

7457

ECOTOXICOLOGISCHE TESTEN VOOR BEOORDELING VAN WATERKWALITEIT

Schoeters G.E.R.(1), Janssen C.R. (2), Delbeke K.(3), De Rooij C, (4), Maeckelberghe H.(5), Pauwels J.(5), Persoone G.(2), Weltens R.(1).

- (1) Dr. G. Schoeters, VITO, Boeretang 200, 2400- Mol
Dr. R. Weltens, VITO, Boeretang 200, 2400 Mol
- (2) Dr. C. Janssen, Laboratorium voor Biologisch Onderzoek van Waterverontreiniging, Universiteit Gent, J. Plateastraat 22, B-9000 Gent
Prof. Dr. G. Persoone, Laboratorium voor Biologisch Onderzoek van Waterverontreiniging, Universiteit Gent, J. Plateastraat 22, 9000 Gent
- (3) Dr. K. Delbeke, LISEC, Studiecentrum voor Ecologie en Bosbouw, V.Z.W., Craenevenne 140, 3600 Genk
- (4) Drs. C. De Rooij, Solvay S.A., Ransbeekstraat 310, 1120 Brussel,
- (5) Ir. H. Maeckelberghe, Vlaamse Milieumaatschappij, Afdeling Meetnetten en Onderzoek, A. Van De Maelestraat 96, Erembodegem
Dr. Ir. J. Pauwels, Vlaamse Milieumaatschappij, Afdeling Kwaliteitsbeheer, A. Van De Maelestraat 96, Erembodegem

Correspondentie-adres:
Dr. G. Schoeters
Projectencoördinator milieutoxicologie,
VITO,
Boeretang 200,
2400- Mol,
tel 014/335200, fax 014/320372

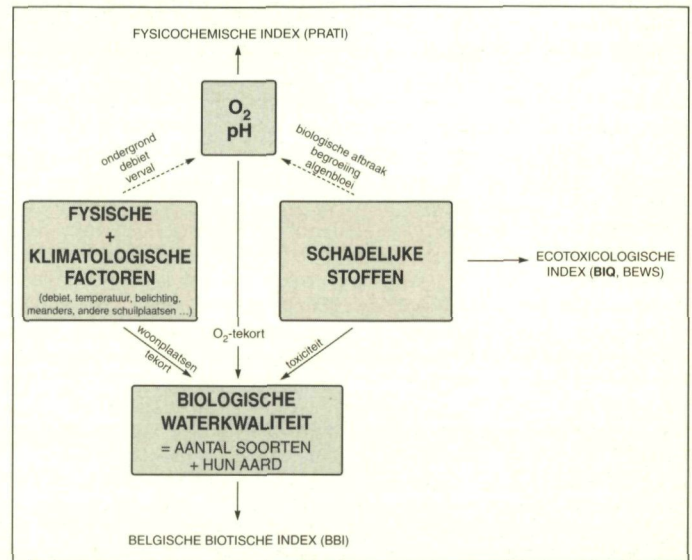
INLEIDING

In Vlaanderen zullen in de nabije toekomst, net zoals in de ons omringende landen meer en meer ecotoxicologische testen ingezet worden voor de beoordeling van de waterkwaliteit. Dit was de boodschap die zowel door sprekers van wetenschappelijke instellingen, overheid en industrie werd gebracht tijdens de studienamiddag georganiseerd rond dit thema op 24 oktober 1996 door VITO (Milieutoxicologie) in samenwerking met de Universiteit Gent (Laboratorium voor Biologisch Onderzoek van Waterverontreiniging).

Momenteel worden hoofdzakelijk chemische stofconcentraties gemeten voor de beoordeling van waterkwaliteit, en dit zowel voor de evaluatie van de kwaliteit van oppervlaktewater als voor de beoordeling van de vuilvrucht van effluënten. Deze **stofgerichte** benadering vormt ook de basis van het normeringsstelsel voor emissies en immissies naar/in het oppervlaktewater. Bij een **effectgerichte** benadering, worden de effecten van de potentiële vervuiling rechtstreeks op de testorganismen bepaald door middel van ecotoxicologische testen.

Om de incorporatie van ecotoxicologie in het milieubeleid toe te laten is er nood aan goed gevalideerde, goedkope en efficiënte testen die toelaten om snel de impact van de milieuverontreiniging op levende organismen te evalueren. Bovenop hun signaalfunctie voor verontreiniging, is de toegevoegde waarde van deze testen dat ze kunnen worden ingezet om de efficiëntie van maatregelen te beoordelen zoals saneringen, ingrepen in productieprocessen die de afvalstroom wijzigen enz... Van deze soms dure maatregelen wordt immers verwacht dat ze leiden tot een toxiciteitsreductie in het afvalwater en het ontvangende oppervlaktewater. Ecotoxicologische testen kunnen ook gebruikt worden om in combinatie met fysicochemische fractioneringstechnieken en/of stofgroepspecifieke ecotoxicologische testen de chemische stoffen te identificeren die verantwoordelijk zijn voor de ecotoxiciteit van de milieustalen. Op deze manier kan er meer gericht ingegrepen worden om milieugiftigheid aan de bron te beperken.

Zowel de signaalfunctie, controlefunctie, bewakingsfunctie van ecotoxiciteitstesten, als het wettelijk kader waarin ze kunnen toegepast worden, kwamen aan bod tijdens deze studienamiddag die bijgewoond werd door een zeventigtal personen. Deze geslaagde bijeenkomst vormde een forum dat via presentaties en levendige dis-



cussies, voor uitwisseling van informatie zorgde en het overleg tussen regelgevende instanties, gebruikers en ecotoxicologen op gang heeft gebracht.

Een wettelijk kader voor ecotoxicologische testen:

Aquatische ecotoxiciteitstesten zijn, in België, momenteel alleen verplicht om de milieugiftigheid van afzonderlijke stoffen te evalueren in het kader van EU reglementering. Deze ecotoxicologische informatie, dient om de 'gevaar' (hazard)-code voor de stof te identificeren die op de verpakking en bij het transport wordt vermeld. In België is er het K.B. van 11 januari 1993 tot regeling van de indeling, de verpakking en het kenmerken van gevaarlijke preparaten met het oog op het op de markt brengen of het gebruik ervan. Dit K.B. is een omzetting van de EU richtlijnen 92/32/EEG en 67/548/EEG. Er is ook het K.B. van 28 februari 1994 betreffende het bewaren, het op de markt brengen en het gebruiken van bestrijdingsmiddelen voor landbouwkundig gebruik (richtlijnen 94/43/EG en 91/414/EEG). Ook de toepassing van de EU richtlijnen 73/404/EEG, 73/405/EEG en 82/282/EEG inzake detergents impliceert het uitvoeren van een biologische evaluatie, meer bepaald afbreekbaarheidstesten.

Voor de immissiegerichte beperking van de lozing van gevaarlijke stoffen die behoren tot de lijsten I en II (Richtlijn 76/464/EEG van de Raad van 4 mei 1976 betreffende de verontreiniging veroorzaakt door bepaalde gevaarlijke stoffen die in het aquatische milieu van de Gemeenschap worden geloosd) dienen de kwaliteitsdoelstellingen gebaseerd te zijn op ecotoxicologische gegevens. Naast de richtlijn 96/61/EG van de Raad van 24 september 1996 inzake geïntegreerde preventie en beperking van verontreiniging, wordt er door de Europese Unie gewerkt aan een overkoepelende kader-richtlijn water (oppervlakte- en grondwater). Hierin worden de kwalitatieve en kwantitatieve aspecten, gebruiksdoeleinden en ecosystemen op een geïntegreerde manier aangepakt. Het voorstel van 8 juli 1994 voor een richtlijn van de Raad betreffende de ecologische waterkwaliteit, waarin de biomonitoring als één van de instrumenten wordt vermeld, zal in de toekomstige kaderrichtlijn worden verwerkt. Een ontwerpvoorstel wordt binnen korte termijn verwacht.

De ecologische onderbouwing is ook een van de pijlers van: (i) het UNECE Verdrag inzake de bescherming en het gebruik van grensoverschrijdende waterlopen en internationale meren (Verdrag van Helsinki, 1992) waarvan onze Schelde- en Maasverdragen (1994, 1995) een toepassing zijn, (ii) van het Verdrag inzake de bescherming van het marien milieu van de Noordoostelijke Atlantische Oceaan (Verdrag van Parijs, 1992 of herziene en samengevoegde Verdragen van Oslo, 1972 en van Parijs, 1974) en (iii) van de Ministeriële Verklaringen van de Internationale Noordzee-conferenties (NSC) waarvan de laatste plaatsvond in Denemarken, Esbjerg 1995. Niettegenstaande dat de (eco)toxiciteit, samen met de bio-

accumuleerbaarheid en persistentie reeds geruime tijd de criteria zijn voor de gevaarlijke stoffen, dat de ecotoxiciteitstesten een verplichte stap zijn bij de bepaling van de milieubezwaarlijkheid van individuele gevaarlijke stoffen of preparaten en dat de biomonitoring algemeen wordt aanbevolen, werd pas voor het eerst in 1995 de ontwikkeling van de toepassing van ecotoxiciteitstesten op effluënten expliciet in een officiële verklaring van een internationaal forum opgenomen (NSC, Esbjerg, 1995).

De politieke engagementen van de NSC worden opgenomen in de actieprogramma's van de Parijse Commissie (PARCOM) die instaat voor de uitvoering van het Verdrag van Parijs. De ecotoxicologische evaluatie van effluënten werd in 1995 in het programma opgenomen van de Werkgroep Puntbronnen (POINT) onder leiding van Duitsland met als bedoeling voorschriften uit te werken voor de algemene invoering van ecotoxicologische testen op effluënten als één van de instrumenten van een brongericht beleid. PARCOM kan haar voorschriften vastleggen in wettelijk bindende PARCOM beslissingen of beleidsmatige PARCOM aanbevelingen. Onder welke vorm de ecotoxiciteitstesten zullen worden opgelegd, noch het jaar van uitvaardiging staan momenteel vast gezien het project zich nog in de aanvangsfase bevindt. In de ontwerpvoorstellen van PARCOM aanbeveling inzake emissiewaarden voor de organische chemische industrie en PARCOM beslissing inzake emissiegrenswaarden voor de textielveredelingssector wordt de ecotoxicologische evaluatie van de effluënten reeds voorgeschreven of aangeraden.

Dr. ir J. Pauwels van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) beklemtoonde dat het Vlaams gewest actief werkt om ecotoxiciteitsgegevens als belangrijk criterium te gebruiken bij de bepaling van de waterkwaliteitsnormen evenals bij de evaluatie van afvalwaters. Het opstellen van richt- en grenswaarden voor milieukwaliteit is vastgelegd in het Decreet van 5 april 1995 houdende algemene bepalingen inzake milieubeleid. De bescherming van de ecosystemen en de bevordering van de biodiversiteit zijn hierbij uitgangspunten. Nu reeds zijn enkele biologische parameters zoals de Belgische Biotische Index (BBI), meting van chlorofyl en cholinesterase-remming opgenomen in de kwaliteitsdoelstellingen voor oppervlaktewater (Vlarem 2 of Besluit van de Vlaamse Regering van 01.06.95 houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne). De BBI wordt regelmatig gemeten en is opgenomen in het biologisch meetnet van de VMM waarvan jaarlijks verslag wordt uitgebracht: ecotoxicologische evaluaties zouden hierop een belangrijke aanvulling kunnen zijn.

Momenteel wordt op initiatief van de VMM een studie gedaan over hoe en welke ecotoxiciteitstesten kunnen gebruikt worden in het effluentenbeleid. Het eerste deel van deze studie bestaat uit een inventarisatie en evaluatie van de bestaande testen en de kritische beoordeling van de evaluatiescenario's van effluënten die in het buitenland worden toegepast. Deze studie moet leiden tot de ontwikkeling van voorstellen voor de incorporatie van ecotoxicologische evaluaties in het milieubeleid van Vlaanderen. Voor deze studie wordt samengewerkt tussen LISEC, UG en VITO. In een tweede deel van de studie zullen deze voorstellen gebruikt worden bij de evaluatie van het effluentenbeleid van de textielveredelingssector en de organische chemische industrie. De voorlopige resultaten van het eerste deel van de studie werden op de studienamiddag voorgesteld.

Ecotoxiciteitscriteria in het effluentenbeleid:

Dr. K. Delbeke (LISEC) rapporteerde dat in de meeste van de ons omringende landen ecotoxiciteitscriteria reeds zijn opgenomen in het effluentenbeleid of dat er concrete voorstellen zijn om deze benadering op korte termijn toe te passen. In de VSA worden reeds meer dan 10 jaar ecotoxiciteitscriteria gehanteerd in het verguningsbeleid. De basisdoelstelling is dat er bij ecologisch relevante en gevoelige organismen geen schadelijk effect mag optreden na verdunning van het effluent in de ontvangende waterloop. Is de berekende verdunningsfactor van het effluent in het ontvangende oppervlaktewater groter dan 1000 dan volstaat het om acute toxiciteitstesten (korte blootstellingstijd) uit te voeren met minstens drie species. Bij een verdunning van minder dan 100 moeten meer gevoelige, chronische toxiciteitstesten (langere blootstelling) worden uitgevoerd. De resultaten bekomen met de meest gevoelige testen bepalen of een lozingsvergunning wordt verkregen of dat men een toxiciteitsreductie moet doorvoeren. Ook in Zweden heeft men ge-

opteerd voor een effectgerichte benadering als deel van evaluatie van de impact van de lozingen in oppervlaktewater. In deze stapsgewijze aanpak worden in een eerste fase zowel de chemische samenstelling als de biodegradeerbaarheid, de acute toxiciteit en de bioaccumuleerbaarheid (vermogen van stoffen om zich te kunnen concentreren in biologisch weefsel) van het afvalwater bepaald. In de volgende fasen van de evaluatie kunnen ook chronische toxiciteitstesten uitgevoerd worden.

In Groot-Brittannië is eveneens een voorstel klaar voor een stapsgewijze effectgerichte aanpak. Het afvalwater wordt met behulp van acute toxiciteitstesten geëvalueerd en mag na initiële verdunning geen meetbare schadelijke effecten veroorzaken. De criteria voor chronische testen zullen in de nabije toekomst worden vastgelegd. Duitsland en Frankrijk opteren voor een emissie-aanpak (geen toxiciteit aan de bron) waarbij acute toxiciteitstesten deel uitmaken van de vergunningscriteria.

Ook in Vlaanderen wordt voorgesteld om naast chemische analyses en globale fysico-chemische parameters ook ecotoxiciteitstesten te gebruiken bij de evaluatie van effluënten. Op lange termijn zou men kunnen opteren voor een emissiebenadering waarbij een nul toxiciteit bij de bron beoogd wordt. Dit wil zeggen dat het afvalwater geen schadelijke effecten mag veroorzaken bij de testorganismen. Op korte en middellange termijn echter wordt een effectbenadering voorgesteld waarbij na initiële verdunning van het effluent in het ontvangende water er geen schadelijke effecten bij de testorganismen mogen optreden. Speciale aandacht zal besteed worden aan de evaluatie van mengzones waar bijzondere fysico-chemische omstandigheden voorkomen die giftigheid van stoffen kunnen beïnvloeden (bv. zoutlozingen). Prioriteitscriteria om een ecotoxiciteits-evaluatie op te nemen naast de chemische analyse van het effluent zouden ondermeer kunnen steunen op een theoretische studie i.v.m. het productieproces, de complexiteit van het effluent en de kwaliteit van het ontvangende water. In de eerste fase van deze evaluatie kunnen zowel korte termijn toxiciteitstesten, biodegradatie en bioaccumulatie testen worden uitgevoerd. In de tweede fase zou ook chronische toxiciteit en genotoxiciteit gemeten worden.

Ecotoxiciteitstesten als essentiële schakel in het milieubeleid:

Het gebruik van ecotoxiciteitstesten in een evaluatiestrategie van waterkwaliteit wordt stilaan een algemeen aanvaard principe. Ook Vlaanderen volgt deze trend. Prof. G. Persoone haalde hiervoor verschillende redenen aan waarom ecotoxiciteitstesten essentieel zijn bij de beoordeling van (afval)waterkwaliteit. In een effluent kunnen honderden chemische stoffen en hun afbraakproducten voorkomen. Momenteel zijn er meer dan 100.000 chemische stoffen geregistreerd (EINECS). Van de 2.300 chemische stoffen die in grote volumes geproduceerd worden is van slechts 55% de acute toxiciteit gekend. Routinematig worden slechts 10 tot 20 stoffen in oppervlaktewater en effluënten chemisch geanalyseerd. Zelfs al zouden de concentraties van al de voorkomende stoffen kunnen bepaald worden dan nog blijft het onmogelijk om hun uiteindelijk effect op het ecosysteem te voorspellen. Alleen wanneer er effecten van een afvalwater kunnen geëvalueerd worden kunnen de risico's voor het milieu voorspeld worden. De keuze van een batterij betrouwbare, goed gevalideerde testen is essentieel om extrapolatie naar het ecosysteem mogelijk te maken. Om voor de mens risico's te voorspellen van milieuverontreiniging dient heel wat onderzoek te worden uitgevoerd. Bij deze evaluatie gaat het echter maar over één specie (de mens); in de milieutoxicologie dienen de risico's voor heel het ecosysteem voorspeld te worden (d.w.z. meerdere species en hun functies).

Aan de UG werden er ecotoxiciteitstesten (Toxkits) ontwikkeld die op een gestandaardiseerde manier toelaten om acute toxiciteitstesten uit te voeren met verschillende species zoet- en zoutwaterorganismen. Deze testkits zijn volledig onafhankelijk van de kweek van testorganismen wat een kostensparende factor is en waardoor ze routinematig kunnen gebruikt worden voor het evalueren van ondermeer afvalwaters. De toxkits met algen en waterlooien laten toe om een toxiciteitstest uit te voeren volgens internationaal erkende (OECD) procedures. Acute testen worden meestal ingezet bij de evaluatie van afvalwaters. Gelukkig zijn de meeste oppervlaktewaters niet acuut toxisch. Daarom is er een behoefte aan goed gevalideerde en gestandaardiseerde chronische testen waaraan ondermeer gewerkt wordt aan de UG en VITO. De chronische testen detecteren toxiciteit aan subletale concentraties en laten toe om effecten na langdurige blootstelling te evalueren waardoor deze toetsen

erg duur worden. Momenteel wordt er aan de ontwikkeling van biomerkers gewerkt die een alternatief zouden kunnen vormen voor bovenvermelde chronische testen. In biomerkertoetsen worden biochemische veranderingen gemeten die optreden wanneer een chemische stof een levende cel aantast. De veranderingen zijn meestal snel en kwantitatief meetbaar na korte blootstellingstijden. Deze moleculair toxicologische benadering is veelbelovend op voorwaarde dat deze testen op een goedkope en efficiënte manier kunnen worden uitgevoerd, bijvoorbeeld door miniaturisatie en automatisatie. Andere voorwaarden zijn dat ze voldoende reproduceerbaar zijn en dat de gemeten eindpunten relevant zijn voor het optreden van schadelijke effecten op lange termijn.

Ecotoxiciteitstesten zijn belangrijk voor normering en controle, maar daarnaast is ook hun signaalfunctie interessant. Dit werd duidelijk geïllustreerd door Prof. Persoone tijdens zijn toelichting i.v.m. het gebruik van microbiotesten voor de snelle screening van pijlputwater, vast afval, effluënten en waterbodems.

Interpretatie van testresultaten:

De verscheidenheid aan testen maakt het voor de gebruiker niet eenvoudig om een geschikte ecotoxicologische test voor een bepaalde toepassing te selecteren. Ook het verwerken van diverse testresultaten tot een éénduidig evaluatiecriterium is niet eenvoudig. Door Dr. R. Weltens werd het op de VITO ontwikkelde concept voorgesteld dat moet toelaten om met een batterij van ecotoxicologische testen een meetinstrument te maken dat een cijferwaarde oplevert. Dit cijfer kan gebruikt worden voor evaluatie van het milieustaal en kan als toxicologisch streef- of grenswaarde gehanteerd worden. De basis is dat voor een volledige toxicologische evaluatie een batterij van testen moet worden uitgevoerd. De testen worden zo geselecteerd dat ze diverse biologische eindpunten meten die het doelwit kunnen zijn voor chemische stoffen en die belangrijke biologische functies vertegenwoordigen. Zo onderscheiden we effecten als sterfte of falende reproductie (=niveau 1). Een minder nefaste impact maar toch een duidelijk schade omvat eindpunten zoals immunotoxiciteit, groei-inhibitie, DNA-schade..., (=niveau 2). Testen van niveau 3 tonen geen onmiddellijke schade maar meten het in werking treden van herstelmechanismen ten gevolge van een chemisch impact (inductie van stress-genen, fase I leverenzymen enz...). Testen van niveau 4 meten de biobeschikbaarheid van stoffen. Naargelang het impactniveau waarop effecten worden gemeten en naargelang het aantal testen waarbij effecten worden waargenomen krijgt het onderzochte waterstaal een cijferwaarde (=BIQ = Biological Index of Quality) dat naar analogie met de BBI een 10 geeft aan een staal van uitstekende kwaliteit en 0 aan een staal dat acuut toxisch is (score op niveau 1).

Deze benadering werd reeds geëvalueerd op 6 waterstalen afkomstig uit oppervlaktewaters. De correlatie met de BBI was zeer goed. Opgemerkt wordt dat wanneer er enige voorkennis bestaat omtrent de te meten stalen, men de niveaus stapsgewijs kan testen wat een gevoelige reductie van de inspanning meebrengt. Validatie zal worden verder gezet waarbij de aandacht vooral zal gaan naar de gebruiksvriendelijkheid en de kosten-efficiëntie van de BIQ bepaling. Het streefdoel is om de batterij in de vorm van goed gevalideerde testen in kit-vorm te kunnen leveren. Voor verschillende eindpunten is het immers mogelijk om met invertebraten of celsystemen te werken die in microtiterplaten kunnen groeien en waarbij de eindpunten routinematig kunnen worden gemeten zoals bij klinische testen.

Ecotoxicologisch testen van effluënten, een voorbeeld vanuit de organische-chemische industrie:

Drs. C. De Rooij (Solvay) gaf aan in welke mate ecotoxicologische bepalingen niet enkel een signaalfunctie kunnen hebben, maar toegepast op afvalwaters, ook een leidraad kunnen vormen voor verdere behandeling van deze waters. Zoals voor de meeste industrieën is het ook voor de organische chloor-industrie niet haalbaar om alle stoffen die in een afvalwater kunnen voorkomen via chemisch-analytische weg te bepalen. Vooral moeilijk afbreekbare giftige stoffen vragen nader toxicologisch onderzoek. Een kosten-efficiënt testsysteem dat de potentiële ecotoxiciteit van een effluent identificeert is nodig. De voorgestelde benadering is om eerst een eenvoudige acute test uit te voeren op het effluent en ervoor te zorgen dat maatregelen genomen worden opdat het afvalwater niet acuut toxisch is. Daarna dient een chronische test te worden uitgevoerd (vb. een embryolarvale ontwikkelingstest met vissen - Early Life Stage Test= ELS). Als er chronische toxiciteit wordt geobserveerd

is het belangrijk om de componenten die ervoor verantwoordelijk zijn te identificeren. Een methode die daarvoor kan gebruikt worden is bijvoorbeeld fractionering met behulp van hoge druk vloeistofchromatografie (HPLC). Op deze fracties kan opnieuw een chronische test worden uitgevoerd en zodoende kan de fractie die verantwoordelijk is voor de toxiciteit geïdentificeerd worden en op regelmatige basis gecontroleerd worden. Dit hoeft niet via de chronische test te gebeuren. Een eenvoudige parameter kan gevolgd worden (zoals vb adsorbeerbare organische halogenen, chemisch zuurstofverbruik, chromatografische "finger-print") op voorwaarde dat bij de voorafgaande karakterisatie van het effluent een verband werd gelegd tussen deze eenvoudige parameter en de toxiciteit van de fractie.

Biomonitoring als onderdeel van een bewakingsstrategie:

Op welke manier de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM - opgericht in 1991) haar taak als kwaliteitsbeheerder van onze oppervlaktewaters aanpakt werd voorgesteld door ir. Maeckelberghe. De VMM streeft duidelijk naar een integraal waterbeheer dat kadert in de filosofie van duurzame ontwikkeling. Naast het controleren van de fysico-chemische waterkwaliteit gaat er ook aandacht naar de waterloop als aquatisch biotoop. Op meer dan 1000 punten van Vlaamse waterlopen wordt jaarlijks de Belgische Biotische Index (BBI) bepaald. De BBI geeft met een cijferwaarde de kwaliteit aan van het aquatische biotoop. Dit gebeurt aan de hand van gevoeligheid en het aantal soorten macro-invertebraten dat voorkomt. Hoe hoger de diversiteit en hoe meer gevoelige soorten voorkomen, des te hoger scoort het onderzochte biotoop. Een BBI van 10 betekent een uitstekende kwaliteit en 0 is zeer slecht. De BBI is erkend als Belgische norm (NBN T92-402) en is als waterkwaliteitsdoelstelling voor het Vlaamse oppervlaktewater opgenomen in Vlare II. Omdat de BBI een geïntegreerde benadering is wordt deze waarde niet alleen beïnvloed door de fysico-chemische parameters van de waterkwaliteit, maar ook door de fysieke veranderingen die een waterloop kan ondergaan (vb baggeren, kanalisaties ed.). De BBI heeft echter zijn beperkingen: de bepaling van de soorten.

Biologische bewakings/alarmeringssystemen hebben wel tot doel snel veranderingen in waterkwaliteit aan te geven en de kwaliteitsbeheerder te verwittigen (BEWS= Biological Early Warning System). Een BEWS-biomonitor is een apparaat waarin aquatische organismen (bacteriën, algen, watervlooiën, mosselen of vissen) blootgesteld worden aan het oppervlaktewater of te bewaken watersysteem. De reactie van de proeforganismen (o.a. gedragswijzigingen, fysiologische reacties,...) worden geregistreerd en getoetst aan alarmcriteria. Ook met deze systemen heeft de Vlaamse Milieumaatschappij ervaring via haar deelname aan een project van SVW (Studiecentrum van Water). Vooral op oppervlaktewater dat bestemd is voor drinkwaterproductie zijn permanente controles van de waterkwaliteit wenselijk. Momenteel is er 1 vismonitor (ventilatie-frequentie van de regenboogforel) in gebruik bij de drinkwatervoorziening te Grobbendonk (Albertkanaal). De bruikbaarheid van de permanente bewakingsmonitors is echter beperkt door de vele interfererende factoren (turbiditeit water, overleving van de testorganismen,...). Om microverontreiniging op te sporen blijken de monitors meestal niet gevoelig genoeg (microtox, mosselmonitor, goudwindemonitor). Het onderhoud is bovendien arbeidsintensief, duur en vaak worden er valse alarmsignalen gegeven.

Ondertussen wordt in Vlaanderen geïnvesteerd in het beperken van de vuilvrucht naar onze waterlopen, ook de geplande sanering van onze onderwaterbodems zal een omvangrijke en dure taak zijn. De microverontreinigingen dienen teruggeschroefd te worden. Dit alles met als doel de menselijke gezondheid te beschermen en het leven in diverse ecosystemen te waarborgen. Een integraal controlesysteem dringt zich snel op waarbij zowel fysico-chemie, ecotoxicologie als de ecosysteembenadering samen gebruikt zullen worden. Voorbeelden van dergelijke benadering zijn de chemische en toxicologische bemonstering van zwevende stoffen, ecotoxiciteitsmetingen op effluënten, karakterisatie van waterbodems (AMINAL i.s.m. UIA en VMM).

Ir. H. Maeckelberghe sloot af met een mooi toekomstbeeld waarbij de waterkwaliteit in al de waterlopen optimaal is en waarbij het hele hydrografische net zal functioneren als een grote biomonitor. Calamiteuze verontreinigingen zullen dan in vele gevallen 'gemeld' worden door het systeem zelf door een wijziging van bijvoorbeeld de vis-index en van de biotische index. Afwachten maar!