding, onderhoud en een grotere financiële input. Ze hebben bovendien meer last van sedimentatie en zullen dus meer geruimd moeten worden (Thomaes 2006b).

Het is belangrijk dat de actuele en potentiële overstromingsgebieden ingeschakeld kunnen worden om een verlaging van waterpeilen te bekomen, waar de peilen leiden tot wateroverlast langs de zijlopen. Een aantal van de geplande overstromingsgebieden zijn de voorbije jaren reeds gerealiseerd, verschillende andere gebieden zijn in uitvoering of in voorbereiding (Thomaes 2006b, Haecon 2002). Nieuwe overstromingsgebieden langs de Zwalm, de Maarkebeek, de Stampkotbeek en de Molenbeek van Ronse zijn voorzien.

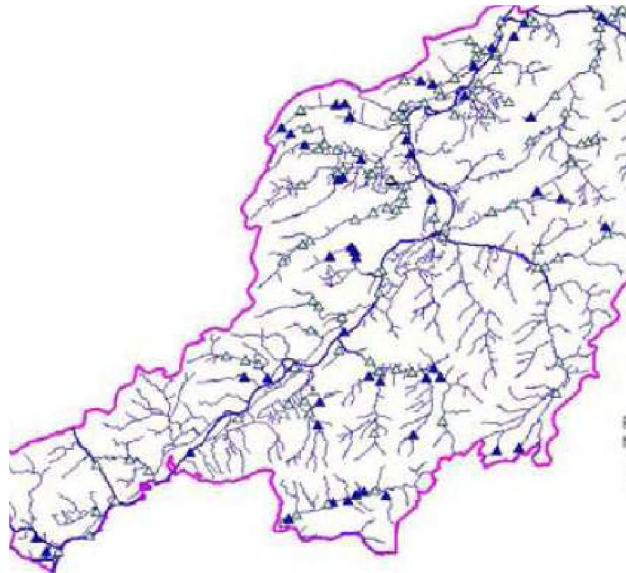
Bij inrichting van overstromingsgebieden wordt te weinig aan functieverweving gedaan. De inrichting van overstromingsgebieden stelt de land- en tuinbouw voor problemen aangezien er beperkingen opgelegd worden of percelen afgenomen worden. Daarom wenst de landbouwsector dat veiligheid uitsluitend prioriteit is in overstromingsgebieden terwijl van de natuursector de vraag naar natuurlijke overstromingsgebieden zeer groot is (Thomaes 2005). De sector natuur is echter tegen het inrichten van wachtbekkens zonder de natuurlijke structuren te respecteren (Thomaes 2005).

5.15.1.3 Afvoeren

Indien vasthouden en bergen niet volstaan om de veiligheid te garanderen moeten er maatregelen genomen worden om het water **af te voeren**. Om deze afvoer te garanderen kunnen er technische maatregelen zoals **baggeren** uitgevoerd worden. Op vele plaatsen zal altijd een minimaal onderhoud (baggerwerk) nodig zijn om de afvoer te verzekeren, zoals aan inlaten, sluizen e.d. Bij het bepalen van de prioritaire plekken zijn zowel hydraulische als ecologische aspecten van belang. De hydraulische ruimingsprioriteit (HRP, Figuur 46) wordt bepaald aan de hand van de specie-index, de

ligging van het waterloopsegment in ROG en in de nabijheid van bebouwde/verharde oppervlakte en de aanwezige erosie. Vanuit een hydraulisch standpunt is baggeren dringend in waterbodems met een hoge HRP (Thomaes 2006c).

De afvoer dient afgestemd te worden op de andere functies van de waterloop zonder de afvoerfunctie te hypothekeren of de draagkracht van het watersysteem te overschrijden. Op de Bovenschelde dient peilbeheer tijdens normale debieten gericht te zijn op een vlotte waterafvoer en op peilafspraken i.f.v. de verschillende gebruiksfuncties.



Figuur 46: Ligging van de slibruiming in functie van de hydraulische ruimingsprioriteit binnen het bekken (Thomaes 2006c).

Baggeren heeft voordelen voor nog een aantal functies omdat er momenteel te weinig gebaggerd wordt. Baggeren zal voordeel bieden voor de landbouw; een goede waterafvoer vermindert het productieverlies t.g.v. te hoge waterstanden. Ook de pleziervaart is gebaat bij baggerwerken. Op de Bovenschelde stijgt het aantal pleziervaartuigen jaarlijks. Op jaarbasis gekeken, stegen deze aantallen met méér dan 30% op 4 jaar tijd. Hierdoor moesten de sluizen meer werken. Tussen 1997 en 2000 steeg het aantal versaste boten met iets meer dan 10% (ABS 2001).

De Bovenschelde is een waterweg waarop schepen ongehinderd en veilig moeten kunnen varen. Zo zijn de waterhoogtes boven de drempels van de schutsluizen beperkt tot 2,75 m. Door baggeren kan er een voldoende diepgang en breedte bereikt worden. Dichtslibben van de waterloop belemmert de afvoer en heeft dus een grote invloed op de waterhuishouding. Als gevolg van sedimentafzetting kunnen waterlopen hun waterafvoer- en bergingsfunctie minder goed vervullen. Het wegnemen van de sedimenten kan de kwaliteit en de natuurlijke waterhuishoudingen verbeteren (Thomaes 2005).

6. SCENARIO'S VOOR DE BOVENSCHELDE: ECOLOGISCHE BENADERING

6.1 Methodologie toegepast in dit hoofdstuk

De doelstelling van deze masterproef is een antwoord te geven op de vraag of baggeren wenselijk en haalbaar is in Vlaanderen. Dit antwoord zal ongetwijfeld niet eenduidig "ja" of "neen" zijn. Dit betekent dat er gewerkt wordt naar een overzicht van randvoorwaarden die aangeven wanneer baggeren wenselijk is. Om een antwoord te kunnen geven op de centrale vraag, zullen de impacten van baggeren goed in kaart moeten worden gebracht. De voornaamste taak is een duidelijk overzicht te creëren van de positieve en negatieve gevolgen van baggeren. Daarom zal ook aandacht besteed worden het zo goed mogelijk kwantificeren van de gevolgen. In het volgende hoofdstuk zal er op de afweging dieper ingegaan worden.

6.2 Bepaling referentiesituatie en alternatieve scenario's

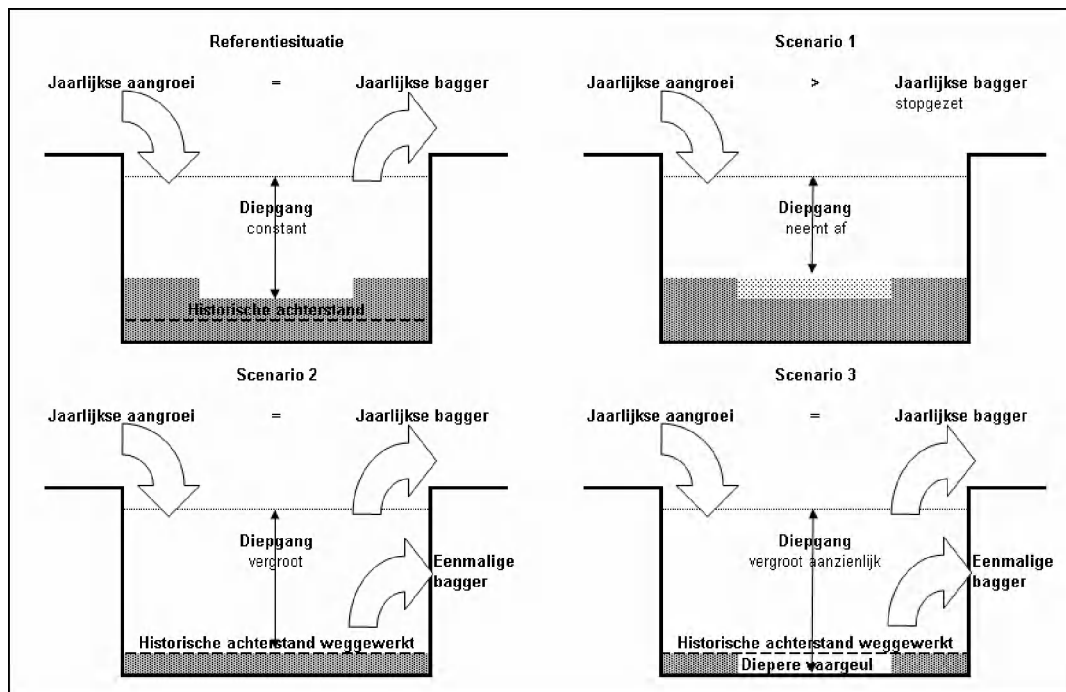
De eerste stap bij een afweging bestaat uit het vastleggen van de scenario's die afgewogen zullen worden. Dit betekent dat alternatieven duidelijk moeten gedefinieerd worden en de gevolgen ervan zo goed mogelijk in kaart moeten worden gebracht.

Belangrijk bij het schatten van de effecten is het vastleggen van de referentiesituatie of het zogenaamde 0-alternatief. Indien effecten van een scenario vergeleken worden, is dit telkens t.o.v. een andere situatie. Deze situatie is de referentiesituatie van de studie. De referentiesituatie die het meest voor de hand ligt binnen dit vraagstuk is het behoud van de huidige diepgang. De jaarlijkse inspanning voor baggeren wordt gelijk gesteld aan de jaarlijkse aangroei van baggerspecie. Dit betekent echter niet dat dit gelijk is aan de inspanningen die op dit ogenblik worden uitgevoerd. Momenteel wordt er meestal minder specie geruimd dan er jaarlijks bijkomt. Dit wil zeggen dat er ten opzichte van de huidige situatie extra inspanningen geleverd moeten worden.

Scenario's die zullen vergeleken worden, gaan ervan uit dat de hoeveelheid te baggeren specie groter of kleiner is dan in de 0-variant. Een grotere inspanning betekent dat de historische achterstand weggewerkt wordt en de diepgang vergroot. Een kleinere inspanning zorgt ervoor dat de diepgang zal afnemen en dat de achterstand groeit.

Volgende vier scenario's (zie figuur 47) zijn hierbij standaard te onderscheiden:

- Scenario 0: Behoud van de huidige diepgang.
- Scenario 1: Stopzetting van baggerwerkzaamheden.
- Scenario 2: Wegwerken historische achterstand en vervolgens behoud van deze diepte.
- Scenario 3: Vergroten voorziene diepgang en vervolgens behoud van deze diepte.



Figuur 47: Overzicht van de vier scenario's

6.3 Bespreking van de verschillende scenario's

Bij een bespreking van de scenario's wordt de structuur van Tabel 52 gevolgd. We moeten bij de vier scenario's goed beseffen dat er op de Bovenschelde 4 stuwen aanwezig zijn die de waterstroom regelen. De ingrepen in de bedding zullen dus een beperkt effect hebben op de watersnelheid omdat de stuwen dit bufferen. We zien dit ook in het langprofiel van de Bovenschelde (bijlage B), de waterloop is verdeeld in 4 stukken waar het waterpeil hetzelfde is. Tijdens de piekafvoeren kunnen de mogelijke gevolgen van de scenario's wel duidelijk worden. Op deze momenten zijn de stuwen volledig open en kan de watersnelheid veel meer variëren.

6.3.1 0-scenario: Instandhouding huidige diepgang

Water- en bodemkwaliteit

Wanneer de huidige diepgang in stand wordt gehouden, moet de jaarlijkse aangroei van sediment gebaggerd worden. Bij het baggeren van deze aangroei komt de historische vervuiling in contact met de waterkolom.

De historische vervuiling is vooral een chemische verontreiniging door zware metalen, polyaromatische koolwaterstoffen, minerale oliën, pesticiden en polychloorbifenylen. Pesticiden en zware metalen zijn de meest gekende giftige stoffen. Ze zijn samen met anderen toxisch voor zowel dier- als plantensoorten. Ze oefenen effecten uit op groei, voortplanting en sterfte van soorten. In het bekken van de Bovenschelde is 30% van de baggergronden verontreinigd met zware metalen zoals cadmium, chroom, zink en lood (Anoniem, 2005, Bervoets et al., 2005, De Rycke et al., 2003; Van der Belt, 2003).

Het effect op de bodemkwaliteit is moeilijk te achterhalen. De samenstelling van de bodem kan sterk verschillen van plaats tot plaats en in de tijd. Er is weinig kennis over de variatie in kwaliteit naargelang de diepte. In geen enkele geraadpleegde publicatie wordt een exacte omschrijving gegeven. Wel wordt erin vermeld dat sedimenten jarenlang werden beschouwd als de ultieme bewaarplaats van verontreinigde stoffen. Toxicanten zijn onderhevig aan een aantal processen - zoals reeds eerder besproken – bioaccumulatie, trofische transfer, migratie, biodegradatie en bioturbatie (De Cooman, 1995, Den Besten, 1997). Dit zijn allen natuurlijke processen die plaatsvinden.

Sedimenten worden in veel extremere vorm opgemengd en verstoord door menselijke handelingen zoals scheepvaart én baggeren.

De toxicanten bevinden zich nu niet meer in hun 'ultieme bewaarplaats' maar komen vrij in de waterkolom ten nadele van de waterkwaliteit en de ecologische toestand van de rivier. De grootste beperkende factor voor watergebonden fauna en flora is de verslechterde waterkwaliteit (De Rycke et al., 2003). Nog een ander probleempunt is hydromorfologie en structuurkenmerken van de bodem. Voor vissen en andere organismen is een grote structuurdiversiteit van de waterloop en de oever van groot belang ten behoeve van paai-, rust en foerageergelegenheden. Door baggeren zal de structuurdiversiteit van de waterloop verminderen. Dit structuurdiversiteitsverlies en de verslechterde waterkwaliteit kan vervolgens gekoppeld worden aan een afname in de visdiversiteit. Want hoewel sommige diersoorten strikt gebonden zijn aan één bepaalde plant hebben veel soorten een habitat nodig bestaande uit verschillende ecotopen. Een duurzame populatie van één soort kan enkel bestaan als verschillende kleinere populaties (kernpopulaties) met elkaar in verbinding staan en zo één grote leefbare populatie (metapopulatie) vormen (Opdam, 1984). Het leefbaar blijven van een metapopulatie is sterk afhankelijk van de grootte, de kwaliteit en de hoeveelheid van verschillende 'habitatvlekken' en de onderlinge bereikbaarheid ervan. In **geval van de Bovenschelde** wordt gesteld dat het bekken voor een ecologische corridor voor fauna en flora zorgt. Op lokaal niveau fungeren de oeverzones, oude meanders, natte graslanden en moeras- en bosrelictten als belangrijke stapstenen naar de omliggende gebieden. Op regionaal gebied ligt de Bovenschelde op het grensgebied tussen de zand-, zandleem- en leemstreek, waardoor de diversiteit in bodemkenmerken een hoge potentiële biodiversiteit aan ecotopen inhoudt. De aanwezige ecologische entiteiten in de nog vaak open ruimte van de vallei enerzijds en de rivier anderzijds, spelen een belangrijke rol in de migratiemogelijkheden van organismen (De Rycke et al., 2003). De zeer slechte kwaliteit van het slib legt een zware hypotheek op de ecologische functie van de waterbodem: enerzijds worden er zeer weinig organismen in dit slib aangetroffen en anderzijds wordt er een zeer lage soortendiversiteit vastgesteld. Bij een steeds verbeterende waterkwaliteit kan de waterbodem een negatieve invloed uitoefenen door nalevering van nutriënten en toxische stoffen in de bovenstaande waterkolom (De Rycke et al., 2003).

De hedendaagse maatschappelijke belangen zoals stijging van economische welvaart, pushen tot potentieel "milieu onvriendelijke acties" zoals - van belang in deze casestudie - de druk van de economie, die aanzet tot baggeren om vaargeul te vrijwaren / verbreden / verdiepen. Dit plaatst de nog relatief weinig waardevolle gebieden onder grote druk.

Als alle bovenstaande feiten in verband worden gebracht (verstoring van habitatstructuren door baggeren, teloorgang van bepaalde habitatstructuren met negatieve gevolgen voor de vispopulaties, en de matige waterkwaliteit van de Bovenschelde die mogelijk nog kan verslechteren als historische polluenten door baggeren vrij komen) kan er gesteld worden dat baggeren slecht is voor een goede ecologische kwaliteit. De gevolgen van baggeren kunnen enigszins beperkt worden. Indien men al van in de beginfase rekening houdt met het in ere houden van enkele van de hydromorfologische structuurkenmerken van de rivier zoals de oevervegetatie met zijn gepaard gaande habitatstructuren, zal de invloed van het baggeren minder groot zijn.

De rivierkenmerken van de actuele Bovenschelde bezitten nog weinig natuurlijke kenmerken. Die zijn allen verloren gegaan door de kanalisatie en de bedijking. Het typische meanderende karakter van de vlakterivier wordt ernstig aangetast, holle en bolle oevers zijn praktisch allemaal verdwenen. De kenmerkende fauna en flora die hiermee gepaard gaat is ook grotendeels verdwenen. De oorzaak is niet alleen het wegvallen van de structuurdiversiteit maar ook de slechte water- en bodemkwaliteit (De Rycke et al., 2003).

Hydraulica en waterkwantiteit

Bij een instandhouding van de huidige diepgang zullen er geen overstromingsproblemen meer optreden (Thomaes 2006b). De bergingscapaciteit van de Bovenschelde is voldoende. Het waterpeil bereikt geen gevaarlijke hoogtes, we hebben nog een reserve van bijna een meter (HIC-WLH). De afvoersnelheid geeft geen problemen bij normale omstandigheden, enkel tijdens piekdebieten is de afvoersnelheid te laag en het waterpeil te hoog voor een vlotte afvoer van de zijlopen (Ecorem-Haecon 2002, Haecon 2002). Dit is te wijten aan het feit dat tijdens piekdebieten de afvoer van de Bovenschelde in de Ringvaart veel moeilijker verloopt (Van den Belt 2003).

Bij dit scenario zal de hydraulische ruwheid weinig beïnvloed worden en zal er weinig verstoring van de rivierbedding optreden. Er treedt dan ook weinig erosie van de oevers en de bedding op. Er gebeurt momenteel wel te veel sedimentatie in de waterloop en in overstromingsgebieden (ABS 2003). Dit komt door de grote sedimentvracht in de waterlopen (Van de Belt 2003). Er zijn weinig problemen met baggerslib aan kunstwerken omdat er nog plaats is om het slib te verplaatsen. Bij een instandhouding van de huidige diepgang mag het werken van de sluizen, pompstations,... niet gehinderd worden (IMDC en DHI 2005a).

Een groot probleem in dit scenario is dat er bij de piekdebieten veel water afvloeit naar de ringvaart in Gent. Hierdoor stijgt het peil en kan de Leie minder water afvoeren met een mogelijke overlast op de Leie tot gevolg (CIW 2004, IMDC en DHI 2005a). Een ander wateroverlastprobleem situeert zich op de zijlopen welke tijdens de piekdebieten niet genoeg water kunnen afvoeren. Hierdoor treden deze buiten hun oevers met schade tot gevolg (Van den Belt 2003).

Conclusie 0-scenario

→ Dit scenario kan qua duurzaamheid en qua veiligheid voldoen. De wateroverlast problemen die bestaan, kunnen niet met baggeren opgelost worden. De maatregelen die wel effectief de problemen kunnen oplossen, zijn het vasthouden en het bergen van water (CIW 2005, Thomaes 2006 a en b). De diepgang is op veel plaatsen onvoldoende om een efficiënte scheepvaart mogelijk te maken. Deze situatie is voor de scheepvaartsector niet geschikt. Ook is er nog steeds te veel erosie in het bekken, er moet meer geïnvesteerd worden in preventiemaatregelen. Vanuit het kwaliteitsoogpunt kan gesteld worden dat het instand houden van de diepgang onvoldoende is.

6.3.2 Scenario 1: Stoppen met baggeren

Water- en bodemkwaliteit

Evenwicht tussen bodemerosie en bodemsedimentatie is terug te vinden in de natuurlijke waterlopen. Door menselijke ingrepen zoals rechtekken van de rivier of baggeren, wordt dit evenwicht grondig verstoord. In het bekken van de Bovenschelde treedt erosie als bijkomende factor op, die voor een verhoogde slibaanvoer in de rivier zorgt. Wanneer men het baggeren stopzet, zal er jaarlijks sediment aangevoerd worden.

Dit heeft als gevolg dat door natuurlijke processen bovenop de historische vervuiling jaarlijks nieuwe lagen sediment worden afgezet. Deze nieuwe lagen zorgen ervoor dat contaminanten aanwezig in de historische vervuiling niet kunnen vrijkomen in de waterkolom. Ze zijn echter zelf niet vrij van contaminanten. Mogelijk zal er een nieuwe, zij het minder vervuilde, opstapeling plaatsvinden. Deze sedimenten zullen mogelijk afstromen naar benedenstroom gelegen waterlopen en daar zullen de inspanningen verhoogd moeten worden.

Het is zo dat niet alleen waterkwaliteit en waterkwantiteit bepalend zijn voor de ecologische functies. Deze functies zijn eveneens afhankelijk van de hydromorfologische structuurkenmerken. Deze structuurkenmerken omvatten allerlei fysische eigenschappen van oppervlaktewater (stroomkuilenpatroon, hermeandering, natuurlijke overgang van water naar land (oever), vegetatie op de oever en in de waterloop, etc.) (SDG, 2005). Indien men niet baggert, betekent dit dat de rivier zich verder natuurlijk kan organiseren. Functionele structuurkenmerken zullen niet vernietigd worden. Dit kan een vooruitgang betekenen voor de verschillende ecotopen. Hier dient echter een opmerking gemaakt te worden: het voorkomen van vegetatie op de oevers enerzijds afhankelijk is van waterkwaliteit maar anderzijds beïnvloedt het ook de habitatkwaliteit voor andere organismen in de waterloop.

Hydraulica en waterkwantiteit

Als de baggerwerkzaamheden volledig worden stopgezet, zal de komberging van de rivier verkleinen door het toeslibben van de rivier. Dit kan tot gevaarlijke situaties leiden (OVAM 2003). Het waterpeil en de watersnelheid zullen door het instandhouden van het regelpeil niet verhogen. Tijdens de piekdebieten kunnen de pakketten sediment de waterloop wel doen vertragen en zorgen voor te hoge waterpeilen en te lage afvoersnelheden (Belleudy 2000, Whitton 1975). Er kunnen verder nog hydraulische problemen ontstaan zoals de zijrivieren die moeilijker afstromen en problemen aan pompgemalen, sluizen en andere kunstwerken. Dit zal een vergroting van de wateroverlast in de huidige knelpunten veroorzaken (IMDC en DHI 2005a).

Er treedt geen verstoring of toegenomen erosie van de waterloop op. De sedimentvracht in de waterloop zal toenemen waardoor overstromingsgebieden zullen dichtslibben en hun bufferfunctie zullen verliezen (Resource analysis 2005). De huidige en de

toekomstige waterbergingsgebieden vormen een belangrijke maatregel om piekdebieten af te vlakken (Kerkhove 2004, Thomaes 2006 b, Ecorem-Haecon 2002, Haecon 2002). Als deze gebieden hun bergingscapaciteit verliezen, worden de wateroverlastproblemen groter. Bovendien zal er enorm veel slib afstromen naar de Ringvaart en de Zeeschelde en daar sedimenteren. De komberging zal daar verkleinen en het complexe waterbeheer rond Gent verstoren (Van den Belt 2003).

Conclusie Scenario 1

→ De wateroverlast kan in dit scenario alleen maar toenemen. Benedenstrooms door de hogere sedimenttoevoer en sedimentatie en bovenstrooms door de verminderde afstroommogelijkheden (Thomaes 2005). In dit scenario zullen we de wateroverlast stroomopwaarts en stroomafwaarts verleggen en geen diepgang voor de scheepvaart kunnen verzekeren. De investeringen voor het vasthouden en bergen, zullen weinig rendement hebben door de hoge sedimentvracht en de verkleining van de komberging van de Bovenschelde. Dit scenario is dus geen integrale of duurzame denkpiste. De overheid moet haar eigen reglementen naleven (Patere legem beginsel) en kan dus bij het niet naleven op basis van de waterbeleidsnota, de Kaderrichtlijn water en het decreet integraal waterbeleid zelfs bestraft worden.

6.3.3 Scenario 2: Wegwerken van historische achterstand

Kwaliteit & kwantiteit

Om de historische achterstand weg te werken en de jaarlijkse aangroei bij te houden, zullen er de komende jaren meer bagger- en ruimsingswerken moeten plaatsvinden. Deze werken zullen gevolgen hebben voor het milieu. Er zullen positieve effecten optreden voor het aquatische milieu doordat de waterbodem geruimd en gesaneerd wordt. Er zullen echter ook negatieve effecten op fauna, flora en landschap, op de fysische eigenschappen van de waterloop (o.a. troebelheid) en op de biologisch actieve bodem ontstaan.

Er zijn geen kwantitatieve gegevens over de effecten van het baggeren en ruimen op het aquatisch milieu. De effecten zijn daarenboven sterk afhankelijk van factoren zoals de techniek waarmee gebaggerd wordt, de ligging en omgeving van de waterloop, etc. In het SUP (2006) wordt er echter een kwalitatieve inschatting gegeven van de positieve

en negatieve effecten bij een ongewijzigd beleid (baggeractiviteit op het niveau van 2005) en een gewijzigd beleid (baggeractiviteit op een niveau waarbij de doelstellingen van het Uitvoeringsplan Bagger- en ruimingsspecie gehaald kunnen worden) (zie onderstaande tabel). Er wordt gesteld dat bij een ongewijzigd beleid de positieve en negatieve effecten van baggeren minimaal zijn. Bij het gewijzigde beleid zouden de positieve effecten groter zijn dan de negatieve. De negatieve effecten zouden dan beheerst kunnen worden (Voorontwerp Uitvoeringsplan Bagger- en ruimingsspecie, 2006).

Tabel 51: Kwalitatieve inschatting van de milieueffecten van baggeren en ruimen bij een ongewijzigd en gewijzigd beleid (Voorontwerp Uitvoeringsplan Bagger- en ruimingsspecie, 2006).

	Ongewijzigd beleid	Gewijzigd beleid
Positieve effecten	-	+++
Negatieve effecten	-	+

Het begrip "baggeren" is dus in feite polyinterpretabel: enerzijds worden door baggeren veel natuurlijke structuren vernietigd, maar anderzijds zou baggeren uiteindelijk de waterkwaliteit kunnen verbeteren door het wegnemen van de vervuilde rivierbodem.

Hydraulica en waterkwantiteit

Bij het wegwerken van de historische achterstand moeten we de huidige klasse V (CEMT) diepgang in stand houden. Dit vereist geen enorm grote inspanning. De bergingscapaciteit van de rivier zal wel verhogen (Bravard et al 1999) hoewel dit effect bij de huidige sedimentlasten slechts tijdelijk is (Pinter et al 2004, Gob et al 2005). Het waterpeil en de afvoersnelheid van de Bovenschelde blijven hetzelfde (regelpeil). Tijdens de piekdebieten zal het waterpeil weinig beïnvloed worden. De hydraulische ruwheid zal wat afnemen waardoor het mogelijk is dat de afvoersnelheid tijdens piekdebieten vergroot. De verstoring van de bedding, oevererosie, beddingerosie en erosie van de bovenlopen ondervinden weinig effect van de werken. Indien er echter effecten optreden, zijn deze negatief voor het watersysteem. Er kan dus een (kleine) toename van erosie zijn. Dit blijkt uit voorgaande werken in de waterloop (ABS 2003).

De sedimentatie in overstromingsgebieden zal afnemen omdat de sedimentatie in de waterloop toeneemt. Als we de sedimentpakketten, die momenteel aanwezig zijn, wegnemen, zal er plaats zijn voor het aangevoerde slib waardoor dit zal neerslaan. Dit ontlast dan de waterbergingsgebieden en de kunstwerken in de waterloop. Aangezien de overstromingskans van de Bovenschelde al zeer klein is, is baggeren niet nodig om de wateroverlast te vermijden (Thomaes 2006b). Als de bovenlopen beter kunnen afvoeren, kan daar minder overlast optreden. De keerzijde van de betere waterafvoer is dat er zich benedenstrooms dan problemen kunnen voordoen.

Conclusie: Scenario 2

→ Dit scenario is er één dat qua kwaliteit, duurzaamheid en veiligheid tot de beste gerekend kan worden. Alle functies kunnen in dit systeem blijven bestaan. Belangrijk is wel dat de investeringen in het vasthouden en bergen van water moeten behouden blijven om overlast te vermijden. Verder moet er ook geïnvesteerd worden in de vermindering van de sedimentvracht om de duur tussen twee baggerperiodes te verlengen.

6.3.4 Scenario 3: Vergroting diepgang naar klasse V-schepen over de volledige loop van de Bovenschelde

Wegwerken van de historische achterstand resulteert in een toename van de diepgang van de rivier. De vraag is of het wegwerken van deze achterstand genoeg is om een voldoende diepgang te creëren voor grotere vrachtschepen. Een berekening van de hoeveelheid sediment die verwijderd moet worden om de doorgang van klasse V schepen te garanderen, gebeurt in het volgende hoofdstuk. Daarom zal dit hier niet uitgebreid besproken worden.

Water- en bodemkwaliteit

De effecten op de water- en bodemkwaliteit in dit scenario zullen vergelijkbaar zijn met deze beschreven bij scenario 2 indien de historische achterstand volledig wordt verwijderd. Als een gedeelte van de historische verontreiniging echter aanwezig blijft, zijn de gevolgen vergelijkbaar met deze van het 0-scenario.

Hydraulica en waterkwantiteit

Algemeen kan wel gesteld worden dat de effecten vergelijkbaar zijn met het verwijderen van de historische achterstand. De komberging, het waterpeil en de afvoersnelheid zullen lijken op deze in scenario 2. Als de gebaggerde hoeveelheid echter veel groter is dan in scenario 2, zullen de verstoringen en de ongewenste effecten uit dit scenario ook toenemen. We moeten erover waken dat we de fouten uit het verleden niet zullen overdoen en de ingrepen niet zullen overdimensioneren (Belleudy 2000). Dit kan leiden tot een te grote afstroom naar de Ringvaart en een versnelling van de watersnelheid in de zijlopen. De baggerwerken zullen wel voor een grotere verstoring in de waterloop zorgen omdat er een schaalvergroting optreedt (Pedersen et al 2004, Gob et al 2005). De verstoring en verdieping van de waterloop kan de oevers doen eroderen en de bedding doen insnijden. Bij een te grote schaalvergroting zal er bovendien meer sedimentatie plaatsvinden waardoor de tijd tussen de baggerwerken klein is (ABS 2003, Vandecasteele 2001).

6.3.5 Conclusie

Om de vraag "Is baggeren van bevaarbare waterlopen wenselijk en haalbaar?" 'ecologisch' te kunnen beantwoorden, worden de resultaten in een tabel geplaatst. Daarbij wordt een waarde (zie tabel 7) gegeven aan de mogelijk effecten die kunnen optreden. Het afwegingskader zal in het volgende hoofdstuk nog verder uitgewerkt worden. De baggerproblematiek is een uiterst complexe materie. Om een gedetailleerde analyse te maken, zijn weinig gegevens beschikbaar en daarenboven zijn ze vaak onduidelijk. Per scenario werden er telkens drie peilers in acht genomen: natuurlijkheid, veiligheid, toegankelijkheid.

Op basis van de gegevens uit tabel 52 kunnen we besluiten dat geen van de vier scenario's expliciet als meeste geschikte naar voren komt. We kunnen wel één scenario schrappen, nl **stoppen met baggeren**. Dit scenario is niet duurzaam en negeert het probleem. Omdat de Bovenschelde al een sterk gewijzigde rivier is, die bovendien op vier plekken gestuwd wordt, zullen bij scenario 0 (**instandhouding huidige diepgang**) en bij scenario 2 (**wegwerken van de historische achterstand**) de gevolgen niet erg groot zijn op vlak van waterkwantiteit en hydraulica. De stuwen verhinderen dat het stroompatroon van de rivier sterk wijzigt en de dieptes die gehaald moeten worden,

verschillen weinig tussen de twee scenario's. Vanuit het kwaliteitsoogpunt wordt scenario 2 verkozen als beste optie. Het laatste scenario (**vergroten van de diepgang**) naar klasse V-schepen kan twee richtingen uitgaan hetzij richting het 0-scenario, hetzij richting scenario 2. Dit is afhankelijk van het feit of alle historische achterstand al dan niet wordt weggewerkt.

→ Stoppen met baggeren is ongewenst. Op basis van de criteria – veiligheid, natuurlijkheid en toegankelijkheid – luidt het advies om kritische en urgente locaties bijvoorbeeld te saneren. Met saneren wordt bedoeld dat een gerichte ingreep - verwijdering verontreinigde waterbodem - nodig wordt geacht om een risicoreductie te bewerkstelligen. Natuurlijke sanering kan op andere niet-urgente plaatsen voor verdere afdekking van verontreinigde lagen met schoner materiaal zorgen. Bij beide opties is het belangrijk dat na het (niet) saneren, de meest vervuilde lagen niet meer komen bloot te liggen door bioturbatie veroorzaakt door bodemorganismen en door bewegingen van schepen.

Tabel 52: Mogelijke ecologische invloeden op de kenmerken van de rivier, de Bovenschelde. De waarden die gegeven worden zijn ++ (positieve invloed met hoge zekerheid), + (positieve invloed met lage zekerheid), 0 (geen invloed), - (negatieve invloed met lage zekerheid), - - (negatieve invloed met hoge zekerheid) en ? (grote onzekerheid). Bij het 0-scenario worden de huidige problemen met een ! aangeduid.

Effect	Scenario 0	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Waterkwaliteit	--	0	+	?
Bodemkwaliteit	-	0	+	?
Structuurdiversiteit	--	+	--	?
Fauna & flora	-	+	++	?
Komberging	0	--	++	++
Waterpeil	0	0	0	0
Waterpeil tijdens piekdebieten	0 !	--	0	?
Afvoersnelheid	0	0	0	0
Afvoersnelheid tijdens piekdebieten	0 !	-	-	-
Hydraulische ruwheid	0	--	-	--
Verstoring bedding	0	0	-	--
Erosie oevers	0	0	-	-
Erosie rivierbedding	0	0	-	-
Erosie bovenlopen	0	0	-	-
Sedimentatie in waterloop	0	--	?	?
Sedimentatie in overstromingsgebied	0	--	++	++

Problemen bij kunstwerken	0	- -	0	0
Lokale wateroverlast	0	- -	+	+
Benedenstroomse wateroverlast	0 !	?	-	-
Bovenstroomse wateroverlast	0 !	-	+	+
Afstroom zijlopen	0 !	- -	+	+
Diepgang	0 !	-	++	++
Duurzaamheid	0	- -	+	?
Veiligheid watersysteem	0 !	- -	+	-
<u>Totaal effect</u>	0 ! 8-	13 - / 2 +	9- / 14 +	10 - / 8 +

7. OPSTELLEN VAN EEN ECONOMISCH AFWEGINGSKADER

7.1 Multidisciplinaire afwegingskaders

Om in staat te zijn om de verschillende aspecten van het baggeren met elkaar af te wegen zijn multidisciplinaire afwegingskaders nodig. Dit betekent dat de resultaten in de verschillende disciplines op een soort van gelijkaardige noemer worden gebracht om deze resultaten vergelijkbaar en eventueel optelbaar te maken. Enkel op deze manier is het mogelijk om verschillende situaties of scenario's met elkaar te vergelijken, waarbij de verschillende gevolgen van scenario's worden beschouwd en afgewogen t.o.v. elkaar. Twee methodes die vaak toegepast worden zijn de multi-criteria analyse en de maatschappelijke kosten-batenanalyse. Terwijl in de multi-criteria analyse meer aan de hand van puntenschalen of scores voor verschillende disciplines gewerkt wordt, wordt in een kosten-batenanalyse meer kwantitatief in monetaire termen ingeschat wat de effecten zijn. Het is deze laatste techniek die verder zal uitgewerkt worden om de integrale afweging mogelijk te maken. Voordeel van deze techniek is dat voor- en nadelen makkelijk optelbaar zijn om zo te komen tot een cijfermatig eindoordeel. Nadeel is dat alle aspecten uitgedrukt dienen te worden in geldwaarde, wat vaak zeer moeilijk blijkt te zijn. Bovendien is de onzekerheid omtrent het toekennen van deze geldwaarde groot. Toch wordt deze complexere methode toegepast omdat deze methode de mogelijkheid biedt om cijfermatig scenario's te vergelijken. Het beste scenario is hierbij het scenario met het grootste verschil tussen baten en kosten. Wegens het niet optelbaar zijn van de verschillende deelaspecten uit een multi-criteria analyse is dit moeilijker. Gezien het in een kosten-batenanalyse niet altijd mogelijk zal zijn om aan te geven wat de monetaire waarde is van effecten, worden niet alle effecten meegenomen in de eindafweging. Dit is uiteraard een nadeel. Gevolgen die niet te becijferen zijn, worden hierdoor als minder belangrijk beschouwd. Daarom zal volledigheidshalve voor deze aspecten kwalitatieve informatie toegevoegd worden die eventueel bij een gelijkaardig resultaat tussen scenario's toch doorslaggevend kan zijn.

7.2 Maatschappelijke kosten-batenanalyse

7.2.1 Algemeen

Een kosten-batenanalyse heeft tot doel de effecten van een investeringsproject die de partijen in de samenleving ondervinden, in kaart te brengen en de positieve t.o.v. de negatieve effecten van de projecten af te wegen. Dit gebeurt door de effecten zoveel mogelijk te kwantificeren en te waarderen in geldtermen. Dit laat toe om de verschillende elementen op dezelfde noemer te beoordelen.

De term "maatschappelijk" wijst erop dat gevolgen onderzocht worden voor de maatschappij in zijn geheel, inclusief de effecten voor de komende generaties. Alle effecten die een impact hebben op de algemene welvaart van de gemeenschap worden beschouwd. De maatschappelijke kosten-batenanalyse onderscheidt zich van de financiële analyse, waarbij enkel de kosten en baten voor de initiatiefnemer in kaart worden gebracht. Dit betekent bijvoorbeeld dat kosten die door de maatschappij in zijn geheel ondervonden worden zoals bijvoorbeeld milieu-effecten meegenomen worden, hoewel dit voor de initiatiefnemer geen directe gevolgen heeft. (De Nocker et al., 2004)

7.2.2 Evaluatiemaatstaven

Bij het uitvoeren van een kosten-batenanalyse dienen de kosten en baten die door een project teweeg gebracht worden, met elkaar vergeleken te worden. Vermits deze kosten meestal gespreid zijn in de tijd, is het aangewezen om ze te actualiseren of ook te verdisconteren naar een bepaald referentiejaar. Dit is zeker het geval indien men verschillende projectalternatieven, waarvoor de spreiding van kosten en baten onderling verschillen, wil vergelijken.

De meest gebruikte maatstaf, die rekening houdt met deze spreiding in de tijd, is de netto contante waarde. Voor een project j wordt deze als volgt berekend:

$$NCW(j) = \sum_{t=0}^{T_j} \frac{B_{jt} - K_{jt}}{(1+r)^t}$$

waarin t gelijk is aan de lopende index voor de jaarlijkse kosten- en batenposten (uitgedrukt in constante prijs, dus geen rekening houdend met inflatie), T_j de levensduur

van het project en r de gehanteerde discontovoet. Een project is rendabel indien de netto contante waarde positief is. De netto contante waarde is strikt genomen het saldo van de geactualiseerde baten en kosten.

Om deze maatstaf te gebruiken, dienen dus parameters vastgelegd te worden: de gehanteerde discontovoet en de levensduur of tijdsdimensie van het project. Bovendien is het ook voor deze maatstaf van belang hoe kosten en baten evolueren in de tijd onder invloed van toekomstige economische groei. (De Nocker et al., 2004)

7.2.3 Tijdshorizon voor evaluatie van de effecten

De beschouwde tijdsdimensie bepalen waarover het project zich uitspreidt, is voor projecten als baggeren geen gemakkelijke opgave. Het op peil houden van bestaande dieptes betekent dat er jaarlijks een inspanning moet geleverd worden die gelijk is aan de jaarlijkse aangroei. Deze jaarlijkse inspanningen worden in principe gedaan tot in de eeuwigheid. Indien de gevolgen die hier tegenover staan ook jaarlijks voorvallen, zou men de situatie in één specifiek jaar kunnen vergelijken dat dan representatief is voor de hele periode die zich na dit jaar voordoet.

De analyse beperken tot één jaar is echter niet mogelijk omwille van een aantal redenen. Enerzijds zullen de scenario's zich niet beperken tot het in stand houden van de huidige diepte. Het wegwerken van historische achterstand is bijvoorbeeld een eenmalige inspanning die baten kan hebben gedurende verschillende jaren die zich na deze inspanning voordoen. Anderzijds zal onder invloed van economische groei bijvoorbeeld de scheepvaart toenemen (zie later). Dit betekent dat de potentiële baten van baggeren voor scheepvaart toenemen in de toekomst aangezien hier meer transport tegenover staat. De cijfers nemen van bijvoorbeeld 2005 zou een onderschatting zijn van het effect op scheepvaart. Een langere tijdsperiode is dus vereist.

Het kiezen van de tijdshorizon is niet eenvoudig. In Eijgenraam et al. 2000 wordt aangeraden om deze niet te lang te nemen. Een te lange tijdsperiode gecombineerd met een lage discontovoet waardoor kosten in de toekomst belangrijker worden, zou kunnen leiden tot een overschatting van de effecten en een positieve balans voor nagenoeg alle projecten. Om dit te vermijden wordt in een Nederlandse leidraad voor kosten-batenanalyses voor vaarwegprojecten (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2005) een

tijdshorizon van 30 jaar gekozen. Deze tijdshorizon wordt ook overgenomen in deze studie.

7.2.4 Discontovoet

Omdat er geen consensus is onder economen over de te hanteren discontovoet in maatschappelijke kosten-batenanalyses, is het belangrijk een representatieve waaier van discontovoeten te hanteren.

In De Nocker et al., 2004 heeft een analyse van discontovoeten uiteindelijk geleid tot een waaier van discontovoeten. De centrale waarde in deze studie bedraagt 4%. De voeten 3 en 7 % worden ook toegepast om de sensitiviteit van de afweging te toetsen. Het zijn ook deze discontovoeten die hier zullen toegepast worden. Dit zijn inflatievrije discontovoeten zodat de effecten van inflatie of prijsstijgingen in de loop der jaren niet apart verrekend moeten worden. De centrale waarde van 4% komt ook overeen met de Nederlandse leidraad voor Kosten-Batenanalyses voor vaarwegprojecten (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2005).

De kosten en baten worden met de discontovoeten geactualiseerd naar het jaar 2005. De hoogte van discontovoeten geeft aan hoe belangrijk kosten en baten in de verdere toekomst geacht worden op dit ogenblik. Hoe lager deze voet, des te meer zullen kosten en baten die later voorvallen, meetellen in het resultaat. (De Nocker et al., 2004)

7.2.5 Groeiscenario's

Zoals reeds eerder gemeld hebben groeiscenario's hun impact op de effecten en dan met name op de effecten voor de scheepvaart. De hoeveelheid schepen die vandaag over de waterlopen varen zal namelijk niet dezelfde zijn als de hoeveelheid in de toekomst. Om de effecten voor scheepvaart dus goed te kunnen inschatten moet ingeschat worden hoe scheepvaart zich zal evolueren in de komende 30 jaar. Om dit te kunnen doen wordt gebruik gemaakt van toegepaste prognoses in ECORYS, 2003. Binnen deze studie worden voor iedere waterweg specifieke groeiscenario's ingeschat voor de periode 2007 en 2020 en dit voor een trend-scenario en een duurzaam scenario. De prognoses voor tussenliggende jaren en jaren na 2020 worden via lineaire interpolatie en extrapolatie afgeleid.

7.2.6 Prijspeil

Om kosten en baten vergelijkbaar te houden, moeten ze allen op hetzelfde prijspeil gebracht worden. Prijspeil gehanteerd in deze studie is het jaar 2005. Kosten die afkomstig zijn uit andere jaren dienen op basis van het verloop van de consumptieprijsindex aangepast te worden. (De Nocker et al., 2004) Onderstaande omrekeningsfactoren zijn afgeleid uit de consumptieprijsindexen voor België. (FOD Economie, 2006)

Tabel 53: Omrekeningsfactoren naar prijspeil 2005 op basis van consumptieprijsindexen (FOD Economie, 2006)

Basisjaar	Omrekeningsfactor naar €2005
1998	1,1514
1999	1,1386
2000	1,1104
2001	1,0836
2002	1,0661
2003	1,0494
2004	1,0278
2005	1,0000

7.3 Binnen- en buitenlandse kosten-batenstudies rond baggeren of verdiepen van vaarwegen.

7.3.1 MKBA Waterbodems (AKWA, 2004)

Kosten-batenstudies die specifiek gericht zijn op baggeren komen weinig voor. In Nederland is in 2004 een maatschappelijke kosten-batenanalyse uitgevoerd die specifiek gericht is op het baggeren van waterbodems (AKWA, 2004). Het gaat hier wel over alle waterlopen in Nederland, dus ook de niet bevaarbare. Parameters gebruikt in deze studie zijn een discontovoet van 4,5% en een periode van bijna 200 jaar (tot 2200). Vooral dit laatste is zeer lang in vergelijking met de meeste andere studies en ook in vergelijking met de periode van 30 jaar die gehanteerd wordt in deze studie. Het referentiescenario waarmee alle andere scenario's in deze studie worden vergeleken is het huidig beleid. Dit betekent dat de baggerinspanning lager is dan de jaarlijkse aanwas

en dat de historische achterstand toeneemt. Alternatieve scenario's zijn enerzijds het verhogen van de baggerinspanning zodat deze gelijk is aan de jaarlijkse aanwas en dus de historische achterstand gelijk blijft aan het huidige peil (standstill) en anderzijds het wegwerken van de historische achterstand en dit over periodes van 10, 25 en 40 jaar.

Voor de kosten worden de kosten van het baggeren zelf, de kosten van het verwerken en de kosten van het storten beschouwd. Ook wordt rekening gehouden met transportkosten vereist voor de verplaatsing van slib van plaats van baggeren naar plaats van verwerking.

Beschouwde baten hebben betrekking op scheepvaart, natuur, water in de stad, landbouw en recreatie. Voor scheepvaart wordt gebruik gemaakt van het PAWN-model. Dit model schat in hoe scheepvaartverkeer zal wijzigen in functie van de gewijzigde diepgang. Hierdoor wordt ingeschat hoeveel de efficiëntie baten (meer aflaaddiepte, schaalvoordelen), de reistijdwinst (kortere route en minder kielweerstand) en de directe modal shift baten (vervangen van wegtransport resulteert in lagere directe kosten en milieu- en veiligheidsbaten) bedragen. Indirecte effecten zoals het aantrekken van nieuwe bedrijven of reistijdwinsten door verminderde congestie op de weg worden niet beschouwd.

Baten voor natuur hebben betrekking op een inschatting van de effecten op ecosystemen. Voor de verwijdering van de meest verontreinigde specie wordt verondersteld dat het functioneren van het ecosysteem verbetert. Voor de verschillende alternatieven wordt ingeschat in welke mate (percentage) dit verbetert t.o.v. het nulalternatief. Dit wordt niet gemonetariseerd en dus ook niet meegenomen in de kosten-batenafweging. Wel kan duidelijk een rangorde tussen de scenario's ingeschat worden wat betreft natuurbaten.

Met de baten van het water in de stad wordt aangegeven dat baggeren potentiële baten kan opleveren voor de ruimtelijke kwaliteit van het stedelijk gebied. Hoeveel deze baten zijn, kon niet ingeschat worden omdat er geen methoden zijn om de relatie tussen baggeren en stank, helderheid, etc. in te schatten. Er wordt enkel aangegeven dat dit mogelijk een positief effect is.

Wat betreft de baten voor landbouw wordt gekeken naar vermindering van inundatieschade en verbetering of het vermijden van een verslechtering van het

waterhuishoudkundig systeem, waardoor oogstverliezen vermeden worden. Het gaat hier dan over de talrijke grachten die zich tussen landbouwgronden bevinden. Dit is zeer specifiek voor Nederland en niet van toepassing in onze studie. Inundatieschade kan mogelijk in sommige gebieden wel beïnvloed worden.

Voor veiligheid tegen overstromen wordt via 2 methodes ingeschat hoe groot de baten van baggeren zijn op dit vlak. Enerzijds wordt ingeschat wat de kost zou zijn van maatregelen die men zou moeten nemen om dezelfde veiligheid te garanderen indien niet gebaggerd zou worden. Anderzijds wordt gekeken hoe de overstromingskans zou wijzigen door te baggeren. Door deze kans te vermenigvuldigen met de te verwachten overstromingsschade bekomt men een veiligheidsbaat. Beide methodes resulteerden in vergelijkbare resultaten. De gemiddelde veiligheidsbaat van baggeren bedraagt in deze studie 10 € per kubieke meter. Dit cijfer is niet bruikbaar in deze studie omdat dit enerzijds gaat over zowel bevaarbare als onbevaarbare waterlopen en anderzijds omdat de situatie in Nederland inzake overstromingen sterk verschilt met Vlaanderen.

Recreatiebaten hebben enkel betrekking op recreatievaart. De algemene betalingsbereidheid voor recreatievaart wordt in de studie als hoog omschreven. Dit betekent dat potentiële baten van baggeren op recreatievaart (minder toegankelijkheidsbeperkingen) groot zijn. Dit wordt enkel kwalitatief aangegeven en niet verder gediversifieerd per alternatief.

De resultaten van de studie worden gepresenteerd in Tabel 54 en tabel 55. De gekwantificeerde baten wegen net op tegen de kosten van het standstill alternatief. Gezien de beschouwde periode van 200 jaar kan dus gesteld worden op basis van een netto-saldo van 0,1 miljoen € dat niet significant kan aangetoond worden dat het verhogen van de baggerinspanning maatschappelijk sterk gewenst is. Wel geven de niet-gekwantificeerde baten aan dat er nog een aantal positieve gevolgen niet in deze afweging zijn meegenomen.

Wat de vergelijking van de termijnen betreft voor het wegwerken van de achterstand zijn de langere termijnen kwantitatief gezien gunstiger. Enkel voor natuur wordt kwalitatief aangegeven dat op kortere termijn baggeren aanzienlijk gunstiger zou zijn voor dit aspect.

Tabel 54: Kosten-batenanalyse van het standstill alternatief (bagger = aanwas) versus huidig beleid (bagger < aanwas) (AKWA, 2004)

Belang	Effect in voorbeeldjaar (2015, in miljoen Euro, prijspeil 2004)	Contante Waarde miljard euro, prijspeil 2004
<u>Kosten</u>		
Baggerinspanning	64	1,1
<u>Monetaire baten</u>		
Scheepvaart ¹⁾	23	0,7
Landbouw	5	0,5
Veiligheid	3	0,1
Totaal		1,2
<u>Overige baten</u>		
Natuur	8 % verbetering t.o.v. situatie huidig beleid	5 % verbetering t.o.v. situatie huidig beleid
Recreatie	Positief	Positief
Stadswater	Positief	Positief
<u>Totaal saldo</u>		0,1 plus baten uit stadswater, natuur

Tabel 55: Kosten-batenanalyse van de projectalternatieven (bijkomende kosten en baten van wegwerken achterstand op verschillende termijnen) (AKWA, 2004)

Belang	Contante Waarde (in miljard euro, prijspeil 2004)		
	10 jaar	25 jaar	40 jaar
<u>Kosten</u>			
Saneringen	0,3	0,1	0,0
Achterstallig onderhoud	0,4	0,3	0,2
Totaal	0,7	0,4	0,2
<u>Monetaire baten</u>			
Scheepvaart	0,7	0,6	0,4
Landbouw	0,1	0,1	0,1
Veiligheid	0,0	0,0	0,0
Totaal	0,8	0,7	0,5
<u>Overige baten</u>			
Natuur	40 % verbetering t.o.v. standstill	20 % verbetering t.o.v. standstill	10 % verbetering t.o.v. standstill
Recreatievaart	Positief	Positief	Positief
Stadswater	Positief	Positief	Positief
<u>Totaal saldo</u>	0,1	0,3	0,3
	plus baten voor:	plus baten voor:	plus baten voor:
	• natuur	• natuur	• natuur
	• recreatievaar	• recreatievaar	• recreatievaar
	t	t	t
	• stadswater	• stadswater	• stadswater

7.3.2 Maatschappelijke kosten-batenanalyse Schelde-Seine verbinding (Belconsulting, 2005)

In deze kosten-batenanalyse worden verschillende alternatieven onderzocht voor de verdere uitbouw van de Leie als verbinding tussen de Schelde en de Seine. Het gaat hierbij dus niet om het baggeren en wegwerken van historische achterstand, maar om het vergroten van de capaciteit. Dit betekent dat naast verdiepen de waterweg ook verbreed kan worden en dat er ook werkzaamheden aan infrastructuur als bruggen en sluizen, worden uitgevoerd. Vier alternatieven worden onderscheiden naargelang

diepgang en breedte van de vaarweg. Het onderscheid zit enerzijds in de maximale grootte van schepen (CEMT-klasse Vb i.p.v. klasse IV en Va) en gelijktijdig één- of tweerichtingsverkeer.

De kosten in de afweging betreffen aanleg- en investeringskosten en beheer- en onderhoudskosten. De directe batenposten zijn positieve gevolgen door schaalvergroting (kostprijzdaling), capaciteitsbaten hetgeen resulteert in extra vervoerstroom door binnenvaart ter vervanging van wegverkeer en baten door verandering van vaarroute (voor een aantal schepen zal het korter en sneller zijn om vanuit België naar Frankrijk te reizen via de Leie). Externe veiligheidsbaten hebben betrekking op verkeersveiligheid, emissies en congestie omwille van de vervanging van wegverkeer door binnenvaart. De periode die beschouwt wordt is deze van 2010 tot 2045. Voor de periode na 2045 wordt nog een restwaarde gerekend.

Met name interessant in deze studie is de wijze waarop vervoersstromen worden ingeschat in de verschillende alternatieven. Vertrekpunt is een autonome jaarlijkse groei van de stromen van 1,4% per jaar. Dit groeipercentage is afgeleid uit gegevens uit het verleden en de relatie tussen de ontwikkeling van industrie in België en de groei van de binnenvaart op de Leie. Vervolgens is gekeken hoe beleidsmaatregelen deze autonome groei verder beïnvloeden. Met name omwille van het kaaimurenprogramma en de verdere uitbouw van containerterminals een additionele hoeveelheid vervoerde tonnen door binnenvaart ingeschat. Op basis van standaard vlootverdelingstabellen is vervolgens ingeschat hoe de vlootsamenstelling zal zijn bij de verschillende alternatieven. Het kostprijsverschil dat hieruit resulteert is de basis voor de inschatting van de baten voor scheepvaart. Naast voordelen voor bestaande stromen wordt ook via prijselasticiteiten ingeschat hoe de totale hoeveelheid vervoerde goederen verder zal toenemen per alternatief omwille van deze lagere kostprijs.

De resultaten wijzen uit dat de kleinste en dus ook goedkoopste vergroting van de diepgang (krappe breedte, eenrichtingsverkeer voor klasse Vb) het meest gunstige alternatief is. Met name de veel lagere kosten geven hiervoor de doorslag. Voor alle andere alternatieven zijn bovendien de kosten groter dan de baten, hetgeen erop wijst dat het niet evident is om diepgang verder te vergroten ten voordele van scheepvaart.

7.3.3 Verkenning bereikbaarheid Zuidoost-Brabant (NL) over water (BERZOB, 2004)

In deze studie worden verschillende alternatieven onderzocht om de bereikbaarheid over water van de regio Zuidoost-Brabant te verbeteren. Enerzijds wordt onderzocht wat de kosten en baten zijn van het uitbreiden van sluizen tot hogere scheepsklassen (III en V), waardoor bepaalde kanalen gedeeltelijk toegankelijk worden voor grotere schepen en het uitbreiden (en dus verdiepen) van volledige kanalen. Wat de bestudeerde kosten en baten betreft, sluit dit aan bij de studie van de Seine-Schelde verbinding. Baten voor scheepvaart hebben betrekking op verhoging van efficiëntie (grotere schepen, kortere vaartijd) en modal shift baten (vervanging wegverkeer door scheepvaart met gevolgen op transportkosten, emissies, congestie en verkeersveiligheid). De beschouwde periode in deze studie is 50 jaar en de gehanteerde discontovoet 4%.

Wat de resultaten betreft is opvallend dat wederom het minst ingrijpende alternatief met de laagste kosten het beste resultaat haalt. Wel is het in deze studie zo dat alle alternatieven positief scoren of dat m.a.w. de baten overal groter zijn dan de kosten. Vooral de voordelen van de transportkosten door modal shift wegen zwaar door in deze studie en worden hoog ingeschat.

7.4 Methodologie toegepast in deze studie

7.4.1 Stap 1: Analyse van de huidige situatie

Een eerste stap betreft de inventarisatie van de gegevens van de huidige situatie. Dit betekent dat getracht wordt volgende vragen te beantwoorden:

- *Scheepvaart*: hoeveel goederen worden vervoerd via de waterweg en met welke scheepstypes, wat zijn de knelpunten voor scheepvaart op dit ogenblik?
- *Kwaliteit*: wat is de kwaliteit van het oppervlaktewater en van de waterbodem op dit ogenblik?
- *Kwantiteit*: wat zijn de problemen met overstromingen op dit ogenblik? Vonden er overstromingen plaats in de voorbije decennia?
- *Baggerinspanning*: waar en hoeveel wordt op dit ogenblik en in de voorgaande jaren gebaggerd?

7.4.2 Stap 2: Bepaling referentiesituatie en alternatieven

Op basis van de resultaten uit de eerste stap worden in een tweede stap voor de hand liggende en zinvolle opties opgesteld die met elkaar afgewogen kunnen worden. De te onderzoeken alternatieven moeten zeer duidelijk gedefinieerd worden zodat de gevolgen zo goed mogelijk in kaart worden gebracht.

Belangrijk bij het maken van een kosten-batenafweging en het inschatten van de effecten is de vastlegging van de referentiesituatie of het zogenaamde 0-alternatief. Indien effecten van een scenario vergeleken worden is dit telkens t.o.v. een andere situatie. Deze situatie is de referentiesituatie van de studie. Dezelfde referentiesituatie dient toegepast te worden voor alle scenario's om een vergelijking mogelijk te maken. De referentiesituatie die voor de hand ligt binnen dit vraagstuk is het behoud van de huidige diepgang. Dit betekent dat de jaarlijkse inspanning voor baggeren gelijk wordt gesteld aan de jaarlijkse aangroei van baggerspecie. Dit betekent niet noodzakelijk dat dit gelijk is aan de inspanningen die op dit ogenblik worden uitgevoerd, aangezien meestal de hoeveelheid baggerspecie die uit de rivieren verwijderd wordt, lager is dan de jaarlijkse aangroei.

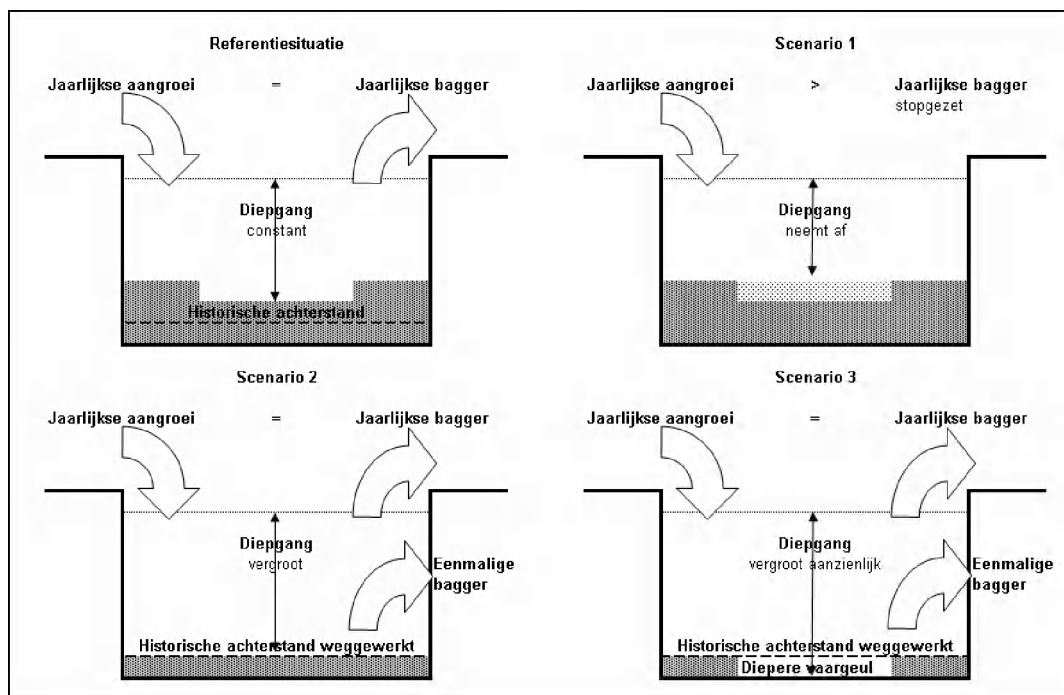
Scenario's die zullen vergeleken worden, gaan ervan uit dat de hoeveelheid te baggeren specie groter of kleiner zal zijn dan in de 0-variant. Een grotere inspanning betekent dat de historische achterstand wordt weggewerkt en eventueel de diepgang verder wordt vergroot. Een kleinere inspanning betekent dat de diepgang verder zal afnemen in de loop der jaren.

Volgende drie scenario's zijn hierbij te onderscheiden:

- Scenario 1: Stopzetting van baggerwerkzaamheden.
- Scenario 2: Wegwerken historische achterstand en vervolgens behoud van deze diepte.
- Scenario 3: Vergroten voorziene diepgang en vervolgens behoud van deze diepte.

7.4.3 Stap 3: Bepaling van slibbalans en verandering in hoeveelheid te baggeren slib in alternatieven

Nadat het referentiescenario en de alternatieven zijn vastgelegd, is een volgende stap het bepalen van de hoeveelheid slib die moet verwijderd worden. Dit betekent dat voor het studiegebied een slibbalans dient opgesteld te worden, waarbij aangegeven wordt hoeveel slib actueel aanwezig is, hoeveel er jaarlijks bijkomt en hoeveel er mag aanwezig zijn in het scenario. Het verschil tussen de toegelaten hoeveelheid en het actueel aanwezige slib bepaalt de eenmalige "inhaalbeweging" die vereist is om de diepgang terug op peil te brengen. De hoeveelheid die er jaarlijks bijkomt, bepaalt de jaarlijkse inspanning die in de toekomst nog vereist is om de diepgang op peil te houden.



Figuur 48: Slibbalansen in de verschillende scenario's

De hoeveelheid slib bepalen die eenmalig en jaarlijks verwijderd moet worden is niet eenvoudig. Een belangrijke informatiebron zijn hierbij baggerinspanningen uit het verleden. Deze inspanningen geven een indicatie over de gemiddelde jaarlijkse aangroei.

Voor de vergroting van de diepgang (scenario 3) kan op basis van scheepsafmetingen worden ingeschat met hoeveel de vaargeul moet vergroten. Onderstaande figuur geeft een overzicht van de doorsnedes van scheepstypes (diepte x breedte). Het percentage geeft aan met hoeveel de doorsnede toeneemt t.o.v. het vorige type. Een schip van klasse Va heeft een doorsnede die 34% groter is dan klasse IV. Dit percentage kan toegepast worden op de huidige baggerinspanning als minimum inschatting voor de bijkomende inspanning. We gaan er dan vanuit dat enkel op huidige knelpunten bijkomend gebaggerd wordt. Een maximum inschatting is dat deze bijkomende doorgang voorzien moet worden over de gehele lengte van de waterloop. In de gevalstudie later wordt verondersteld dat de diepgang vergroot wordt over een breedte van 2x de scheepsomvang zodat de grootste schepen ook voldoende manoeuvreerruimte te hebben.

I	II	III	IV	Va
	+ 49%	+ 24%	+ 16%	+ 34%
5,05 x 2,2m	6,6 x 2,5m	8,2 x 2,5m	9,5x2,5m	11,4 x 3m

Figuur 49: Doorsnede van scheepstypes (CEMT-klasse) en toename t.o.v. voorgaande klasse

7.4.4 Stap 4: Bepaling van bagger- en verwerkingskosten

Indien de hoeveelheid slib bepaald is die eenmalig en jaarlijks verwijderd moet worden, kan geschat worden wat de kosten zullen zijn om dit slib uit de rivier te verwijderen. Kosten voor slibverwijdering zijn beschikbaar in de literatuur. Een overzicht van gegevens in Vlaanderen staat in Tabel 56.

Tabel 56: Literatuuroverzicht baggerkosten (inclusief transport tot verwerkingsplaats)

Bron	Baggerkosten
Ontwerp uitvoeringsplan (OVAM,2003)	1 – 5 € / m ³ , excl. transport
KBA Seine-Schelde (Belconsulting, 2005)	12,15 €/m ³
SUP-BRS (versie september 2005) (Bal, 2005)	10 - 15 € / tds
<i>Toegepaste waarde in analyse</i>	<i>10 € / tds of 12,5 €/m³ *</i>

* Gemiddelde dichtheid van slib bedraagt ongeveer 0.80 tds/m³ (Bal, 2005)

Een tweede kost naast het effectief baggeren is de verwerking van de specie. Voor de verwerking van in-situ bagger- of ruimingsspecie zijn de kosten afhankelijk van de eigenschappen van de specie (zandige specie, matig zandige specie of slibrijke specie), het type en gehalte aan verontreinigingen en het droge stof gehalte na baggeren. Verschillende Vlaamse bronnen (VITO, 2005) (OVAM, 2003) baseren zich op de studie uitgevoerd door VITO en IMDC in 2002 over de evaluatie van slibverwerkingstechnieken. In deze studie worden kosten ingeschat voor 5 ketens van verwerking.

Tabel 57: Verwerkingskosten voor verschillende verwerkingsketens in €/tds (VITO-IMDC, 2002)

Verwerkingsketen	Zandrijke specie	Niet-zandrijke specie
Ontwatering en hergebruik	23-50	
Landfarming en hergebruik	31-51	
Ontwatering, koude immobilisatie en hergebruik	23-27	42-56
Zandafscheiding, ontwatering slibfractie en storten/immobilisatie slibfractie	24-39	51-66
Ontwatering en storten.	58-120	

In Bal, 2005 worden de kosten voor de afzonderlijke bewerkingen ontwateren, zandafscheiding en bergen ingeschat op resp. 30, 55 en 40 €/tds. De gemiddelde kost voor verwerking van slib wordt ingeschat op 70 €/tds. Deze kosten vallen binnen de range in bovenstaande tabel. De eenheidskosten gehanteerd in Belconsulting, 2005 liggen afhankelijk van de locatie tussen 25 en 50 € per tds (bij dichtheid van 0,8 tds/m³). In vergelijking met andere studies ligt dit eerder aan de lage kant.

Welke verwerkingstechniek kan toegepast worden (hergebruik of storten), is mede bepaald in VLAREA. De indeling in TKB-klassen en toegelaten verwerkingstechnieken volgens VLAREA kan niet naast elkaar gelegd worden. (OVAM, 2003) Dit betekent dat voor de inschatting van de kost voor verwerking TKB-gegevens onvoldoende zijn. Indien detailgegevens inzake het opgegraven slib ontbreken, wordt de gemiddelde kost van Bal, 2005 van 70 €/tds of 87,5 €/m³ gehanteerd.

7.4.5 Stap 5: Bepaling van impact op scheepvaart

Zoals reeds eerder beschreven heeft de diepgang van een vaarweg belangrijke impact op de scheepvaart. Inschatting van de impact op scheepvaart in monetaire termen is dus een logische volgende stap in de methodologie.

7.4.5.1 Impacten op scheepvaart door baggeren.

Volgende impacts zijn te verwachten voor de scheepvaart als gevolg van een verhoging in diepgang (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2002):

Reistijdwinsten: Dit zijn de gevolgen op de reistijd voor schepen als gevolg van de wijziging. Door een verhoging van diepgang ontstaat mogelijk een alternatieve, kortere route voor bepaalde schepen waardoor deze sneller een specifieke bestemming kunnen bereiken.

Efficiëntiewinsten: Grotere types van schepen kunnen zich begeven op dezelfde waterweg, waardoor de relatieve kost per ton goederen of per container kan afnemen. Ook is het mogelijk dat door een geringe diepgang schepen niet van hun volle capaciteit kunnen gebruik maken op een bepaalde waterweg en bijvoorbeeld slechts voor de helft gevuld worden. Indien de diepgang verhoogt zal ook de efficiëntie van deze schepen sterk toenemen.

Effecten op modal shift. Verhoging van diepgang kan mogelijk nieuwe transportstromen veroorzaken, waardoor bestaand wegtransport wordt vervangen door binnenvaart. De maatschappelijke kost hiervan is mogelijk aanzienlijk. In vergelijking met wegtransport is binnenvaart energie-efficiënter, minder schadelijk voor luchtverontreiniging en veroorzaakt binnenvaart geen bijkomende congestie.

Uiteraard heeft een vermindering van diepgang een omgekeerd effect zoals hierboven omschreven. Wat betreft het soort impacts is dit wel gelijkaardig. Alleen zijn de effecten negatief i.p.v. positief.

Reistijdwinsten zijn in Vlaanderen minder van toepassing, mits het netwerk van bevaarbare waterlopen onvoldoende geconcentreerd is om echt te kunnen spreken van alternatieve routes waartussen gekozen kan worden. Het wegvallen van verbindingen zal waarschijnlijk niet resulteren in binnenvaarttransport via andere routes, maar in een toename van wegtransport. Dit valt dus onder de effecten op modal shift. Reistijdwinsten komen niet aan bod binnen dit onderzoek.

Efficiëntiewinsten zijn wel van toepassing. Indien de diepgang aanzienlijk verbetert (bijvoorbeeld in scenario 4), is er mogelijk sprake van verhoging van de CEMT-klasse die zich op de vaarweg kan begeven. Ook zijn er waterwegen bekend in Vlaanderen waar schepen niet in staat zijn om op volle capaciteit te varen omwille van te geringe diepgang. Dit betekent dat de historische achterstand zodanig is opgelopen dat de schepen van de CEMT-klasse waarvoor de waterweg ontworpen is, zich niet meer over de volledige lengte van de waterweg zonder problemen kunnen begeven.

Effecten op modal shift zijn vanzelfsprekend ook van toepassing in Vlaanderen. Problemen met het wegtransport zijn gekend. Congestie is een veel voorkomend fenomeen. Effecten van modal shift zijn dus mogelijk significant.

7.4.5.2 Inschatting van interne en externe transportkosten.

De inschatting van de effecten op scheepvaart in monetaire termen kan gebaseerd worden op beschikbare gegevens uit de literatuur rond interne en externe kosten van scheepvaartverkeer en wegverkeer. Interne kosten zijn hierbij de directe vervoerskosten of de kosten die een transporteur maakt om een container of een vracht te vervoeren. Externe kosten kunnen aanzien worden als kosten die reëel zijn voor de maatschappij,

maar waarvoor geen directe financiële vergoeding plaatsvindt en waarmee dus ook geen rekening gehouden wordt op het moment van de investeringsbeslissing. Belangrijke externe kosten zijn hierbij bijdrage tot congestie, luchtverontreiniging en ongelukken.

Gegevens over de interne, directe kosten voor binnenvaart zijn weinig beschikbaar. Bovendien zijn gegevens vereist per CEMT-klasse omdat deze gegevens het mogelijk maken om in te schatten hoe de kosten veranderen bij een verandering in diepgang. In bijlage C wordt in detail aangegeven hoe de interne kosten voor binnenvaart per klasse worden afgeleid.

Tabel 58: Interne kosten binnenvaart voor verschillende scheepstypes volgens RA et al., 2002 en eigen berekeningen

Scheepstype	CEMT	Kost (€/1000 tonkm)
Spits	I	30,4
Kempenaar	II	18,4
Dortmunder	III	15,7
Rijn-Herne	IV	11,4
Rijnschip	Va	8,9

Om de voordelen van modal shift op vlak van interne kosten te kunnen inschatten, worden bovenstaande kosten vergeleken met de interne kosten voor wegverkeer.

Tabel 59: Literatuuroverzicht interne kosten wegverkeer per tonkm

Bron	Prijspeil	Kost in €/ 1000 tonkm
RA et al., 2002	2001	40 – 99
Ecorys 2005	2002	150
Estarte 2001	1998	100
<i>Toegepaste waarde in analyse</i>	<i>2001</i>	<i>100</i>

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de externe kosten van verschillende modi volgens verschillende bronnen uit VITO, 2004. De kosten berekend door VITO zijn hierbij specifiek ingeschat voor Vlaanderen, terwijl de andere cijfers Europese gemiddeldes zijn. De cijfers van VITO zullen daarom gehanteerd worden in de methodologie om de impact van baggeren op modal shift in te schatten. Het verschil in

externe kosten tussen binnenschip en vrachtwagen is hierbij de externe maatschappelijke baat per tonkm vervoerde goederen.

Tabel 60: Externe kosten van goederentransport voor verschillende modi in €/1000 tonkm volgens verschillende bronnen uit de literatuur (VITO, 2004)

Externaliteit	Vrachtwagen			Binnenschip			Trein		
	Vito	EC	Planco	Vito	EC	Planco	Vito	EC	Planco
Ongelukken	22,8	5,4	37,8	0,07	0,0	0,3	1,6	1,5	2,3
Lawaai	4,4	2,1	7,4	<0,1	0,0	0,0	2,8	3,5	12,7
Emissies	9,1	8,7	29,1	5,4	3,0	4,2	0,4-9,46	4,3	3,5
Congestie	5,4	5,5	1,2	vw	vw	0,0	vw	0,2	0,0
Infrastructuur	1,9	2,5	0,0	0,7	1,0	0,0	0,2	2,9	0,0
Ruimtebeslag	-	-	1,3	-	-	0,0	-	-	0,4
Bodem- en watervervuiling	-	-	8,6	-	-	0,0	-	-	0,0
Totaal	43,5	24,1	85,4	6,2	5,0	4,5	7,1	12,3	19,0
Verskil met vrachtwagen	-	-	-	37,3	19,1	80,8	36,4	11,8	66,3

VITO: specifiek ingeschat voor deze studie; EC: Europese COM(2002)54 definitief; Planco: Planco Consulting GmbH, Essen (~1996)

De externe kost voor binnenvaart wordt niet ingeschat per scheepstype. Idealiter zou dit het geval moeten zijn om de maatschappelijke gevolgen in detail in te schatten. Dit is echter niet mogelijk binnen deze studie. Bovendien zal dit ook geen significante verschillen geven. De externe kosten van binnenvaart betreffen hoofdzakelijk emissies. Mits emissies nauw verbonden zijn met brandstofverbruik en uit RA et al. 2002 blijkt dat het brandstofverbruik per tonkm niet sterk verschilt per type, zullen externe kosten per scheepstype ook weinig verschillen. Dit zal dus geen grote impact hebben bij de inschatting van de effecten op scheepvaart.

7.4.5.3 Inschatting van effecten op transportstromen

In de referentiesituatie is voor de verschillende waterlopen gekend hoeveel ton jaarlijks geladen of gelost wordt op plaatsen langs de waterloop en hoeveel ton jaarlijks via deze waterloop getransporteerd wordt naar andere plaatsen op het waterwegennet

(doorvaart). (cijfers NIS voor jaar 2003) Ook zijn prognoses opgesteld hoe dit aantal ton gaat evolueren naar 2007 en 2020. (ECORYS, 2003) Door interpolatie en extrapolatie kan voor de tijdsperiode van 30 jaar de goederenstromen voor de desbetreffende waterloop ingeschat worden bij behoud van de huidige diepgang.

De inschatting van de effecten op deze transportstromen zullen hoofdzakelijk gericht zijn op het inschatten van efficiëntiewinsten. Door een vermindering van diepgang zal het vervoer van de grootste klasse vervangen worden door een kleinere klasse met een stijging van de interne kost tot gevolg. Andersom zal bij een verhoging van diepgang de grootste klasse vervangen worden door een nog grotere klasse. Voor transport dat op dit ogenblik gebeurt door klassen met kleinere diepgang wordt verondersteld dat dit niet zal veranderen door een wijziging van diepgang. Welke klassen dit zijn zal afhangen van de maximale CEMT-klasse in de referentiesituatie en de diepgang van kleinere klassen (zie onderstaande tabel).

Tabel 61: Beschrijving omvang schepen per CEMT-klasse (PBV, 2006)

CEMT klasse	Scheepstype	Lengte (m)	Breedte (m)	Diepgang (m)	Hoogte (m)	Tonnage (t)
I	Spits	38,5	5,05	1,80 - 2,20	3,7	250 - 400
II	Kempenaar	50,00 - 55,00	6,6	2,5	3,70 - 4,70	400 - 650
III	Dortmund-Ems Kanaal	67,00 - 80,00	8,2	2,5	4,7	650 - 1000
IV	Rijn-Herne Kanaal	80,00 - 85,00	9,5	2,5	4,95 - 6,70	1000 - 1500
Va	Rijnschip	95,00 - 110,00	11,4	2,50 - 4,50	4,95 - 8,80	1500 - 3000
Vb	Duwkonvooi	172,00 - 185,00	11,4	2,50 - 4,50	4,95 - 8,80	3200 - 6000
Vla	Duwkonvooi	95,00 - 110,00	22,8	2,50 - 4,50	6,70 - 8,80	3200 - 6000
Vlb	Duwkonvooi	185,00 - 195,00	22,8	2,50 - 4,50	6,70 - 8,80	6400 - 12000

Om de baten van modal shift naar behoren in te schatten is een macro-economische benadering vereist waarbij met behulp van een economisch model wordt ingeschat hoe transport zal beïnvloed worden door de kostprijzdaling en capaciteitsuitbreiding van transport via de Bovenschelde. Binnen deze masterproef is dit niet mogelijk. Enkel vervanging van alle bestaande transport via binnenvaart door wegverkeer wordt als een maximum scenario beschouwd bij stopzetting van baggeren.

7.4.6 Stap 6: Bepaling van impact op waterkwaliteit

Impact op waterkwaliteit van baggeren is moeilijk in te schatten. Dit blijkt uit voorgaande hoofdstukken. Enerzijds zullen er positieve effecten optreden voor het aquatisch milieu doordat de bodem geruimd en gesaneerd wordt. Anderzijds zullen er ook negatieve effecten zijn op fauna, flora en landschap, op de fysische eigenschappen van de waterloop en op de biologisch actieve bodem. Kwantitatieve gegevens over de effecten zijn niet beschikbaar. Bovendien zullen effecten sterk afhangen van de gebruikte baggertechnieken (zie eerder).

De kwaliteit van slib hangt ook samen met de kwaliteit van oppervlaktewater. Verwijdering van verontreinigd slib moet gepaard gaan met een verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater om blijvende effecten te realiseren op kwaliteitsgebied. Een eenmalige baggerinspanning zal geen positieve effecten realiseren indien de kwaliteit van het water zelf slecht blijft. Dit maakt een beoordeling nog moeilijker. Het is moeilijk om de effecten van baggeren op kwaliteit los te zijn van het integrale waterbeheer in al zijn facetten.

Gegevens zijn wel beschikbaar over de kwaliteit van het slib (TKB-klasse) en de kwaliteit van het oppervlaktewater. In de afweging wordt verondersteld dat effecten op waterkwaliteit positiever zullen zijn naargelang een grotere hoeveelheid slib van slechte kwaliteit wordt gebaggerd. Een gelijkaardige benadering werd bijvoorbeeld toegepast in De Brucker, 2000. Volume te bergen bodemmateriaal met potentieel risico voor verontreinigen wordt als een criterium gehanteerd binnen een multi-criteria benadering. Hoe meer materiaal van slechte kwaliteit (Triade-klasse 3 en 4) verwijderd en geïsoleerd wordt, hoe beter.

7.4.7 Stap 7: Bepaling van impact op waterkwantiteit

Wat de impact op waterkwantiteit betreft, zouden idealiter simulaties kunnen uitgevoerd worden met een waterkwantiteitsmodel om in te schatten hoe overstromingskansen beïnvloed worden door de baggerwerkzaamheden. Door dit te koppelen aan bodemgebruikskaarten en schadefuncties die het verloop van de schade in functie van de overstromingsdiepte weergeven, zou dan vervolgens kunnen ingeschat worden hoe de overstromingsschade beïnvloed wordt. Door de vermeden schade te vermenigvuldigen met de kans van voorkomen bekomt men de jaarlijkse verandering in

overstromingsrisico of ook de veiligheidsbaat van de werkzaamheden. Hierbij dient wel rekening gehouden te worden met mogelijke verschuivingen van overstromingen naar stroomafwaarts gelegen gebieden. Deze werkwijze is bijvoorbeeld toegepast in de Maatschappelijke Kosten-Batenanalyse voor veiligheid tegen overstromen in het Schelde-estuarium (De Nocker et al., 2004). Binnen het kader van deze masterproef is het uitvoeren van zulke berekeningen niet mogelijk. Naar verwachting zullen baggerwerkzaamheden langs bevaarbare waterlopen ook geen grote veiligheidsbaten opleveren.

Om in te schatten wat het mogelijke belang van de impact op waterkwaniteit is in vergelijking met andere impactcategorieën, wordt wel een analyse gemaakt van de huidige overstromingsschade in het gebied. Gegevens zijn beschikbaar over de schades die zijn aangegeven bij de verzekeringen voor de periode 1993-2002 (FOD binnenlandse zaken, 2003). Het vermijden van de gemiddelde jaarlijkse schade die werd opgelopen in deze periode in de gemeentes die grenzen aan de waterloop is een benadering voor de maximaal te bereiken effecten op waterkwaniteit door baggeren. Deze cijfers worden enkel meegenomen in de maximum-inschatting van de baten bij een verdieping omdat het verband met diepgang niet wordt aangetoond. Dit geeft tevens aan of de effecten op waterkwaniteit mogelijk significant of niet significant zijn.

7.4.8 Stap 8: Kosten-batenafweging

Een volgende stap is de kosten-batenafweging voor alle scenario's. Dit zal gaan volgens de principes beschreven in paragraaf 7.2. Op basis van de netto contante waarde van de verschillende scenario's kan een vergelijking gemaakt worden. Indien blijkt dat de uitkomsten voor een aantal scenario's vergelijkbaar zijn, zal ook gekeken worden naar kwalitatief ingeschatte factoren.

7.4.9 Stap 9: Sensitiviteitsanalyse

In de sensitiviteitsanalyse wordt tenslotte onderzocht hoe de besluiten in stap 8 beïnvloed worden bij een verandering in aannames. Aannames zijn hierbij o.a. discontovoet, beschouwde periode en de parameters om kosten en baten in te schatten. Hierbij zullen niet alle mogelijke combinaties getest worden, maar zal een combinatie gemaakt worden van minimum en maximum waardes van de verschillende parameters.

Indien zowel bij de minimum als bij de maximum inschatting de conclusies gelijk blijven, kan men spreken van een robuust besluit.

8. TOEPASSING ECONOMISCH AFWEGINGSKADER VOOR DE BOVENSCHELDE

8.1 Stap 1: Analyse van de huidige situatie op de Bovenschelde

8.1.1 Scheepvaart

8.1.1.1 Bevaarbaarheid

Volgens PBV, 2006 en ECORYS, 2003 is de waterloop opwaarts van Bossuit bevaarbaar voor schepen met een lengte tot 110 meter en een breedte tot 11,5 meter (Klasse V). Vanaf Bossuit tot de grens met Wallonië en ook in het Waalse gedeelte wordt een diepgang gegarandeerd van 3 meter en een vrije hoogte van 7 meter (Klasse IV). Andere bronnen (RIS Vlaanderen, 2006 en AMINAL Water, 2004) wijzen erop dat de Bovenschelde vanaf Asper toegankelijk is voor schepen van maximaal klasse IV. Deze laatste bronnen zijn volgens AWZ (V. De Vlieger, persoonlijke communicatie 2006) het meest correct en zullen als basis gebruikt worden bij de verdere studie. Diepgang volgens RIS Vlaanderen, 2006 bedraagt 3 m tot Asper en vanaf Asper tot de grens slechts 2,6 m. Deze waardes zullen eveneens gehanteerd worden verder in het rapport.

Stroomafwaarts van de Bovenschelde kan via de Ringvaart in Gent de havens van Antwerpen en Gent bereikt worden. Stroomopwaarts is er een aansluiting van het Kanaal Bossuit-Kortrijk. De doorsteek naar de Leie via dit kanaal is wel slechts mogelijk voor klasse I – schepen. Ook kunnen stroomopwaarts klasse IV-schepen via de Bovenschelde de haven van Charleroi en het Franse waterwegennet bereiken.

Het Vlaams gedeelte van de Bovenschelde bevat 6 sluizen. Drie sluizen bevinden zich ten noorden van de Ringvaart Gent en maken geen deel uit van het hoofdwaterwegennet. De andere drie sluizen hebben wel grote invloed op de binnenvaart. Deze sluizen vormen zowel nu als met name in de toekomst een capaciteitsknelpunt. De comfort capaciteit van de sluis in Asper bedraagt bijvoorbeeld 5,5 miljoen ton per jaar. (ECORYS, 2003). Aangezien het vervoer in 2003 meer dan 10 miljoen ton bedroeg, heeft dit wachttijden aan de sluis tot gevolg. (in 2001 gemiddeld 43

minuten). Vergroting van de capaciteit van deze sluizen is essentieel indien verdere uitbreiding van de waterwegcapaciteit vereist is.

8.1.1.2 Scheepvaartverkeer

Uit cijfers van AWZ blijkt dat ruim 2 miljoen ton lossingen jaarlijks plaatsvinden op de Bovenschelde. Belangrijke laad- en losplaatsen langs de Overschelde zijn Avelgem, Kluisbergen, Oudenaarde, Gavere en Zwijnaarde. In Avelgem heeft vooral de aanwezigheid van een containerterminal positieve impact op de hoeveelheid getransporteerde goederen. Het aantal ladingen ligt aanzienlijk lager. De belangrijkste rol van de Bovenschelde is echter de verbinding van de zeehavens van Antwerpen, Gent en Zeebrugge met Frankrijk en Wallonië. Dit kan ook afgeleid worden wanneer het totale tonnage vergeleken wordt met de ladingen en lossingen. In 2003 bedraagt het totale tonnage bijna 10 miljoen ton, terwijl de ladingen en lossingen slechts 2,4 miljoen ton bedragen. Dit betekent dat ruim 7,5 miljoen ton doorvaart plaats vindt via de Bovenschelde of 3 maal zoveel lading doorgevoerd wordt in vergelijking met de ladingen en lossingen ter plaatse.

Tabel 62: Scheepvaartverkeer op de Bovenschelde in Vlaanderen (Aminal, 2004)

Jaar	Ladingen		Lossingen		Totaal geladen schepen	Tonnage	Ton kilometer
	Schepen	Tonnage (t)	Schepen	Tonnage (t)			
2000	293	59.760	2.369	2.117.161	13.964	8.772.323	374.541.142
2001	256	58.887	2.474	2.314.953	14.211	9.659.514	409.528.974
2002	279	75.183	2.552	2.380.079	13.214	9.482.215	398.723.038
2003	280	78.928	2.527	2.342.249	14.057	9.937.895	419.357.832

8.1.1.3 Knelpunten voor de scheepvaart inzake diepgang

De diepgang is voor de scheepvaart op dit ogenblik geen groot knelpunt. Dit blijkt uit een interview en verschillende databronnen. Uit een interview met het districtshoofd van de Bovenschelde (zie bijlage D) blijkt dat de slibproblematiek voor scheepvaart slechts op een beperkt aantal punten van toepassing is: op kruispunten van waterlopen en zwaibekkens (plaats waar schepen draaien). Door de lagere stroomsnelheid op deze plaatsen zal slib opgewoeld op andere plaatsen hier neerslaan. Op andere plaatsen zijn

schepen krachtig genoeg om door slib heen te varen. Bovendien stuwen schepen slib weg waardoor centraal diepere vaargeul ontstaat. Het scheepvaartverkeer is ook druk genoeg (+/- 80 schepen per dag) om de vaarweg open te houden.

Dat diepgang geen groot probleem is voor de scheepvaart kan ook afgeleid worden uit ECORYS, 2003. De maatregelen die in deze studie omschreven worden om de capaciteitsknelpunten op de Bovenschelde op te lossen, hebben geen betrekking op baggerwerkzaamheden. De maatregelen zijn eerder gericht op het uitbreiden van het bedieningsregime van de sluizen. Dat dit het grootste knelpunt is, blijkt ook uit een artikel uit Binnenvaart (PBV, 2005). In dit artikel wordt gesproken over het uitbreiden van het bedieningsregime 's nachts. Door deze uitbreiding verwacht men een stijging van de goederentrafiek. Wachttijden aan sluizen zullen verminderen. Problemen met diepgang worden niet aangehaald binnen dit artikel als bottleneck. Ook in de berichten aan de schipperij (ris vlaanderen, 2006) wordt weinig gesproken over diepgangbeperkingen. Wel wordt in deze berichten melding gemaakt van hinder door baggerwerkzaamheden op een aantal specifieke locaties. Met name werden volgende baggerwerkzaamheden gemeld:

- vaargeul rechteroever ter hoogte van de containerkaai te Avelgem (aanvang juli 2006)
- kruising van de Bovenschelde met de Ringvaart om Gent in Merelbeke. (aanvang januari 2006)
- zwaaiком te Kerkhove (baggeren afgerond in april 2005)

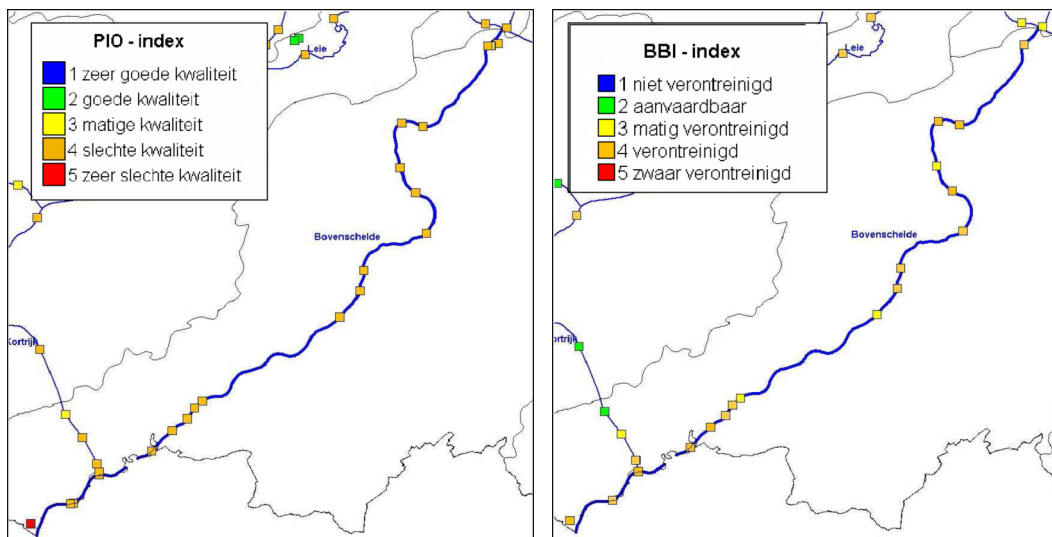
Deze locaties bevestigen de bevindingen uit het interview dat vooral op kruispunten en zwaaikommen gebaggerd wordt.

Ook in het bekkenbeheersplan voor de Bovenschelde (Aminal, 2004) hebben de meeste knelpunten wat betreft de Bovenschelde zelf betrekking op infrastructuur. Dimensies en doorvaarthoogten van kunstwerken, afkalving van oevers en verdere uitbouw van het kaaimurenprogramma worden als belangrijke acties aangegeven. Ook baggeren wordt vermeld. Het gebrek aan bergingslocaties wordt aanzien als een afremming voor de noodzakelijke baggerwerkzaamheden.

8.1.2 Kwaliteit van oppervlaktewater en waterbodems

De kwaliteit van het oppervlaktewater op de Bovenschelde is matig tot slecht. Dat blijkt uit voorgaande hoofdstukken en onderstaande figuren.

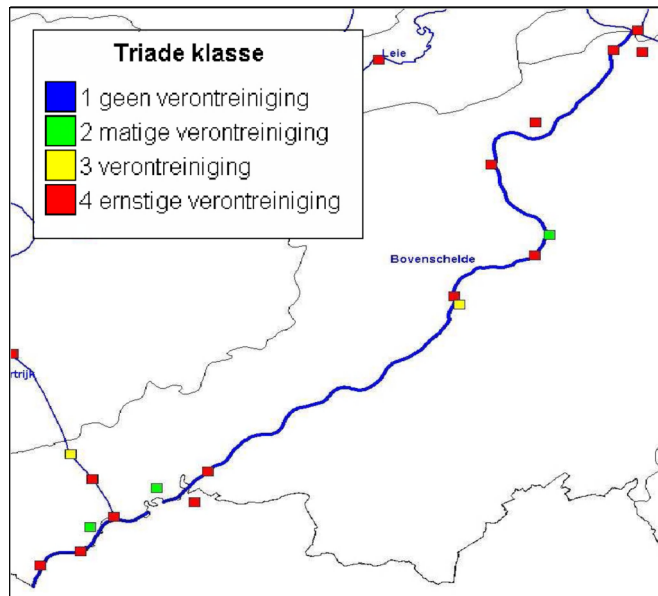
Op vlak van de Prati-index (PIO), die een maatstaf is voor zuurstofverzadiging, scoren nagenoeg alle meetpunten op de Bovenschelde zelf slecht. Alle 16 meetpunten geven aan dat het oppervlaktewater verontreinigd is. Ook op vlak van de BBI-index, dat een maat is voor de biologische waterkwaliteit, scoren alle punten op de Bovenschelde matig tot slecht.



Figuur 50: PIO-index en BBI-index van meetpunten op Bovenschelde (VMM, 2004)

Wat de kwaliteit van de waterbodems betreft, wordt gebruik gemaakt van de Triadeklasse-beoordeling. Deze methode combineert biologische, ecotoxicologische en fysisch-chemische aspecten. Uit voorgaande hoofdstukken en onderstaande figuur blijkt dat de waterbodems op de Bovenschelde volgens de triade-beoordeling ernstig verontreinigd zijn. Alle punten op de Bovenschelde zelf behoren tot klasse 4. Punten op de figuur die anders geclassificeerd zijn, liggen op zijrivieren. Enkel bevaarbare waterlopen zijn aangegeven op de figuur. Deze kwaliteit is ook niet gunstig geëvolueerd in afgelopen decennia. Deze slechte kwaliteit limiteert enerzijds de mogelijkheden voor

hergebruik, maar anderzijds zal ook het mogelijk positief effect op de waterkwaliteit aanzienlijk zijn.



Figuur 51: Triade klasse beoordeling waterbodems Bovenschelde (VMM, 2005)

8.1.3 Waterkwantiteit

Uit een gesprek met het districtshoofd van de Bovenschelde (zie bijlage D voor het verslag) blijkt dat 9. Bijlage D waterkwantiteit (overstromingen) geen groot probleem is langs de Bovenschelde zelf. Alleen langs het deelbekken van de Zwalm zouden er af en toe problemen zijn met hoge waterstanden, maar baggeren op de Bovenschelde zou hier geen impact op hebben. Om dit verder te staven werden bijkomend een aantal documenten onderzocht.

Een eerste belangrijk document dat aangeeft wat de toestand langs de Bovenschelde is, is het bekkenbeheerplan (Bekkenbeheer Bovenschelde, 2003). Binnen de omgevingsanalyse van het beheerplan wordt nauwelijks gesproken over overstromingen. Inzake kwantiteit wordt gemeld dat de waterpeilen op de Bovenschelde constant worden gehouden door stuwen. Deze peilen zijn afgestemd op scheepvaart

enerzijds en beveiliging van aangelanden tegen overstromingen anderzijds. Bij hevige regenval en grote debieten kan dus via de stuwen het peil geregeld worden en overstromingen vermeden worden.

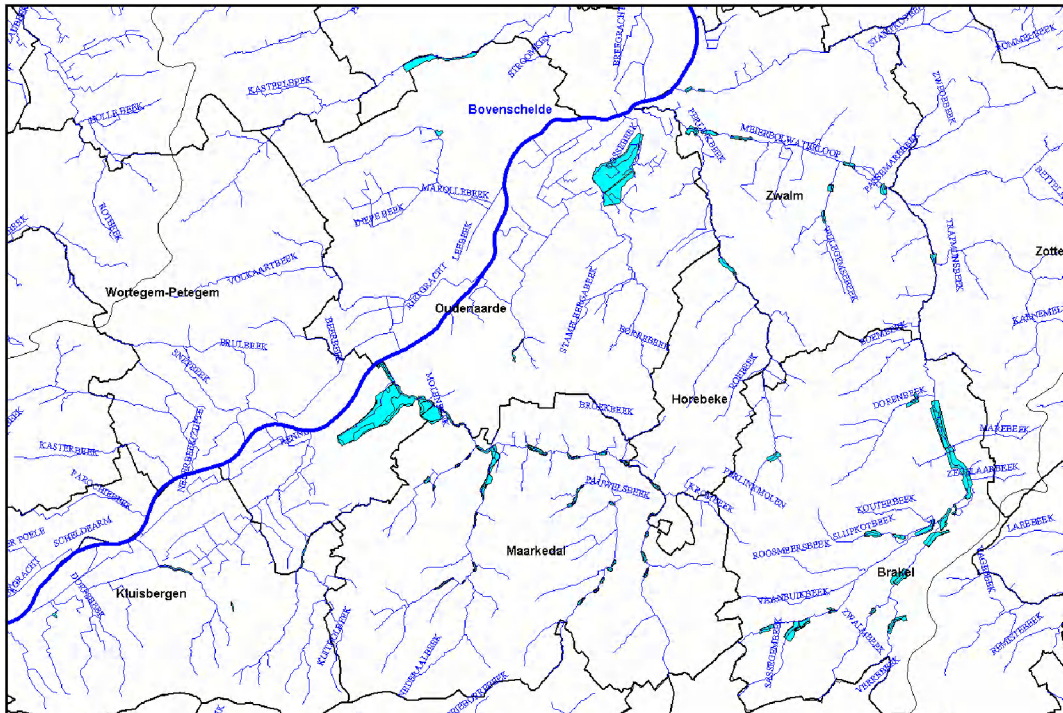
In de knelpuntenanalyse van het bekkenbeheerplan (Bekkenbeheer Bovenschelde, 2005) wordt aangegeven dat er in het Bovenscheldebekken wel lokaal belangrijke overstromingsknelpunten voor. De meeste door recente overstromingen getroffen gebieden leunen aan bij de Schelde, maar dit zijn echter géén overstromingen meer vanuit de Schelde zelf naar het winterbed. In perioden van hevige neerslag komen de laagst gelegen gronden in de vallei onder water te staan door verhoogde aanvoer via beken en grachten en/of doordat de zijwaterlopen niet meer kunnen afwateren naar de Schelde omwille van de hoge waterstand op de Schelde. Voorbeelden van regio's met regelmatig terugkerende wateroverlast zijn o.a. de Avelgemse Meersen, de Zwalmbeekvallei, de Maarkebeekvallei, het centrum van Ronse (Molenbeek), de vallei van de Molenbeek-Gondebeek, regio Ham-Heusden, nabij de monding van de Molenbeken op de rechteroever van de Schelde (de drie Molenbeken, Roebeek). Baggeren zal m.a.w. weinig bijdragen tot het oplossen van de overstromingsknelpunten. Oplossingen zullen verder stroomopwaarts bij de zijrivieren moeten gezocht worden. Een knelpunt dat wordt aangekaart, is het afkalven van oevers door golfslag veroorzaakt door schepen. Het verder uitdiepen van de Bovenschelde en het toelaten van hogere schepen zal dit fenomeen mogelijk versterken en dus mogelijk een negatief effect hebben op de afvoercapaciteit van de waterloop.

Een andere belangrijke informatiebron om de ernst van overstromingsproblemen in langs de Bovenschelde in te schatten zijn de nationale statistieken inzake overstromingsschade (FOD Binnenlandse zaken, 2003). Deze statistieken zijn gebaseerd op gegevens uit het rampenfonds voor de periode 1993-2002. Gegevens opgenomen in onderstaande tabel zijn bedragen die geaccepteerd zijn voor het fonds. De bedragen van de aangifte lagen gemiddeld nog 2,5 keer hoger. De totale schade-aangifte van de gemeentes langs de Bovenschelde bedraagt ongeveer 10% van het totaal in België, hetgeen vrij aanzienlijk is.

Tabel 63: Schade geaccepteerd voor het rampenfonds in gemeentes langs de Bovenschelde in de periode 1993-2002 (FOD Binnenlandse zaken, 2003)

Omschrijving	Getroffen gemeentes	Schade (€)
Overstromingen januari 1995	Wortegem-Petegem, Merelbeke, Nazareth, Zwalm	18.952
Onweer augustus 1996	Oudenaarde	198.231
Hevige regen december 1999	Wortegem-Petegem, Oudenaarde, Kruishoutem, Merelbeke, Nazareth, Zwalm	306.077
Overstromingen juli 2000	Oudenaarde, Kruishoutem, Merelbeke, Nazareth	527.078
Overstromingen mei 2000	Oudenaarde, Zwalm	19.399
Hevige regens september 2000	Oudenaarde	4.986
Storm oktober 2000	Kruishoutem	0
Storm december 2000	Wortegem-Petegem, Zwalm	68.307
Hevige regen juli 2001	Merelbeke	2.217
Hevige regens februari 2002	Oudenaarde	953
Hevige regen augustus 2002	Merelbeke	3.681
Overstromingen januari 2003	Kruishoutem, Nazareth, Zwalm	6.607
<i>Totaal</i>		<i>1.156.489</i>
<i>Gemiddelde schade per jaar</i>		<i>115.649</i>

Deze schade kan niet vermeden worden door baggerwerken in de Bovenschelde uit te voeren. De onderstaande kaart van de overstroomde gebieden in de omgeving van de Bovenschelde in 1999 toont aan dat de problemen tijdens deze overstroming bestaan uit overstromingen langs zijlopen van de Bovenschelde. Knelpunten liggen dus verder stroomopwaarts en baggerwerken op de Bovenschelde zouden hier nauwelijks iets aan veranderd hebben. Dit blijkt ook uit een rapport over de Maarkebeek. De Maarkebeek en haar zijlopen traden buiten hun oevers in 1999, waardoor in Oudenaarde een vijftigtal huizen onderliepen. Vooral vernauwingen bij watermolens en een verstopte duiker waren hierbij de oorzaak. (Ministerie van de Vlaamse gemeenschap afdeling water, 2002)



Figuur 52: Overstroomde gebieden tijdens hevige regens in december 1999 in de omgeving van Oudenaarde (GIS Vlaanderen, 2004)

Om het belang van de kwantitatieve aspecten te kunnen inschatten is bij de maximum benadering van het scenario "Verdieping klasse V" het vermijden van de gemiddelde jaarlijkse schade voor de periode 1993-2002 als maximum baat genomen.

8.1.4 Baggerslib op de Bovenschelde

8.1.4.1 Historie van baggerwerkzaamheden

Door verbredingswerken in de Bovenschelde in het begin van de jaren 70 ontstond er in de waterhuishouding een nieuwe dynamiek met sterk verhoogde sedimentatie. In de jaren 80 en jaren 90 was de toestand dramatisch en begon men over te gaan tot het verhoogd baggeren en het aanleggen van stortterreinen. (Bogaert 2002) Onderstaande tabel geeft een overzicht van de baggerwerken in de periode 1980-1995. Gemiddeld werd jaarlijks in deze periode 106.237 m³ slib gebaggerd.

Tabel 64: Baggerwerken op de Bovenschelde in de periode 1980-1995 (Ministerie Vlaamse Gemeenschap Afdeling Bovenschelde, 2006a)

Locatie	Periode	Hoeveelheid in m ³
Asper-Ringvaart	1980-1982	571.199
Asper-Ringvaart	1990	27.000
Oudenaarde-Asper	1982-1984	329.503
Kerkhove-Oudenaarde	1982-1984	348.248
Oudenaarde-Kerkhove	1990	38.660
Oudenaarde-Asper	1990-1993	259.444
Asper-Merelbeke	1990-1993	69.004
Oudenaarde-Kerkhove	1994-1995	38.768
Oudenaarde-Kerkhove	1990-1993	17.958
<i>Totaal</i>	<i>1980-1995</i>	<i>1.699.784</i>
<i>Gemiddelde per jaar</i>	<i>1980-1995</i>	<i>106.237</i>

Door het ontbreken van in exploitatie zijnde bergingslocaties zijn er na 1995 geen onderhoudsbaggerwerken uitgevoerd in het bekken van de Bovenschelde. De interventies hebben zich beperkt tot het zogenaamde 'ploegen' waarbij slib niet verwijderd maar verplaatst wordt in de waterweg naar plaatsen waar nog overdiepte aanwezig is. Het aantal plaatsen met overdiepte nam echter af. Daarom werd in 2000 voor de berging van onderhoudsbaggerspecie uit de Ringvaart, de Bovenschelde en de binnenwateren van Gent door AWZ, afdeling Bovenschelde een overeenkomst afgesloten met de tijdelijke vereniging Dredging International-DEC. Deze vereniging kon

een hoeveelheid van 450.000 ton droge stof baggerspecie afnemen, ontwateren en bergen in een deponie te Zwijnaarde. Dit betekent dat terug de mogelijkheid ontstond om 550.000 tot 600.000 m³ specie te verwijderen uit de waterweg (Bekkenbeheer Bovenschelde, 2003). In de loop van 2001 werd overgegaan tot de planning en gunning van nieuwe baggeropdrachten (Bogaert 2002). De raming voor de baggerwerken op de Bovenschelde in de periode 2006-2007 wordt gegeven in onderstaande tabel.

Tabel 65: Raming baggerwerken op de Bovenschelde in de periode 2006-2007 en status werken. (Ministerie Vlaamse Gemeenschap Afdeling Bovenschelde, 2006b)

Locatie	Oorspronkelijke raming in m ³	Status	Huidige raming in m ³
Inkom sluis Bossuit	15.000	Lopende	29.900
Containerkaai Avelgem	20.000	Diepte gepeild, voorzien in 2006	20.100
Zwaaikom Oudenaarde	30.000	Voorzien 2007	30.000
Ohiopot Eine	4.000	Voorzien 2007	4.000
Zwaaikom Gavere	12.000	Deels uitgevoerd	11.419
Zwaaikom Semmerzake	20.000	Voorzien 2007	20.000
<i>Totaal</i>	<i>101.000</i>		<i>115.419</i>
<i>Gemiddelde per jaar</i>	<i>50.500</i>		<i>57.710</i>

8.1.4.2 Inschattingen van jaarlijkse aangroei en historische achterstand.

Inschattingen van jaarlijkse aangroei voor de Bovenschelde apart zijn niet beschikbaar. Wel wordt in verschillende bronnen een inschatting gemaakt van de aanvoer in het volledige bekken van de Bovenschelde. Dit omvat dus ook de onbevaarbare waterlopen, het kanaal Bossuit-Kortrijk en een deel van de beneden-Zeeschelde. De meest volledige inschatting voor slibaanvoer is terug te vinden in het bekkenbeheersplan van de Bovenschelde (Bekkenbeheer Bovenschelde, 2003). Doorvoergegevens zijn hierbij gebaseerd op metingen in het deelbekken van de Zwalm. Deze zijn vervolgens geëxtrapoleerd naar het Bovenscheldebekken. Dit verklaart ook de brede range voor doorvoer. Andere bronnen zijn het ontwerp Uitvoeringsplan (OVAM, 2003) en het sectoraal uitvoeringsplan (Bal, 2005). De totale jaarlijkse aanvoer in OVAM, 2003 wordt ingeschat op 31000 tds en in Bal, 2005 is dit 38000 tds. De bronnen waarnaar verwezen

wordt in beide rapporten zijn identiek. Het is niet duidelijk waarom de waardes in beide studies verschillen.

Tabel 66: Sedimentbalans Bovenscheldebekken (Bekkenbeheer Bovenschelde, 2003)

bodemerosie in het Bovenscheldebekk en	Immissies (huishoudens en industrie)	Aanvoer via overstorten	Aanvoer door chemische erosie	Niet aangesloten riolering		
↓	↓	↓	↓	↓		Totaal
30 240 ton/jaar	8 118 ton/jaar	1 308 ton/jaar	? ton/jaar	3 472 ton/jaar	AANVOER	43 138 ton/jaar (zonder evt. 'chemische erosie')
					SEDIMENTATIE (in waterloop)	96 000 ton/jaar *
					DOORVOER	25000 – 70000 ton/jaar

* Herrekening op basis $1\text{m}^3 = 0,8\text{ tds}$ in tegenstelling tot berekening rapport waar $1\text{m}^3 = 0,03\text{ ton}$ wordt gehanteerd.

De hoeveelheid sedimentatie die is gegeven in het bekken beheersplan is gebaseerd op een interview met Dhr. Luc Verhaest van AWZ die inschat dat de jaarlijkse aanwas in het Bovenscheldebekken (tot Gent) 120.000 m³ bedraagt. Andere inschattingen van jaarlijkse aangroei in Bal, 2005 en OVAM, 2003 zijn gebaseerd op inschattingen van waterloopbeheerders. De afdeling Bovenschelde schat volgens beide rapporten de totale jaarlijkse aanvoer voor de bevaarbare waterlopen in op 330.000 tds/jaar voor haar hele ambtsgebied. Dit omvat dus ook bijvoorbeeld het Leiebekken, de ringvaart rond Gent en het kanaal Gent-Terneuzen. Voor onbevaarbare waterlopen wordt dit door de afdeling Bovenschelde ingeschat op 21.000 tds/jaar (Bal, 2005), waarvan 4.000 tds/jaar voor het Bovenscheldebekken. Indien deze cijfers gecombineerd worden met de inschatting van Dhr. Vahaest betekent dit dat de jaarlijkse aangroei in de bevaarbare

waterlopen van het Bovenscheldebekken 92.000 tds bedraagt. Ongeveer 50% van het aantal kilometer bevaarbare waterlopen in het bekken wordt ingenomen door de Bovenschelde. Dit betekent dat de gegevens van de baggerwerkzaamheden van dezelfde grootte-orde zijn dan de inschattingen van de jaarlijkse aangroei.

Inzake historische achterstand zijn enkel gegevens beschikbaar per waterloopbeheerder. In OVAM,2003 en Bal,2005 wordt de historische achterstand voor de afdeling Bovenschelde ingeschat op ongeveer 1.475.000 tds of op 4,5 keer de jaarlijkse aangroei. Men zou kunnen stellen dat de jaarlijkse baggerinspanningen vergelijkbaar zijn met de jaarlijkse aangroei en dat de achterstand opgelopen in de periode 1995-2000 nog altijd aanwezig is. Uiteraard gaan we er dan vanuit dat de jaarlijkse inspanningen uniform zijn over de jaren heen en dit is zeker niet het geval.

8.2 Stap 2: Bepaling referentiesituatie en alternatieven

De referentiesituatie die zal gehanteerd worden voor de gevalstudie van de Bovenschelde komt overeen met het behoud van de huidige diepgang. Of dit overeenkomt met het huidige beleid is niet heel duidelijk. Voor de bepaling van de slibbalans wordt gebruik gemaakt van huidige gegevens inzake slibverwijdering, aangezien de scheepvaart ook geen significante hinder ondervindt van beperkte diepgang.

Het eerste scenario heeft betrekking op de stopzetting van baggerwerkzaamheden. Dit komt overeen met het eerste alternatief zoals beschreven in paragraaf 7.4.2. Vergelijking van dit scenario met de referentiesituatie is in feite een afweging van de huidige kosten van het baggeren met de baten die dit teweeg brengt en dan vooral op vlak van scheepvaart.

Het tweede scenario, zoals omschreven in paragraaf 7.4.2 en betrekking heeft op het wegwerken van historische achterstand, wordt niet onderzocht voor de case study. Dit gebeurt omwille van twee redenen. Enerzijds is niet goed genoeg gekend wat de historische achterstand juist is. Anderzijds blijkt dat op dit ogenblik de scheepvaart weinig hinder ondervindt van een te geringe diepgang. Het onderzoeken van de baten van het wegwerken van een ingeschatte historische achterstand op scheepvaart zou weinig zin hebben in een economische afweging, gezien dit nauwelijks effect heeft op de

huidige scheepvaart. Puur vanuit het standpunt van scheepvaart zou men kunnen stellen dat er geen historische achterstand is op de Bovenschelde, mits de scheepstypes waarvoor de rivier gedimensioneerd is, zich ook op de rivier kunnen begeven. Een kosten-batenafweging zou ook zeker een negatief resultaat geven aangezien er geen kwantificeerbare baten (voordelen scheepvaart) zijn, maar enkel kosten.

Het derde scenario waarbij de voorziene diepgang wordt vergroot, wordt wel bekeken. Meer bepaald gaat het dan over het uitdiepen van de Bovenschelde tot klasse V over de gehele lengte. In het bekkenbeheersplan van de Bovenschelde (Aminal, 2004) wordt dit eerder als hypothetisch gezien op lange termijn omwille van volgende redenen:

- de verbinding met Frankrijk zal nooit via Bovenschelde gerealiseerd worden omwille van een bottleneck in het historisch centrum van Doornik;
- de waterhoogtes boven de drempels van de schutsluizen zijn beperkt tot 2,75 m;
- de beleidskeuze is gemaakt voor internationale verbinding via de Leie.

De bespreking zal zich hoofdzakelijk beperken tot een inschatting van bijkomende scheepvaartbaten. Kosten zijn moeilijker in te schatten omwille van de te geringe kennis van de huidige diepgang en dus ook van de te baggeren hoeveelheid. Ook zijn uitbreidingen van infrastructuur zoals bruggen en sluizen vereist. Deze kosten zijn niet in te schatten binnen deze studie.

8.3 Stap 3: Bepaling van slibbalans en verandering in hoeveelheid te baggeren slib in alternatieven

Zoals vermeld in 7.4.3 bestaat de bepaling van de slibbalans enerzijds in de bepaling van de jaarlijkse aangroei en de vereiste eenmalige baggerinspanning.

Voor de bepaling van de jaarlijkse aangroei wordt gebruik gemaakt van de gegevens over de baggerwerkzaamheden in de periode 2006-2007 en deze uit de periode 1990-1995. Op basis van deze gegevens worden minimum, gemiddelde en maximum inschattingen gemaakt. Inschattingen die waterloopbeheerders maakten in OVAM, 2003

en Bal, 2005 voor de jaarlijkse aangroei vallen binnen dit bereik. De gemiddelde waarde is het gewogen gemiddelde van de jaargemiddeldes van deze twee periodes.

Voor de inschatting van de hoeveelheid eenmalig te baggeren specie bij een uitbreiding van de Bovenschelde naar klasse V over de gehele lengte wordt voor de minimum inschatting gebruik gemaakt van het percentage toename in doorsnede van klasse IV naar V. Dit percentage wordt toegepast op de totale gebaggerde hoeveelheid in de periode 1990-1995 afwaarts de sluis van Asper. Deze periode werd verkozen boven deze van 1980-1984 omdat de hoeveelheid gebaggerde specie veel lager is en we een minimum inschatting willen maken. Beide periodes werden hierbij opgesplitst omdat dit tot dubbeltelling zou leiden. De raming voor 2006-2007 werd niet genomen omdat deze periode te kort is om een representatief beeld te geven van alle knelpunten in het gebied. Bij de minimum inschatting wordt er dus vanuit gegaan dat enkel de knelpunten bij de huidige diepgang dieper uitgebaggerd moeten worden. In de praktijk zal dit waarschijnlijk op meer locaties zijn. Vandaar is dit een minimum schatting.

Voor de maximum inschatting van eenmalig baggeren wordt verondersteld dat voor de gehele lengte opwaarts Asper (nog ongeveer 35 km) gebaggerd moet worden. Om het volume in te schatten wordt gerekend met een verdieping van 2,6m (huidige diepgang opwaarts Asper) naar 3m (huidige diepgang afwaarts Asper) en dit over een breedte van 2x de breedte van een schip van klasse Va (11,4m). Er wordt dus vanuit gegaan dat 2-richtingsverkeer niet mogelijk zal zijn en dat een binnenvaartschip een zekere reserve nodig heeft om zich op de Bovenschelde te begeven.

De resultaten van de berekeningen staan in onderstaande tabel.

Tabel 67: Inschattingen jaarlijkse en eenmalige baggerinspanning in m³ voor verschillende scenario's.

Scenario	Jaarlijkse baggerinspanning			Eenmalige baggerinspanning		
	Min	Gem	Max	Min	Gem	Max
Referentiescenario	57.710	100.845	106.237	0	0	0
Stopzetting baggeren	0	0	0	0	0	0
Verdieping klasse V	57.710	100.845	106.237	120.642	219.921	319.200

8.4 Stap 4: Bepaling van bagger- en verwerkingskosten

Voor de inschatting van de bagger- en verwerkingskosten worden waardes van resp. 12,5 €/m³ en 87,5 €/m³ of in totaal 100 €/m³. Deze waardes worden toegepast op de ingeschatte baggerinspanning.

Tabel 68: Inschattingen jaarlijkse en eenmalige bagger- en verwerkingskosten in miljoen € voor verschillende scenario's.

Scenario	Jaarlijkse kost			Eenmalige kost		
	Min	Gem	Max	Min	Gem	Max
Referentiescenario	5,77	10,08	10,62	0	0	0
Stopzetting baggeren	0	0	0	0	0	0
Verdieping klasse V	5,77	10,08	10,62	12,06	21,99	31,92

8.5 Stap 5: Bepaling van impact op scheepvaart

In 2003 werden bijna 10 miljoen ton goederen vervoerd via de Bovenschelde. Meer dan 14000 geladen schepen passeerden in dat jaar de waterloop. Deze cijfers zullen dienen als uitgangspunt voor de bepaling van de impact op scheepvaart.

Voor de prognoses over de evolutie van het binnenvaartverkeer in het referentiescenario wordt gebruik gemaakt van gegevens uit ECORYS, 2003. Vertrekkende van gegevens uit 2001 worden prognoses gemaakt voor de jaren 2007 en 2020. Waardes voor tussenliggende jaren worden afgeleid via lineaire interpolatie. Ook voor de jaren na 2020 wordt verondersteld dat de groei zich lineair verder zet. Dit betekent dat in het trendscenario de jaarlijkse groei tot 2007 4,3% bedraagt en na 2007 1,8%. In het duurzaam scenario bedraagt dit tot 2007 9,4% en na 2007 4,2 %. Het trendscenario zal gebruikt worden als standaard waarde. Bij deze prognoses is rekening gehouden met een verdere uitbouw van de Leie. Dit betekent dat volgens deze studie ondanks een verschuiving van doorvaartstromen er toch nog altijd een stijging plaats vindt op de Bovenschelde.

Tabel 69: Ontwikkeling verkeer en vervoer op de Bovenschelde (ECORYS, 2003)

	2001		2007		2020	
	Tonnen	Schepen	Tonnen	Schepen	Tonnen	Schepen
Trendscenario	9.659.500	21.100	10.577.600	19.300	12.926.800	20.100
Duurzaam scenario	9.659.500	21.100	13.539.356	24.600	21.179.300	32.900
Complementair kaaimuren			337.900	615	413.000	641
Complementair Deurganckdok			1.249.600	2.000	1.722.500	2.700
Totaal Trendscenario			12.165.100	21.915	15.062.300	23.441
Totaal Duurzaam scenario			15.126.856	27.215	23.314.800	36.241

Wat de effecten van een verandering van diepgang gaan zijn op deze vervoersstromen is moeilijk te voorspellen. Bij een stopzetting van baggeren zal dit, gezien de geringe problemen voor binnenvaart op dit ogenblik, in de beginjaren nauwelijks effect hebben. We gaan ervan uit dat in de eerste 5 jaar na stopzetting niets gebeurt. De duur van deze periode stemt overeen met het aantal jaren na 1995 vooraleer terug initiatieven werden ondernomen om te baggeren omdat de situatie problematisch werd. Het is pas na verloop van tijd dat de grootste schepen vervangen worden door kleinere of door wegtransport. Uiteindelijk zal dit in het extreme geval leiden tot een stopzetting van het binnenvaartverkeer en een volledige vervanging met wegverkeer. Hoe lang dit precies gaat duren is onmogelijk te bepalen. Daarom wordt als minimum inschatting verondersteld dat enkel klasse IV-schepen vervangen worden door klasse III en als maximum inschatting dat alle scheepvaartverkeer wordt vervangen door wegverkeer. Als centrale inschatting wordt het gemiddelde van deze twee waardes genomen.

Ook bij een verhoging wordt bij een minimum inschatting verondersteld dat enkel de goederen die nu gelost en geladen worden op de Bovenschelde zelf door de hoogste klasse (IV) vervoerd worden door klasse V schepen. Gezien de bevaarbare waterlopen waarop de Bovenschelde aansluit in Wallonië nog altijd maximaal klasse IV kunnen vervoeren zal doorvaart nog altijd niet mogelijk zijn. In een maximum scenario gebeurt alle transport door klasse V – schepen. Als centrale schatting wordt wederom het gemiddelde genomen.

Om de effecten op binnenvaart te kunnen inschatten, moet dus een inschatting gemaakt worden van de verdeling van het goederentransport per CEMT-klasse. Het zijn enkel de goederenstromen die vervoerd worden met de hoogst mogelijke klasse, die in eerste instantie beïnvloed worden. Hier zijn nauwelijks gegevens over beschikbaar. De enige bruikbare data staan in ECORYS, 2003. In dit rapport wordt voor de sluis van Asper aangegeven hoeveel schepen per type dagelijks passeren. Door deze gegevens te combineren met hun laadvermogen en hun gemiddelde laadpercentage kan een verdeling ingeschat worden.

Tabel 70: Aantal aankomsten bij sluis in Asper op een drukke werkdag in de drukste richting in de drukke periode (6uur) in 2001 (ECORYS, 2001) en afleiding relatief aandeel vervoerstromen per CEMT-klasse

Categorie	2001	Laadvermogen (ton)	Beladingsgraad	Lading (ton)	Aandeel transport
I	5	350	72%	1.260	9%
II	5	600	90%	2.700	19%
III	4	1000	95%	3.800	27%
IV *	4	1350	93%	2.511	18%

** In Ecorys, 2001 wordt ervan uitgegaan dat de Bovenschelde klasse V is tot aan Bossuit en dat er nog klasse V schepen passeren aan de sluis in Asper. Deze schepen (2) worden geteld bij de klasse IV-schepen.*

De transportstromen in het 0-alternatief en beide scenario's worden gegevens in de onderstaande tabellen. Enkel de vervoersstromen die in het 0-alternatief met een binnenvaartschip plaatsvinden worden beschouwd. Vandaar dat de stromen per vrachtwagen gelijkgesteld zijn aan 0 in tabel 71.

Tabel 71: Transportstromen in het referentiescenario in 2007 en 2020 per CEMT-klasse en vrachtwagen bij het Trendscenario

	Vervoerstromen 2007 (1000 tkm)			Vervoerstromen 2020 (1000 tkm)		
	Min	Gem	Max	Min	Gem	Max
CEMT I	50.603	50.603	50.603	62.655	62.655	62.655
CEMT II	108.435	108.435	108.435	134.260	134.260	134.260
CEMT III	152.613	152.613	152.613	188.959	188.959	188.959
CEMT IV	201.690	201.690	201.690	249.724	249.724	249.724
CEMT Va	0	0	0	0	0	0
Vrachtwagen *	0	0	0	0	0	0
Interne kost in €	8.228.835	8.228.835	8.228.835	10.188.587	10.188.587	10.188.587
Externe kost in €	3.182.716	3.182.716	3.182.716	3.940.701	3.940.701	3.940.701

* Enkel de vervoersstromen met binnenvaart in het 0-alternatief worden beschouwd, vandaar bedragen deze 0.

Tabel 72: Transportstromen in het alternatief stopzetting baggeren in 2007 en 2020 per CEMT-klasse en vrachtwagen bij het Trendscenario

	Vervoerstromen 2007 (1000 tkm)			Vervoerstromen 2020 (1000 tkm)		
	Min	Gem	Max	Min	Gem	Max
CEMT I	50.603	25.302	0	62.655	31.327	0
CEMT II	108.435	54.218	0	134.260	67.130	0
CEMT III	354.303	177.151	0	438.682	219.341	0
CEMT IV	0	0	0	0	0	0
CEMT Va	0	0	0	0	0	0
Vrachtwagen *	0	256.671	513.341	0	317.798	635.597
Interne kost in €	9.096.101	30.215.116	51.334.131	11.262.398	37.411.048	63.559.698
Externe kost in €	3.182.716	12.756.531	22.330.347	3.940.701	15.794.585	27.648.468

* Betreft de vervoersstromen die verschoven zijn van binnenvaart naar wegverkeer in vergelijking met het 0-alternatief

Tabel 73: Transportstromen in het alternatief verdieping klasse V in 2007 en 2020 per CEMT-klasse en vrachtwagen bij het Trendskenario

	Vervoerstromen 2007 (1000 tkm)			Vervoerstromen 2020 (1000 tkm)		
	Min	Gem	Max	Min	Gem	Max
CEMT I	50.603	25.302	0	62.655	31.327	0
CEMT II	108.435	54.218	0	134.260	67.130	0
CEMT III	152.613	76.306	0	188.959	94.479	0
CEMT IV	0	0	0	0	0	0
CEMT Va	201.690	357.516	513.341	249.724	442.660	635.597
Vrachtwagen *	0	0	0	0	0	0
Interne kost in €	7.724.610	6.146.674	4.568.738	9.564.278	7.610.545	5.656.813
Externe kost in €	3.182.716	3.182.716	3.182.716	3.940.701	3.940.701	3.940.701

** Betreft de vervoersstromen die verschoven zijn van binnenvaart naar wegverkeer in vergelijking met het 0-alternatief. Enkel verschuiving bestaande transportstromen binnenvaart naar hogere scheepvaartklasse worden beschouwd.*

8.6 Stap 6: Bepaling van impact op waterkwaliteit

In paragraaf 8.1.2 werd vermeld dat waterbodems op de Bovenschelde volgens de triade-beoordeling ernstig verontreinigd zijn. Zo goed als alle punten op de Bovenschelde zelf behoren tot klasse 4. Zwaar verontreinigd slib verwijderen wordt in de afweging aanzien als een verbetering op de waterkwaliteit. Het scenario waar het meeste slib verwijderd wordt, wordt dan aanzien als het beste voor de waterkwaliteit. Dit betekent dat het scenario met verdieping het meest gunstige is voor dit aspect. In de kosten-batenafweging zal gemeld worden hoeveel m³ slib geruimd wordt.

8.7 Stap 7: Bepaling van impact op waterkwantiteit

Idealiter zouden de effecten van baggeren op de Bovenschelde voor waterkwantiteit onderzocht kunnen worden met een hydrodynamisch model. Zulk model is ook beschikbaar (IMDC en DHI, 2005a) maar nog niet gebruikt voor simulaties van het effect van een verandering van diepgang en voor simulaties van overstromingsschade. Dit is bijvoorbeeld wel uitgevoerd voor de Leie (IMDC en DHI, 2005b). In het kader van een mogelijke herprofilering van de Leie is onderzocht wat de impact hiervan is op de waterafvoer. Conclusie uit deze studie was dat het verbreden en verdiepen van de Leie zorgt voor lagere waterstanden, een vermindering van opwaartse overstromingen en een snellere afstroming naar het Gentse. De versnelde afvoer zorgt hierbij in een aantal

scenario's voor een geringe verhoging van de waterstanden stroomafwaarts. Opvallend is dat in deze studie het vermijden van overstromingen niet altijd als positief wordt ervaren. Een aantal gebieden die specifiek bedoeld zijn om te overstroomd dreigen hun functie te verliezen, waardoor andere, meer waardevolle gebieden verder stroomafwaarts in de problemen komen. De berekeningen voor de Leie zijn niet verder vertaald naar schade en kunnen dus niet verder gebruikt worden voor de kosten-batenanalyse.

Uit de bespreking in paragraaf 8.1.3 blijkt wel dat baggeren op de Bovenschelde nauwelijks effect zal hebben op overstromingen in het gebied. Het zijn vooral de zijlopen van de Bovenschelde waar de grote knelpunten zich situeren. Vandaar dat ook zo goed als alle inschattingen effecten op waterkwantiteit worden ingeschat op 0.

Om het relatieve belang van de kwantitatieve aspecten te kunnen inschatten in vergelijking met scheepvaartbaten en kosten voor baggeren is bij de maximum benadering van het scenario "Verdieping klasse V" het vermijden van de gemiddelde jaarlijkse schade voor de periode 1993-2002 als een maximum jaarlijkse veiligheidsbaat genomen.

8.8 Stap 8: Kosten-batenafweging

In Figuur 53 en Figuur 54 worden de resultaten gegeven van de kosten-batenafweging voor het scenario "Stopzetting baggeren" en "Verdieping klasse V" gegeven. Deze berekeningen zijn gebeurd bij een discontovoet van 4%, een periode van 30 jaar en met de aannames van het Trend-scenario uit Ecorys, 2003 voor de ontwikkeling van het binnenvaarttransport.

Bij gemiddelde aannames scoort het scenario "Stopzetting baggeren" zeer negatief. Het is vooral de stijging van de interne transportkost door de vermindering van de binnenvaart die de doorslaggevende factor is. Afhankelijk van veronderstellingen of enkel het binnenvaartverkeer dat nu door de hoogst mogelijke klasse wordt vervoerd, wordt beïnvloed of heel het binnenvaartverkeer vervangen wordt door wegverkeer, zijn de resultaten enorm verschillend. Dit verklaart ook de zeer grote spreiding op de totale netto baten. Hier kan uit besloten worden dat, indien door stopzetting van baggeren al het binnenvaartverkeer door wegverkeer wordt vervangen, dit een zeer slecht scenario

is. Indien daarentegen de grootste schepen vervangen worden door schepen van een kleiner type is het mogelijk wel lonend om te stoppen met baggeren. Op basis van de beschikbare gegevens kon echter niet afgeleid worden wat de precieze impact van stopzetting van baggeren zal zijn. Voorts moet ook rekening gehouden worden met de negatieve gevolgen op de waterkwaliteit omdat de waterbodem van de Bovenschelde bij dit scenario zwaar verontreinigd blijft.

Het scenario "Verdieping vaarweg klasse V" en dit over de hele lengte scoort wel positief bij gemiddelde aannames. De bijkomende transportbaten wegen op tegen de bijkomende bagger- en verwerkingskosten. Indien de maximum inschatting voor de baggerkosten en de minimum inschatting voor de transportbaten gehanteerd worden, heeft dit scenario negatieve netto baten. Bovendien is geen inschatting gemaakt van de extra infrastructuurkosten die vereist zijn om de rivier toegankelijk te maken voor klasse V-schepen. Met name zullen sluizen vergroot en bruggen verhoogd moeten worden om de ingeschatte scheepvaartbaten te kunnen verwezenlijken. In die zin zal 24 miljoen € netto baten een klein budget zijn om deze werken te realiseren. Mogelijk moeten ook oevers verder verstevigd worden om verdere afkalving door de grotere schepen tegen te gaan. Wel zullen er waarschijnlijk bijkomende baten zijn voor de waterkwaliteit aangezien een grotere hoeveelheid vervuild slib verwijderd wordt.

kosten			baten		
transport interne kost	348	(14;682)	daling baggerkost	19	(11;20)
transport externe kost	144	(0;287)	daling verwerkingskost	130	(75;137)
waterkwantiteit	0	(0;0)			
<i>totaal</i>	491	(14;969)	<i>totaal</i>	149	(85;157)
			netto baat	-342	(-884;143)
<i>Niet gekwantificeerd:</i>					
waterkwaliteit, minder					
verwijdering vuil slib	100.845	m³/jaar			

Figuur 53: Kosten-batenafweging scenario stopzetting baggeren in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes)

kosten			baten		
baggerkosten	2	(1;3)	transport interne baten	42	(10;74)
verwerkingskosten	16	(9;23)	transport externe baten	0	(0;0)
			waterkwantiteit	0	(0;2)
<i>totaal</i>	18	(10;26)	<i>totaal</i>	42	(10;76)
			netto baat	24	(-16;66)
<i>Niet gekwantificeerd:</i>			<i>Niet gekwantificeerd:</i>		
infrastructuurkosten			waterkwaliteit, extra		
			verwijdering vuil slib	219.921	m³

Figuur 54: Kosten-batenafweging scenario verdieping vaarweg klasse V in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes)

8.9 Stap 9: Sensitiviteitsanalyse

8.9.1 Impact van discontovoet

Een eerste parameter waarvan het belang onderzocht wordt op de resultaten is de discontovoet. In de centrale analyse in voorgaande paragraaf wordt met een voet van 4% gerekend. Onderstaande figuren geven aan wat de impact is op de resultaten van voeten van 3 en 7%.

Een verlaging van de discontovoet betekent dat effecten in de toekomst belangrijker zullen worden. Zowel de kosten als de baten zullen m.a.w. groter worden. Effecten die langer gelden zoals de transportkosten zullen hierbij meer stijgen. Transportkosten zullen dus meer toenemen als baggerkosten. Dit betekent dat gemiddeld gezien de balans bij een stopzetting negatiever wordt. Ook neemt vooral de minimum inschatting toe. Een discontovoet van 7% betekent het omgekeerde. De grootte van alle effecten zal afnemen, maar de baten over kortere termijn zullen minder afnemen dan de kosten. De netto baten zijn gemiddeld gezien wel nog altijd negatief.

kosten			baten		
transport interne kost	426	(17;834)	daling baggerkost	22	(13;23)
transport externe kost	176	(0;352)	daling verwerkingskost	154	(88;162)
waterkwantiteit	0	(0;0)			
<i>totaal</i>	601	(17;1186)	<i>totaal</i>	176	(100;185)
			netto baat	-426	(-1085;168)
<i>Niet gekwantificeerd:</i>					
waterkwaliteit, minder					
verwijdering vuil slib	100.845	m³/jaar			

Figuur 55: Kosten-batenafweging scenario stopzetting baggeren in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes) bij discontovoet van 3%

kosten			baten		
transport interne kost	197	(8;386)	daling baggerkost	12	(7;13)
transport externe kost	81	(0;163)	daling verwerkingskost	84	(48;88)
waterkwantiteit	0	(0;0)			
<i>totaal</i>	278	(8;549)	<i>totaal</i>	95	(55;101)
			netto baat	-183	(-494;93)
<i>Niet gekwantificeerd:</i>					
waterkwaliteit, minder					
verwijdering vuil slib	100.845	m³/jaar			

Figuur 56: Kosten-batenafweging scenario stopzetting baggeren in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes) bij discontovoet van 7%

Bij een verdieping van de vaarweg zijn de gevolgen gelijkaardig. Alleen zal de balans positiever zijn bij een discontovoet van 3% en minder positief bij een discontovoet van 7%. Wel zijn de netto baten over het volledige bereik positief. Wat de range betreft is de minimum inschatting, ongeacht de discontovoet nog altijd negatief.

kosten			baten		
baggerkosten	2	(1;3)	transport interne baten	50	(12;88)
verwerkingskosten	17	(9;24)	transport externe baten	0	(0;0)
			waterkwantiteit	0	(0;2)
<i>totaal</i>	19	(10;28)	<i>totaal</i>	50	(12;91)
			netto baat	31	(-15;80)
<i>Niet gekwantificeerd:</i>			<i>Niet gekwantificeerd:</i>		
infrastructuurkosten			waterkwaliteit, extra		
			verwijdering vuil slib	219.921	m³

Figuur 57: Kosten-batenafweging scenario verdieping vaarweg klasse V in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes) bij discontovoet van 3%

kosten			baten		
baggerkosten	2	(1;3)	transport interne baten	26	(6;46)
verwerkingskosten	14	(8;20)	transport externe baten	0	(0;0)
			waterkwantiteit	0	(0;1)
<i>totaal</i>	<i>16</i>	<i>(9;23)</i>	<i>totaal</i>	<i>26</i>	<i>(6;48)</i>
			netto baat	11	(-16;39)
<i>Niet gekwantificeerd:</i>			<i>Niet gekwantificeerd:</i>		
infrastructuurkosten			waterkwaliteit, extra		
			verwijdering vuil slib	219.921	m ³

Figuur 58: Kosten-batenafweging scenario verdieping vaarweg klasse V in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes) bij discontovoet van 7%

8.9.2 Impact van groeiscenario transport

In de centrale inschatting wordt het Trend-scenario uit Ecorys, 2003 genomen om de evolutie op het binnenvaartverkeer in te schatten. Een andere, meer positieve inschatting voor de toekomstige evolutie van het binnenvaartverkeer is het Duurzaam scenario uit Ecorys, 2003. In vergelijking met het Trend-scenario liggen transportstromen in 2007 ongeveer 25% en in 2020 55% hoger. Dit betekent dat de effecten op transport groter zullen zijn in beide scenario's. Kosten zullen groter zijn bij stopzetting en baten zullen groter zijn bij verdiepen. De maximum inschatting bij stopzetting is wel nog altijd positief. Ook bij verdieping is de minimum inschatting nog altijd negatief. Het toepassen van het Duurzaam scenario heeft dus geen impact op de conclusies die konden getrokken worden op basis van de centrale inschatting.

kosten			baten		
transport interne kost	700	(28;1371)	daling baggerkost	22	(13;23)
transport externe kost	289	(0;578)	daling verwerkingskost	154	(88;162)
waterkwantiteit	0	(0;0)			
<i>totaal</i>	988	(28;1949)	<i>totaal</i>	176	(100;185)
			netto baat	-813	(-1849;157)
<i>Niet gekwantificeerd:</i>					
waterkwaliteit, minder					
verwijdering vuil slib	100.845	m ³ /jaar			

Figuur 59: Kosten-batenafweging scenario stopzetting baggeren in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes) bij Duurzaam Scenario transport

kosten			baten		
baggerkosten	2	(1;3)	transport interne baten	67	(16;117)
verwerkingskosten	16	(9;23)	transport externe baten	0	(0;0)
			waterkwantiteit	0	(0;2)
<i>totaal</i>	18	(10;26)	<i>totaal</i>	67	(16;119)
					(-
			netto baat	49	10;109)
<i>Niet gekwantificeerd:</i>			<i>Niet gekwantificeerd:</i>		
infrastructuurkosten			waterkwaliteit, extra		
			verwijdering vuil slib	219.921	m ³

Figuur 60: Kosten-batenafweging scenario verdieping vaarweg klasse V in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes) bij Duurzaam Scenario transport

8.9.3 Impact van tijdshorizon

In het centrale scenario wordt een horizon van 30 jaar gehanteerd. Verlenging van deze horizon zal leiden tot langer doorrekenen van jaarlijkse effecten en dus tot hogere kosten en baten voor transport en jaarlijks baggeren. Om de effecten van deze horizon in te schatten zijn kosten en baten doorgerekend bij een tijdshorizon van 100 jaar. De eerder gestelde conclusies worden niet beïnvloed door wijziging van deze parameter.

kosten			baten		
transport interne kost	638	(25;1250)	daling baggerkost	26	(15;28)
transport externe kost	263	(0;527)	daling verwerkingskost	185	(106;195)
waterkwantiteit	0	(0;0)			
<i>totaal</i>	901	(25;1777)	<i>totaal</i>	211	(121;223)
			netto baat	-690	(-1656;197)
<i>Niet gekwantificeerd:</i>					
waterkwaliteit, minder					
verwijdering vuil slib	100.845	m³/jaar			

Figuur 61: Kosten-batenafweging scenario stopzetting baggeren in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes) bij tijdshorizon van 100 jaar

kosten			baten		
baggerkosten	2	(1;3)	transport interne baten	70	(17;123)
verwerkingskosten	16	(9;23)	transport externe baten	0	(0;0)
			waterkwantiteit	0	(0;3)
<i>totaal</i>	<i>18</i>	<i>(10;26)</i>	<i>totaal</i>	<i>70</i>	<i>(17;125)</i>
			netto baat	52	(-9;115)
<i>Niet gekwantificeerd:</i>			<i>Niet gekwantificeerd:</i>		
infrastructuurkosten			waterkwaliteit, extra		
			verwijdering vuil slib	219.921	m ³

Figuur 62: Kosten-batenafweging scenario verdieping vaarweg klasse V in miljoen € (minimum en maximum inschatting tussen haakjes) bij tijdshorizon van 100 jaar

8.10 Conclusie voor de gevalstudie

Van de drie te onderscheiden scenario's is er voor twee scenario's een kosten-batenanalyse uitgevoerd. Het tweede scenario "Wegwerken historische achterstand" is hierbij niet geanalyseerd. Dit gebeurt niet enerzijds omdat de grootte van de historische achterstand niet goed gekend is en anderzijds omdat de scheepvaart op dit ogenblik weinig hinder ondervindt van een te geringe diepgang. Vanuit scheepvaartstandpunt zou men kunnen stellen dat er geen historische achterstand is. Naar kwantificering toe zou dit betekenen dat een kosten-batenanalyse zeker een negatief resultaat zou geven aangezien er geen kwantificeerbare baten zijn, maar enkel kosten.

De baten voor het scenario "Stopzetting met baggeren" wegen niet op tegen de kosten ervan bij gemiddelde aannames. De netto baten zijn sterk negatief. De stijging van de interne transportkost door de vermindering van de binnenvaart is hierbij de doorslaggevende factor. Indien door stopzetting van baggeren al het binnenvaartverkeer door wegverkeer wordt vervangen, is dit een zeer slecht scenario. Indien daarentegen enkel de grootste schepen vervangen worden door schepen van een kleiner type is het

mogelijk wel lonend om te stoppen met baggeren. Wel moet ook rekening gehouden worden met de negatieve gevolgen op de waterkwaliteit omdat de waterbodem van de Bovenschelde bij dit scenario zwaar verontreinigd blijft.

Het scenario "Verdieping vaarweg klasse V" en dit over de hele lengte scoort positief bij gemiddelde aannames. De bijkomende transportbaten wegen op tegen de bijkomende bagger- en verwerkingskosten. Indien de maximum inschatting voor de baggerkosten en de minimum inschatting voor de transportbaten gehanteerd worden, heeft dit scenario wel negatieve netto baten. Ook is geen inschatting gemaakt van de extra infrastructuurkosten die vereist zijn om de rivier toegankelijk te maken voor klasse V-schepen. Meerekenen van deze kosten leidt waarschijnlijk tot een negatieve balans. Bovendien wordt in het Bekkenbeheersplan aangegeven dat dit scenario zeer onwaarschijnlijk is. Vooral met een verdieping van de Leie tot klasse V voor de verbinding naar Frankrijk lijkt dit scenario zinloos. Ook is ervan uitgegaan dat doorvaart met klasse V-schepen mogelijk wordt. Dit veronderstelt dat ook verbindingskanalen in Wallonië verder worden uitgediept.

Een sensitiviteitsanalyse toont aan dat de resultaten vrij robuust zijn bij wijziging van parameters. Het teken van de netto baten blijft gelijk en het bereik tussen de minimum en maximum inschatting is nog altijd niet eenduidig positief of negatief. Wel kan de grootte van de netto baten significant wijzigen. Zo zullen de netto baten bij verdieping toenemen tot bijvoorbeeld 52 miljoen € bij een tijdshorizon van 100 jaar. Deze netto baten wegen mogelijk wel op tegen de mogelijke infrastructuurkosten.

9. **BESLUIT**

Wat de Bovenschelde betreft kunnen we enkele besluit trekken die gelden voor de gehele baggerproblematiek in Vlaanderen. Alvorens de baggerproblematiek in positieve richting kan evolueren, zullen volgende randvoorwaarden eerst vervuld moeten worden. De vuilvrachten (lozingen,...) via het water moeten tot een aanvaardbaar niveau worden gereduceerd. Erosiebestrijding moet gemaximaliseerd worden, bijvoorbeeld door lokale projecten. Dit verhindert dat de waterlopen opnieuw dichtslibben. Slibzuiveringstechnieken moeten verder worden ingeburgerd, aangemoedigd en uitgebreid voor de behandeling van baggerspecie. Enkel stortlocaties aanduiden is geen duurzame oplossing. Verdere analyse van de waterbodem is nodig. Te weinig is er geweten over de samenstelling (polluenten) en dikte van de sliblaag. Er moeten voldoende financiële middelen ter beschikking worden gesteld. Het is onmogelijk om alle waterbodems tegelijk te saneren. De beleidsmakers zullen hiervoor een lijst met prioriteiten moeten opmaken. De baten van baggeren voor economie, mens en milieu moeten nog diepgaander worden onderzocht.

Bij een **instandhouding van de huidige diepgang** is de situatie als volgt. De historische achterstand is chemisch verontreinigd. De sedimenten die aangevoerd worden bevatten daarentegen voornamelijk nutriënten. Er zijn te weinig gegevens over de opbouw en de kwaliteit van de sedimentlagen, welke de meeste invloed hebben op de ecologie. Wat wel geweten is, is dat de toplaag van de bodem vermengd wordt met chemisch vervuilde sedimenten wat mogelijk nefaste gevolgen heeft voor bodemorganismen. Ook de kwaliteitseisen die vanuit de kaderrichtlijn water opgelegd worden, zullen moeilijker gehaald worden. Ook op het vlak van de scheepvaart worden weinig verbeteringen ondervonden. Als de huidige situatie wordt aangehouden is de verwerking van de specie eveneens weinig problematisch. Als de punten met een hoge hydraulische ruimingsprioriteit gebaggerd worden zijn er geen hydraulische problemen. Er zal geen wateroverlast voorkomen.

Het scenario **stoppen met baggeren** leidt tot diverse negatieve gevolgen. Er worden nieuwe, minder vervuilde lagen afgezet bovenop de historische achterstand. Deze nieuwe lagen dekken meer verontreinigde lagen af. Dit zou een verbetering van de ecologische kwaliteit teweeg kunnen brengen. De komberging en de diepgang van de

rivier zullen echter verkleinen. Dit kan nefaste gevolgen hebben voor de scheepvaart en de hydraulische werking van de rivier. De overstromingsgebieden zullen in dit scenario leiden onder een hoge aanvoer van slib. De wateroverlast kan in dit scenario alleen maar toenemen. De kost van de verwerking van de baggerspecie zal sterk afnemen wat positief kan zijn. Dit scenario is echter niet duurzaam. De problemen worden verlegd naar andere bekkens en waterlopen. We raden het uitvoeren van dit scenario dan ook sterk af.

Indien de **historische achterstand** weggenomen wordt, treden er heel wat baten op. De kwaliteit zal door de werken aanvankelijk afnemen, maar zal zich op termijn ecologisch herstellen. De goede toestand, opgelegd door de kaderrichtlijn water, zal gemakkelijker bereikt kunnen worden. De diepgang neemt toe wat de scheepvaart op de Bovenschelde zal stimuleren. Ook de bergingscapaciteit neemt toe. Aangezien er geen grote werken uitgevoerd moeten worden zal de verstoring van de rivier niet groot zijn. De kosten voor het verwerken, storten of hergebruiken van het slib zullen oplopen. De haalbaarheid is een kwestie van de juiste verwerkingstechnieken en voldoende budgetten.

Bij een **vergroting van de diepgang naar klasse V schepen** zal vooral de economie gebaat zijn. De garantie dat grote schepen ongehinderd door de Bovenschelde kunnen varen zal een stand-still (=achteruitgang in economische termen) voorkomen. De gevolgen voor de andere sectoren zijn vergelijkbaar met het vorige scenario maar zullen afhangen van de concrete invulling van de plannen. We moeten leren van de fouten uit het verleden en de werken niet overdimensioneren.

Resultaten van een kosten-batenanalyse doen vermoeden dat het 0-scenario het te prefereren scenario is. Onzekerheden hieromtrent zijn echter groot. Scenario 1 leidt in een centrale inschatting tot sterk negatieve baten. Indien door stopzetting van baggeren al het binnenvaartverkeer door wegverkeer wordt vervangen, is dit een zeer slecht scenario. Indien enkel de grootste schepen vervangen worden door schepen van een kleiner type is het mogelijk wel lonend om te stoppen met baggeren. Het aanwezig blijven van verontreinigd slib in de Bovenschelde is wel een sterk nadeel dat niet in deze afweging is meegenomen. Scenario 2 werd niet geanalyseerd voor de Bovenschelde omdat de scheepvaart op dit ogenblik nauwelijks hinder ondervindt van diepgang. Vanuit het standpunt van scheepvaart is er geen sprake van historische achterstand. Dit

weghalen zou ook geen bijkomende transportbaten genereren en zou zeker slechter zijn dan het 0-scenario. Scenario 3 heeft positieve baten in het centrale scenario. Deze baten zijn waarschijnlijk niet groot genoeg om op te wegen tegen de bijkomende infrastructuurkosten die niet zijn ingeschat. Anderzijds toont een sensitiviteitsanalyse aan dat de positieve netto baten aanzienlijk groter kunnen zijn als in de centrale inschatting. Mogelijk kunnen de infrastructuurkosten toch terugverdiend worden. Wel is het uitbreiden van de Bovenschelde tot klasse V niet evident, met de geplande verdieping van de "concurrerende" Leie, die waarschijnlijk een stuk van het doorvaartverkeer op de Bovenschelde zal overnemen. Dit scenario wordt bijvoorbeeld als onrealistisch gezien in het bekkenbeheersplan van de Bovenschelde.

De resultaten in de kosten-batenanalyse houden weinig rekening met gevolgen die niet of moeilijk cijfermatig kunnen ingeschat worden zoals waterkwaliteitsaspecten. Enkel op basis van deze resultaten mogen geen besluiten genomen worden.

REFERENTIELIJST

Contactpersonen:

Belpaire Claude (inbo)

Breine Jan (inbo)

De Cooman Ward

De Schutter Jan

De Vlieger Vera (AWZ)

Goemans Geert (inbo)

Vandaele Karel (Polders en wateringen, St-Truiden)

Vandecasteele Bart (INBO)

Vereecken Hans (WLH-HIC), leidend ambtenaar voor de "opmaak van hydrologische en hydraulische modellen voor de Bovenschelde, het kanaal Gent-Terneuzen en het kanaal Gent-Oostende.

Guido de Saveur, AWZ mandataris district Bovenschelde

Verleysen Tim, AWZ-districtshoofd Bovenschelde

Documenten

ABS (2001) Jaarboek afdeling Bovenschelde 2001

ABS (2003) Afdeling Bovenschelde. Jaarboek 2003

AKWA (2004) Bagger: het onzichtbare goud, hoofdnota Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse Waterbodems, uitgegeven door Advies en Kenniscentrum Waterbodems (AKWA), Nederland

Anoniem (2005). Water- & waterbodemkwaliteit – Lozingen in het water

– Evaluatie saneringsinfrastructuur 2004. Vlaamse Milieumaatschappij,

Aalst. 87 p.

AMINAL, afdeling land (2002) Kleinschalige erosiebestrijdingswerken

Aminal Water (2004), Deelrapport 6: sector transport- en vervoersinfrastructuur Boven - Scheldebekken ontwerpversie

Arnaud-Fassetta G. (2003) River channel changes in the Rhone Delta (France) since the end of the Little Ice Age: geomorphological adjustment to hydroclimatic change and natural resource management. *Catena*. 51: 141-172.

AWZ (2005) Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterwegen en Zeewezen Afdeling Vlaamse Nautische autoriteit, Statistiek van het goederenvervoer over de waterweg jaaroverzicht 2004

Bagenal TB (1979) Fishing gear intercalibration experiments. EIFAC technical paper 34, FAO Rome, 87 p

Bal J. (2005) Structureel Uitvoeringsplan Bagger- en Ruimingsspecie, versie naar kabinet, AWZ

Bekkenbeheer Bovenschelde (2005) De knelpuntenanalyse, uitdagingen voor het waterbeleid.

Belconsulting (2005) Vervolgstudie Seine-Schelde / Rivierherstel Leie, Deel 3: Technische en economische analyse

Belleudy P. (2000) Restoring flow capacity in the Loire River bed Hydrological Processes 14: 2331-2344.

Belpaire C, Smolders R, Van Den Auweele, Ercken D, Breine J, Van Thuyne G, Ollevier F (2000) An Index of Biotic Integrity characterizing fish populations and the ecological quality of Flandrian water bodies. *Hydrobiologia* 434, 17-33

Bervoets L (1994) Methodologische studie naar de inventarisatie van de ecologische effecten en de sanering van de waterbodems in Vlaanderen.

Bervoets L, Knaepkens G, Eens M, Blust R (2005) Fish community responses to metal pollution. *Environmental Pollution* 138,338-349

BERZOB, Verkenning Bereikbaarheid Zuidoost-Brabant over water, hoofdrapport, april 2004

Bogaert André-Emiel (2002), Parlementaire vraag Vlaams parlement nr. 310 inzake maritieme toegangswegen en het onderhoud, 6 juni

Bravard J.P., Landon N., Peiry J.-L. Piégay H. (1999) Principles of engineeringgeomorphology for managing channel erosion and bedload transport, examples from French rivers. *Geomorphology*. 31: 291–311.

Breine JJ, Goethals P, Simoens I, Ercken D, Van Liefferinge C, Verhaegen G, Belpaire C, De Pauw N, Meire P, Ollevier F (2001) De visindex als instrument voor het meten van de biotische integriteit van de Vlaamse binnenwateren. Instituut voor Bosbouw en wildbeheer, Groenendaal. Eindverslag van project VLINA 9901, studie uitgevoerd voor rekening van de Vlaamse gemeenschap binnen het kader van het Vlaamse impulsprogramma Natuurontwikkeling. D/2001/3241/261. 173 pagina's, 19 bijlage, 1 kaart.

Buysse D, Martens S, Baeyens R, Vlietinck K, Coeck J. (2003) Onderzoek naar belemmering van vismigratie in de Ringvaart ter hoogte van de sluis en stuw van Evergem –Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie waterwegen en zeewezen, Afdeling Bovenschelde, Instituut voor Natuurbehoud, IN.R.2003.06, 97 p.

CIW (2004) Karakterisering van het Vlaamse gedeelte van het internationale stroomgebiedsdistrict van de Bovenschelde. www.ciwvlaanderen.be

CIW (2005) De eerste waterbeleidsnota. Een kennismaking. Coördinatiecommissie integraal waterbeleid.

CPB en NEI (2000) Evaluatie van infrastructuurprojecten, leidraad voor kosten-batenanalyse (OEII-leidraad)

Crooks S.M. (1994) Changing Flood peak levels on the river Thames. Proceedings of the institution of Civil engineers, Water maritime and energy. 106,3:267-279.

De Brucker K. (2000), Ontwikkeling van een eclecticisch evaluatie-instrument voor de sociaal-economische evaluatie van complexe investeringsprojecten, met een toepassing op het project Seine-Scheldeverbinding, Proefschrift ingediend ter verkrijging van de graad van doctor in de toegepast economische wetenschappen op de universiteit Antwerpen

Den Besten (1997) Biotische effectonderzoek Hollandsch Diep en Dordtsche Biesbosch, RIZA rapportnummer 97.098

De Boer J, Brinkman UAT (1994) The use of fish as biomonitors for the determination of contamination of the aquatic environment by persistent organochlorine compounds. Trends in Analytical Chemistry 13, 397-404.

De Cooman (1995) Methodologische studie naar inventarisatie, ecologische effecten en sanering van bodems van de Vlaamse waterlopen – eindrapport deel evaluatie waterbodems. Aminal, afdeling water

de Deckere E., De Cooman W., Florus M., Devroede-Vander Linden MP. (1994) Karakterisatie van de bodems van de Vlaamse bevaarbare waterlopen

De Nocker et al., 2004 Maatschappelijke kosten batenanalyse veiligheid tegen overstromen in het Schelde-estuarium, Conclusies op hoofdlijnen, Tussentijds rapport deeltaak 3 in opdracht van Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, LIN AWZ, Afdeling Zeeschelde, door Vito ism Tijdelijke Vereniging Resource Analysis-IMDC, Vito, September 2004.

De Rycke A, De Knijf G, Decler K (2003) Verkennende ecologische gebiedsvisie voor de Bovenschelde. Instituut voor natuurbehoud

De Schutter J. Presentatie: Sedimenttransport van bron tot sink; ruimte voor water en sediment

den Besten PJ (1997) Biotisch effectonderzoek Hollandsch Diep en Dordtsche Biesbosch, RIZA rapportnummer 97. 098

Dienst voor de scheepvaart 2003, NV Zeekanaal, PBV, Europese Commissie stemt in met nieuw kaaimurenprogramma, 2003

Ecorem-Haecon (2002) De Zwalm. Computermodelering als methode, hoogwaterbeheer als doel. Afdeling Water

ECORYS (2003) Transport/IDEA Consult, Studie naar de effecten van een toename van de scheepvaart op de capaciteit van de waterwegen in Vlaanderen, november 2003

ECORYS (2005) Transport, Effecten gebruiksvergoeding in het goederenvervoer

Eijgenraam C.J.J., Koopmans C.C., Tang P.J.G. (2000) Evaluatie van infrastructuurprojecten, leidraad voor kosten-batenanalyse

ESTARTE (2001) Ontwerp mobiliteitsplan Vlaanderen: berekening van de economische aspecten, september 2001

Europese Commissie (2006) 'The Trans-European Transport Networks "Ten-T"', http://ec.europa.eu/ten/transport/guidelines/index_en.htm

FOD binnenlandse zaken (2003), statistieken voor overstromingen.

FOD Economie KMO, Middenstand en Energie (2005) Vervoer, Binnenscheepvaart 2003, jaarlijkse publicatie

FOD Economie KMO, Middenstand en Energie (2006) Historiek van het Indexcijfer der Consumptieprijzen en het Gezondheidsindexcijfer vanaf 1920.

Gob F., Houbrechts G, Hiver J.M. Petit F.(2005) River dredging, channel dynamics and bedload transport in an incised meandering river (the river semois Belgium). River Research and applications 21: 791-804.

Goemans G, Belpaire C, Raemaekers M, Guns M (2003) Het Vlaamse palingenpolluentenmeetnet 1994-2001: gehalte aan polychloorbifenylen, organochloorverbindingen en zware metalen in paling. Instituut voor bosbouw en wildbeheer (IBW)

Gorman OT, Karr JR (1978) Habitatstructure and stream fish communities. Ecology 59, 507-515

Haecon (2002) De Maarkebeek. Computermodelering als methode, hoogwaterbeheer als doel. Afdeling Water

Hey D. L. and Philippi N. S. (1994) Reinventing a flood control strategy. The wetlands initiative. 9: 1-10. Kaderrichtlijn water. Richtlijn 200/60/EG

HIC (2003) Wetenschappelijke ondersteuning van het waterbeheer. Brochure

IMDC en DHI (2005a) Opmaak van hydrologische en hydraulische modellen voor de Bovenschelde, het kanaal Gent-Terneuzen en het kanaal Gent-Oostende. Eindrapport deel 1 Inventarisatie. In opdracht van WLH, Ir Hans Vereecken

IMDC en DHI (2005b) Opmaak van numerieke hydrologische en hydraulische modellen van het Leiebekken, Deel Va: herprofilering van de Leie en aantakken meanders.

ISC (2003) Jaarverslag 2003. www.isc-cie.com

IVA – VMM afdeling Water , Van den Belt 2003 bekken: actie- en maatregelenprogramma, Voorontwerp mei 2006.

Jochems H, Schneiders A, Denys L, Van den Bergh E (2002) Eindrapport: Typologie van de oppervlaktewateren in Vlaanderen, KRLW – Instituut voor Natuurbehoud

Kennedy GA (1980) Drainage related changes in salmonic and invertebrate populations in de river Camowen.

Kerkhove (2004). Bekkenbeheerplan bekken van de bovenschelde, omgevingsanalyse samenvatting ontwerpversie. AMINAL, afd water

KINT (2005) Beheer van slib in België, Stand van zaken, Bilan van het verleden en uitdagingen op vlak van Leefmilieu, nota gerealiseerd door het KINT

KRLW, artikel 5 (2005) Hoofdstuk 4, Hydromorfologische wijzigingen en oppervlaktewaterkwantiteit, SGD Schelde – Maart 2005

LIFE Project on Contaminated Sediments

McCarty DT (1985) The adverse effects of channalisation and their amelioration. In: Habitat modification and freshwater fisheries, Ed: Alabaster John S. Butterworths, London, pp 83-97

Michielsens S. (2004) Model 720/10; Inventarisatie voor de opmaak van zoetwaterstrategieën in het bekken van de Bovenschelde. WLHO

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap Afdeling Bovenschelde, gegevens baggerwerken 1980-1995, 2006

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap Afdeling Bovenschelde, raming baggerwerken 2006-2007, 2006

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap Afdeling Water, De Maarkebeek, computermodellering als methode, hoogwaterbeheer als doel, 2002

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (2004), Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterwegen en Zeewezen Afdeling Vlaamse Nautische autoriteit, Statistiek van het goederenvervoer over de waterweg jaaroverzicht

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2005) Leidraad kosten-batenanalyse vaarwegprojecten

MIRA-T (2002) Milieu- en natuurrapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2002, Verspreiding van PCB's., Van Gerven, T., Van Hooste, H., Vlaamse Milieumaatschappij, (www.milieurapport.be)

Mitchell J. K. (2003) European river floods in a changing world. Risk analysis. 23: 567-574.

NIS (2005) FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie, Vervoer, Binnenscheepvaart 2003, jaarlijkse publicatie

Nv De Scheepvaart (2005) Jaarverslag 2004

Opdam P (1984) De metapopulatie: model van populatie in een versnipperd landschap. Landschap 4/4, pp 289-305

OVAM (2003) Ontwerp Uitvoeringsplan Bagger- en Ruimingsspecie,
Ovam (2003) Analysedocument Bagger en ruimingsspecie. D/2003/5024/10

Parren P, De Charleroy D (2003) Visstandonderzoek en studie naar vismigratie doorheen de sluizen op kanaal Leuven-Dijle 2001-2002 – studie in opdracht van de Vlaamse provinciale visserijcommissie van Vlaams Brabant. IBW.Wb.V.R. 2003-98

Pedersen M.L., Friberg N. and Søren E.L. (2004) Physical Habitat Structure in Danish Lowland streams. *River Research and applications*. 20: 653–669.

Perilloa G.M.E. , Pérezc D. E., Piccoloa M. C., Palmaa E. D., Cuadrado D.G. (2005) Geomorphologic and physical characteristics of a human impacted estuary: Quequén Grande River Estuary, Argentina. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 62: 301-312.

Petts GE (1987) Time scales for ecological changes in regulated rivers. In: *Regulated streams – advances in ecology*, Eds: Craig JF and Kemper JB, Plenum Press, London, pp 257-266

Pinter N., Heine R.A. (2005) Hydrodynamic and morphodynamic response to river engineering documented by fixed-discharge analysis, Lower Missouri River, USA . *Journal of Hydrology*. 302: 70-91.

Pintera N., Millerb K., Wlosinskic J.H., van der Ploeg R. R. (2004) Recurrent shoaling and channel dredging, Middle and Upper Mississippi River, USA. *Journal of Hydrology*. 290: 275–296.

Promotie Binnenvaart Vlaanderen (PBV) (2005), 'Uitgebreide bedieningstijden, nog sneller en betrouwbaarder' in Binnenvaart nr. 22 juli 2005, p.7

Promotie Binnenvaart Vlaanderen (PBV) (2006), www.binnenvaart.be

Resource Analysis, Technum, Ecorys, Katholieke Universiteit Leuven, (2002) Studie naar de ontwikkelingsmogelijkheden van de kleine waterwegen in Vlaanderen inzake scheepvaart, december 2002

Resource Analysis - IMDC - Grontmij – Ecolas en VITO 2005 Milieueffectrapportage voor de actualisatie van het sigmaplan. Afdeling Zeeschelde

RIS Vlaanderen, <http://ris.vlaanderen.be>, 2006

Ruimte voor de rivier (2005) Mer ruimte voor de rivier. www.ruimtevoorderivier.nl

Scaldit (2004) Transnationale analyse van de toestandbeschrijving voor het internationaal stroomgebiedsdistrict van de Schelde: pilootproject voor het testen van de Europese richtsnoeren. www.scaldit.org

Studie uitgevoerd door het Vlaams Kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken (Vito) in opdracht van het Vlaams Gewest 2005/IMS/N9143/05-003, Vito oktober 2005

Thomaes (2005). De knelpuntanalyse, uitdagingen voor het waterbeleid.
<https://circa.vlaanderen.be>

Thomaes (2006a) Ontwerpvisie Vasthouden <https://circa.vlaanderen.be>

Thomaes (2006b) Ontwerpvisie Bergen <https://circa.vlaanderen.be>

Thomaes (2006c) Ontwerpvisie Afvoeren <https://circa.vlaanderen.be>

Van den Belt (2003). Bekkenbeheerplan van de Bovenschelde. Omgevingsanalyse. Watersysteemkenmerken <https://circa.vlaanderen.be>

Vandecasteele B. Lauriks R. De Vos B. en Mergaert K. (2001) Oude Baggerslibstorten. De Belgische Bodemkaart als gegevensbron bij een regionale inventarisatie. Landschap 18 (4): 253-261).

Vandecasteele B., De Vos B. en Buysse B. (2002) Baggergronden in Vlaanderen. Baggergronden langs de Leie, het kanaal Gent-Brugge en in de Merelbeeks Scheldemeersen. INBO

Van Rompaey A, Govers G, Van oost K, Poesen J, Desmet J (1999) Beleidsdocument ten aanzien van bodemerosie in Vlaanderen bij de kaart 'Bodemerosie in Vlaanderen'. Studie in opdracht van AMINAL, afdeling water uitgevoerd door de KULeuven, labo experimentele geomorfologie, 17p. + bijlage en kaart.

Van Thuyne G (1996) Inventarisatie van de aanwezige bevissingsapparatuur op het Instituut

voor Bosbouw en Wildbeheer. Intern rapport Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer IBW.Wb.V.Ir.96.28, 21p + bijlagen.

VITO (2004), Milieuprestaties van de binnenvaart in Vlaanderen

VITO (2005), Best Beschikbare Technieken (BBT) bij baggerverwerkingscentra, draft rapport

VITO-IMDC (2002), Evaluatie slibverwerkingstechnieken

VIWC (2001) De Europese Kaderrichtlijn Water. Een Leidraad. Vlaams Integraal Wateroverleg Comité

Vlaamse Milieumaatschappij (2004). Waterbodempkwaliteit 2003. VMM, Aalst.

VMM (2003) document waterbodempkwaliteit, dienst waterbodemeetnet in samenwerking met CDVP, DVP en labo VMM

VMM (2004 a) Het decreet integraal waterbeleid. Mijlpaal voor het vlaamse waterbeleid.

VMM (2004) Jaarrapport Water- en bodempkwaliteit - lozingen in het water - evaluatie saneringsinfrastructuur

VMM (2004), meetplaatsen en meetresultaten kwaliteitsmeetnet oppervlaktewater voor de periode 2000-2003

VMM (2005), meetplaatsen en meetresultaten kwaliteitsmeetnet waterbodems voor de periode 2001-2004

Voorontwerp Uitvoeringsplan Bagger- en ruimingsspecie, 2006

Whitton B.A. (1975). River Ecology. University of California Press, Berkeley and LA. 725p.

Websites

Inbo (2006) – Instituut voor natuur- en bosonderzoek (VIS: visinformatiesysteem)
gevonden via: (http://www.inbo.be/content/page.asp?pid=FAU_VIS_ECOLIND_VISINDEX) bezocht in
augustus 2006

Informatiebrochure visstandbeheer en visteelt (2002) IBW, gevonden via:
(http://www.inbo.be/docupload_tmp/ibw/publicaties/activiteiten/02ibw2002vis.pdf) bezocht in augustus 2006

Peeters Kris (2006a) Antwoord op vraag nr. 19 van 30 oktober 2003 gevonden via:
(<http://jisp.vlaamsparlement.be/docs/bva/atomisering/ato2003-2004/nr05.pdf/sannen/019.pdf>) bezocht in
augustus 2006

Peeters Kris (2006b) Antwoord op vraag nr. 733 van 7 september 2005 gevonden via:
(<http://jisp.vlaamsparlement.be/docs/schv/2004-2005/peeters/733/antw.733.doc>) bezocht in augustus 2006

V.I.S. (2006) Visinformatiesysteem gevonden via:
(<http://vis.milieuinfo.be/>) bezocht in augustus 2006

www.bovenschelde.be

www.escaut-vivant.org

www.gemswater.org

www.geovlaanderen.agiv.be

www.isc-cie.com

www.ris.vlaanderen.be

www.scheldenet.be

www.vmm.be

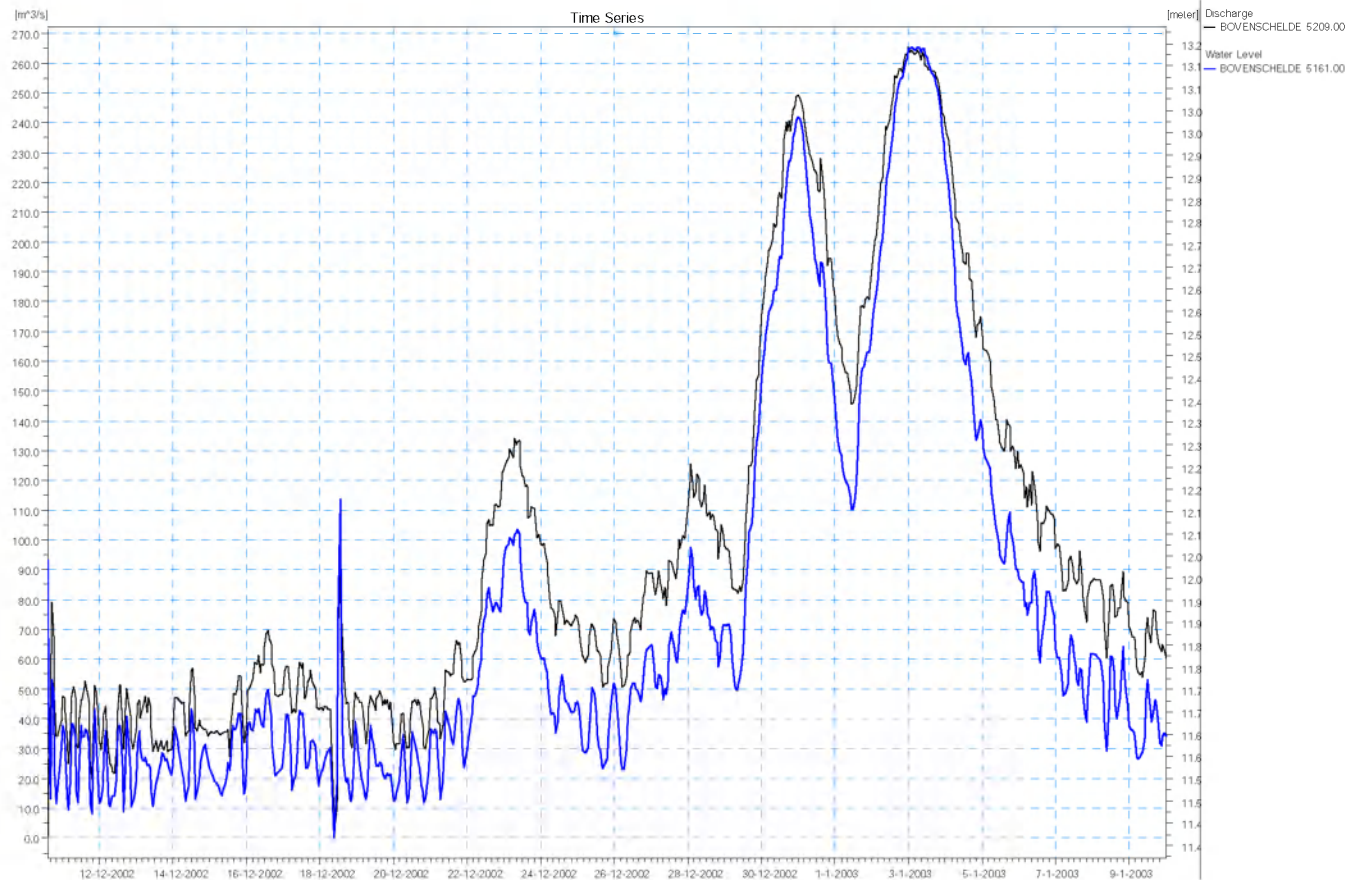
BIJLAGE A LIJST VAN GEBRUIKTE AFKORTINGEN

AKWA	Advies en Kenniscentrum Waterbodems
AWZ	Administratie Waterwegen en Zeewezen
BBI	Belgische Biotische Index. Deze index steunt op de aan- of afwezigheid van macro-invertebraten in het water.
CIW	Comité Integraal Waterbeheer
FOD	Federale Overheidsdienst
KINT	Koninklijk Instituut voor het Duurzaam Beheer van de Natuurlijke Rijkdommen en de Bevordering van Schone Technologie
MKBA	Maatschappelijke kosten-batenanalyse
NCW	Netto Contante Waarde
NIS	Nationaal Instituut voor Statistiek
OVAM	Openbare Afvalstoffenmaatschappij voor het Vlaams Gewest
PIO	Index die men hanteert voor de kwaliteit van oppervlaktewater. Wordt berekend op basis van de percentages voor zuurstofverzadiging. Een slechte score wordt toegekend bij lage zuurstofspanningen evenals bij oververzadiging die optreedt bij eutrofiëring – een verschijnsel dat de kwaliteit aantast.
Tds	Ton droge stof, 1 m ³ komt bij bevaarbare waterlopen overeen met 0,8 Tds
TKB	Triadekwaliteitsbeoordeling
VITO	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek

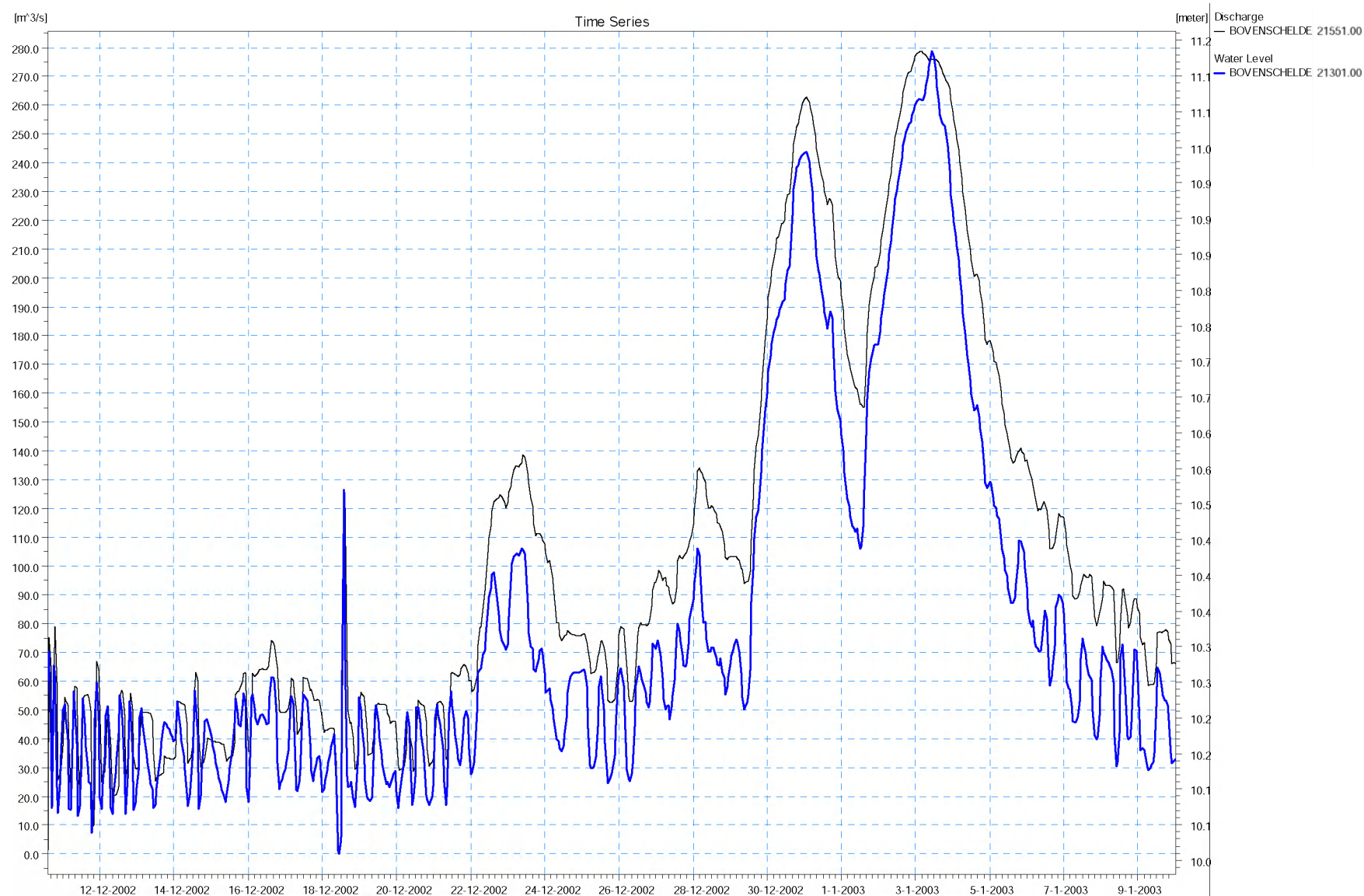
BIJLAGE B PROFIELEN EN DEBIETMETINGEN OP DE BOVENSCHELDE

Deze figuren werden gehaald uit het model van de Bovenschelde dat het waterbouwkundig laboratorium gemaakt heeft. Ze werden verstrekt door Ir Hans Vereecken (WLH). Deze tabellen zijn indicatief; de punten waarvan ze de voorstelling geven hebben geen speciaal belang voor deze masterproef.

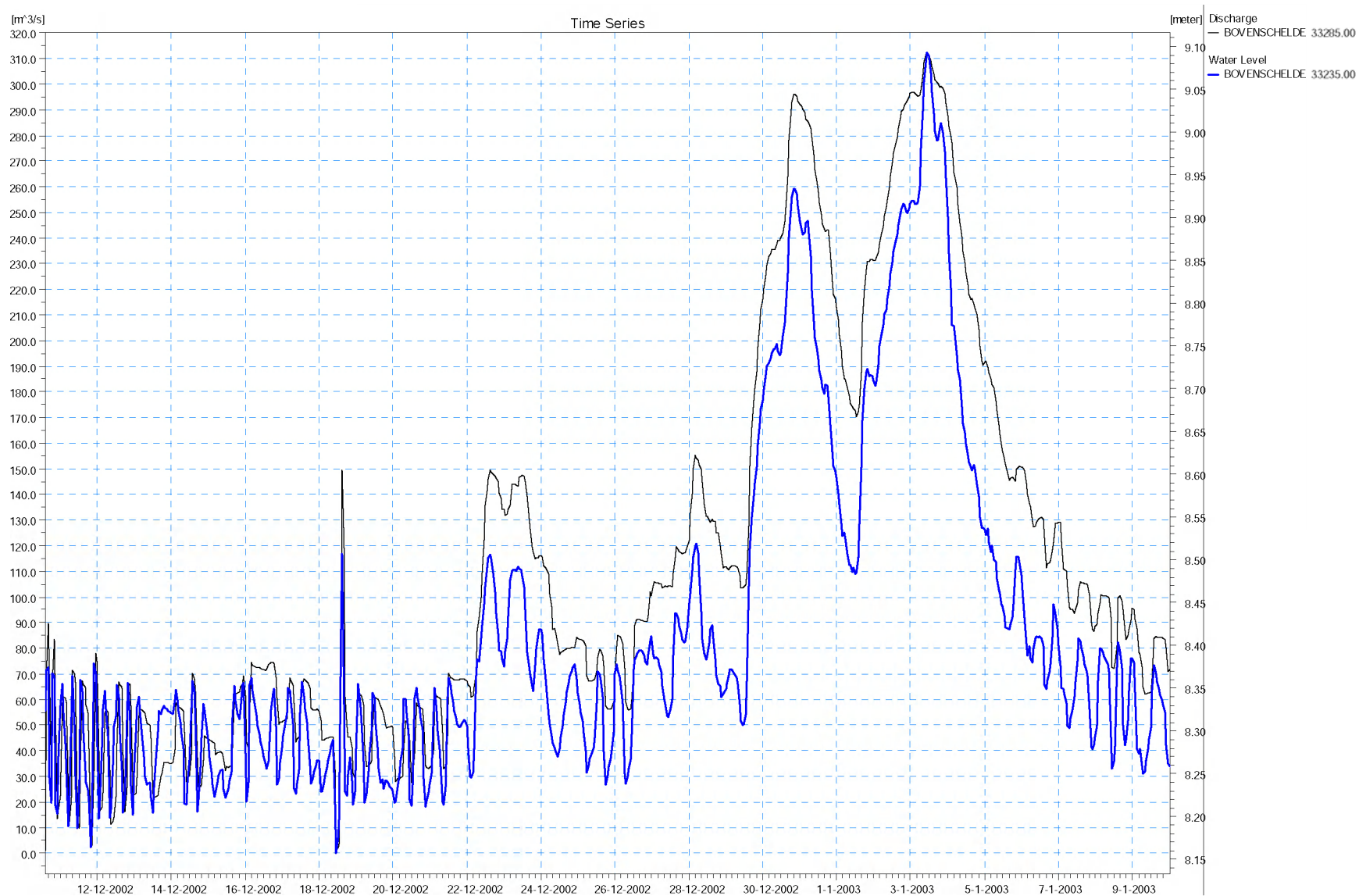
1. Debiet Bovenschelde te Bossuit



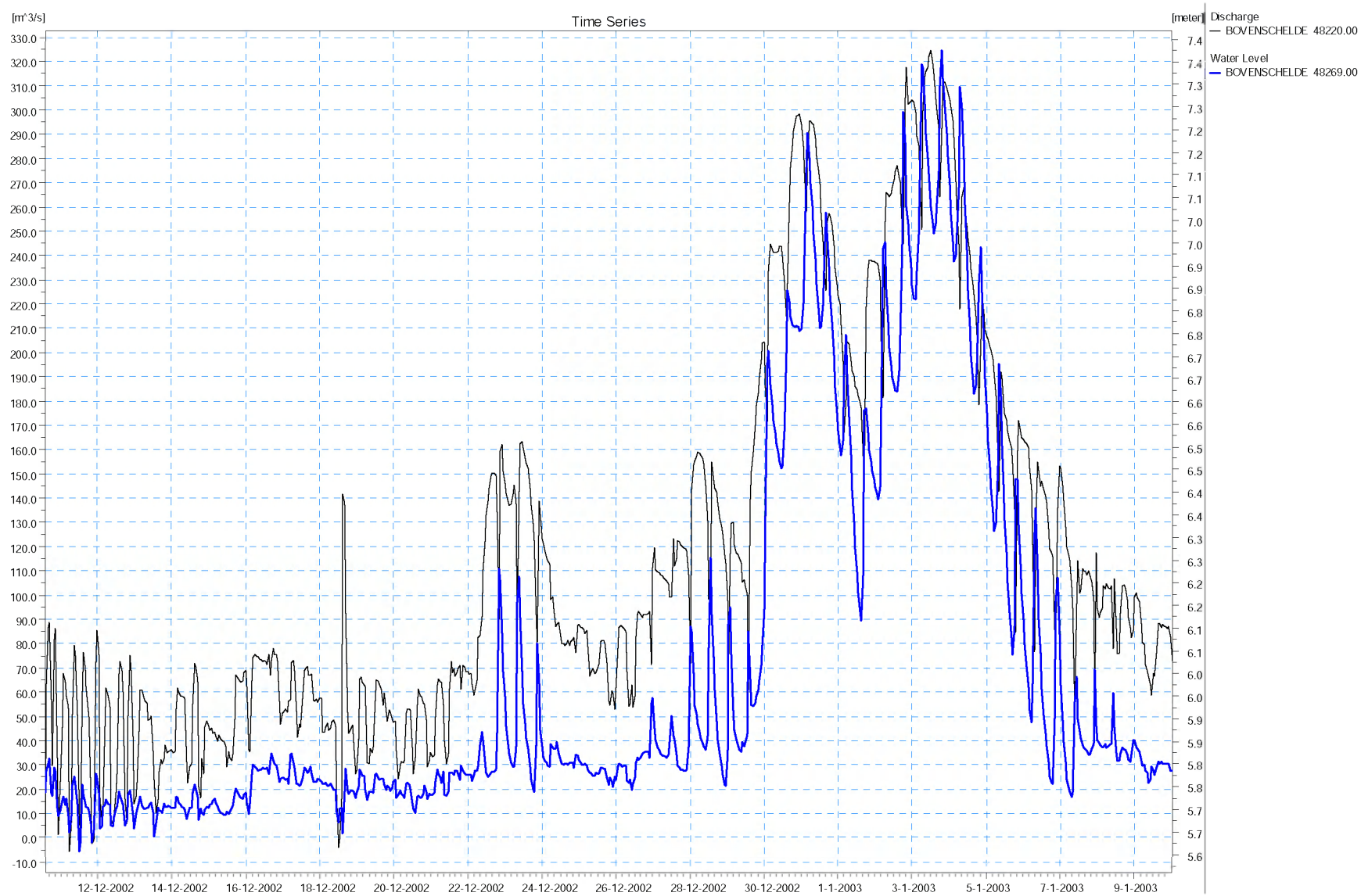
2. Debiet Bovenschelde pand Kerkhove-Oudenaarde



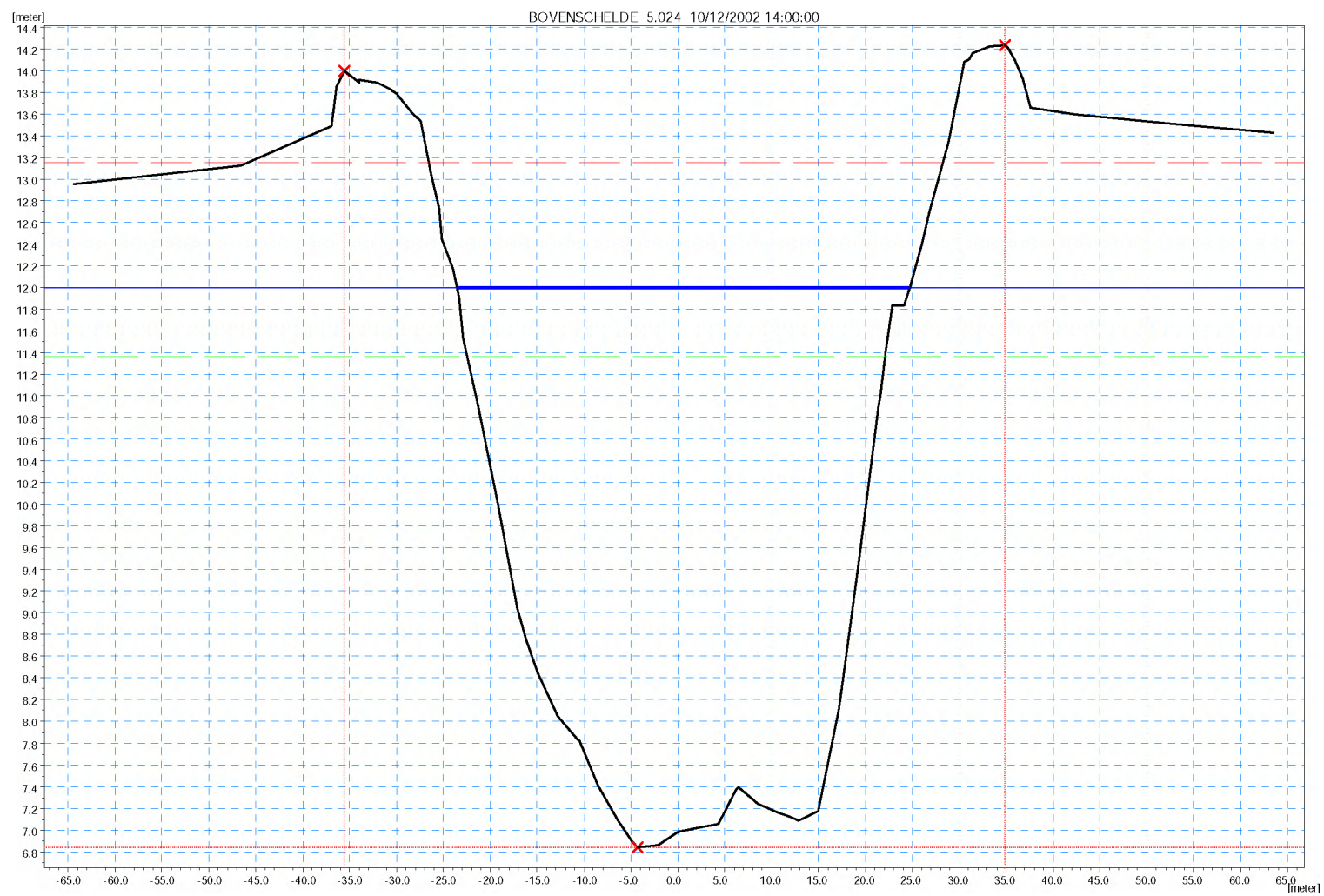
3. Debiet Bovenschelde pand Oudenaarde-Asper



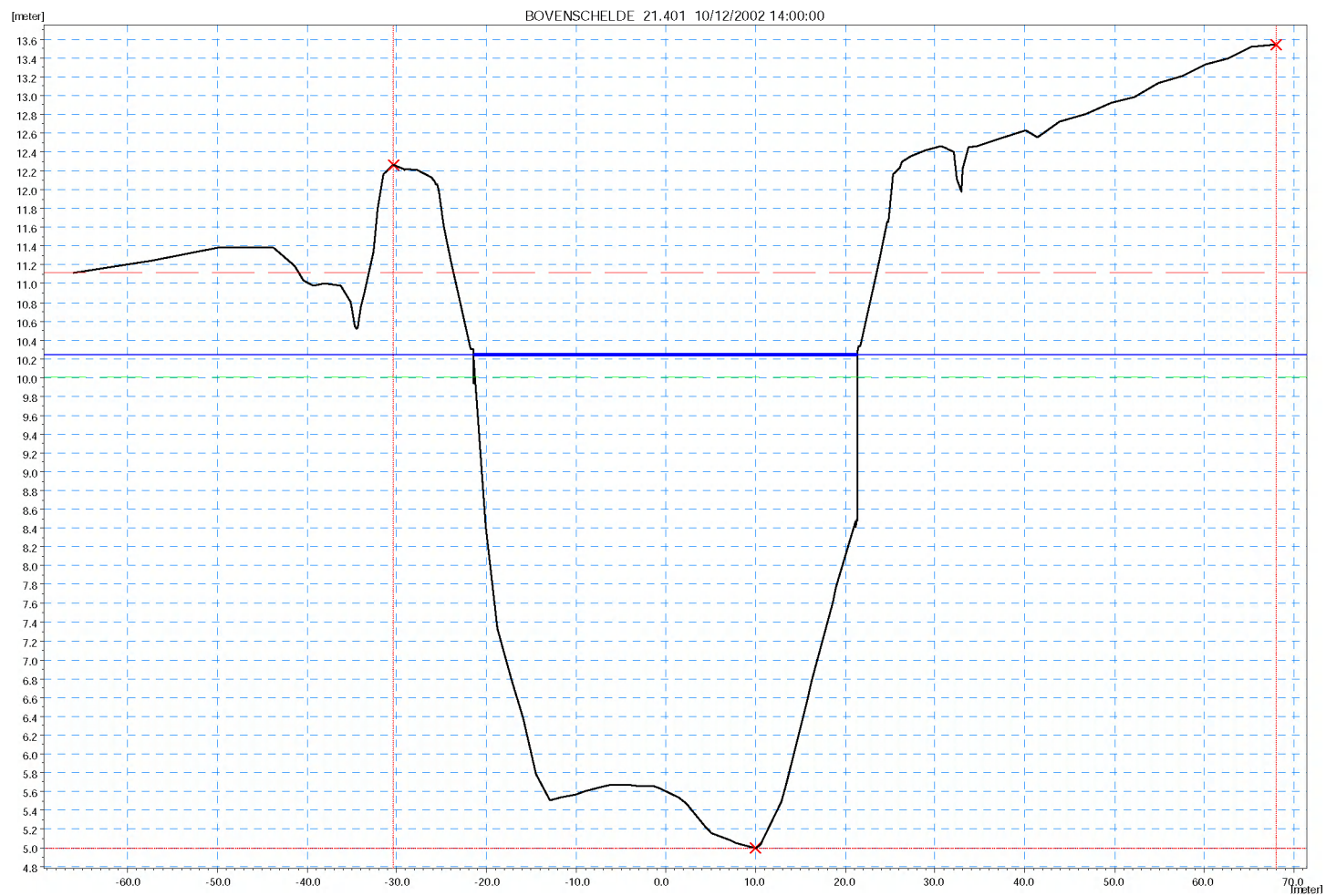
4. Debiet Bovenschelde ter hoogte van de splitsing met de Tijarm



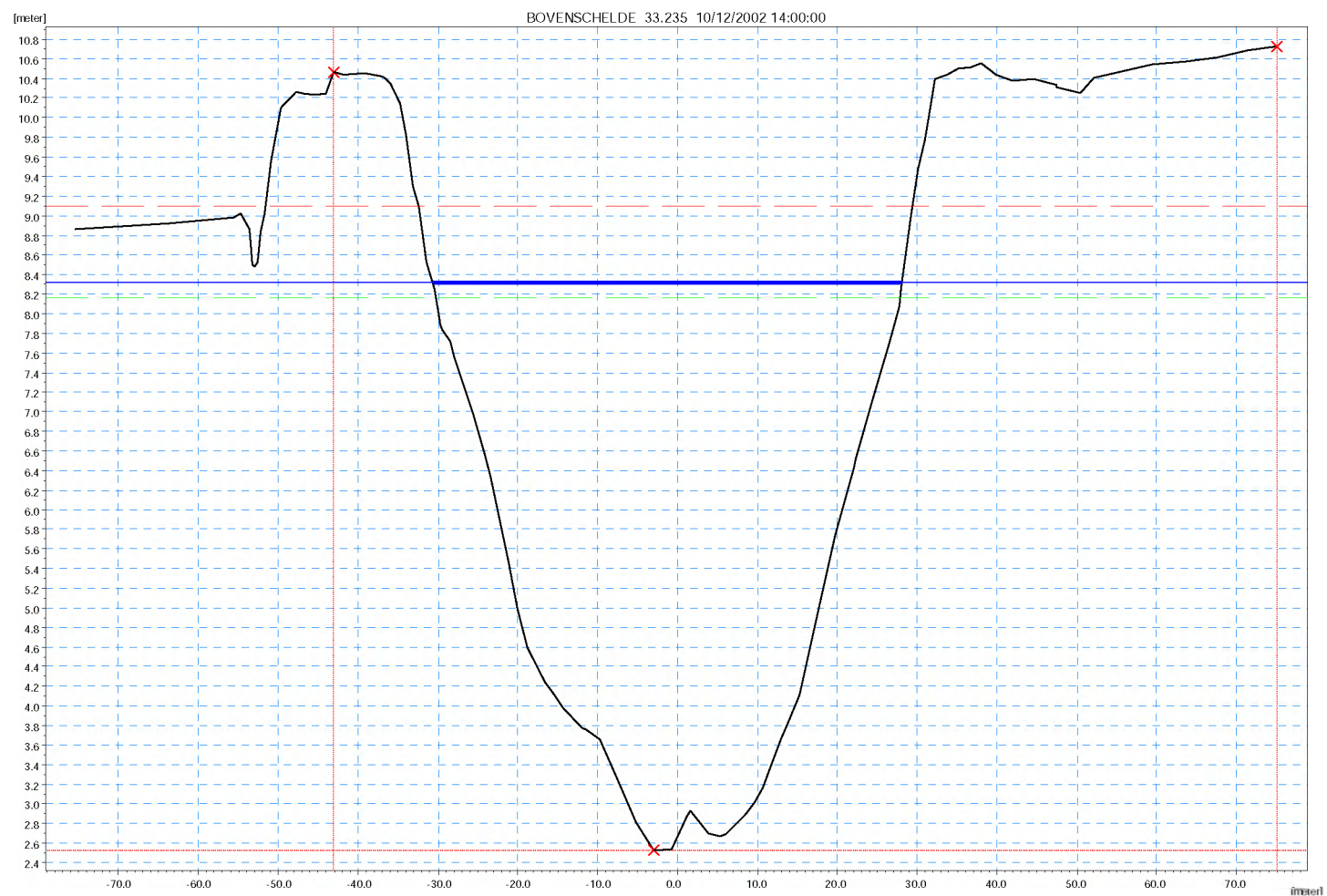
5. Profiel te Bossuit (rood is hoog peil, blauw is normaal peil, groen is laag peil)



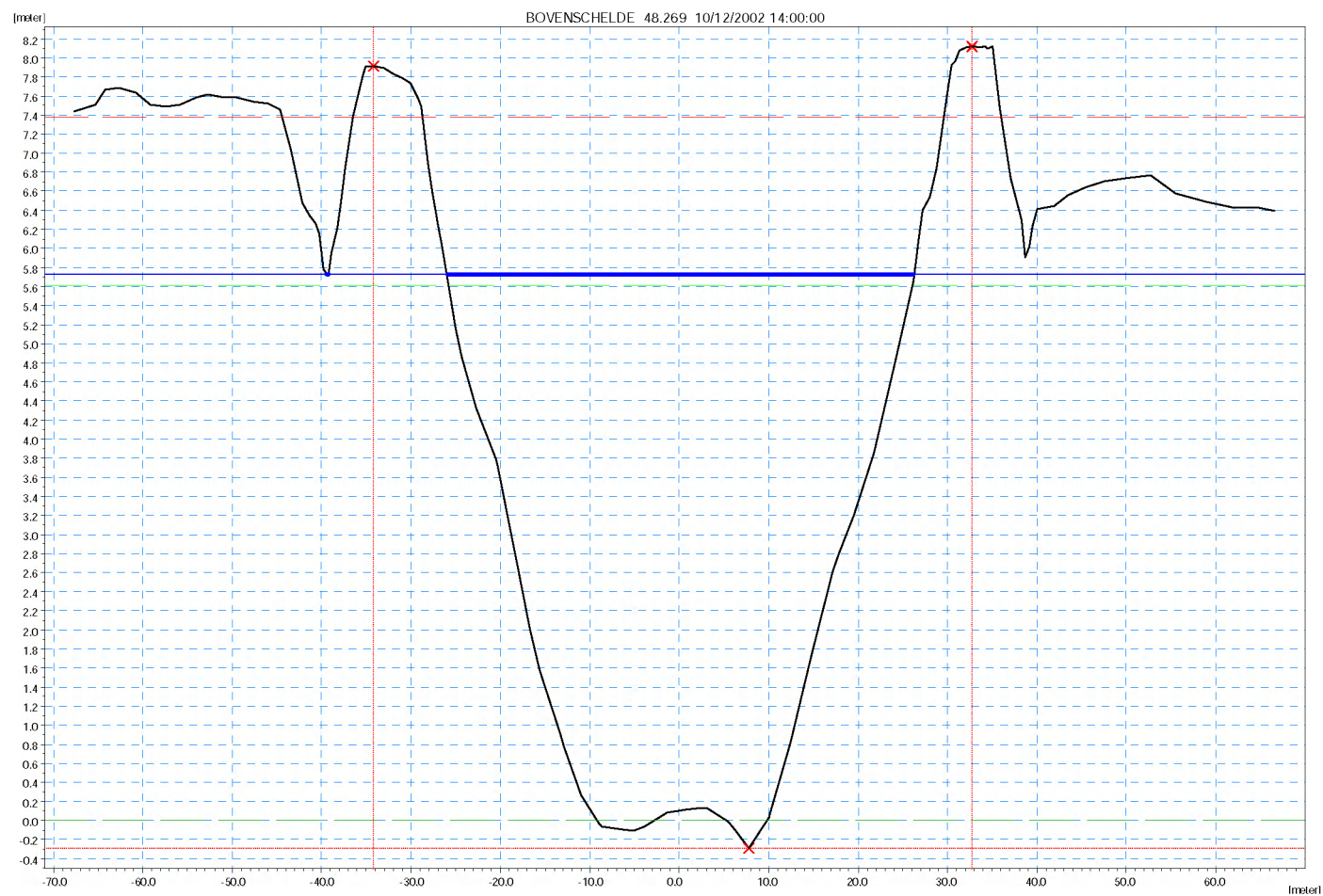
6. Profiel pand Kerkhove-Oudenaarde (idem 5)



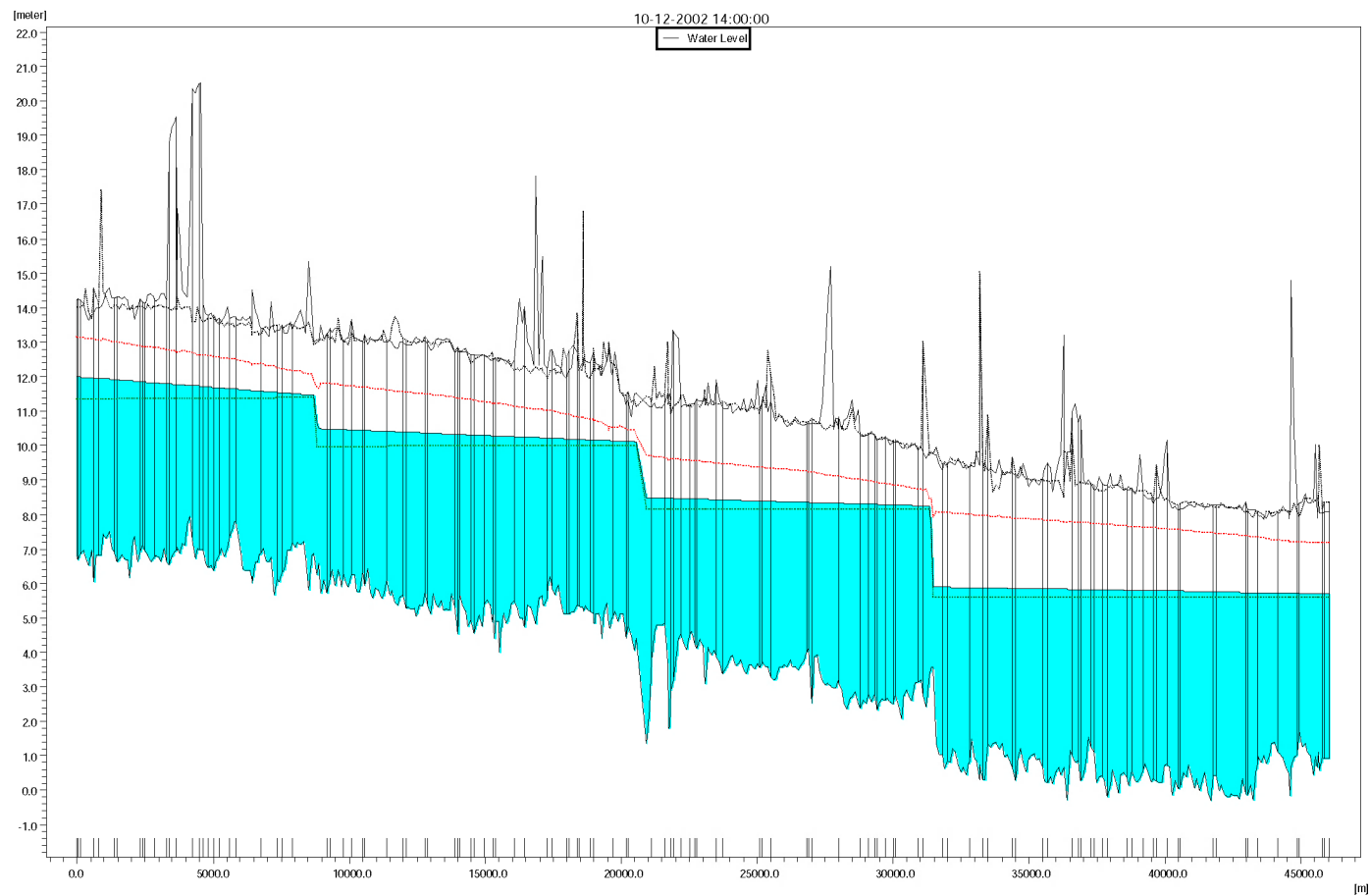
7. Profiel pand Oudenaarde-Asper (idem 5)



8. Profiel Bovenschelde ter hoogte van de splitsing met de Tijarm (idem 5)



9. Langsprofiel Bovenschelde van Bossuit tot monding Ringvaart (idem 5)



BIJLAGE C INSCHATTING DIRECTE KOSTEN BINNENVAART

Voor de inschatting van de directe kosten voor binnenvaart is vooral gebruik gemaakt van gegevens uit RA et al., 2002. In deze studie wordt zeer gedetailleerd aangegeven wat de verschillende kostenelementen zijn bij het vervoer van binnenvaart. Vooral interessant is deze studie is het onderscheid dat gemaakt wordt in de kosten per CEMT-klasse. Dit onderscheid kan gebruikt worden om in te schatten hoe kosten veranderen voor scheepvaart bij een wijziging van diepgang, aangezien grotere schepen zich op de vaarweg kunnen begeven.

Een eerste belangrijke kostenpost bij binnenvaart zijn de eenmalige kosten. Het betreft hier de investeringskosten in het casco en de motor. Om de kosten per tonkm in te schatten, worden deze omgerekend naar jaarlijkse kosten.

Tabel 74: Eenmalige kosten binnenvaart voor verschillende scheepstypes. (RA et al. 2002)

Scheepstype	CEMT	Casco (€)	Motor (€)	Casco (€/jaar)*	Motor(€/jaar)*	Totaal(€/jaar)*
Spits	I	350.000	25.000	27.032	3.559	30.591
Kempenaar	II	700.000	50.000	54.064	7.119	61.183
Dortmunder	III	1.100.000	100.000	84.957	14.238	99.195
Rijn-Herne	IV	1.375.000	125.000	106.197	17.797	123.994
Rijnschip	Va	2.500.000	250.000	193.085	35.594	228.679

** Herrekening naar jaarlijkse kost op basis van levensduur van 35 jaar voor casco en 10 jaar voor motor en intrestvoet van 7% (RA et al. 2002)*

Naast eenmalige kosten zijn er nog een aantal vaste jaarlijkse kosten. Vooral de personeelskost is hier belangrijk, maar ook verzekering en onderhoud zijn belangrijk.

Tabel 75: Jaarlijkse vaste kosten binnenvaart voor verschillende scheepstypes in €/jaar (RA et al. 2002)

Scheepstype	CEMT	Onderhoud	Verzekering	Diverse	Bemannig
Spits	I	2.235	1.875	3.350	39.800
Kempenaar	II	5.675	5.000	3.550	41.200
Dortmunder	III	12.500	20.400	3.850	61.900
Rijn-Herne	IV	15.625	22.500	4.050	61.900
Rijnschip	Va	28.750	27.500	4.500	63.900

Variabele kosten zijn brandstofkosten. Het verbruik in geladen toestand en bij leegvaart wordt beschreven in onderstaande tabel.

Tabel 76: Brandstofverbruik binnenvaart voor verschillende scheepstypes bij geladen toestand en leegvaart in l/uur. (RA et al. 2002)

Scheepstype	CEMT	Verbruik geladen	Verbruik leeg
Spits	I	33	20
Kempenaar	II	62	37
Dortmunder	III	125	75
Rijn-Herne	IV	166	100
Rijnschip	Va	230	138

Doelstelling is om een kost per klasse per tonkilometer te kunnen afleiden. Om dit te kunnen doen, zijn er nog een aantal exploitatiekenmerken vereist. Onderstaande kenmerken worden gegeven in RA et al. 2002.

Tabel 77: Exploitatiekenmerken binnenvaart voor verschillende scheepstypes (RA et al. 2002)

Scheepstype	CEMT	Laadvermogen (ton)	Uren vaart per jaar	Km geladen vaart/jaar	Beladingsgraad bij geladen vaart
Spits	I	350	1.760	12.000	72%
Kempenaar	II	600	2.160	15.000	90%
Dortmunder	III	1.000	2.800	19.000	95%
Rijn-Herne	IV	1.350	3.200	25.000	93%
Rijnschip	Va	2.200	4.250	35.000	86%

Uit deze kenmerken kan enerzijds afgeleid worden wat het totaal aantal afgelegde tonkm (beladingsgraad x km geladen vaart/jaar x laadvermogen) is per scheepstype en anderzijds wat het totale brandstofverbruik en dus ook de totale brandstofkost is per scheepstype. Om dit laatste te kunnen afleiden moet wel een veronderstelling gemaakt worden over het aantal uren leegvaart. Dit bedraagt maximaal 50% (vol heen, leeg terug), maar zal door het combineren van vrachten (vol heen, vol terug door vracht te transporteren van zelfde of andere klant) waarschijnlijk lager liggen. Een veronderstelling van 75% wordt genomen als centrale waarde. Om de totale brandstofkost per jaar te kunnen inschatten wordt gebruik gemaakt van een brandstofprijs van 0,27 €/l (RA et al. 2002, prijsniveau 2001).

Tabel 78: Overzicht kosten per scheepstype en afleiding kost in € per tonkilometer

CEMT	Tonkm/jaar	Brandstofkost	Eenmalige kost	Jaarlijkse vaste kost	Totale kost / jaar	Kost / tonkm
I	3.024.000	14.137	30.591	47.260	91.989	0,030
II	8.100.000	32.513	61.183	55.425	149.121	0,018
III	18.050.000	85.050	99.195	98.650	282.895	0,016
IV	31.387.500	129.168	123.994	104.075	357.237	0,011
Va	66.220.000	237.533	228.679	124.650	590.862	0,009

Prijspeil 2001, brandstofkost 0,27 €/l

Om te kunnen inschatten hoe deze kosten zich situeren t.o.v. kosten in andere studies wordt in onderstaande tabel een kort overzicht gegeven van andere bronnen. De waardes die in de andere studies voorkomen, zijn van dezelfde grootteorde als de waarden afgeleid uit RA et al. 2002.

Tabel 79: Literatuuroverzicht interne kosten binnenvaart in € per tonkm (droge bulk)

Bron	Prijspeil	Kost / tonkm
Berzob 2004	2003	0,013 – 0,025
Ecorys 2005	2002	0,01 – 0,02
Estarte 2001	1998	0,01

BIJLAGE D VERSLAG INTERVIEW DISTRICTSHOOFD BOVENSCHELDE

Plaats : Kantoren AWZ Oudenaarde

Tijdstip : dinsdag 9 mei 2006 om 9u

Aanwezig :

Beyers Wim

Broekx Steven

Verleysen Tim (Districtshoofd Bovenschelde)

De Saveur Guido (AWZ, deskundige in slibproblematiek).

Doel :

Kennis vergaren en data rond slibproblematiek Bovenschelde

Verslag :

Baggeren

Baggerwerkzaamheden bestaan dikwijls uit het zogenaamde ploegen. Hierbij wordt een soort ploeg door vaargeul getrokken waardoor slib naar de kant verplaatst wordt. Dit is een tijdelijke bewerking, maar vereist geen milieuvergunning. Werkzaamheden die onlangs deels zijn uitgevoerd en gepland zijn voor 2010 het vernieuwen van de stuwen aan de 3 sluizen op de Bovenschelde. Vernieuwing van de sluizen zelf zal slechts op lange termijn gebeuren. De stuwen zijn erop gericht om het water tegen te houden bij laag water, waardoor bij laag water toch nog voldoende diepgang is voor scheepvaart.

Grootste probleem bij baggeren op dit ogenblik is kostprijs. Vooral de kostprijs voor verwerking is enorm hoog. Baggeren kost ongeveer 130 BEF/m³, verwerking kost 2800 BEF / tds. (1 m³ is ongeveer 0,8 tds). Baggerproblematiek is vooral budgettair een probleem. Prijs is ook enorm gestegen in de loop der tijd.

Baggeren en verwerken van slib gebeurt door privé-firma's. Slib van bovenschelde gaat naar stortplaats te Zwijnaarde. Dit wordt per schip gelost en naar

laguneringsvelden gebracht om het steekvast te maken. Vervolgens wordt slib als opvulmateriaal gebruikt.

Scheepvaart

Slibproblematiek voor scheepvaart is slechts op beperkt aantal punten: op kruispunten van waterlopen en zwaaibekkens (plaats waar schepen draaien). Door de lagere stroomsnelheid op deze plaatsen zal slib opgewoeld op andere plaatsen hier neerslaan.

Op andere plaatsen zijn schepen krachtig genoeg om door slib heen te varen. Bovendien stuwen schepen slib weg waardoor centraal diepere vaargeul ontstaat. Het scheepvaartverkeer is ook druk genoeg (+/- 80 schepen per dag) om vaarweg open te houden.

Scheepvaart op Bovenschelde is vooral voor lokale lossingen en ladingen. Grootste deel van schepen gaan naar de elektriciteitscentrale van Ruien en containerterminal in Avelgem. Ook groot aantal gaat naar kanaal Bossuit-Kortrijk. Daar zitten een aantal zandboeren, veevoederhandelaars. Frankrijk is bereikbaar voor klasse IV schepen. Verbinding via Bovenschelde naar Frankrijk is korter dan verbinding via Leie. Toch wordt bij nieuwe infrastructuurwerken de kaart van de Leie getrokken. Men wil via de Leie een verbinding voor klasse V schepen maken met Frankrijk. Waarom dit is, is onduidelijk. Mogelijke verklaring is rechtstreekse aansluiting op Frankrijk, terwijl via Bovenschelde men nog in Wallonië stuk moet varen. Via Bovenschelde naar Leie varen kan niet in Kortrijk. Daar zijn een aantal zeer kleine sluizen, die nog enkel gebruikt worden voor pleziervaart.

Ook al varen schepen zelf door slib heen, toch kan dit effect hebben op bijvoorbeeld snelheid en brandstofverbruik. Interessante publicatie is "veilig varen over slib" (opzoeken op internet). Er is een bepaalde nautische bodem of minimum diepgang vereist om schip nog te kunnen besturen.

Prijzen voor containertransport via binnenscheepvaart of wegtransport zijn niet gekend bij AWZ. Mogelijkheid is contacteren van de containerterminal van Avelgem. Het is onduidelijk of zij deze informatie gaan geven.

Kwaliteit

Weinig kennis aanwezig over kwaliteit van slib. Stalen die genomen worden, zijn altijd mengstalen. Er is geen kennis over variatie in kwaliteit naargelang de diepte. Het is dus onduidelijk hoe de waterbodempkwaliteit zal wijzigen door baggeren.

Wel is duidelijk dat het baggeren zelf bij momenten schadelijke gevolgen kan hebben. Het ploegen bijvoorbeeld kan bij bepaalde omstandigheden leiden tot zuurstofarmte en vissterfte op de rivier.

Kwantiteit

Kwantiteit (Overstromingen) is geen probleem voor de Bovenschelde. Alleen langs de Zwalm zijn er af en toe problemen met hoge waterstanden, maar baggeren op de Bovenschelde zal hier geen impact op hebben. Mogelijk probleem bij verder baggeren zou te lage waterstand kunnen zijn, met negatieve gevolgen op ecologie.

Contacten:

Luc Verhaest (tel. 09/2680228) en Jan Balduck: veel kennis over slibproblematiek in Bovenschelde en lange termijn planning van scheepvaart in regio.

V. De Vlieger (tel. 09/2680225): gegevens over kwaliteit en kwantiteit slib.

Scheepvaartkaart op gis.ris-rivierinformatie.be/ibis/viewer.htm (waarschijnlijk niet toegankelijk)

Contactopname V. De Vlieger:

Was behulpzaam en bereid gegevens door te sturen. Verwees uitdrukkelijk naar Sectoraal Uitvoeringsplan. Stelde voor om dit eerst te raadplegen voor Bovenschelde vooraleer haar meer gedetailleerde gegevens te laten versturen. Hier zouden ook specifiek gegevens moeten staan wat betreft hoeveelheden (aanwezigheid, aangroei, gebaggerde hoeveelheid) en ook kostprijzen van verwerking. Zij verwees ook naar het ter beschikking zijn van een nieuwe update van dit Uitvoeringsplan. Hiervoor moet contact opgenomen worden met A. Van Vosselen (OVAM, tel. 02/5537136). SB erkende dit eerst te doen vooraleer terug contact op te nemen.