Fish monitoring in Belgian estuaries and the development of the estuarine fish index

Jan Breine, Joachim Maes, Ilse Simoens

Instituut voor natuur- en bosonderzoek
Wetenschappelijke instelling van de Vlaamse Gemeenschap
Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is ontstaan door de fusie van het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer (IBW) en het Instituut voor Natuurbehoud (IN) en gaat officieel van start op 1 april 2006.
Kliniekstraat 25
1070 Brussel
België
T: +32 2 558 18 11
F: +32 2 558 18 05
www.inbo.be
info@inbo.be

TMAP Ad hoc working group fish, Hamburg, 29-30 March 2006

Contents

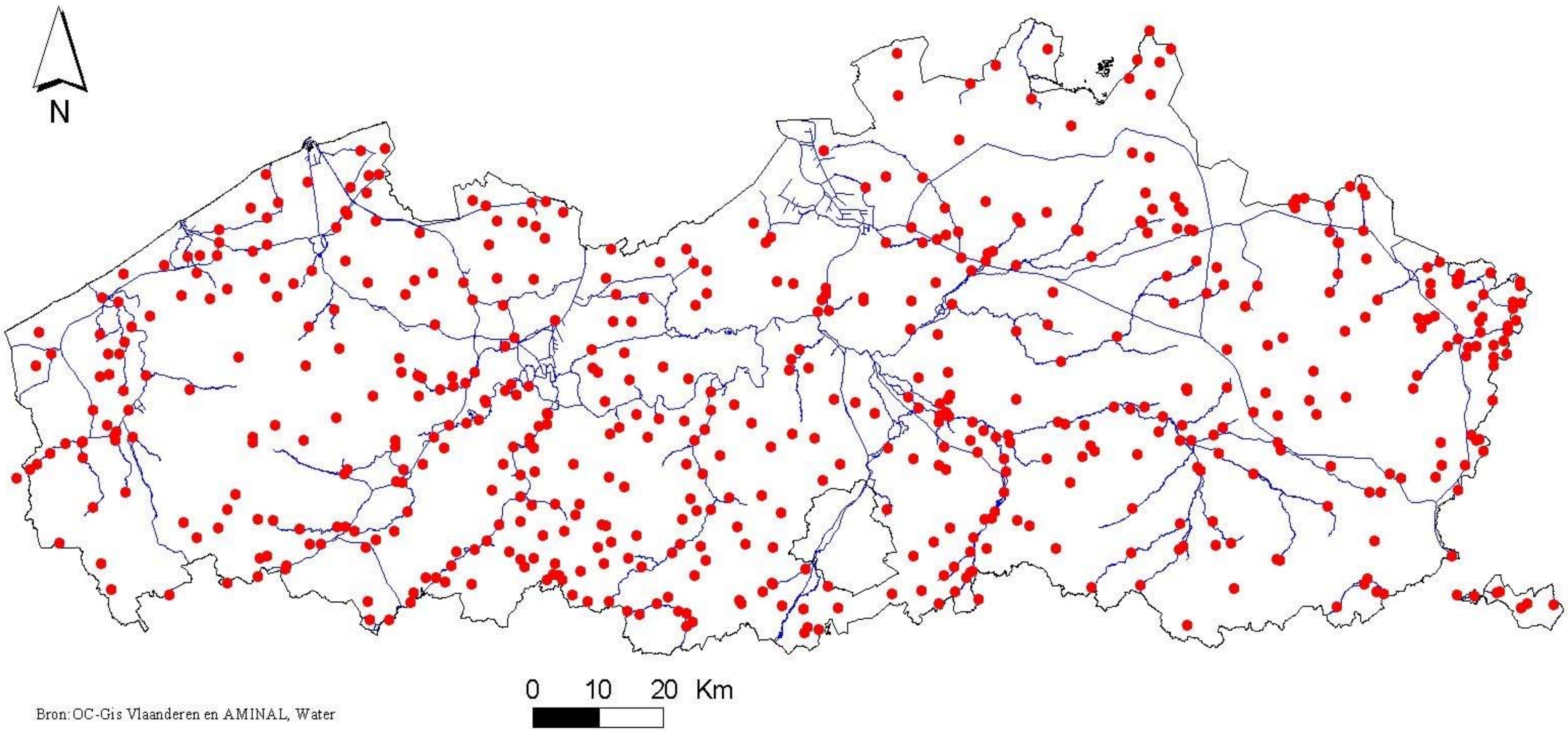

Instituut voor natuur- en bosonderzoek
Wetenschappelijke instelling van de Vlaamse Gemeenschap
Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is ontstaan door de fusie van het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer (IBW) en het Instituut voor Natuurbehoud (IN) en gaat officieel van start op 1 april 2006.
Kliniekstraat 25
1070 Brussel
België
T: +32 2 558 18 11
F: +32 2 558 18 05
www.inbo.be
info@inbo.be
inbo

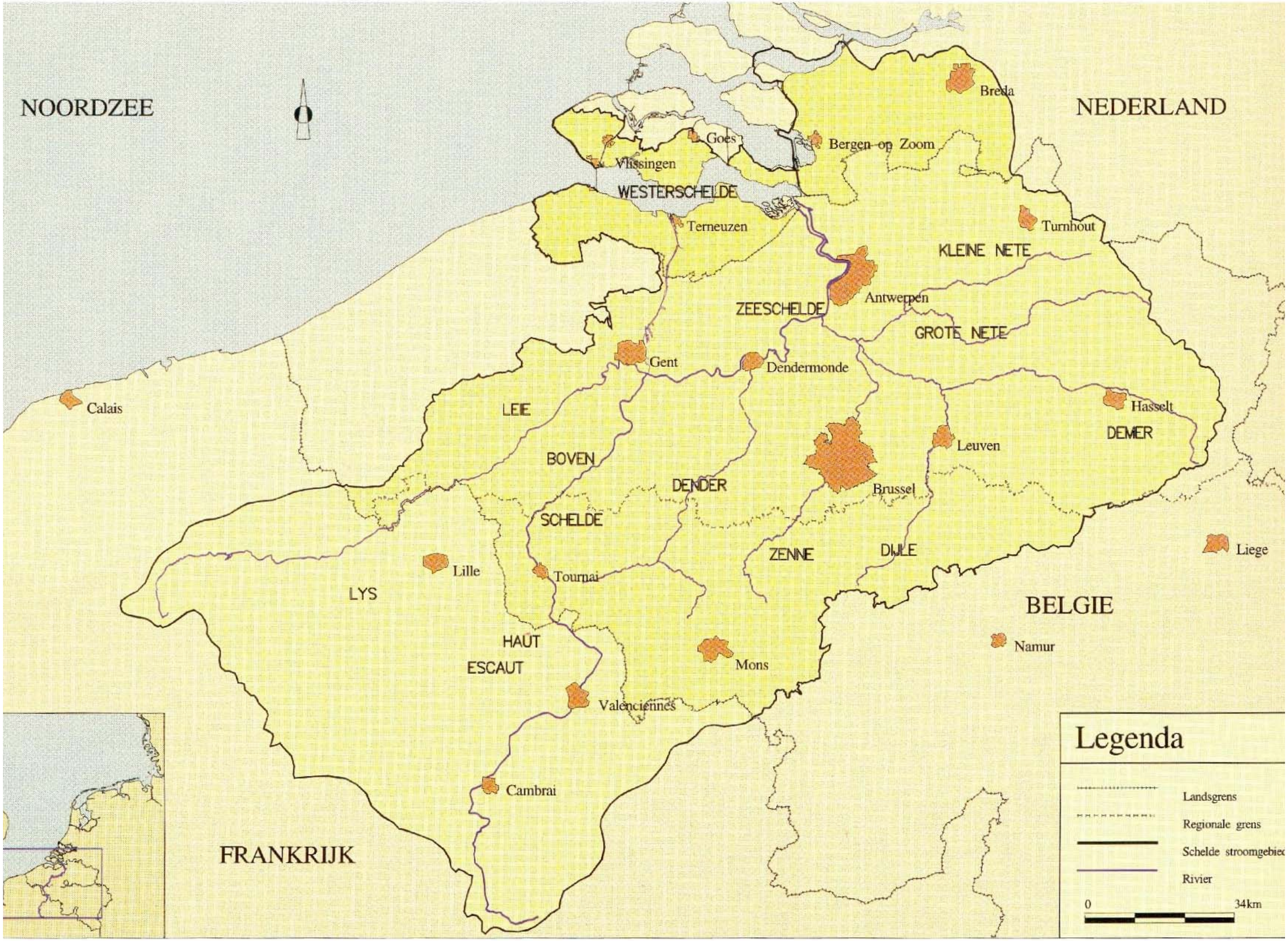
Flanders: Monitoring network Fresh water fish

- Since 1996 operationel
- Study the fishpopulation of 800 locations in Flanders every 4 years
  - Species, abondances and individual lenghts and weights
  - Technieken: elektrovisserij, fuikvisserij, sleepnetvisserij en kieuwnetten.

Instituut voor natuur- en bosonderzoek
Wetenschappelijke instelling van de Vlaamse Gemeenschap
Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is ontstaan door de fusie van het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer (IBW) en het Instituut voor Natuurbehoud (IN) en gaat officieel van start op 1 april 2006.
Kliniekstraat 25
1070 Brussel
België
T: +32 2 558 18 11
F: +32 2 558 18 05
www.inbo.be
info@inbo.be
inbo

Flanders: Monitoring network 'Fresh water fish' (1996)





NOORDZEE
NEDERLAND
Breda
Goes
Bergen op Zoom
Vlissingen
WESTERSCHELDE
Terneuzen
Turnhout
KLEINE NETE
Antwerpen
ZEESCHELDE
GROTE NETE
Gent
Dendermonde
Calais
LEIE
Hasselt
Leuven
DEMER
BOVEN
DENDER
Brussel
SCHELDE
Liege
ZENNE
DIJLE
Lille
Tournai
LYS
BELGIE
HAUT
ESCAUT
Namur
Mons
Valenciennes
Legenda
Landsgrens
Regionale grens
Schelde stroomgebied
Rivier
0
34km
Cambrai
FRANKRIJK

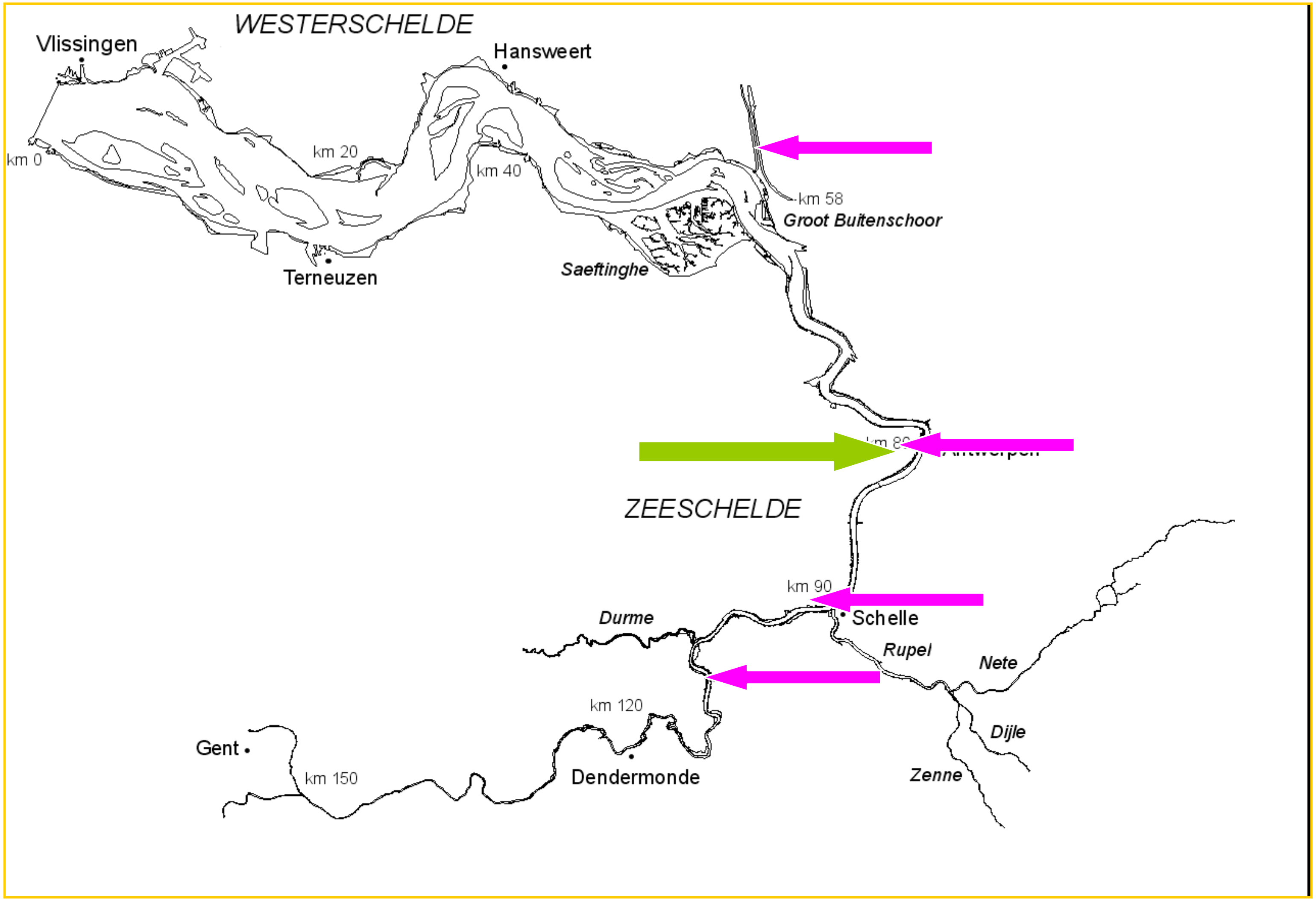
Monitoring

- Yearly since 2002
- 4 locations spring and autumn (KUL)
- 1 location permanent monitoring

Instituut voor natuur- en bosonderzoek
Wetenschappelijke instelling van de Vlaamse Gemeenschap
Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is ontstaan door de fusie van het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer (IBW) en het Instituut voor Natuurbehoud (IN) en gaat officieel van start op 1 april 2006.
Kliniekstraat 25
1070 Brussel
België
T: +32 2 558 18 11
F: +32 2 558 18 05
www.inbo.be
info@inbo.be
inbo

4 locations spring and autumn (KUL)

1 location permanent monitoring



Double fyke nets (type 120/80): two nets placed at low tide and emptied the next day

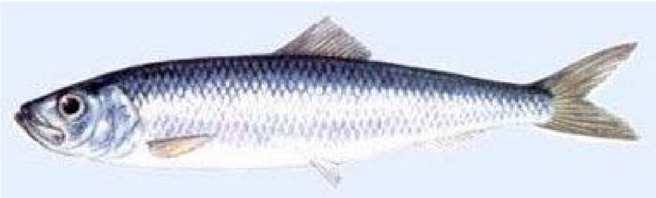
foto: Maarten Stevens


foto: Maarten Stevens

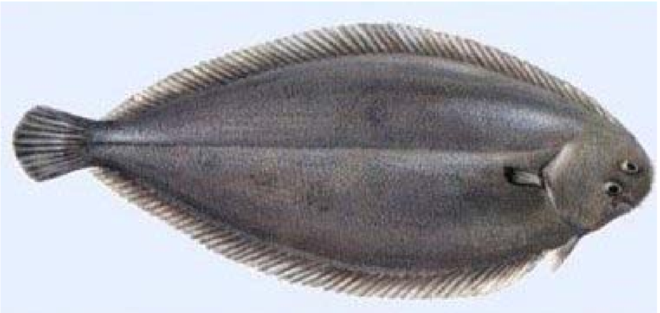
Results
Fish in Sea scheldt marked by

- Gradiënt in biodivesity
  - Saltwater species till antwerp
  - Freshwater species till the middle of the Westerscheldt
  - Transitional zone characterized by diadromous species

Common species in the Seascheldt

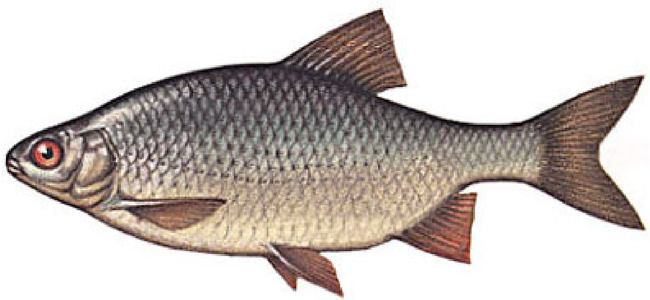


Atlantic herring : 27 %



Common sole : 24 %

Flounder: 14 %



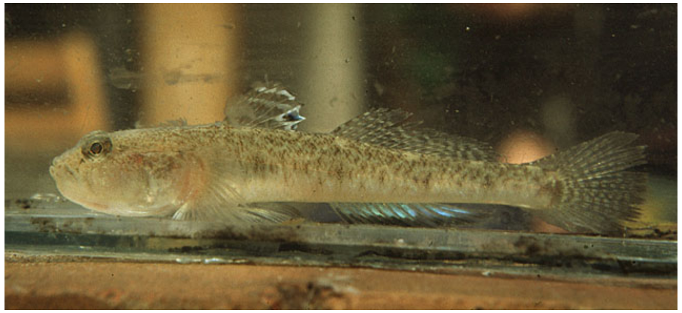
Roach: 8 %

foto's : www.fishbase.org

Common species in the Seascheldt

European seabass : 3,5 %

Brakwatergrondel: 2,5%



Sand goby : 2,5%

foto's : www.fishbase.org

Common species in the Seascheldt

Thinlip mullet

Twaite shad

Ruff

foto's : www.fishbase.org

Common species in the Seascheldt

Bream

Three-spined stickleback

European smelt

foto's : www.fishbase.org

The water framework directive

Monitoring program

Aim

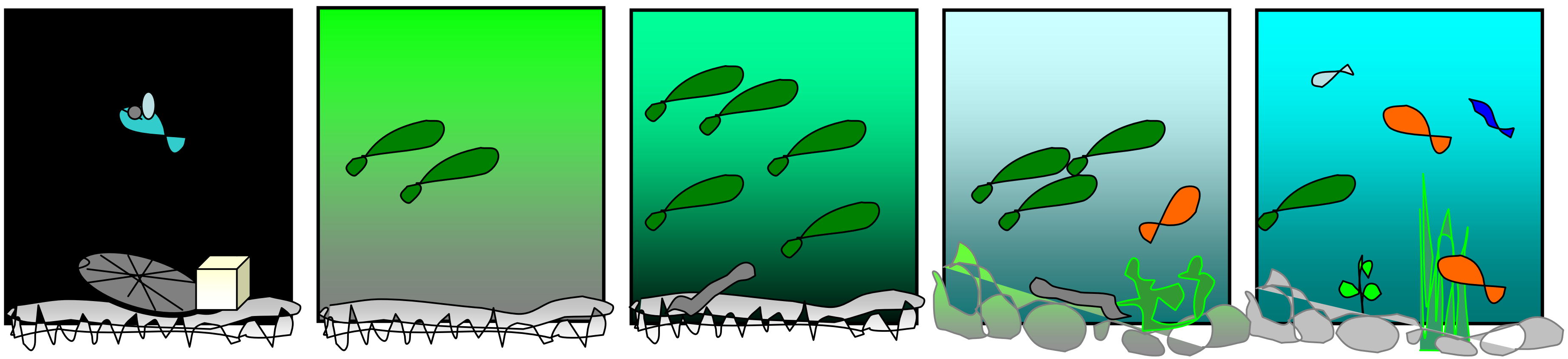
A comprehensive overview of the water status

Different quality elements

Fish: composition and abundance

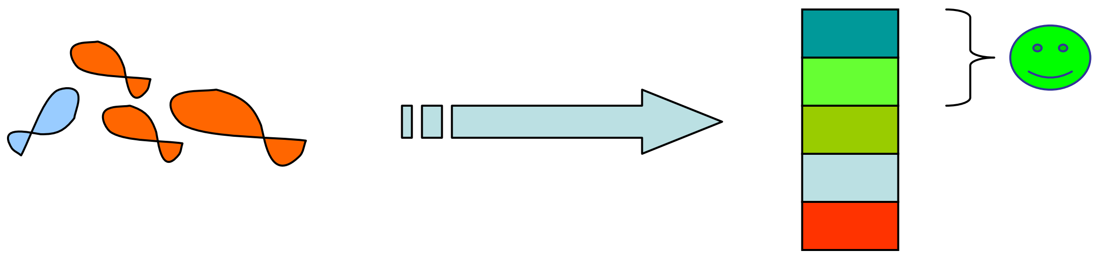
The water framework directive

BAD / GOOD



IBI development

GOAL: develop a decision system that classifies fish community samples in five quality classes



IBI development for the brackish scheldt estuary

Fish Data

↓

1. Extract
Condensing the relevant ecological information into candidate metrics

↓

Metric Values

↓

2. Score
the percentile method

↓

Metric Scores

↓

3. Combine
Optimizing the misclassification curve (minimize AUC stepwise) into a single quality measure

↓

Ecological Quality Ratio (EQR)

↓

4. Classify
fixing the type I error of misclassification to 10%

↓

Estuarine Biotic Index (EBI)

Data

Calibration data: 5 locations, 130 fishing occasions

Fish data (fyke days)

Abiotic data

3 impact classes identified (human impacts)

Candidate metrics

Ecological knowledge

Data availability

- expressing number of species
- expressing percentage of individuals
- specifying a value of diversity
- additional information

Candidate metrics

Abbreviations	Candidate metrics	Response
MnsBra	Total number of species without freshwater species	↓
MpiFlo	% of Flounder individuals	↓
MpiSme	% of Smelt individuals	↓
MpiOmn	% of omnivorous individuals	↑
MvaTol	Total tolerance value	↓
MpiPis	% piscivorous individuals	↓
MpiErs	% of estuarine resident individuals	↓
MpiDia	% of diadromous individuals	↓
MpiMjm	% of marine juvenile migrating individuals	↓
MnsErs	Total number of estuarine resident species	↓
MvdSha	Shannon diversity H' (Gelwick *et al.*, 2001)	↓
MvdSim	Simpson dominance index (Peterson *et al.*, 2000 (1/D; D= $\sum p_i^2$)	↓
MnsBen	Number of benthic associated species	↓
MvdDiv	Simpson unbiased diversity index D = 1 – λ (Castillo-Rivera *et al.*, 2002)	↓
MpiExo	% of invasive species	↑
MnsDia	Number of diadromous species	↓

Defining thresholds

Distribution of metric values in impact classes

Boxplots percentile method: quintiles

Using metric values in reference = moderate status

Estimate the quintiles

Score from 0 to 1

Kliniekstraat 25
1070 Brussel
België
T: +32 2 558 18 11
F: +32 2 558 18 05
www.inbo.be
info@inbo.be

Selection of metrics

First selection

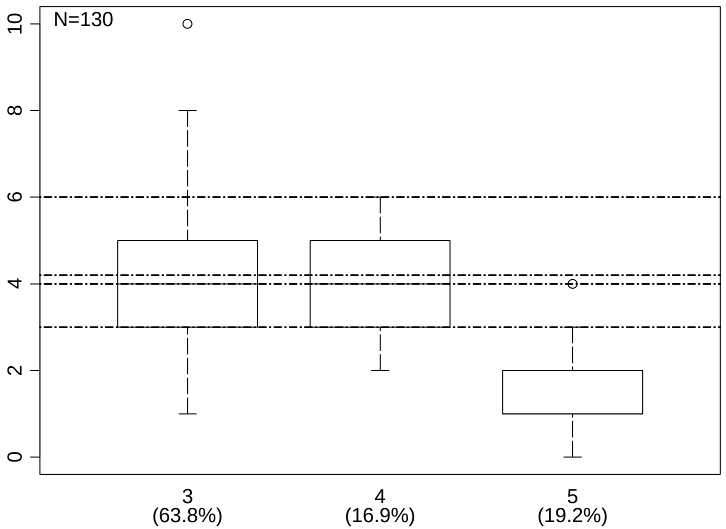
Discrimination should be a function of disturbance

Clear separation is needed

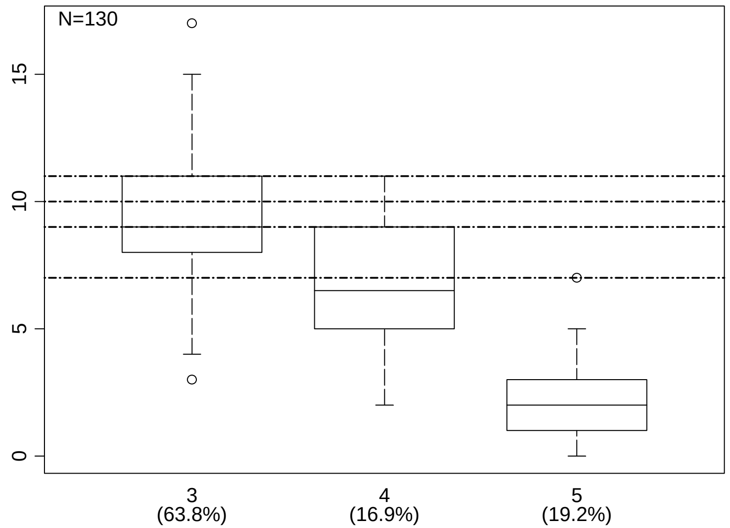
Monotone relationship with quality

Instituut voor natuur- en bosonderzoek
Wetenschappelijke instelling van de Vlaamse Gemeenschap
Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is ontstaan door de fusie van het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer (IBW) en het Instituut voor Natuurbehoud (IN) en gaat officieel van start op 1 april 2006.
Kliniekstraat 25
1070 Brussel
België
T: +32 2 558 18 11
F: +32 2 558 18 05
www.inbo.be
info@inbo.be
inbo

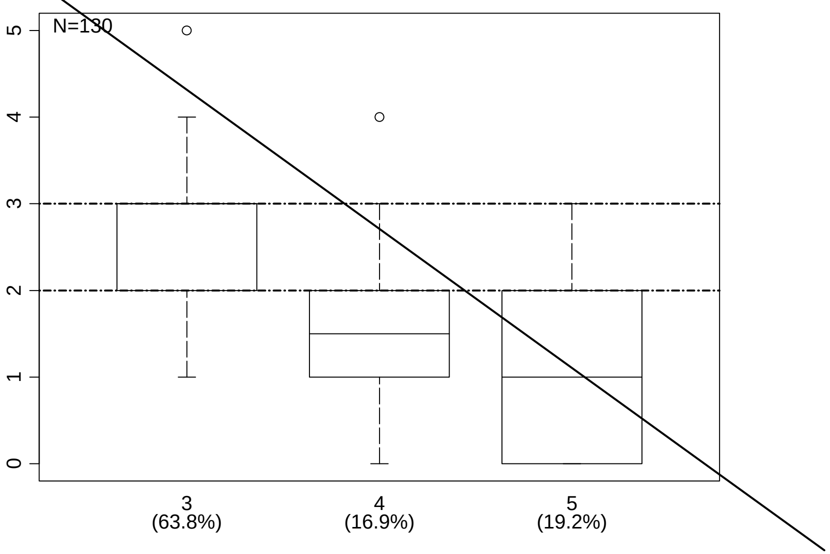
MnsBen - Number of benthic species



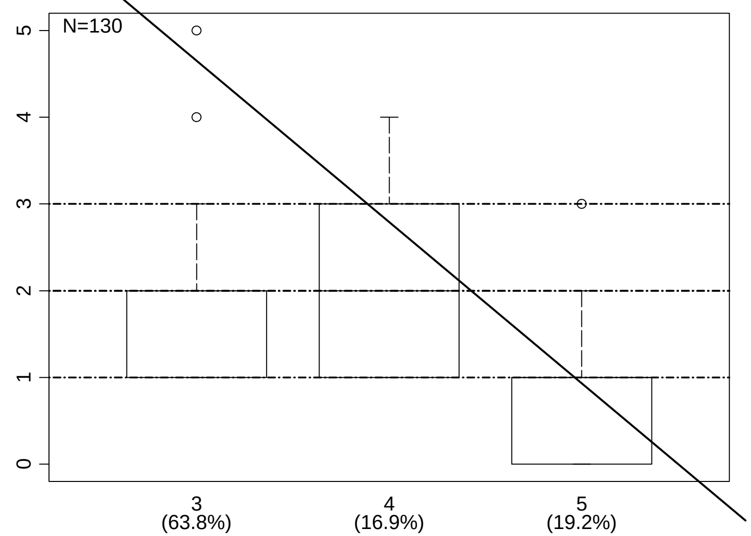
MnsBra - Total number of species freshwater species excluded

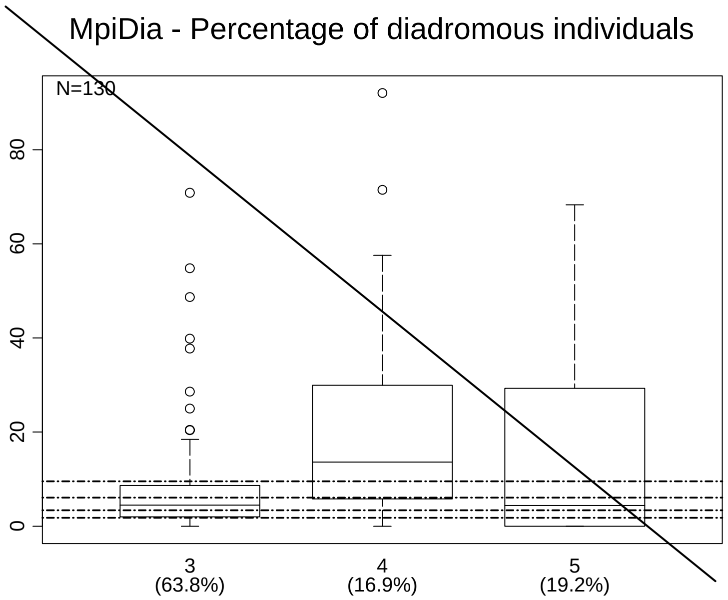


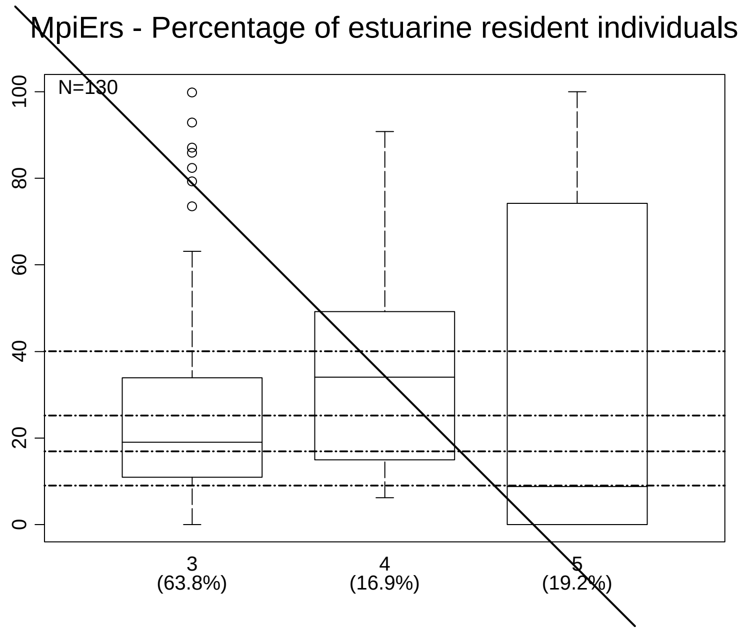
MnsDia - Number of diadromous species

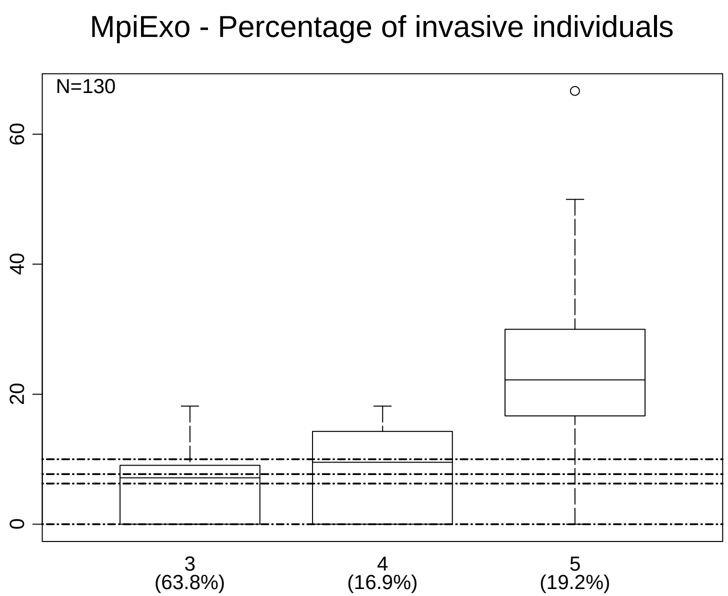


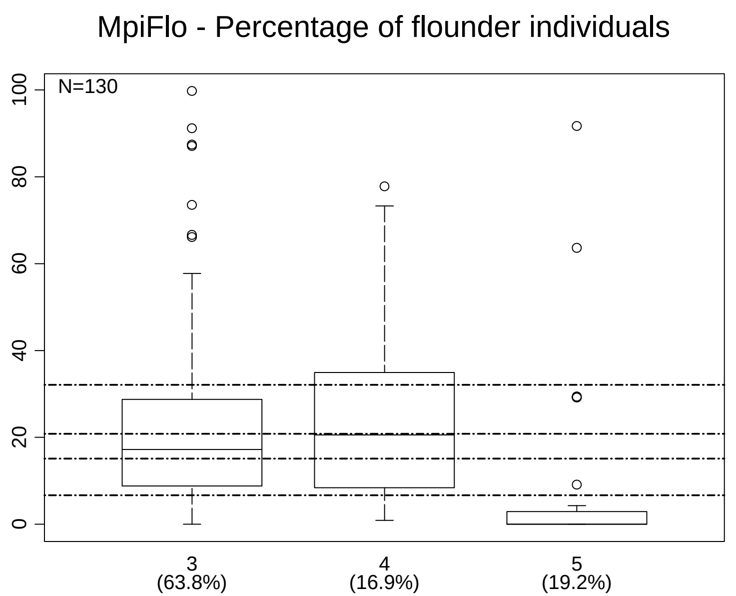
MnsErs - Number of estuarine resident species



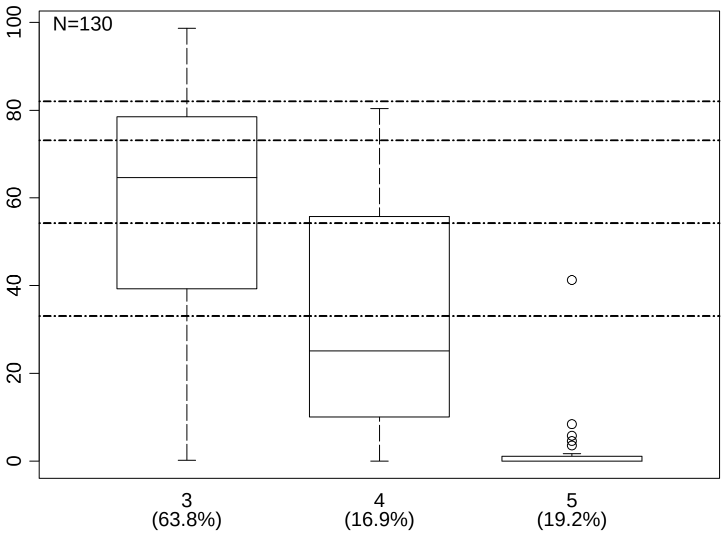

MpiDia - Percentage of diadromous individuals
N=130
0
20
40
60
80
3
(63.8%)
4
(16.9%)
5
(19.2%)


MpiErs - Percentage of estuarine resident individuals
N=130
0
20
40
60
80
100
3
(63.8%)
4
(16.9%)
5
(19.2%)

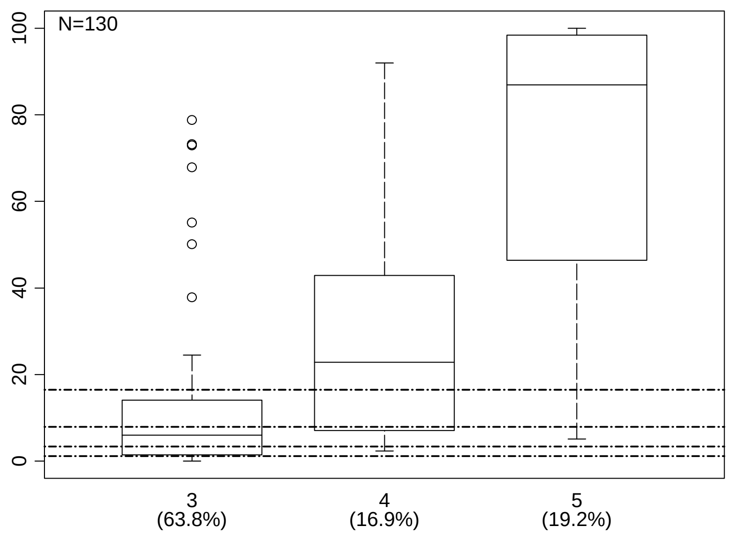

MpiExo - Percentage of invasive individuals
N=130
0
20
40
60
3
(63.8%)
4
(16.9%)
5
(19.2%)


MpiFlo - Percentage of flounder individuals
N=130
0
20
40
60
80
100
3
(63.8%)
4
(16.9%)
5
(19.2%)

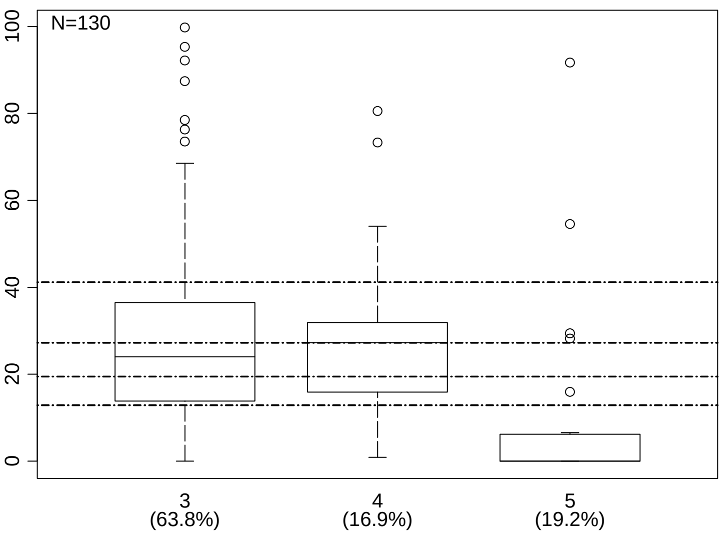
MpiMjm - Percentage of marine juvenile migrating individuals



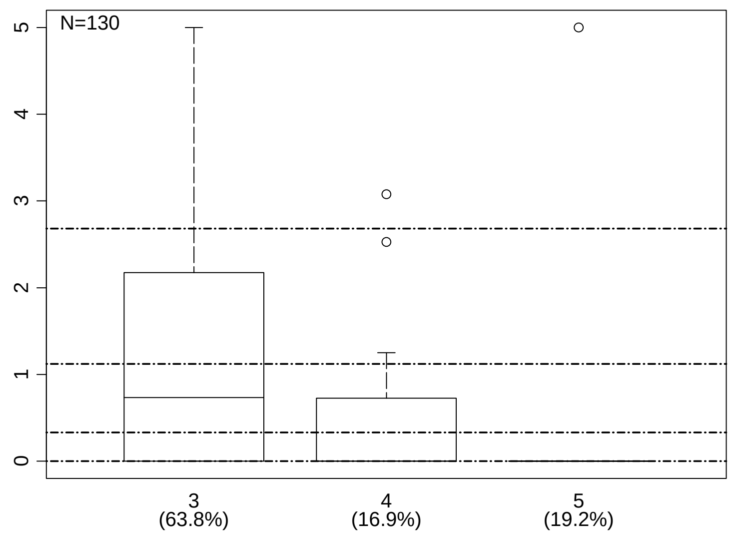
MpiOmn - Percentage of omnivorous individuals

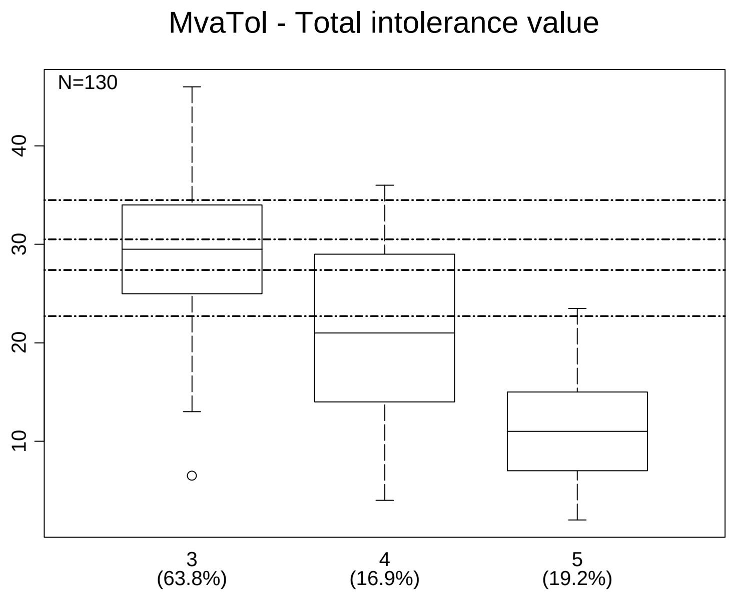


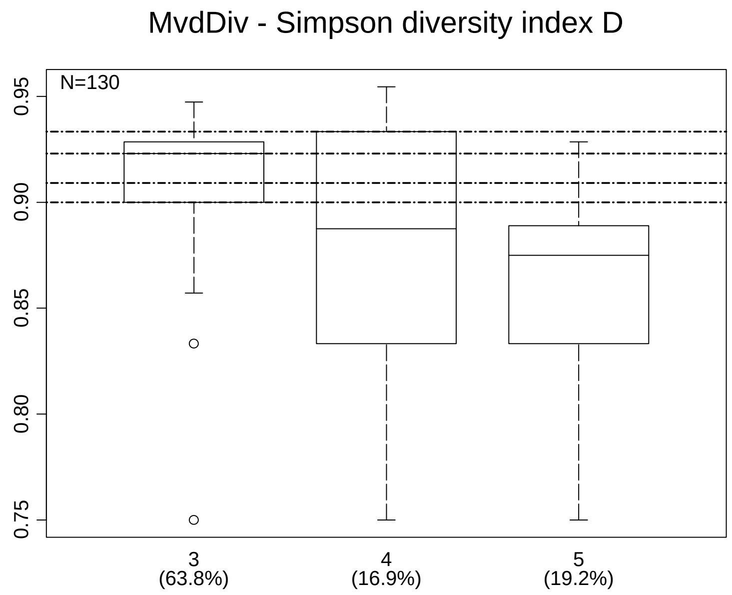
MpiPis - Percentage of piscivorous individuals

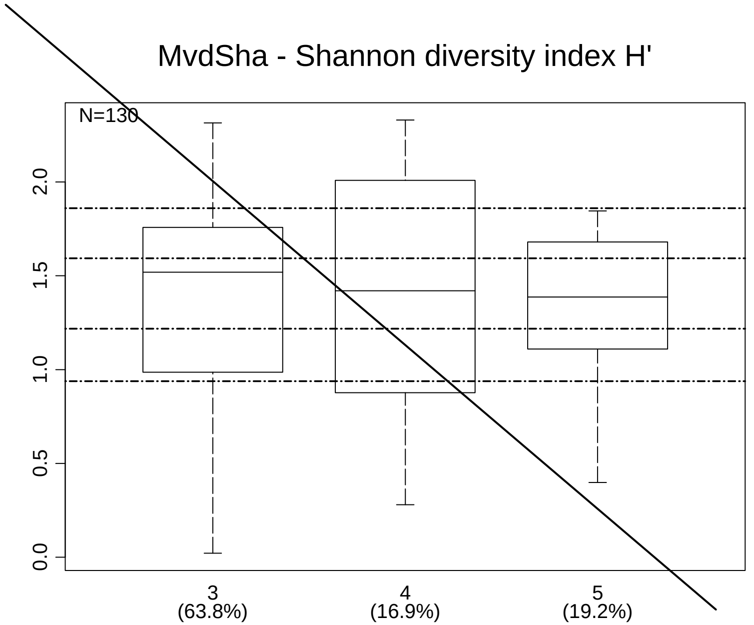


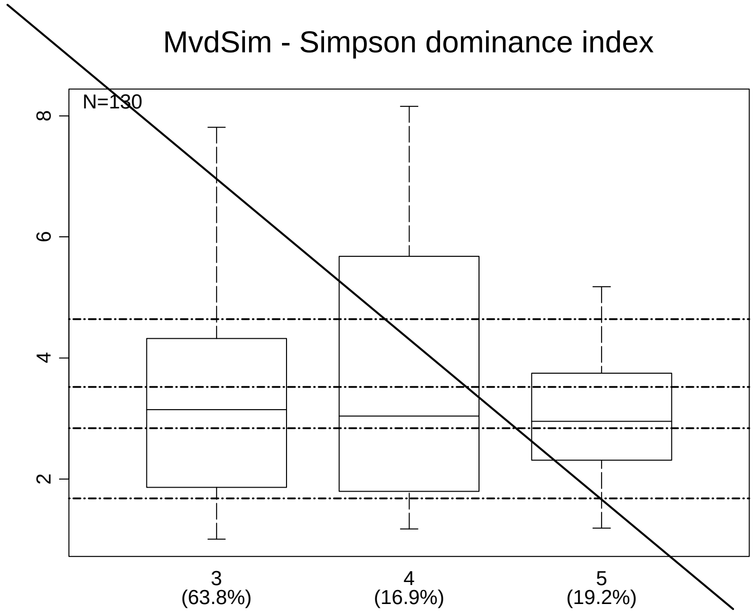
MpiSme - Percentage of smelt individuals




MvaTol - Total intolerance value
N=130
10
20
30
40
3
(63.8%)
4
(16.9%)
5
(19.2%)


MvdDiv - Simpson diversity index D
N=130
0.75
0.80
0.85
0.90
0.95
3
(63.8%)
4
(16.9%)
5
(19.2%)


MvdSha - Shannon diversity index H'
N=130
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
3
(63.8%)
4
(16.9%)
5
(19.2%)


MvdSim - Simpson dominance index
N=130
2
4
6
8
3
(63.8%)
4
(16.9%)
5
(19.2%)

Selection of metrics

Second selection: Combine metric scores

The Error curve (AUC)

Two types of misclassification:

Type I error underscoring

Type II error overscoring

Type I and Type II error

M: moderate P: poor B: bad	Biotic Index **M**	Biotic Index **P**	Biotic Index **B**
Independent classification: **M**		(small) type I error	(large) type I error
Independent classification: **P**	(small) type II error		(small) type I error
Independent classification: **B**	(large) type II error	(small) type II error	

The error curve

The balance between type I and type II error

Both errors should be small

There is a one-to-one relation between both errors

For a given configuration decreasing one error is at the expense of the other (general statistical theory) → **the error curve**

Instituut voor natuur- en bosonderzoek
Wetenschappelijke instelling van de Vlaamse Gemeenschap
Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is ontstaan door de fusie van het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer (IBW) en het Instituut voor Natuurbehoud (IN) en gaat officieel van start op 1 april 2006.
Kliniekstraat 25
1070 Brussel
België
T: +32 2 558 18 11
F: +32 2 558 18 05
www.inbo.be
info@inbo.be
inbo

The error curve

The area under the error curve (AUC)

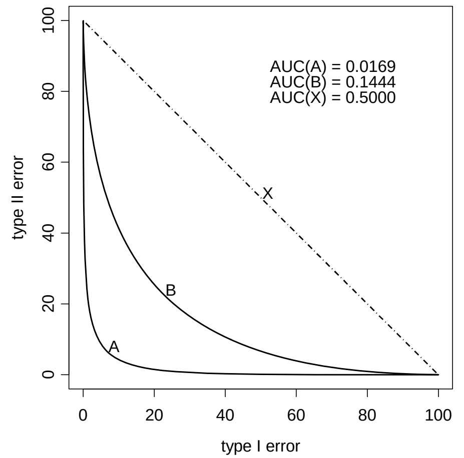
A summary is the area under the (error) curve

- Full square: AUC = 1
- Half the square: AUC = 0.5 (no discrimination; type I = type II)
- AUC(A) = 0.017 < AUC(B)=0.1444
- A measure for the level of misclassification

Curve for metric A is systematically below B

- for each choice of the type I error,

  the type II error is smaller
- A is **uniformly more powerful** than B



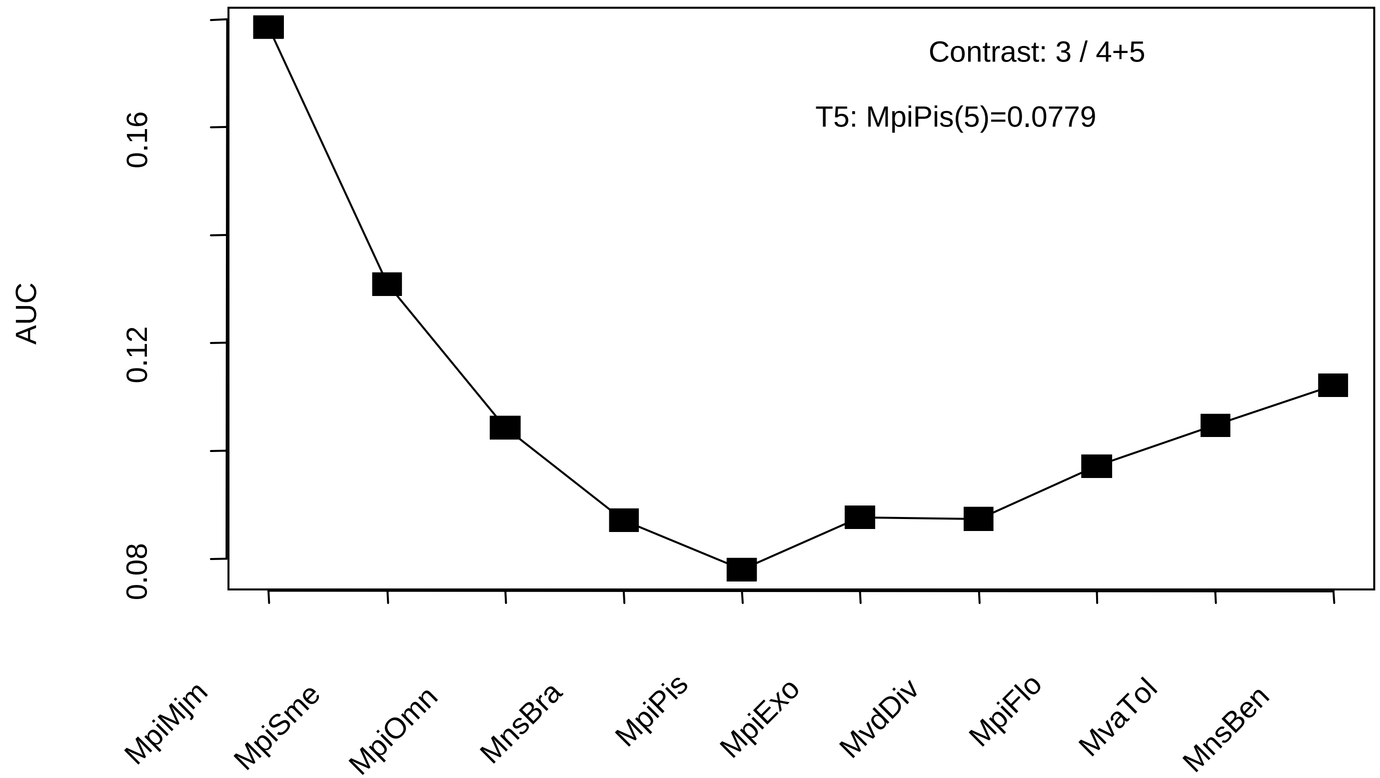
Selection of metrics

Combining metrics: stepwise introduction

Select the first metric decreasing most the AUC

Add second most discriminating metric

Stop when AUC does no longer decrease


Contrast: 3 / 4+5
T5: MpiPis(5)=0.0779
AUC
0.08
0.12
0.16
MpiMjm
MpiSme
MpiOmn
MnsBra
MpiPis
MpiExo
MvdDiv
MpiFlo
MvaTol
MnsBen

Selected metrics

Metric			Score		
	0	**0.25**	**0.5**	**0.75**	**1**
Species richness and composition					
Total number of species	≤7	>7	>9	>10	>11
% Smelt individuals	≤0.33		>0.33	>1.12	>2.68
% Marine juvenile migrating individuals	≤33.0	>33.0	>54.2	>73.1	>82.0
Trophic composition and habitat use					
% Omnivorous individuals	≥16.44	<16.44	<7.90	<3.37	<1.17
% Piscivorous individuals	≤12.84	>12.84	>19.44	>27.23	>41.19

Thresholds for EBI

Only three categories

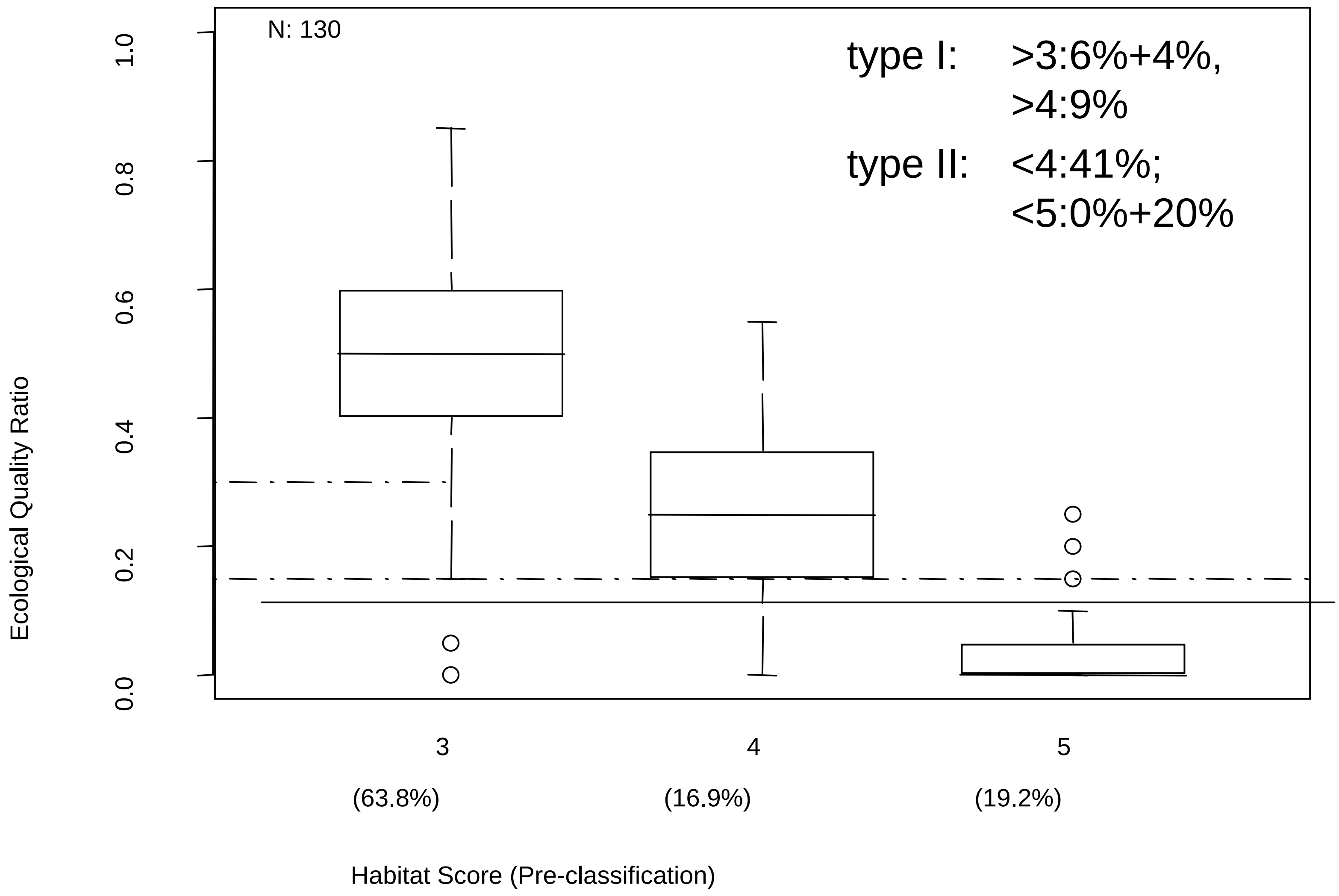
Fix threshold such that small type I error =10 %

- on average 10 % of 3 → 4: $T_{3;\alpha=10\%}$
- on average 10 % of 4 → 5: $T_{4;\alpha=10\%}$

Then control the other errors

- large type I error
- small / large type II error

$$EBI = \begin{cases} 3 \\ 4 \\ 5 \end{cases} \quad if \quad \begin{cases} T_{3;\alpha=10\%} < EQR \\ T_{4;\alpha=10\%} < EQR \le T_{3;\alpha=10\%} \\ EQR \le T_{4;\alpha=10\%} \end{cases}$$



The EBI separated less the poor status from the moderate status (small type II error).
But the EBI separated clearly the disturbed from the poor status (80%).

Summary

- Positive
  - A transparent and general system
  - Very intuitive
  - Gives logical results

- Shortcomings
  - No sufficient data to validate

Instituut voor natuur- en bosonderzoek
Wetenschappelijke instelling van de Vlaamse Gemeenschap
Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is ontstaan door de fusie van het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer (IBW) en het Instituut voor Natuurbehoud (IN) en gaat officieel van start op 1 april 2006.
Kliniekstraat 25
1070 Brussel
België
T: +32 2 558 18 11
F: +32 2 558 18 05
www.inbo.be
info@inbo.be
inbo