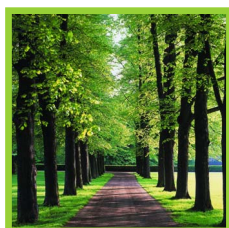




VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ



Opstellen analysetool voor bepaling overschrijding kritische lasten in GIS-omgeving



Studie uitgevoerd in opdracht van
MIRA, Milieurapport Vlaanderen

Onderzoeksrapport

MIRA/2008/06, juni 2008

VITO/2008/IMS/R/260

**OPSTELLEN ANALYSETOOL VOOR BEPALING
OVERSCHRIJDING KRITISCHE LASTEN IN
GIS-OMGEVING**

EINDRAPPORT

L. Janssen & S. Janssen

Studie uitgevoerd in opdracht van MIRA, VMM

2008/IMS/R/0260
MIRA/2008/06



VITO

Juni 2008

SAMENVATTING

In deze opdracht is een tool opgesteld die toelaat op basis van kritische lasten opgesteld voor verzuring, vermesting en zware metalen een overschrijding te bepalen ten opzichte van ingevoerde depositiewaarden. De nieuwe tool is ontwikkeld binnen ArcGIS 9.x zodat de berekeningen en de visualisaties eenvoudig kunnen uitgevoerd worden door de VMM/MIRA medewerkers.

De kritische lasten voor verzuring, vermesting en zware metalen zijn reeds bepaald en beschikbaar per vegetatietype. De berekening is gebaseerd op voorgaande studies en maakt bijgevolg geen deel meer uit van deze studie.

De nieuwe tool die binnen dit project ontwikkeld is, voorziet in volgende functionaliteit:

- Visualisatie van de kritische lasten voor verzuring, vermesting en zware metalen.
- Importeren van depositiewaarden voor verzuring, vermesting en zware metalen voor verdere verwerking. Hierbij wordt standaard de mogelijkheid voorzien om voor de depositie OPS resultaten op een gebiedsdekkende rasterkaarten te importeren.
- Berekening van de overschrijding van de kritische lasten voor een bepaald ecosysteem, thema en criterium.
- Berekening van de indicatoren voor overschrijding zoals gedefinieerd per thema, criterium en vegetatietype. Hier is bijkomend een exportfunctie voorzien die toelaat om de indicatoren te bewaren als txt- of dbf-bestand voor latere verwerking binnen bv. Excel of Word.

INHOUD

Samenvatting	II
Inhoud	III
Lijst van tabellen	V
Lijst van figuren	VI
Hoofdstuk 1 Verzuring en vermesting.....	7
1.1 <i>Gegevens</i>	7
1.1.1 Heide en grasland.....	7
1.1.2 Bossen	7
1.2 <i>Kritische lasten</i>	7
1.3 <i>Thiessen polygonen</i>	9
1.4 <i>OPS berekeningen</i>	9
1.5 <i>Berekeningswijze overschrijdingen kritische lasten</i>	10
1.6 <i>Verwerking</i>	10
Hoofdstuk 2 Zwارة metalen	15
2.1 <i>Gegevens</i>	15
2.1.1 Heide	15
2.1.2 Grasland.....	15
2.1.3 Bossen	16
2.2 <i>OPS berekeningen</i>	16
2.3 <i>Berekeningswijze overschrijdingen kritische lasten</i>	17
2.4 <i>Verwerking</i>	17
2.4.1 Verwerking per ecosysteemtype	18
2.4.2 Verwerking geïntegreerde kaart	18
Hoofdstuk 3 User interface.....	21
3.1 <i>Werking kritische lasten tool</i>	21
3.2 <i>Verzuring en vermesting</i>	22
3.2.1 Invloed van depositiefactor voor naaldhout	30
3.3 <i>Zware metalen</i>	30
Hoofdstuk 4 Vergelijking KL-tool versie 2002 en versie 2008	33
4.1 <i>Inleiding</i>	33
4.2 <i>Vergelijking deposities in kritische lasten punten en 1x1km² rooster</i>	36

Hoofdstuk 5 Vergelijking deposities met ruwheidslengte voor heide, grassen en bossen en de Blending Height methode.....	45
Referenties	50
Bijlage: Technische handleiding	52

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Parameters kritische lasten punten. _____	9
Tabel 2: Overzicht aantal Thiessen polygonen per ecosysteemtype. _____	9
Tabel 3: Overzicht aantal polygonen en totale oppervlakte per ecosysteemtype. _____	11
Tabel 4: Overzicht polygonen na verwerking van de ecosysteemtypes. _____	12
Tabel 5: Voorbeeld attributenlijst heide/ grassen ecosysteempolygonen. _____	13
Tabel 6: Overzicht oppervlakten en aantal polygonen per ecosysteemtype voor de geïntegreerde kaart natuur/bossen. _____	14
Tabel 7: Overzicht parameters beschikbaar per ecosysteemtype. _____	15
Tabel 8: Overzicht aantal polygonen en totale oppervlakte per ecosysteemtype voor zware metalen. _____	16
Tabel 9: Overzicht aantal polygonen per ecosysteemtype voor en na verwerking. _____	18
Tabel 10: Overzicht splitsing overlappende oppervlakte per metaal voor schrapping. _____	19
Tabel 11: Overzicht oppervlakte en aantal polygonen per metaal en per ecosysteemtype voor de geïntegreerde kaart natuur/bossen. _____	19
Tabel 12: Voorbeeld attributenlijst met de nieuwe berekende velden. _____	25
Tabel 13: Voorbeeld resultaat bestand. _____	28
Tabel 14: Invloed depositiefactor voor ecosysteem naaldhout. _____	30
Tabel 15: Vergelijking van de resultaten van KL-Tool versie 2002 en 2008. Het totaal oppervlak in overschrijding wordt weergegeven in km ² , het percentage oppervlakte ten opzichte van het totale oppervlakte van het betreffende ecosysteem en de gemiddelde overschrijding in Zeg/ha.jr. _____	35
Tabel 16: Overzicht van het gemiddelde relatief verschil in depositiewaarden met een vaste ruwheidslengte voor heide/grassen en bossen ten opzichte van de ruwheidslengte op basis van de blending height methode. _____	46

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Detail van de Thiessen polygonen, het 1x1km ² rooster en de ecosysteempolygonen voor neutraal-zuur grasland.....	12
Figuur 2: Gis-menu "Kritische lasten".	21
Figuur 3: Voorbeeld project met ingeladen basisdata.	22
Figuur 4: GIS interface met verwijzing naar Data View en Layout View toets.....	22
Figuur 5: Voorbeeld scherm inputparameters voor verzuring – vermesting.	23
Figuur 6: Ingevuld voorbeeld van het inputscherm.	24
Figuur 7: Voorbeeld van een geïntegreerde kaart natuur / deel bossen berekend met KL-Tool 2008.	26
Figuur 8: Voorbeeld Layout.....	29
Figuur 9: Invulscherm berekening van overschrijdingen kritische lasten voor zware metalen.	31
Figuur 10: Overschrijding kritische last voor nutriëntstikstof gebaseerd op het criterium bescherming biodiversiteit voor de geïntegreerde kaart natuur, berekend met de KL-Tool 2002.	34
Figuur 11: Analoge kaart aan Figuur 10 maar op basis van de nieuwe KL-Tool 2008.	34
Figuur 12: Scatter plot van de totale deposities SO ₂ (2006) in de kritische lasten punten en het centrum van het 1x1km ² grid.	37
Figuur 13: Analooq aan Figuur 12 maar voor NO _y	37
Figuur 14: Analooq aan Figuur 12 maar voor NH ₃	38
Figuur 15: Relatief verschil van de SO ₂ depositiewaarden (2006) in kritische lasten punten en het centrum van het 1x1km ² grid.	38
Figuur 16: Analooq aan Figuur 15 maar voor NO _y	39
Figuur 17: Analooq aan Figuur 15 maar voor NH ₃	39
Figuur 18: Detail van NO _y depositiewaarden(2006) in 1x1km ² grid en kritische lasten punten voor de regio Ternat – Affligem. De E40 snelweg is een belangrijke NO _y bron in dit gebied die een duidelijke invloed heeft op de deposities.	40
Figuur 19: Totale SO ₂ deposities in één Thiessen polygoon voor naaldhout en kritische lasten punt.	41
Figuur 20: Totale SO ₂ deposities in één Thiessen polygoon voor cultuurgrasland en kritische lasten punt.	41
Figuur 21: Detail van de overschrijdingen van kritische lasten voor het ecosysteem loofhout, gemaakt met de kritische lasten tool versie 2002.....	43
Figuur 22: Detail van de overschrijdingen van kritische lasten voor het ecosysteem loofhout, gemaakt met de kritische lasten tool versie 2008.....	43
Figuur 23: Percentage verschil SO ₂ depositiewaarden met ruwheidslengte heide/grassen en blending height methode.	46
Figuur 24: Percentage verschil SO ₂ depositiewaarden met ruwheidslengte bossen en blending height methode.	47
Figuur 25: Analooq aan Figuur 23 maar voor NO _y	47
Figuur 26: Analooq aan Figuur 24 maar voor NO _y	48
Figuur 27: Analooq aan Figuur 23 maar voor NH ₃	48
Figuur 28: Analooq aan Figuur 24 maar voor NH ₃	49

HOOFDSTUK 1 VERZURING EN VERMESTING

In dit hoofdstuk wordt de methodologie besproken van de nieuwe KL-Tool 2008 voor wat betreft de kritische lasten van verzuring en vermisting. Na een korte beschrijving van de gebruikte gegevens wordt dieper ingegaan op de uitbreiding van de methodologie en de verwerking van de gegevens.

1.1 Gegevens

1.1.1 Heide en grasland

De gegevens met betrekking tot de ecosystemen heide en graslanden werden reeds in de vorige tool gebruikt en zijn afgeleid van de Biologische Waarderingskaart (BWK), beschreven door Meykens et al. (2000). In dit rapport wordt beschreven hoe de kritische lasten worden berekend voor een zestal ecosystemen, te weten: droge heide, natte heide, zuur grasland, neutraal-zuur grasland, kalkgrasland, cultuurgrasland.

De totale oppervlakte voor de som van deze ecosystemen bedraagt 832 km². Hiervan wordt 380 km² ingenomen door neutraal-zuur grasland, 211 km² door cultuurgrasland, 138 km² door droge heide, 58 km² door zuur grasland, 28 km² door kalkgrasland en 18 km² door natte heide. Deze oppervlaktes zijn bepaald aan de hand van de geïntegreerde kaart voor de 6 ecosystemen tezamen, waarin overlappende oppervlaktes zijn verwijderd (Janssen & Mensink, 2001). Dit in tegenstelling tot de oppervlaktes die worden vermeld in tabel 3.3 in het rapport van Meykens et al. (2000).

1.1.2 Bossen

De gegevens voor de bosccosystemen zijn afgeleid van de digitale vectoriële bestanden van de Vlaamse bossen, toestand 2000, uitgave 2001, op schaal 1/10.000, opgemaakt door MVG, LIN, AMINAL, Afdeling Bos & Groen.

Voor de bosccosystemen is er enkel een opsplitsing gemaakt tussen loofhout en naaldhout. Gemengd naaldhout is samengenomen met naaldhout, gemengd loofhout met loofhout.

De totale oppervlakte voor bossen bedraagt 1381 km² waarvan loofhout 778 km² en naaldhout 603 km² inneemt.

1.2 Kritische lasten

De kritische lasten voor heide en grasland werden bepaald voor 362 specifieke locaties in Vlaanderen (Meykens et al, 2000).

De kritische lasten voor bossen werden bepaald voor 1438 specifieke locaties, waarvan 704 locaties voor naaldhout en 734 locaties voor loofhout (Staelens et al., 2006).

Hoofdstuk 1 Verzuring en vermesting

In elke van deze locaties zijn de gegevens zoals opgelijst in Tabel 1 beschikbaar.

Naam	Eenheid	Omschrijving
ID	-	uniek nummer kritische lasten punten
ECO	-	ecosysteemtype
Xlam	meter	X-lambertcoördinaten
Ylam	meter	Y-lambertcoördinaten
NI_eq	eq/ha.jaar	stikstofimmobilisatie
NI_kg	kg N/ha.jaar	stikstofimmobilisatie
NU_eq	eq/ha.jaar	netto-groeiopname van stikstof
NU_kg	kg N/ha.jaar	netto-groeiopname van stikstof
Fde		denitrificatiefactor
CL _{max} (S)	Zeq/ha.jaar	maximale kritische last verzuring zwavel criterium Bc/Al=1
CL _{min} (N)	Zeq/ha.jaar	minimale kritische last verzurende stikstof criterium Bc/Al=1
CL _{nut} (N)bio_eq	Zeq/ha.jaar	kritische last vermisting criterium bescherming biodiversiteit
CL _{nut} (N)bio_kg	kgN/ha/jaar	de kritische last vermisting criterium bescherming biodiversiteit

Tabel 1: Parameters kritische lasten punten.

1.3 Thiessen polygonen

Voor elk ecosysteemtype werden Thiessen polygonen (volgens de methode van Dirichlet of Voronoi, ook bekend als *proximal method*) aangemaakt in GIS. Dit is een geoprocessing tool van ArcGIS/ ArcInfo versie 9.2 standaard. De Thiessen polygonen verdelen de totale oppervlakte (Vlaanderen) in verschillende polygonen rond de verschillende ecosysteemlocaties, zodanig dat voor elk punt binnen de Thiessen polygoon geldt dat de afstand tot deze locatie kleiner is dan de afstand tot enig andere ecosysteemlocatie.

Per ecosysteem worden aan de oppervlaktes die binnen een Thiessen polygoon liggen, de kritische lasten parameters toegekend, berekend voor het bewuste punt in de Thiessen polygoon. In Tabel 2 wordt een overzicht gegeven van het aantal Thiessen polygonen per ecosysteemtype.

Ecosysteemtype	Aantal Thiessen polygonen
Natte heide	3
Droge heide	37
Zuur grasland	29
Neutraal-zuur grasland	195
Kalkgrasland	4
Cultuurgrasland	94
Naaldhout	704
Loofhout	734

Tabel 2: Overzicht aantal Thiessen polygonen per ecosysteemtype.

1.4 OPS berekeningen

Voor de pollutanten SO_x, NO_y en NH_x worden OPS-berekeningen uitgevoerd voor het 1x1km² rooster (Mensink et al, 1998). Voor deze berekeningen is het OPS 1.20 model gebruikt dat momenteel beschikbaar is bij VMM (Janssen et al, 2006). Er moet opgemerkt worden dat voor deze specifieke OPS berekeningen een aangepaste

ruwheidslengtekaart werd opgemaakt die afwijkt van de standaardkaart die OPS gebruikt voor de z_0 waarden.

Zo worden OPS depositiewaarden in heide en graslandgebied gebruikt met een ruwheidslengte van 0,0340 meter opgelegd voor alle gridcellen.

De OPS depositiewaarden in bosgebied worden berekend met een ruwheidslengte van 1,200 meter opgelegd voor alle gridcellen van het rooster.

In §4.2 wordt op deze methodologie verder ingegaan.

Het resultaat van deze OPS berekeningen (de totale deposities in mol/ha/jr) wordt gebruikt om de overschrijdingen van kritische lasten te berekenen voor de heide en graslandecosystemen en/of boscystemen. De OPS output wordt zonder bijkomende verwerking ingelezen en samengevoegd om de overschrijdingen van de kritische lasten te berekenen. Voor Naaldhout is er de mogelijkheid om de depositie met een factor te verhogen, omwille van de verhoogde depositie ten gevolge van de hogere bladoppervlakte index. De factor wordt toegepast op de depositie van SO_x en NH_x .

1.5 Berekeningswijze overschrijdingen kritische lasten

Voor de ecosystemen heide, graslanden en bossen is het mogelijk om drie verschillende overschrijdingen te berekenen.

De overschrijdingen worden berekend aan de hand van volgende formules:

Formule 1: Overschrijding van de kritische last vermesting criterium bescherming van de biodiversiteit (kg N/ha)	
$Ex_{nut}(N)_{bio}$	$= N_{dep} - Cl_{nut}(N)_{bio_eq}$
N_{dep}	$= NO_Y(T_{dep}) + NH_x(T_{dep})$
met overschrijding indien $Ex_{nut}(N)_{bio} > 0$	
Formule 2: Overschrijding van de kritische last verzuring criterium Bc/Al=1 zonder denitrificatie (Zeg/ha)	
$Ex(S+N)_{Nde=0}$	$= 2 * SO_x(T_{dep}) + N_{dep} - Cl_{min}(N) - Cl_{max}(S)$
N_{dep}	$= NO_Y(T_{dep}) + NH_x(T_{dep})$
met overschrijding indien $Ex(S+N)_{Nde=0} > 0$	
Formule 3: Overschrijding van de kritische last verzuring criterium Bc/Al=1 met actuele denitrificatie (Zeg/ha)	
$Ex(S+N)_{Nde}$	$= 2 * SO_x(T_{dep}) + N_{dep} - Cl_{min}(N) - Cl_{max}(S) - N_{de}$
N_{dep}	$= NO_Y(T_{dep}) + NH_x(T_{dep})$
met:	$N_{de} = F_{de(act)} * (N_{dep} - N_I - N_U)$
N_{de}	$= 0$
	als $N_I + N_U < N_{dep}$
	als $N_I + N_U > N_{dep}$
met overschrijding indien $Ex(S+N)_{Nde} > 0$	

1.6 Verwerking

De tool berekent per ecosysteem de totale oppervlakte en het percentage oppervlakte waarvoor overschrijdingen van de kritische lasten optreden, alsook de mate waarin de kritische last wordt overschreden. Voor de geïntegreerde kaart worden deze

berekeningen herhaald voor alle ecosystemen samen. Tevens worden voor de ecosystemen heide (droge en natte), grassen (kalkgrasland, cultuurgrasland, zuur grasland en neutraal-zuur grasland), bos (naaldhout en loofhout) en alle ecosystemen samen ook nog de gemiddelde overschrijdingen en de gemiddelde depositie berekend.

Om dit te kunnen berekenen zijn een aantal éénmalige verwerkingen noodzakelijk:

- De gegevens uit de BWK (heide- en graslandecosysteem polygonen) en de bosreferentielaag (bosecosysteem polygonen) worden toegekend aan één van de Thiessen polygonen die elk afzonderlijk rond één ecosysteemlocatie zijn aangemaakt. Dit gebeurt door de intersectie te berekenen van de Thiessen polygonen met de verschillende ecosysteemtype polygonen. Sommige ecosysteemtype polygonen liggen op de grens van twee Thiessen polygonen en worden daarom gesplitst. Elke ecosysteemtype polygoon is nu gelinkt met een uniek ID van een Thiessen polygoon. Dit is een éénmalige bewerking (Janssen & Mensink, 2002) die wordt uitgevoerd voor elk ecosysteemtype afzonderlijk. Een overzicht van het aantal ecosysteem polygonen per ecosysteemtype en hun bijhorende oppervlakte wordt gegeven in Tabel 3.

Ecosysteemtype	Aantal polygonen	Oppervlakte(km ²)
Natte heide	242	17,674
Droge heide	1842	137,749
Zuur grasland	1651	57,507
grasland	10600	379,528
Kalkgrasland	166	27,987
Cultuurgrasland	26195	211,479
Naaldhout	39415	602,655
Loofhout	62886	778,046

Tabel 3: Overzicht aantal polygonen en totale oppervlakte per ecosysteemtype.

De totale oppervlakte voor alle heide/graslanden samen bedraagt : 831,925 km².
De totale oppervlakte voor alle bossen bedraagt : 1380,701 km².

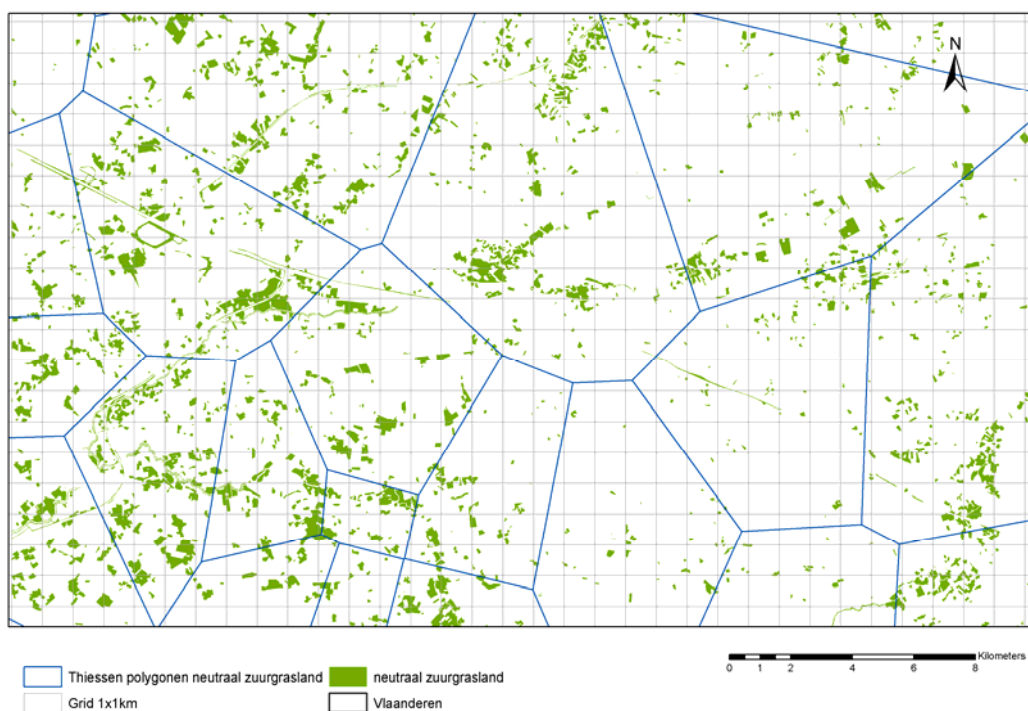
- Voor het berekenen van de overschrijdingen van kritische lasten in een ecosysteemtype polygoon moeten OPS depositiewaarden toegekend worden aan deze polygonen. In tegenstelling met de vorige versie (Janssen & Mensink, 2002), waar het OPS-model enkel deposities berekent in de kritische lasten punten, wordt nu een OPS-berekening uitgevoerd voor alle centrum punten van een rooster van 1x1km² over Vlaanderen. Zoals vroeger reeds vermeld, wordt bij de berekening een vaste ruwheidslengte van 0,0340m voor heide en grassen, en een vaste ruwheidslengte van 1,200m voor bossen gekozen. De link met de ecosysteemtype polygoon wordt bekomen door eerst een koppeling uit te voeren van het 1x1km² grid (polygonen) met de OPS punten (= centrum cel). Hierdoor heeft elke gridcel nu een uniek ID, dat overeenstemt met het volgnummer van de OPS depositie berekeningen. Vervolgens wordt nogmaals een intersectie uitgevoerd van de gridcellen en de ecosysteemtype polygonen. Hierdoor worden de polygonen die in verschillende roostercellen vallen, gesplitst. Elke (nieuwe) ecosysteemtype polygoon wordt nu gekenmerkt door een unieke ID dat bestaat uit het ecosysteemtype-ID (Thiessen polygoon), het gridcel-ID en het OPS-ID.

Er moet opgemerkt worden dat door de verschillende intersecties, het aantal records enorm is toegenomen. Dit aantal records kan verminderd worden door op deze dataset een 'dissolve' operatie uit te voeren (op de unieke ID-combinatie). Deze verwerking wordt voor elk ecosysteemtype afzonderlijk herhaald. Het overblijvend aantal records per ecosysteem wordt samengevat in Tabel 4.

Ecosysteemtype	Aantal polygoenen
Natte heide	250
Droge heide	1676
Zuur grasland	1440
Neutraal-zuur grasland	6402
Kalkgrasland	175
Cultuurgrasland	6625
Naaldhout	7610
Loofhout	12465

Tabel 4: Overzicht polygoenen na verwerking van de ecosysteemtypes.

De verschillende polygoenen die bij deze koppeling gebruikt zijn, worden nog eens grafisch voorgesteld in Figuur 1.



Figuur 1: Detail van de Thiessen polygoenen, het 1x1km² rooster en de ecosysteempolygoenen voor neutraal-zuur grasland.

Een voorbeeld van de bijhorende attributen tabel wordt gegeven in Tabel 5. In het veld "Key" wordt de unieke combinatie weergegeven van *ID*, *Cel-ID* en *OPS-ID*, die respectievelijk verwijzen naar het nummer van de Thiessen polygoon of het bijhorende kritische lasten punt, het 1x1km² cel nummer, het OPS depositie nummer dat samenvalt met het centrum van een cel.

Het attribuut "area" geeft de oppervlakte van de ecosysteempolygoon, de "X"- en "Y"-velden geven de coördinaten in het linkeronderhoekpunt van het 1x1km² rooster, de "X_cen"- en de "Y_cen" geven de coördinaten van het centrum punt van het 1x1km² rooster. En tenslotte het veld "totopp" geeft de totale oppervlakte van alle polygoenen van de groep ecosystemen (bv. heide, grassen of bossen) waartoe het betreffende record behoort.

FID	Shape	Key	AREA	ID	ECOSYSTEEM	X	Y	OPS_ID	x_cen	y_cen	CEL_ID	totopp
9943	Polygon	2297553*17651	380.624733	229	CUGR	152000	226000	7553	152500	226500	17651	831925359.898
9944	Polygon	2297554*17891	3564.526855	229	CUGR	152000	227000	7554	152500	227500	17891	831925359.898
9945	Polygon	2297619*17412	6.974662	229	CUGR	153000	225000	7619	153500	225500	17412	831925359.898
9946	Polygon	2297620*17652	7935.84559	229	CUGR	153000	226000	7620	153500	226500	17652	831925359.898
9947	Polygon	2297621*17892	19904.968458	229	CUGR	153000	227000	7621	153500	227500	17892	831925359.898
9948	Polygon	2297622*18132	86897.878332	229	CUGR	153000	228000	7622	153500	228500	18132	831925359.898
9949	Polygon	2297692*17173	3963.88324	229	CUGR	154000	224000	7692	154500	224500	17173	831925359.898
9950	Polygon	2297693*17413	9747.722305	229	CUGR	154000	225000	7693	154500	225500	17413	831925359.898
9951	Polygon	2297694*17653	572.932623	229	CUGR	154000	226000	7694	154500	226500	17653	831925359.898
9952	Polygon	2297696*18133	74035.115819	229	CUGR	154000	228000	7696	154500	228500	18133	831925359.898
9953	Polygon	2297697*18373	6402.452476	229	CUGR	154000	229000	7697	154500	229500	18373	831925359.898
9954	Polygon	2297768*17174	15570.61623	229	CUGR	155000	224000	7768	155500	224500	17174	831925359.898
9955	Polygon	2297769*17414	32504.540872	229	CUGR	155000	225000	7769	155500	225500	17414	831925359.898
9956	Polygon	2297772*18134	6683.13	229	CUGR	155000	228000	7772	155500	228500	18134	831925359.898
9957	Polygon	2297774*18614	14744.945502	229	CUGR	155000	230000	7774	155500	230500	18614	831925359.898
9958	Polygon	2297775*18854	323943.220166	229	CUGR	155000	231000	7775	155500	231500	18854	831925359.898
9959	Polygon	2297776*19094	85294.377089	229	CUGR	155000	232000	7776	155500	232500	19094	831925359.898
9960	Polygon	2297848*16935	23426.12512	229	CUGR	156000	223000	7848	156500	223500	16935	831925359.898
9961	Polygon	2297849*17175	12580.581323	229	CUGR	156000	224000	7849	156500	224500	17175	831925359.898
9962	Polygon	2297850*17415	60600.349088	229	CUGR	156000	225000	7850	156500	225500	17415	831925359.898
9963	Polygon	2297856*18855	230276.527726	229	CUGR	156000	231000	7856	156500	231500	18855	831925359.898
9964	Polygon	2297857*19095	44059.413851	229	CUGR	156000	232000	7857	156500	232500	19095	831925359.898
9965	Polygon	2297859*19575	10975.811702	229	CUGR	156000	234000	7859	156500	234500	19575	831925359.898
9966	Polygon	2297929*16936	23326.483714	229	CUGR	157000	223000	7929	157500	223500	16936	831925359.898
9967	Polygon	2297930*17176	4126.473282	229	CUGR	157000	224000	7930	157500	224500	17176	831925359.898
9968	Polygon	2297931*17416	5925.091462	229	CUGR	157000	225000	7931	157500	225500	17416	831925359.898
9969	Polygon	2298012*16937	408.429963	229	CUGR	158000	223000	8012	158500	223500	16937	831925359.898
9970	Polygon	2298026*20297	516.830475	229	CUGR	158000	237000	8026	158500	237500	20297	831925359.898
9971	Polygon	2298100*17898	31541.434133	229	CUGR	159000	227000	8100	159500	227500	17898	831925359.898
9972	Polygon	2298101*18138	2532.672923	229	CUGR	159000	228000	8101	159500	228500	18138	831925359.898
9973	Polygon	2298109*20058	2961.417123	229	CUGR	159000	236000	8109	159500	236500	20058	831925359.898
9974	Polygon	2298110*20298	361.073422	229	CUGR	159000	237000	8110	159500	237500	20298	831925359.898
9975	Polygon	2298111*20538	204.078303	229	CUGR	159000	238000	8111	159500	238500	20538	831925359.898
9976	Polygon	2298183*17419	13445.126657	229	CUGR	160000	225000	8183	160500	225500	17419	831925359.898
9977	Polygon	2298184*17659	35370.45865	229	CUGR	160000	226000	8184	160500	226500	17659	831925359.898
9978	Polygon	2298185*17899	8610.151498	229	CUGR	160000	227000	8185	160500	227500	17899	831925359.898
9979	Polygon	2298186*18139	4791.054331	229	CUGR	160000	228000	8186	160500	228500	18139	831925359.898
9980	Polygon	2298187*18379	1063.312062	229	CUGR	160000	229000	8187	160500	229500	18379	831925359.898

Tabel 5: Voorbeeld attributenlijst heide/ grassen ecosysteempolygonen.

- Voor de verwerking van alle ecosystemen samen moeten volgende interventies uitgevoerd worden:

De boscosysteempolygonen overlappen met de heide en graslandecosysteempolygonen met een oppervlakte van 148,789 km². Deze overlapping is waarschijnlijk te wijten aan de verschillende oorsprong van de basiskaarten.

Voor deze overlappende polygonen wordt een keuze gemaakt naar laagste kritische lasten. Hiervoor wordt de waarde voor CL_{nut(N)}bio_kg voor bossen vergeleken met CL_{nut(N)}bio_kg voor heide/ graslanden. De laagste waarde wordt weerhouden en de hoogste wordt geschrapt uit de desbetreffende kaart.

De CL_{nut(N)}bio_kg voor bossen is kleiner of gelijk aan de CL_{nut(N)}bio_kg voor heide/grassen voor 14592 records met een totale oppervlakte van 104,837 km². Deze oppervlakten worden afgetrokken van de heide en graslandoppervlakten.

De CL_{nut(N)}bio_kg voor heide en grassen is kleiner of gelijk aan de CL_{nut(N)}bio_kg voor bossen voor 2415 records met een totale oppervlakte van 43,952 km². Deze oppervlakten worden afgetrokken van de bosoppervlakten.

De nieuw berekende heide- en graslandpolygonen gebruikt voor de voorstelling van alle ecosystemen samen hebben een oppervlakte van 727,087 km² en telt 16330 polygonen.

Voor de nieuw berekende bospolygonen bedraagt de oppervlakte 1336,749 km² en het aantal polygonen 20029.

Onderstaande Tabel 6 geeft een overzicht van de oppervlakte en het aantal polygonen per ecosysteem.

Ecosysteemtype	Oppervlakte (km²)	Aantal polygonen
Natte heide	15,802	241
Droge heide	111,582	1638
Zuur grasland	51,258	1425
Neutraal-zuur grasland	337,494	6350
Kalkgrasland	26,923	175
Cultuurgrasland	184,027	6501
Naaldhout	590,533	7597
Loofhout	746,217	12432

Tabel 6: Overzicht oppervlakten en aantal polygonen per ecosysteemtype voor de geïntegreerde kaart natuur/bossen.

Het gebruik van deze datasets wordt verder besproken in Hoofdstuk 3 User Interface.

HOOFDSTUK 2 ZWARE METALEN

In dit hoofdstuk wordt de methodologie besproken voor de berekening van de overschrijding van de kritische lasten van zware metalen. De structuur van het hoofdstuk is analoog aan het voorgaande.

2.1 Gegevens

De datasets voor het deel zware metalen werden door de opdrachtgever aangeleverd. De ecosystemen werden ingedeeld in droge heide, natte heide, heischraal grasland, cultuurgrasland, kalkgrasland, zuur grasland, neutraal-zuur grasland, cultuurgrasland met verspreide biologische waarden, naaldbos en loofbos. De oppervlakten van deze ecosystemen voor zware metalen zijn verschillend van de oppervlakten van de ecosystemen voor verzuring/vermesting. In tegenstelling met het deel verzuring/vermesting wordt bij berekening van de overschrijdingen kritische lasten voor zware metalen geen kritische lasten punten gebruikt. De parameters voor het berekenen van de overschrijdingen kritische last voor de zware metalen cadmium, kwik en lood zijn per ecosysteempolygoon beschikbaar en opgelijst in Tabel 7.

Naam	Eenheid	Omschrijving
ID	-	uniek nummer polygoon
Eenheid	-	ecosysteemtype eenheid
Oppervlakte	Meter ²	oppervlakte
CL(Pb) _{eco}	g/ha.jaar	kritische last lood criterium ecotoxiciteit
CL(Pb) _{health}	g/ha.jaar	kritische last lood criterium gezondheid
CL(Cd) _{eco}	g/ha.jaar	kritische last cadmium criterium ecotoxiciteit
CL(Cd) _{health}	g/ha.jaar	kritische last cadmium criterium gezondheid
CL(Hg) _{eco}	g/ha.jaar	kritische last kwik criterium ecotoxiciteit
CL(Hg) _{health}	g/ha.jaar	kritische last kwik criterium gezondheid

Tabel 7: Overzicht parameters beschikbaar per ecosysteempolygoon.

2.1.1 Heide

Voor heide worden de vegetatietypes ingedeeld in droge heide, natte heide en heischraal grasland. De totale oppervlakte voor de som van deze ecosystemen bedraagt 118,345 km² en telt 4870 polygonen. Zie overzicht Tabel 8.

2.1.2 Grasland

De vegetatietypes voor grassen zijn cultuurgrasland, kalkgrasland, zuur grasland, neutraal-zuur grasland en cultuurgrasland met verspreide biologische waarden. De

totale oppervlakte voor deze ecosystemen samen bedraagt 1547,857 km² en bestaat uit 69364 records. Zie overzicht Tabel 8.

2.1.3 Bossen

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen naaldbos en loofbos. Naaldbos is samengesteld uit polygonen met naaldhout en naaldhout met inmenging van loofhout tot 50 %. Loofbos bestaat uit loofhout en loofhout met inmenging van naaldbos tot 50 %. De totale oppervlakte van deze ecosystemen bedraagt 1363,852 km² en telt samen 164995 polygonen.

Onderstaande Tabel 8 geeft een overzicht van de verschillende ecosysteemtypes en hun corresponderende oppervlakte.

Ecosysteemtype	Aantal polygonen	Oppervlakte(km ²)
Natte heide	1201	24,313
Droge heide	2148	73,630
Heischraal grasland	1526	20,403
Zuur grasland	420	6,217
Neutraal-zuur grasland	24018	329,152
Kalkgrasland	311	8,626
Cultuurgrasland	20978	533,723
Cultuurgrasland met biologische waarden	23637	670,139
Naaldhout	32751	584,513
Loofhout	58005	779,339

Tabel 8: Overzicht aantal polygongen en totale oppervlakte per ecosysteemtype voor zware metalen.

2.2 OPS berekeningen

Voor de pollutanten cadmium, lood en kwik worden OPS-berekeningen uitgevoerd voor het 1x1km² rooster (Mensink et al, 1998). Voor deze berekeningen is, zoals ook voor verzuring en vermesting, het OPS 1.20 model gebruikt dat momenteel beschikbaar is bij VMM (Janssen et al, 2006). Er moet opgemerkt worden dat voor deze specifieke OPS berekeningen een aangepaste ruwheidslengtekaart werd opgemaakt die afwijkt van de standaardkaart die OPS gebruikt voor de z₀ waarden. Zo worden OPS depositiewaarden in heide en graslandgebied gebruikt met een ruwheidslengte van 0,0340 meter opgelegd voor alle gridcellen. De OPS depositiewaarden in bosgebied worden berekend met een ruwheidslengte van 1,200 meter opgelegd voor alle gridcellen van het rooster.

In 4.2 wordt op deze methodologie verder ingegaan.

Het resultaat van deze OPS berekeningen (de totale deposities in mol/ha/jr) wordt gebruikt om de overschrijdingen van kritische lasten te berekenen voor de heide en graslandecosystemen en/of boscystemen. De OPS output wordt zonder bijkomende verwerking ingelezen en samengevoegd om de overschrijdingen van de kritische lasten te berekenen.

2.3 Berekeningswijze overschrijdingen kritische lasten

Voor heide, graslanden en bossen is het mogelijk om twee verschillende overschrijdingen per metaal te berekenen nl. criterium ecotoxiciteit en criterium gezondheid. De overschrijdingen worden berekend aan de hand van volgende formules:

Formule 1:	Overschrijding van de kritische last lood criterium ecotoxiciteit (g/ha)
	$\text{ExPb}_{\text{eco}} = \text{Pb}_{\text{dep}} - \text{CI}(\text{Pb})_{\text{eco}}$
	met overschrijding indien $\text{ExPb}_{\text{eco}} > 0$
Formule 2:	Overschrijding van de kritische last lood criterium gezondheid (g/ha)
	$\text{ExPb}_{\text{health}} = \text{Pb}_{\text{dep}} - \text{CI}(\text{Pb})_{\text{health}}$
	met overschrijding indien $\text{ExPb}_{\text{health}} > 0$
Formule 3:	Overschrijding van de kritische last cadmium criterium ecotoxiciteit (g/ha)
	$\text{ExCd}_{\text{eco}} = \text{Cd}_{\text{dep}} - \text{CI}(\text{Cd})_{\text{eco}}$
	met overschrijding indien $\text{ExCd}_{\text{eco}} > 0$
Formule 4:	Overschrijding van de kritische last cadmium criterium gezondheid (g/ha)
	$\text{ExCd}_{\text{health}} = \text{Cd}_{\text{dep}} - \text{CI}(\text{Cd})_{\text{health}}$
	met overschrijding indien $\text{ExCd}_{\text{health}} > 0$
Formule 5:	Overschrijding van de kritische last kwik criterium ecotoxiciteit (g/ha)
	$\text{ExHg}_{\text{eco}} = \text{Hg}_{\text{dep}} - \text{CI}(\text{Hg})_{\text{eco}}$
	met overschrijding indien $\text{ExHg}_{\text{eco}} > 0$
Formule 6:	Overschrijding van de kritische last kwik criterium gezondheid (g/ha)
	$\text{ExHg}_{\text{health}} = \text{Hg}_{\text{dep}} - \text{CI}(\text{Hg})_{\text{health}}$
	met overschrijding indien $\text{ExHg}_{\text{health}} > 0$

2.4 Verwerking

De tool berekent per ecosysteem de totale oppervlakte en het percentage oppervlakte waarvoor overschrijdingen van de kritische lasten optreden, alsook de mate waarin de kritische last wordt overschreden. Voor de geïntegreerde kaart worden deze berekeningen herhaald voor alle ecosystemen samen. Tevens worden voor de ecosystemen heide (droge, natte en heischraal), grassen (kalkgrasland, cultuurgrasland, cultuurgrasland met verspreide biologische waarden, zuur grasland en neutraal-zuur grasland), bossen (naaldhout en loofhout) en alle ecosystemen samen ook nog de gemiddelde overschrijdingen.

2.4.1 Verwerking per ecosysteemtype

Om dit te kunnen berekenen zijn een aantal éénmalige verwerkingen noodzakelijk:

- Voor het berekenen van de overschrijdingen kritische lasten voor zware metalen wordt niet meer gewerkt met Thiessen polygonen omdat er geen kritische lasten punten beschikbaar zijn voor alle ecosystemen.
- De ecosysteemtype polygonen worden toegekend aan de OPS gridcellen door een intersectie uit te voeren voor elk ecosysteemtype en het 1x1km² grid (polygonen). Ecosysteemtype polygonen die in verschillende roostercellen vallen, worden hierdoor gesplitst. Elke gridcel krijgt, door een intersectie van het 1x1km² grid en de OPS centrumcellen tevens een unieke OPS-ID toegekend.
- Elke (nieuwe) ecosysteemtype polygoon wordt nu gekenmerkt door een unieke ID dat bestaat uit het ecosysteemtype-ID , de gridcel-ID en het OPS-ID. De koppeling van de ecosysteemtype polygonen met de OPS deposities is nu mogelijk via dit unieke OPS-ID.
- In tegenstelling met het deel verzuring/vermesting kan hier geen dissolve uitgevoerd worden omdat de parameters voor het berekenen van de overschrijdingen kritische lasten verschillend zijn per ecosysteemtype polygoon m.a.w. polygonen met hetzelfde ecosysteemtype, gridcel-ID en OPS-ID kunnen niet samengenomen worden omdat de kritische lasten parameters verschillend zijn. Dit heeft als gevolg dat het aantal records van de datasets met de ecosysteempolygonen nog toegenomen en vrij hoog is. Het totaal aantal records bedraagt nu 223401.

Onderstaande Tabel 9 geeft een overzicht.

Ecosysteemtype	Aantal polygonen voor verwerking	Aantal polygonen na verwerking
Natte heide	1201	1674
Droge heide	2148	3010
Heischraal grasland	1526	2040
Zuur grasland	420	548
Neutraal-zuur grasland	24018	31965
Kalkgrasland	311	449
Cultuurgrasland	20978	29807
Cultuurgrasland met biologische waarden	23637	33634
Naaldhout	32751	43986
Loofhout	58005	76288

Tabel 9: Overzicht aantal polygonen per ecosysteemtype voor en na verwerking.

Voor het berekenen van de overschrijdingen van kritische lasten in een ecosysteemtype polygoon moeten OPS depositiewaarden toegekend worden aan deze polygonen. Net zoals bij verzuring en vermesting worden OPS-berekeningen uitgevoerd voor alle centrum punten van een rooster van 1x1km². Zoals vroeger reeds vermeld, wordt bij de berekening een vaste ruwheidslengte van 0,0340m voor heide en grassen, en een vaste ruwheidslengte van 1,200m voor bossen gekozen. De link met de ecosysteemtype polygoon wordt dus bekomen via de unieke OPS-ID dat per ecosysteemtype polygoon nu bekend is.

2.4.2 Verwerking geïntegreerde kaart

Voor de verwerking van alle ecosystemen samen moeten volgende interventies uitgevoerd worden:

- Na intersectie van de boscossysteempolygonen en de heide-, graslandecosysteempolygonen blijkt dat polygonen elkaar overlappen met een oppervlakte van 56,368 km². Deze overlapping is waarschijnlijk te wijten aan de verschillende oorsprong van de basiskaarten.
- Voor deze overlappende polygonen wordt een keuze gemaakt naar laagste kritische lasten.
 - Voor lood wordt de parameter CL(Pb)_{eco} voor bossen vergeleken met CL(Pb)_{eco} voor heide en graslanden.
 - Voor cadmium wordt de parameter CL(Cd)_{eco} voor bossen vergeleken met CL(Cd)_{eco} voor heide en graslanden.
 - En tenslotte voor kwik wordt de parameter CL(Hg)_{eco} voor bossen vergeleken met CL(Hg)_{eco} voor heide en graslanden.

De laagste waarde wordt telkens weerhouden en de hoogste wordt geschrapt uit de desbetreffende kaart.

Het overzicht van de 56,368 km² overlappende oppervlakte per metaal dat moet verwijderd worden, is in Tabel 10 weergegeven.

Metaal	Bossen		Heide - graslanden	
	Km ²	Aantal polygonen	Km ²	Aantal polygonen
Lood	28,95	11362	27,41	29248
Cadmium	55,50	39134	0,86	1476
Kwik	55,915	39853	0,452	756

Tabel 10: Overzicht splitsing overlappende oppervlakte per metaal voor schrapping.

Deze verwerking heeft als gevolg dat voor elke berekening van de overschrijding kritische lasten per metaal een andere dataset wordt gebruikt. De totale oppervlakte voor alle ecosystemen samen bedraagt 2973,687 km². De verdeling per metaal en per ecosysteemtype staat in Tabel 11.

Ecosysteemtype	Lood		Cadmium		Kwik	
	Oppervlakte (km ²)	Aantal polygonen	Oppervlakte (km ²)	Aantal polygonen	Oppervlakte (km ²)	Aantal polygonen
Natte heide	22,062	1616	24,312	1674	24,313	1674
Droge heide	73,630	3010	73,630	3010	73,630	3010
Heischraal grasland	20,403	2040	20,403	2040	20,403	2040
Zuur grasland	6,169	548	6,217	420	6,217	420
Neutraal-zuur	322,141	31823	329,150	31965	329,150	31965
Kalkgrasland	8,506	448	8,625	449	8,625	449
Cultuurgrasland	527,906	29716	532,936	29795	533,606	29806
Cultuurgrasland met biologische waarden	657,971	33410	670,067	33634	669,913	33633
Naaldhout	571,460	43802	568,874	43703	569,119	43720
Loofhout	763,439	75999	739,470	75428	738,818	75407
Som bossen	1334,889	119801	1308,345	119131	1307,937	119127
Som heide grassen	1638,789	102611	1665,342	103115	1665,749	103125

Tabel 11: Overzicht oppervlakte en aantal polygonen per metaal en per ecosysteemtype voor de geïntegreerde kaart natuur/bossen.

HOOFDSTUK 3 USER INTERFACE

In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de User Interface die is ontwikkeld voor de KL-Tool 2008.

3.1 Werking kritische lasten tool

De User interface van de Kritische Lasten Tool 2008 is geschreven in ArcGis versie 9.2. De tools, menu's en buttons van de standaard ArcGis software blijven behouden. De functionaliteiten voor het berekenen van een overschrijding van de kritische lasten zijn opgenomen in een extra menu, "Kritische Lasten" en wordt weergegeven in Figuur 2.

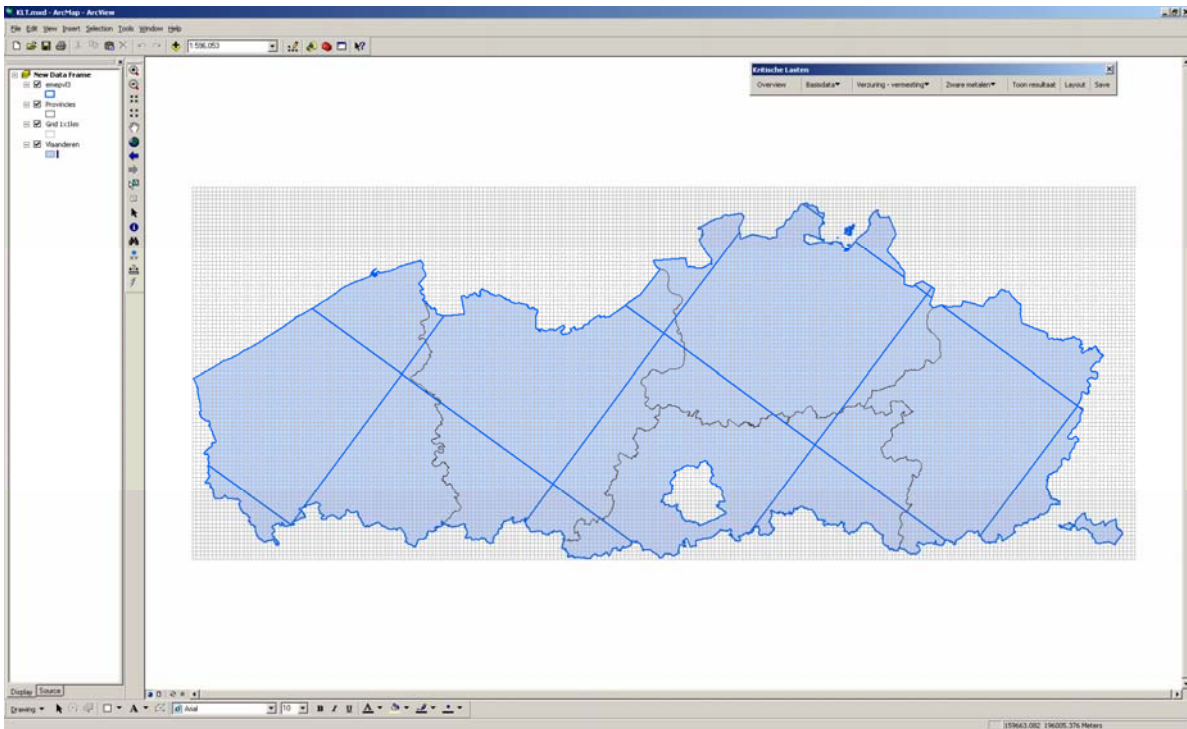


Figuur 2: Gis-menu "Kritische lasten".

De functie 'Overview' opent een klein extra scherm en toont de volledige grootte, reikwijdte van de gegevens. Een extra vierkantje in dit scherm toont de positie van de huidige view. Dit kan soms interessant zijn bij het inzoomen en het bekijken van details om de positie te situeren.

De menu 'Basisdata' geeft de volgende mogelijkheden aan de view: opkuisen GIS-lagen, toevoegen datasets zoals grenzen Vlaanderen, provincies, gemeenten en grid Vlaanderen. Als één van deze opgesomde datasets in de lijst gekozen wordt, dan wordt een willekeurige kleur gekozen door het project.

Voor het toevoegen van layers met de grenzen van Vlaanderen, de provincies, gemeenten, het 1x1km² grid en het EMEP grid zijn vooraf vastgelegde kleuren en eigenschappen zoals dikte lijnen etc. aangemaakt. Een voorbeeld wordt gegeven in Figuur 3.



Figuur 3: Voorbeeld project met ingeladen basisdata.

De menu 'Verzuring – vermessing' geeft de keuze om een berekening overschrijding kritische lasten voor verzuring en vermessing op te starten, een menu om de kritische lasten punten per ecosysteem toe te voegen aan de view en een menu om de Thiessen polygonen per ecosysteem in te laden.

De menu 'Zware metalen' geeft de mogelijkheid om een berekening overschrijdingen zware metalen op te starten.

'Toon resultaat' laat nogmaals het resultaat van de laatste berekening zien.

De keuze 'Layout' maakt een nieuwe layout aan. Het is aan te raden om deze toets slechts éénmaal te gebruiken. Zodra je nogmaals de layout wil zien kan je best de functionaliteiten van de standaard GIS gebruiken om te switchen tussen data view en layout view, te vinden onderaan het scherm.



Figuur 4: GIS interface met verwijzing naar Data View en Layout View toets.

En tenslotte de toets 'Save' bewaart het project. Maak hier een gewoonte om telkens een andere naam voor het project te kiezen.

3.2 Verzuring en vermessing

Zodra je in het 'Kritische Lasten' menu kiest voor 'Berekening verzuring – vermessing', verschijnt een scherm zoals gegeven in Figuur 5. Hierin moeten allereerst volgende parameters opgegeven worden: naam van de run en keuze van het ecosysteem. Voor deze laatste kan via een drop-downlijst het gewenste ecosysteem geselecteerd worden.

Vervolgens worden OPS-bestanden gevraagd voor SO₂, NO_x en NH₃. Afhankelijk van het gekozen ecosysteem, verschijnen 3 invulvelden om de OPS-depositiebestanden voor heide en grassen te selecteren en/of 3 invulvelden om de OPS depositiebestanden voor bossen te selecteren.

Is het gekozen ecosysteem naaldbos, dan kan je de mogelijkheid aanvinken om de droge depositie voor naaldbos met factor 1,2 te verhogen.

De werk-folder, waar alle gegevens van de run worden opgeslagen, wordt automatisch met de default-werkfolder opgevuld. Ga je niet akkoord met deze werkfolder, druk dan op de toets 'DIR' en dan kan je zelf de gewenste folder opvragen. Vul in het vakje 'Maak nieuwe folder' een foldernaam in en deze wordt automatisch aangemaakt als subfolder van de werkfolder.

Als laatste kan de gewenste formule voor de berekening van de kritische lasten gekozen worden via de reeds ingevulde drop-downlijst. Een ingevulde versie van dit invoerscherm wordt gegeven in Figuur 6.

Figuur 5: Voorbeeld scherm inputparameters voor verzuring – vermesting.

Figuur 6: Ingevuld voorbeeld van het inputscherm.

Zodra al de input-parameters ingevuld zijn, kan de toets "Bereken" onderaan het scherm ingedrukt worden. Nu start de verwerking. Eerst worden al de basisgegevens van het gekozen ecosysteem naar de werkfolder gecopieerd. Afhankelijk van het gekozen ecosysteem, worden de drie of zes OPS-berekeningen (SO₂, NO_y en NH₃) ingelezen en weggeschreven in één bestand, leesbaar voor het GIS.

Vervolgens worden de ecosystemetype polygonen gelinkt met de kritische lasten punten en met de OPS-punten via hun unieke ID. Daarna worden vier nieuwe velden (*ExnutNbio*, *ExSNNde*, *ExSNNdeact* en *Ndeact*) toegevoegd aan de attributenlijst. De drie formules (zie 1.5) worden toegepast voor elk record en de inhoud wordt in de respectievelijke velden weggeschreven.

Daarna worden nogmaals 6 bijkomende velden (*ExnKgNbio*, *OpExnKgNbi*, *OpExSNNde*, *OpExSNNdeact*, *Ndep* en *Zurdep*) toegevoegd aan de attributenlijst.

Deze 6 extra berekeningen zijn tussenstappen om extra overzichten te bekomen in het resultaatbestand en worden berekend als volgt:

Overschrijding kritische last vermisting criterium bescherming van de biodiversiteit (kg N/ha)

$$EX_{nut}Kg(N)_{bio} = EX_{nut}(N)_{bio} / 71.42857$$

Omzetting EX_{nut}(N)_{bio} van Zeg N naar Kg N

Oppervlakte overschrijding kritische last vermisting criterium bescherming van de biodiversiteit

$$Opp EX_{nut}Kg(N)_{bio} = EX_{nut}(N)_{bio} * pol_area$$

Oppervlakte overschrijding kritische last verzuring criterium Bc/A1=1 zonder denitrificatie

$$Opp EX(S+N)_{Nde} = EX(S+N)_{Nde} * pol_AREA$$

Oppervlakte overschrijding kritische last verzuring criterium Bc/A1=1 met aanvaardbare denitrificatie

$$\text{Opp } EX(S+N)_{Nde(Act)} = EX(S+N)_{Nde(Act)} * \text{pol_AREA}$$

Oppervlakte N-depositie in ecoxysteem X

$$\text{Opp } N_{dep} = [NO_Y(T_{dep}) + NH_x(T_{dep})] * \text{Pol_AREA} / 71.42$$

Oppervlakte verzurende depositie in ecoxysteem X

$$\text{Opp } Zur_{dep} = [SO_x(T_{dep}) + NO_Y(T_{dep}) + NH_x(T_{dep})] * \text{Pol_AREA}$$

Met behulp van deze bovenstaande berekeningen kunnen onderstaande gemiddelden worden berekend.

Gemiddelde overschrijding kritische last voor ecosysteem X

$$\text{Gemid } Ex_{nut}Kg(N)_{bio} = \text{Som [Opp } EX_{nut}Kg(N)_{bio}] / \text{som [pol_area]} \quad (\text{kg N/ha})$$

$$\text{Gemid } Ex(S+N)_{Nde} = \text{Som [Opp } EX(S+N)_{Nde}] / \text{som [pol_area]} \quad (\text{Zeq/ha})$$

$$\text{Gemid } EX(S+N)_{Nde(Act)} = \text{Som [Opp } EX(S+N)_{Nde(Act)}] / \text{som [pol_area]} \quad (\text{Zeq/ha})$$

Gemiddelde N-depositie in ecoxysteem X

$$\text{Gemid } N_{dep} = \text{Som [Opp } N_{dep}] / \text{som [pol_area]} \quad (\text{kg N/ha})$$

Gemiddelde Verzurende depositie in ecoxysteem X

$$\text{Gem } Zur_{dep} = \text{Som [Opp } Zur_{dep}] / \text{som [pol_area]} \quad (\text{Zeq/ha})$$

Onderstaande tabel geeft een voorbeeld van de attributenlijst met de nieuwe berekende velden.

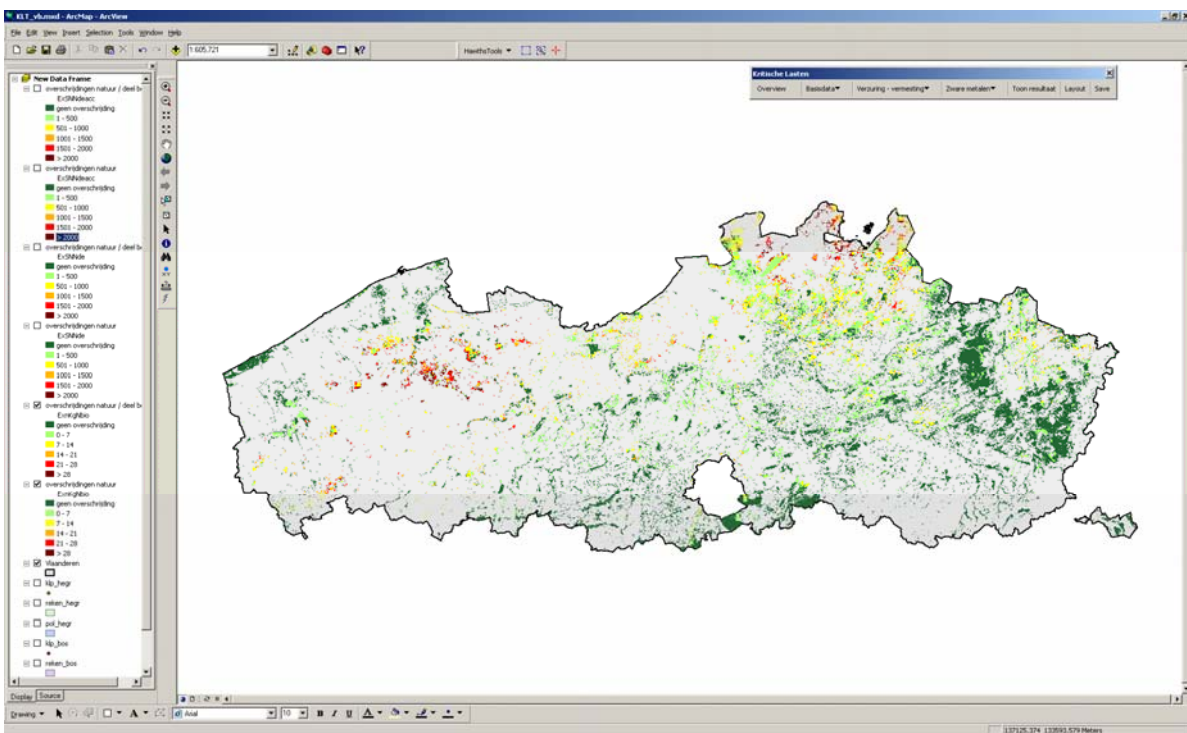
Attributes of overschrijdingen natuur / deel bossen																			
	SO2drdep	SO2wdep	so2Tdep	NOxdrdep	NOxwdep	NOxTdep	NH3drdep	NH3wdep	NH3Tdep	Exnutfbio	Exnkgfbio	OpExnkgfbio	ExSMHde	OpExSMHde	ExSMHdeacc	OpExSMHdeacc	Ndeacc	NDep	ZurDep
233	58.3	337.9	279	65.9	345	893	170	1241.6	833	11.662	86451.954319	31	235123.523328	-262	-1387173.00361	293	12033774	14596620	
235	57.6	339.6	269	64.8	334	1900	181	2461	2041	28.574001	2172316.25675	1243	94498112.0298	588	44702244.4678	655	212487710	238305537	
218	56.3	317.9	255	65.4	320	881	167	1224.2	790	11.06	4908219.54733	-51	-22632838.328	-331	-146891559.56	280	685286842	82634868	
217	55	315.4	249	64.7	314	1040	171	1419	979	13.706	5781905.468	133	58106333.8683	-204	-86057835.407	337	731069749	864121912	
212	54.5	308.9	253	65	318	1230	168	1644	1208	16.912	60607.322825	349	1250706.90887	-56	-200886.495406	405	7031195	8138196	
208	53.6	303.2	248	64.3	313	1270	170	1694	1253	17.542	1151529.35586	382	25076057.7509	-37	-2428832.81881	419	131747769	151651070	
271	53.7	304.9	311	64.1	375	1390	182	1850	1471	20.594	131137.365089	784	4864957.98378	280	1782368.89824	484	14188235	16819180	
235	57.6	339.6	269	64.8	334	1900	181	2461	2041	28.574001	1271921.67192	1243	55328971.5327	588	28173781.8433	655	124414538	139531238	
232	56.7	335.1	270	64.1	334	1810	185	2357	1937	27.118001	2422888.49232	1130	100965297.648	506	45211009.3884	624	240440388	270381493	
217	55	315.4	249	64.7	314	1040	171	1419	979	13.706	580816.104352	133	5637081.59446	-204	-8646350.71632	337	73451597	86819533	
214	54.2	311	247	63.8	311	742	172	1062.4	619	8.666	1529000.87416	-236	-41639072.1308	-465	-82043087.0374	228	242318227	297190055	
239	56.9	343.7	287	63.6	351	2130	191	2747	2344	32.816001	1058259.50767	1554	50113823.8066	808	28056608.5172	746	99805165	110988898	
238	56.1	341.7	286	63.2	350	2070	194	2678	2274	31.838001	383413.472093	1480	17824221.8667	755	9092761.83067	725	38467384	40582622	
225	55.8	325.8	279	63.4	342	2140	190	2758	2346	32.844001	1301863.2686	1521	60278801.2403	774	30674928.4418	747	122858241	13570245	
218	53.8	315.4	276	62.7	341	1420	187	1891	1478	20.692	4865895.07143	632	57072575.9488	146	13184487.4818	486	201580110	23042215	
211	53.4	306.6	268	63	331	772	174	1100.4	877	9.478	4358512.65863	-186	-85533185.0446	-432	-198857673.652	246	658237486	790229252	
207	52.5	300.9	304	62.3	366	1190	179	1607	1219	17.066	2052068.89059	344	41363628.5168	-65	-7818801.89975	409	237239648	273420799	

Tabel 12: Voorbeeld attributenlijst met de nieuwe berekende velden.

Hoofdstuk 3 User interface

Zodra de berekeningen gedaan zijn, kan de toets "Maak kaart" gebruikt worden om een kaartje te visualiseren met de overschrijdingen van de bewuste ecosystemen. De gegevens van de geselecteerde formule worden in de kaart ingeladen en voorgesteld in de gewenste kleuren en legende. Een voorbeeld van zo een kaart wordt gegeven in Figuur 7. De andere formules kunnen ook gevisualiseerd worden door dit kenbaar te maken in het vakje 'Keuze kaart' en een andere formule te kiezen. Het is nu niet meer mogelijk om de toets "Bereken" te kiezen. De berekeningen zijn al bij de vorige selectie uitgevoerd. Druk nu nogmaals op de toets "Maak kaart" en ook deze formule wordt ingeladen in de map.

De toets "Nieuwe berekening" wist de ingevulde parameters en alle GIS datalagen. De gebruiker kan nu een nieuwe berekening starten.



Figuur 7: Voorbeeld van een geïntegreerde kaart natuur / deel bossen berekend met KL-Tool 2008.

En globaal overzicht van de totale oppervlakte en het percentage oppervlakte overschrijding alsook de gemiddelde overschrijding en gemiddelde depositie kan bekomen worden door op de toets "Resultaat" te drukken. Onderstaande Tabel 13 geeft een voorbeeld van het bestand 'Result.txt'. Je kan dit bestand ook buiten ArcGis raadplegen via een text editor. 'Wordpad' geeft het beste resultaat.

Overschrijdingen kritische lasten voor ecosysteem: Bossen - heide - graslanden			
Overschrijdingen kritische lasten voor ecosysteem: naaldhout			
Totale oppervlakte ecosysteem:	590.533 km ²		
Exnut (N) bio :	363.282 km ²	61.52 %	
Ex (S+N) nde=0 :	205.508 km ²	34.80 %	

Ex (S+N) Nde (act) :	153.562 km ²	26.00 %
Overschrijdingen kritische lasten voor ecosysteem: loofhout		
Totale oppervlakte ecosysteem:	746.217 km ²	
Exnut (N) bio :	360.382 km ²	48.29 %
Ex (S+N) nde=0 :	238.428 km ²	31.95 %
Ex (S+N) Nde (act) :	185.020 km ²	24.79 %
Overschrijdingen kritische lasten voor ecosysteem: droge heide		
Totale oppervlakte ecosysteem:	111.582 km ²	
Exnut (N) bio :	27.008 km ²	24.20 %
Ex (S+N) nde=0 :	0.281 km ²	0.25 %
Ex (S+N) Nde (act) :	0.033 km ²	0.03 %
Overschrijdingen kritische lasten voor ecosysteem: natte heide		
Totale oppervlakte ecosysteem:	15.803 km ²	
Exnut (N) bio :	9.498 km ²	60.11 %
Ex (S+N) nde=0 :	0.063 km ²	0.40 %
Ex (S+N) Nde (act) :	0.027 km ²	0.17 %
Overschrijdingen kritische lasten voor ecosysteem: cultuurgrasland		
Totale oppervlakte ecosysteem:	184.027 km ²	
Exnut (N) bio :	4.602 km ²	2.50 %
Ex (S+N) nde=0 :	18.440 km ²	10.02 %
Ex (S+N) Nde (act) :	10.865 km ²	5.90 %
Overschrijdingen kritische lasten voor ecosysteem: kalkgrasland		
Totale oppervlakte ecosysteem:	26.924 km ²	
Exnut (N) bio :	0.003 km ²	0.01 %
Ex (S+N) nde=0 :	0.000 km ²	0.00 %
Ex (S+N) Nde (act) :	0.000 km ²	0.00 %
Overschrijdingen kritische lasten voor ecosysteem: zuurgrasland		
Totale oppervlakte ecosysteem:	51.258 km ²	
Exnut (N) bio :	21.894 km ²	42.71 %
Ex (S+N) nde=0 :	3.834 km ²	7.48 %
Ex (S+N) Nde (act) :	1.616 km ²	3.15 %
Overschrijdingen kritische lasten voor ecosysteem: neutraal zuurgrasland		
Totale oppervlakte ecosysteem:	337.494 km ²	
Exnut (N) bio :	18.213 km ²	5.40 %
Ex (S+N) nde=0 :	27.119 km ²	8.04 %
Ex (S+N) Nde (act) :	7.343 km ²	2.18 %
Overschrijdingen kritische lasten voor ecosysteem: alle bossen		
Totale oppervlakte ecosysteem:	1336.750 km ²	
Exnut (N) bio :	723.664 km ²	54.14 %
Ex (S+N) nde=0 :	443.936 km ²	33.21 %
Ex (S+N) Nde (act) :	338.582 km ²	25.33 %
Overschrijdingen kritische lasten voor ecosysteem: alle heide		
Totale oppervlakte ecosysteem:	127.385 km ²	
Exnut (N) bio :	36.507 km ²	28.66 %
Ex (S+N) nde=0 :	0.344 km ²	0.27 %
Ex (S+N) Nde (act) :	0.060 km ²	0.05 %


Hoofdstuk 3 User interface

Overschrijdingen kritische lasten voor ecosysteem: alle grassen		
Totale oppervlakte ecosysteem:	599.703 km ²	
Exnut (N) bio :	44.713 km ²	7.46 %
Ex (S+N) nde=0 :	49.394 km ²	8.24 %
Ex (S+N) Nde (act) :	19.824 km ²	3.31 %
Overschrijdingen kritische lasten voor alle ecosystemen		
Totale oppervlakte ecosysteem:	2063.837 km ²	
Exnut (N) bio :	804.883 km ²	39.00 %
Ex (S+N) nde=0 :	493.674 km ²	23.92 %
Ex (S+N) Nde (act) :	358.466 km ²	17.37 %
Gemiddelde overschrijding kritische last voor ecosysteem: alle bossen		
Exnut (N) bio :	9.035 kg N/ha	
Ex (S+N) nde=0 :	698.482 Zeq/ha	
Ex (S+N) Nde (act) :	544.698 Zeq/ha	
Gemiddelde overschrijding kritische last voor ecosysteem: alle heide		
Exnut (N) bio :	3.391 kg N/ha	
Ex (S+N) nde=0 :	203.097 Zeq/ha	
Ex (S+N) Nde (act) :	429.250 Zeq/ha	
Gemiddelde overschrijding kritische last voor ecosysteem: alle grassen		
Exnut (N) bio :	3.319 kg N/ha	
Ex (S+N) nde=0 :	374.223 Zeq/ha	
Ex (S+N) Nde (act) :	348.138 Zeq/ha	
Gemiddelde overschrijding kritische last voor alle ecosystemen		
Exnut (N) bio :	8.461 kg N/ha	
Ex (S+N) nde=0 :	665.694 zeq/ha	
Ex (S+N) Nde (act) :	533.809 zeq/ha	
Gemiddelde depositie voor ecosysteem: alle bossen		
N-depositie :	16.510 kg N/ha	
Verzurende depositie :	1502.546 zeq/ha	
Gemiddelde depositie voor ecosysteem: alle heide		
N-depositie :	8.860 kg N/ha	
Verzurende depositie :	828.123 zeq/ha	
Gemiddelde depositie voor ecosysteem: alle grassen		
N-depositie :	12.210 kg N/ha	
Verzurende depositie :	1032.902 zeq/ha	
Gemiddelde depositie voor alle ecosystemen		
N-depositie :	14.788 kg N/ha	
Verzurende depositie :	1324.451 zeq/ha	

Tabel 13: Voorbeeld resultaat bestand.

Laadt eerst alle formules in de view, en gebruik daarna pas de toets "Terug".
Let wel op welke datalagen zijn aangevinkt. De view toont de aangevinkte data laag die het hoogst in rang staat in de lijst.

Wil je nu een layout maken om te drukken, bekijk dan eerst de aangevinkte lagen. De volgorde van de lagen is belangrijk. De laag die bovenaan staat, is de laag die getoond wordt bij overlapping van het gebied. Denk er ook aan om de basisdata in te laden zoals bv. 'Layer Vlaanderen' om een lichtgrijze achtergrond te krijgen. Plaats deze laag onder de laag met de overschrijdingen.

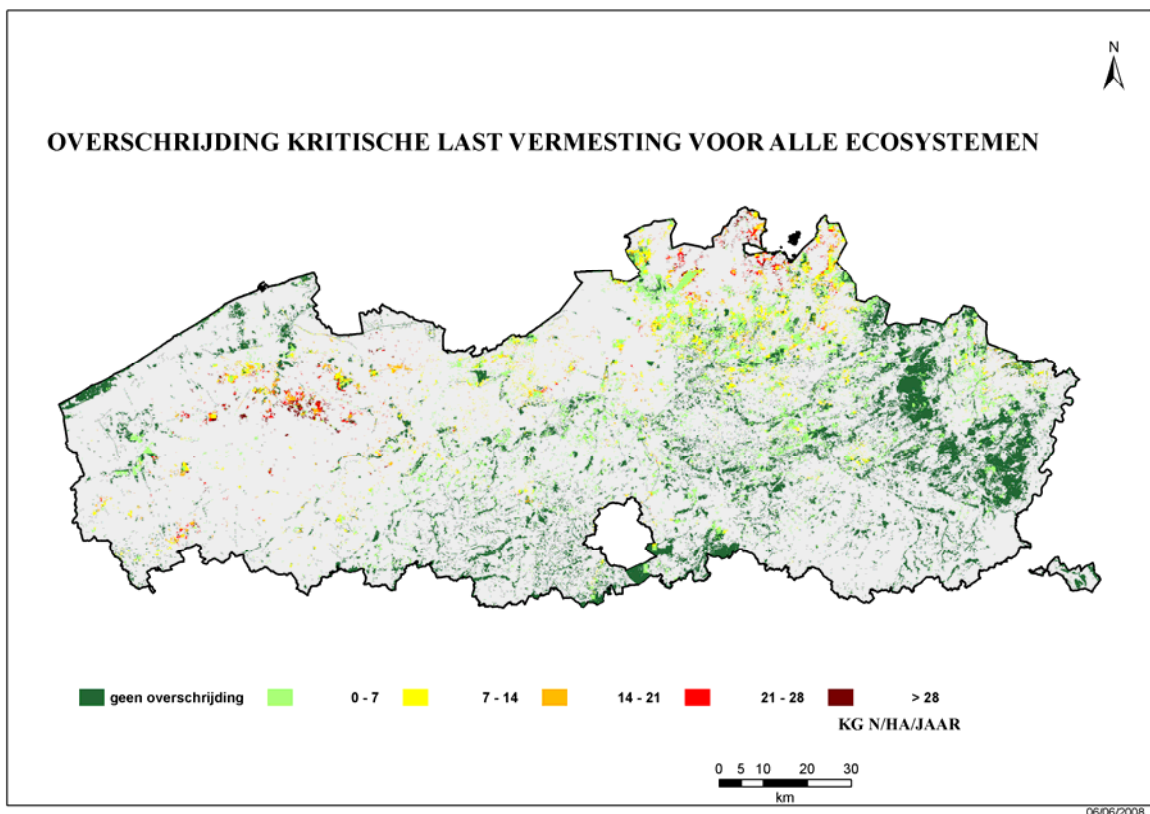
Zorg dat gans Vlaanderen helemaal in de view past, zoniet druk op het icoontje "Full extent" . 

Druk nu op de toets 'Maak layout'. Eerst wordt de vraag gesteld of de gewenste datalagen aangevinkt zijn. Zo ja, verschijnt een nieuw scherm met de vraag om de titel in te vullen. Er is al een stuk titel ingevuld, voeg of wijzig deze tekst naar keuze.

Vervolgens wordt de eenheid gevraagd. Ook dit veld is al ingevuld, schrap wat overbodig is.

Vervolgens wordt de layout vervolledigd met een schaal, legende en noordpijl.

Het is nog altijd mogelijk om deze layout te wijzigen. Klik met de cursor aan wat je wil wijzigen en maak gebruik van de standaard GIS functies.



Figuur 8: Voorbeeld Layout.

Om terug te keren naar de view, maak gebruik van de standaard GIS functies om te switchen tussen data view en layout, te vinden onderaan het scherm (Figuur 4). De opmaak van de layout blijft bewaard.

3.2.1 Invloed van depositiefactor voor naaldhout

In het scherm 'Berekening verzuring en vermisting' verschijnt bij keuze ecosysteem 'Naaldhout' de melding 'droge depositie voor naaldhout met factor 1,2 verhogen'. De gebruiker heeft de keuze om deze factor wel of niet toe te passen. De reden voor deze extra optie en schaling van de depositie moet gezocht worden in het feit dat algemeen wordt aangenomen dat pollutanten in de atmosfeer beter deponeren op naaldbomen dan op loofbomen. Dit effect wordt mogelijk onderschat in de standaard depositieschema's en komt niet tot z'n recht wanneer een vaste ruwheidslengte van 1,2 voor bossen opgelegd wordt. Om het verschil dus toch expliciet in rekening te kunnen brengen werd deze extra schaalfactor in de User Interface voorzien.

De invloed van deze factor kan teruggevonden worden in onderstaande Tabel 14. Voor de overschrijding van de kritische last vermisting criterium bescherming van de biodiversiteit, bedraagt de verhoging 2,91 % oppervlakte. De overschrijding van de kritische last verzuring criterium $Bc/Al=1$ zonder denitrificatie is 8,51 % oppervlakte gestegen en tenslotte de overschrijding van de kritische last verzuring criterium $Bc/Al=1$ met aanvaardbare denitrificatie, stijgt met 6,67 % oppervlakte.

	Zonder depositiefactor		Met depositiefactor		% Verschil in opp
	Km ²	%	Km ²	%	
Exnut(N)bio	479,051	79,49	496,614	82,40	2,91
Ex(S+N)nde=0	125,447	20,82	176,750	29,33	8,51
Ex(S+N)Nde(act)	83,084	13,79	123,299	20,46	6,67

Tabel 14: Invloed depositiefactor voor ecosysteem naaldhout.

3.3 Zware metalen

De werkwijze voor berekening overschrijding kritische lasten zware metalen werkt kwasi hetzelfde als de berekening verzuring en vermisting. Het invulscherm kan je zien in Figuur 9.

Figuur 9: Invulscherm berekening van overschrijdingen kritische lasten voor zware metalen.

De gevraagde parameters zoals 'keuze pollutent' kan je opgeven door een keuze te maken in de drop-downlijst, die bestaat uit lood, cadmium of kwik.

Vervolgens kan je een naam run en keuze ecosysteem opgeven. Voor deze laatste kan je eveneens via een drop-downlijst het gewenste ecosysteem selecteren. Vervolgens wordt het OPS bestand gevraagd voor de gekozen pollutent en het gekozen ecosysteem heide, grassen en/of bossen.

De werk-folder, waar alle gegevens van de run worden opgeslagen, wordt automatisch met de default-werkfolder opgevuld. Ga je niet akkoord met deze werkfolder, druk dan op de toets 'DIR' en dan kan je zelf de gewenste folder opvragen. Vul in het vakje 'Maak nieuwe folder' een foldernaam in en deze wordt automatisch aangemaakt als subfolder van de werkfolder.

Als laatste moet de gewenste formule voor de berekening van de kritische lasten gekozen worden via de reeds ingevulde drop-downlijst. Afhankelijk van de gekozen pollutent kan je kiezen tussen 2 formules nl. criterium gezondheid of criterium ecotoxiciteit.

Zodra al de input-parameters ingevuld zijn, kan de toets "*Bereken*" onderaan het scherm ingedrukt worden. Nu start de verwerking. Eerst worden al de basisgegevens van het gekozen ecosysteem naar de werkfolder gecopieerd. Het geselecteerd OPS bestand wordt ingelezen en weggeschreven in een bestand, leesbaar voor het GIS.

Vervolgens worden de ecosysteemtype polygonen gelinkt met de OPS-punten via hun unieke ID. Daarna worden twee nieuwe velden toegevoegd aan de attributenlijst. De twee formules (zie 2.3) worden toegepast voor elk record en de inhoud wordt in de respectievelijke velden weggeschreven.

Zodra de berekeningen gedaan zijn, kan de toets "*Maak kaart*" gebruikt worden om een kaartje te visualiseren met de overschrijdingen van de bewuste ecosystemen. De gegevens van de geselecteerde formule worden in de kaart ingeladen en voorgesteld in de gewenste kleuren en legende. De andere formules kunnen ook gevisualiseerd worden door dit kenbaar te maken in het vakje "*Keuze kaart*" en een andere formule te kiezen. Het is nu niet meer mogelijk om de toets "*Bereken*" te kiezen. De berekeningen zijn al bij de vorige selectie uitgevoerd. Druk nu nogmaals op de toets "*Maak kaart*" en ook deze formule wordt ingeladen in de map.

En globaal overzicht van de totale oppervlakte en het percentage oppervlakte overschrijding wordt bekomen door op de toets "*Resultaat*" te drukken. Dit bestand 'Result.txt' kan je ook buiten ArcGis raadplegen via een text editor. 'Wordpad' geeft het beste resultaat.


Laadt eerst alle formules in de view, en gebruik daarna pas de toets "*Terug*".

Let wel op welke datalagen zijn aangevinkt. De view toont de aangevinkte data laag die het hoogst in rang staat in de lijst.

De toets "*Nieuwe berekening*" wist de ingevulde parameters en alle GIS datalagen. De gebruiker kan dan een nieuwe berekening starten.

Wil je een layout maken om te drukken, bekijk dan eerst de aangevinkte lagen.

De volgorde van de lagen is belangrijk. De laag die bovenaan staat, is de laag die getoond wordt bij overlapping van het gebied. Denk er ook aan om de basisdata in te laden zoals bv. 'Layer Vlaanderen' om een lichtgrijze achtergrond te krijgen. Plaats deze laag onder de laag met de overschrijdingen.

Zorg dat gans Vlaanderen helemaal in de view past, zoniet druk op het icoontje “Full extent” . 

Druk nu op de toets ‘Maak layout’. Eerst wordt de vraag gesteld of de gewenste datalagen aangevinkt zijn. Zo ja, verschijnt een nieuw scherm met de vraag om de titel in te vullen. Er is al een stuk titel ingevuld, voeg of wijzig deze tekst naar keuze.

Vervolgens wordt de eenheid gevraagd. Ook dit veld is al ingevuld, schrap wat overbodig is.

Vervolgens wordt de layout vervolledigd met een schaal, legende en noordpijl.

Het is nog altijd mogelijk om deze layout te wijzigen. Klik met de cursor aan wat je wil wijzigen en maak gebruik van de standaard GIS functies.

In Tabel 15 wordt een numerieke vergelijking samengevat van KL-Tool 2002 en 2008 voor de formules:

$EX_{nut-bio}(N)$:	Overschrijding van de kritische last vermessing criterium bescherming van de biodiversiteit (kg N/ha)
$EX(S+N)_{Nde=0}$	Overschrijding van de kritische last verzuring criterium $Bc/AI=1$ zonder denitrificatie (Zeq/ha)
$EX(S+N)_{Nde}$	Overschrijding van de kritische last verzuring criterium $Bc/AI=1$ met aanvaardbare denitrificatie (Zeq/ha)

De tabel geeft een vergelijking van de kritische lasten tool versie 2002 en versie 2008 voor alle ecosystemen (geïntegreerde kaart natuur) en met meteo en emissies Vlaanderen voor het jaar 2006. Voor de resultaten van de KL-Tool 2008 werden de depositiewaarden genomen in het centrum van de cel, met toepassing van de depositiefactor (waarde 1,2).

Formule	Eco	KL-Tool 2008			KL-Tool 2002		
		Km ²	%	Gemid (EQ/ha.jr)	Km ²	%	Gemid (EQ/ha.jr)
$EX_{nut-bio}(N)$	Bos	723,66	54,14	645,356	827,92	62,40	655,96
	Heide	36,51	28,66	242,21	46,15	33,90	325,69
	Gras	44,71	7,46	237,07	56,33	9,37	250,34
	<u>Alle</u>	<u>804,88</u>	<u>39,00</u>	<u>604,37</u>	<u>930,40</u>	<u>45,08</u>	<u>614,89</u>
$EX(S+N)_{Nde=0}$	Bos	443,94	33,21	698,48	196,06	14,77	484,96
	Heide	0,34	0,27	203,10	0	0	0
	Gras	49,39	8,24	374,22	65,52	10,9	341,28
	<u>Alle</u>	<u>493,67</u>	<u>23,92</u>	<u>665,69</u>	<u>261,58</u>	<u>12,68</u>	<u>448,97</u>
$EX(S+N)_{Nde}$	Bos	338,82	25,33	544,69	101,61	7,65	360,89
	Heide	0,060	0,05	429,25	0	0	0
	Gras	19,82	3,31	348,14	22,77	3,78	267,10
	<u>Alle</u>	<u>358,47</u>	<u>17,37</u>	<u>533,80</u>	<u>124,38</u>	<u>6,02</u>	<u>345,32</u>

Tabel 15: Vergelijking van de resultaten van KL-Tool versie 2002 en 2008. Het totaal oppervlak in overschrijding wordt weergegeven in km², het percentage oppervlakte ten opzichte van het totale oppervlakte van het betreffende ecosysteem en de gemiddelde overschrijding in Zeg/ha.jr.

Uit de tabel kunnen we afleiden dat de resultaten van de twee versies aanzienlijk verschillen. Voor de kritische last vermessing criterium bescherming van de biodiversiteit ($EX_{nut-bio}(N)$) is de overschrijding van de KL-Tool versie 2008 lager dan de overschrijding in de versie 2002 voor zowel de oppervlakte als de gemiddelde overschrijding. Voor de kritische last verzuring criterium $Bc/AI=1$ met en zonder denitrificatie ($EX(S+N)_{Nde=0}$) is de overschrijding in versie 2008 een stuk hoger dan de overschrijding in versie 2002. Het grote verschil in methodologie van beide versies van de KL-Tool is terug te brengen tot de wijze waarop de deposities in rekening zijn gebracht. In de volgende paragraaf wordt in detail aangetoond welke impact deze wijziging in de methodologie met zich meebrengt.

4.2 Vergelijking deposities in kritische lasten punten en 1x1km² rooster

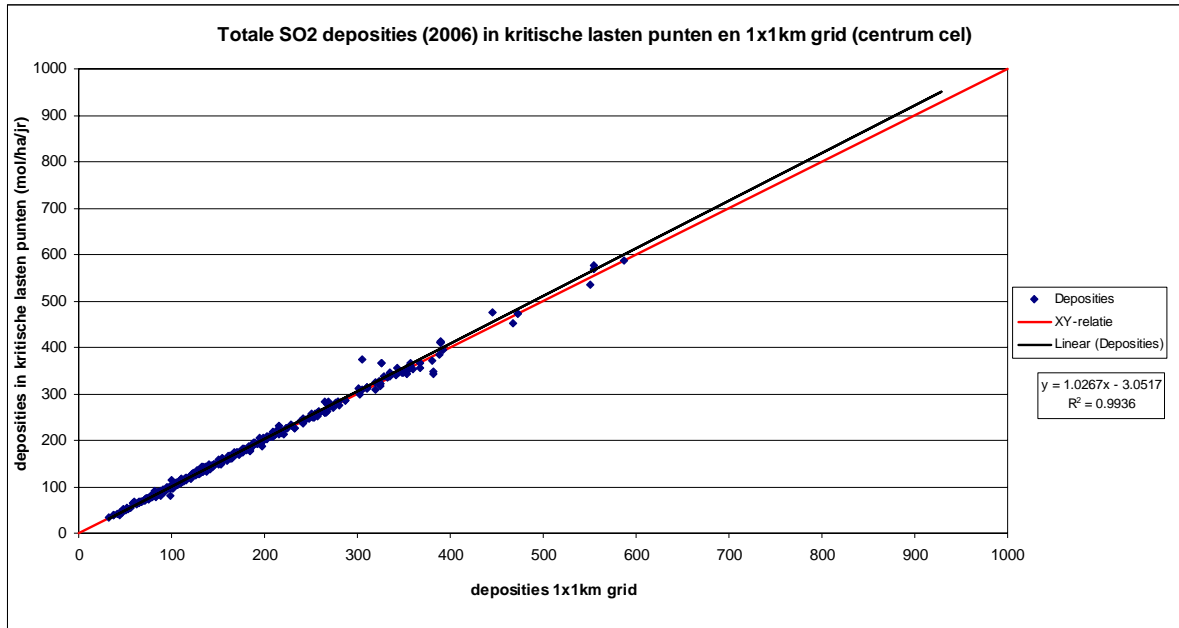
Zoals reeds hoger vermeld, is de methodologie voor de berekening van de overschrijding van de kritische lasten lichtjes aangepast ten opzichte van de KL-Tool versie 2002. In plaats van deposities enkel te berekenen in de punten waar kritische lasten zijn opgesteld, is er nu voor gekozen om de hoge resolutie resultaten van het OPS model op een 1x1 km² grid te gebruiken. Deze hoge resolutie depositiewaarden worden vervolgens gecombineerd met de kritische lasten die opgesteld zijn voor de volledige Thiessen polygoon. De overschrijdingen worden vervolgens toegekend aan de ecosystemen binnen het bewuste OPS grid en de Thiessen polygoon.

In deze paragraaf wordt een inschatting gemaakt van de impact van deze gewijzigde aanpak voor wat betreft de keuze van de receptorpunten voor heide en grasland. Voor deze vergelijking werden een zestal runs uitgevoerd met het OPS model met emissies en meteo van 2006. In de receptorpunten van het reguliere rooster werd telkens een ruwheidslengte van 0,034m (z_0 voor heide en grassen) ingesteld. Voor elke pollutent werden twee berekeningen opgestart voor enerzijds het 1x1km² receptorengrid en anderzijds de kritische lasten punten. Vervolgens werden de OPS depositiewaarden in de kritische lasten punten voor heide en graslanden vergeleken met de depositiewaarden die in het centrum van dezelfde gridcel van 1x1km² gelegen zijn.

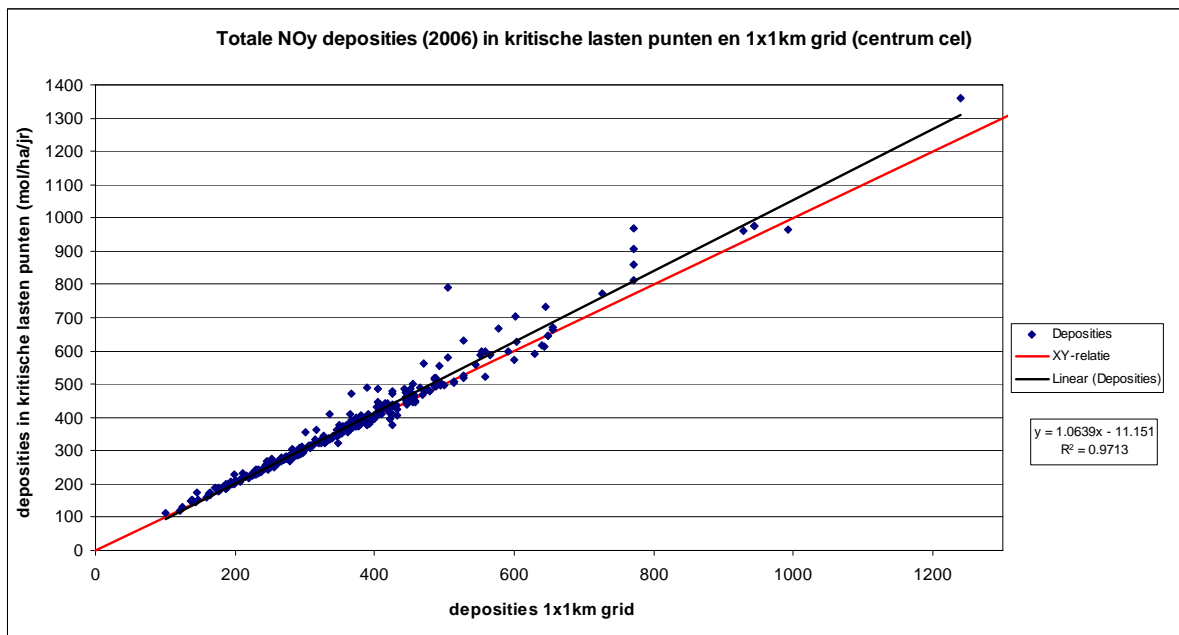
Figuur 12 tot Figuur 14 tonen de scatter plots van depositiewaarden in de kritische lasten punten versus het 1x1km² rooster voor respectievelijk de pollutenten SO_x, NO_y en NH₃. Uit deze drie figuren is vast te stellen dat voor een lineaire fit de correlatie tussen beide data sets zeer goed is*. Deze vaststelling toont aan dat binnen een afstand van 1km de depositie naar een vergelijkbaar ecosysteem niet significant wijzigt.

In Figuur 15 tot Figuur 17 wordt het relatieve verschil getoond tussen de depositiewaarden in de kritische lasten punten en het centrum van het 1x1km² rooster. De relatieve verschillen zijn hier uitgezet in functie van het volgnummer van het kritische lasten punt. Op basis van deze figuren is opnieuw te zien dat de relatieve verschillen over het algemeen beperkt blijven tot 10%. Hier en daar zijn er echter punten die fel afwijken. Zoals hierna wordt aangetoond, kunnen deze afwijking worden toegekend aan belangrijke emissiebronnen in de onmiddellijke omgeving van het bewuste punt.

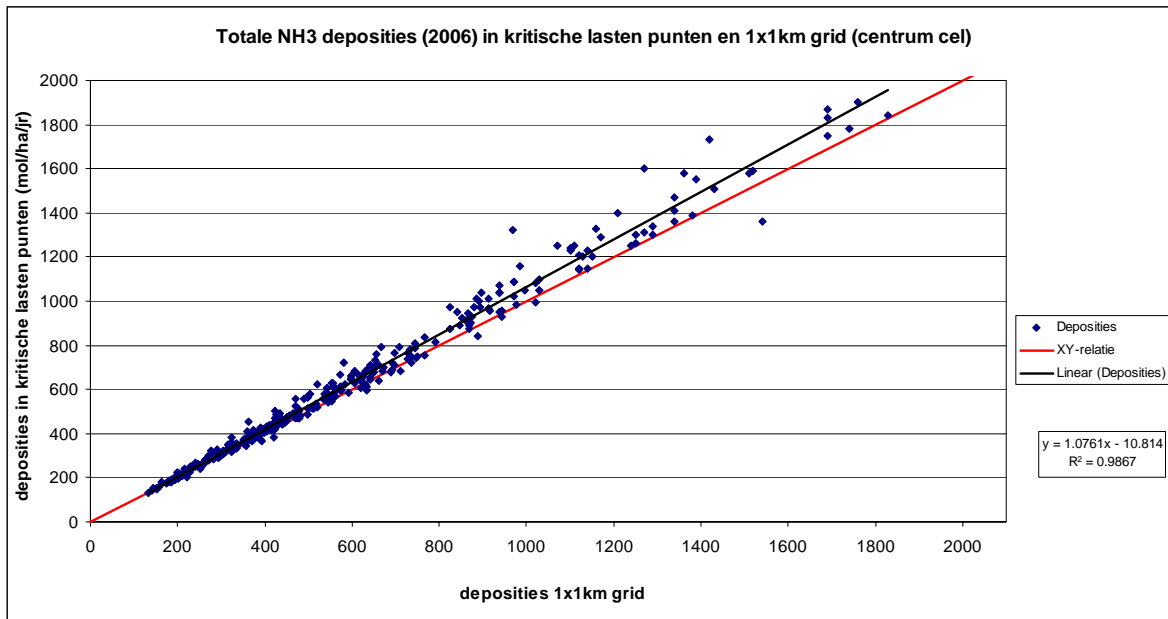
* Merk op dat in het tussentijds verslag van deze opdracht gelijkaardige figuren werden getoond. Deze werden echter nog aangemaakt met deposities in het linker onderhoekpunt van elke 1x1km² gridcel waardoor iets minder goede resultaten bekomen worden.



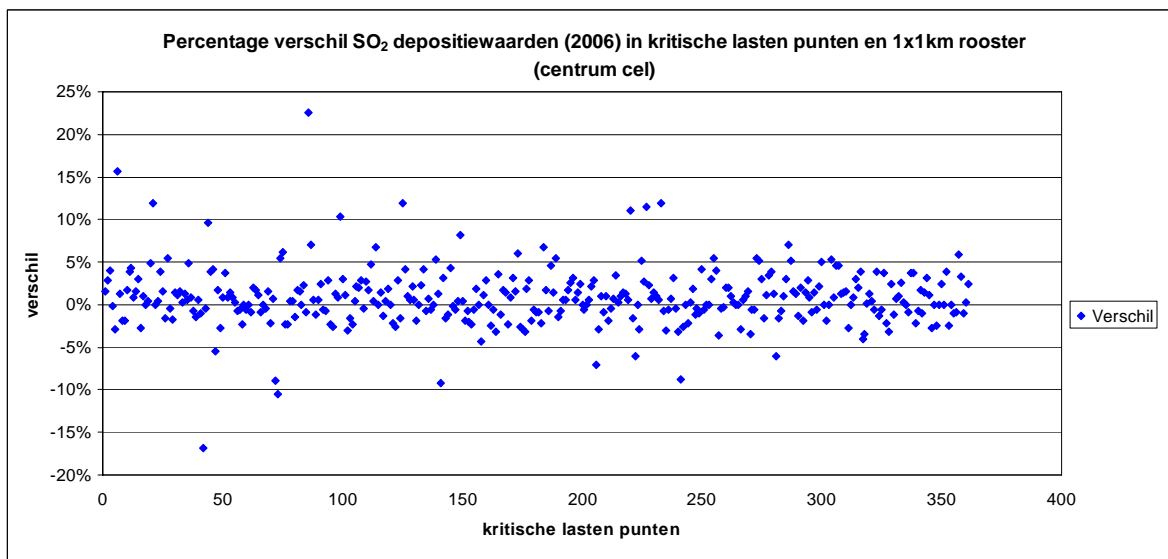
Figuur 12: Scatter plot van de totale deposities SO₂ (2006) in de kritische lasten punten en het centrum van het 1x1km² grid.



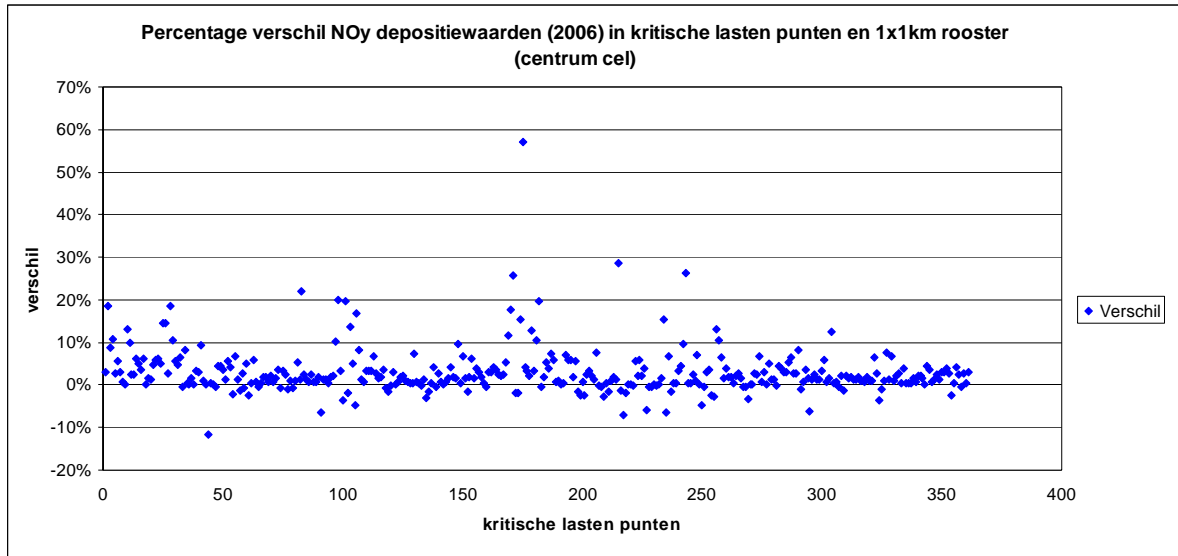
Figuur 13: Analoog aan Figuur 12 maar voor NO_y.



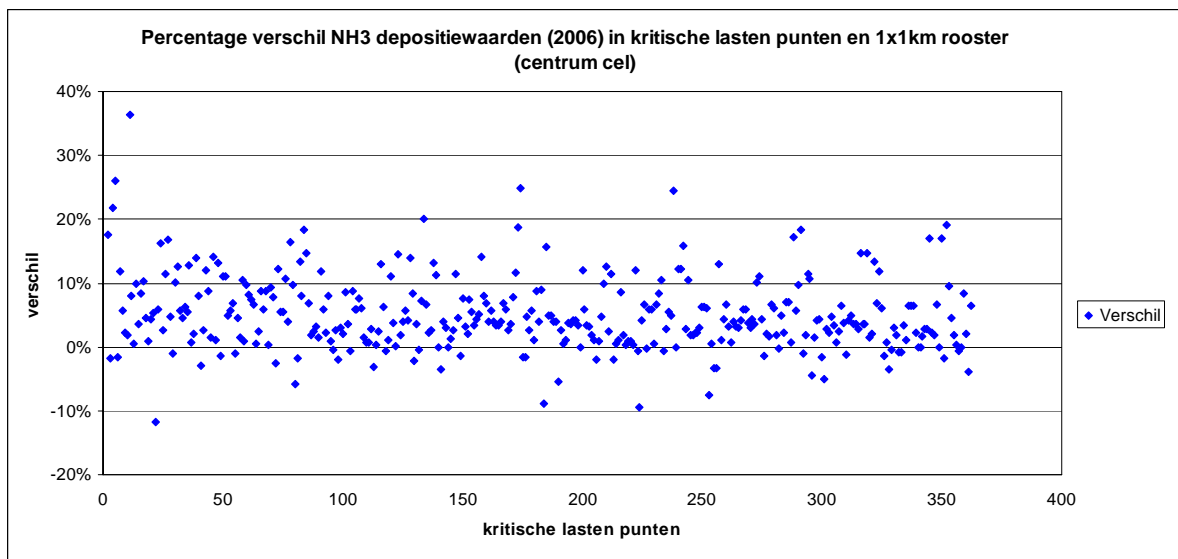
Figuur 14: Analogoos aan Figuur 12 maar voor NH₃.



Figuur 15: Relatief verschil van de SO₂ depositiewaarden (2006) in kritische lasten punten en het centrum van het 1x1km² grid.

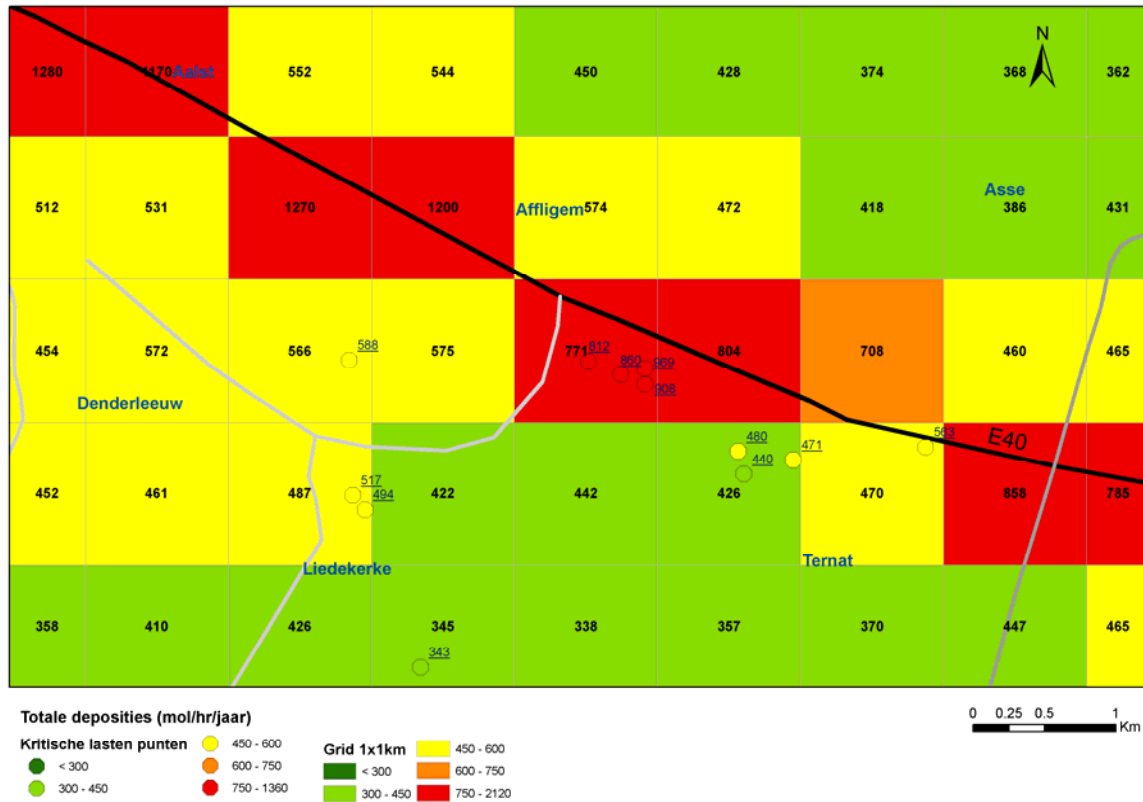


Figuur 16: Analoog aan Figuur 15 maar voor NO_y.



Figuur 17: Analoog aan Figuur 15 maar voor NH₃.

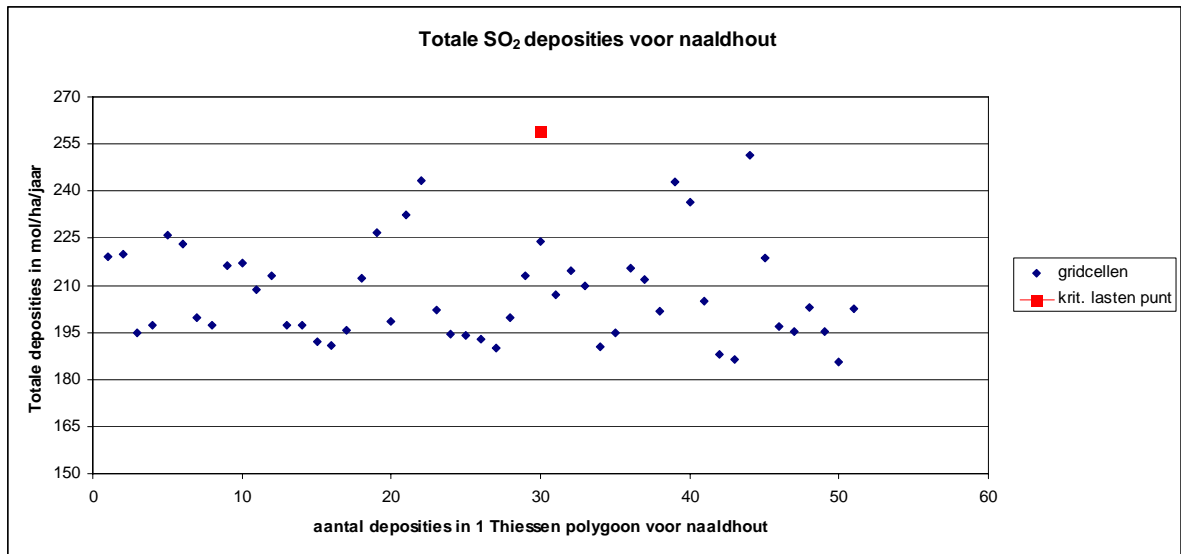
Het feit dat afwijkingen worden vastgesteld tussen de deposities in de kritische lasten punten en het 1x1km² grid komt niet onverwacht. Het is immers bekend dat de invloed van lokale bronnen zeer groot kan zijn op de concentraties en depositiewaarden in de onmiddellijke omgeving. Figuur 18 is hiervan een goed voorbeeld. Deze figuur toont een gedetailleerd kaartje van de totale NO_y deposities, berekend voor de 1x1km² gridcellen en voor de kritische lasten punten. Een belangrijke NO_y bron voor de locatie in Figuur 18 is de E40-autosnelweg. Afhankelijk van de positie van verschillende receptorpunten t.o.v. de lijnbron worden dus afwijkende depositiewaarden berekend in de verschillende punten. Hoe dichter de punten bij de bron liggen, hoe groter de afwijkingen zijn die worden vastgesteld.



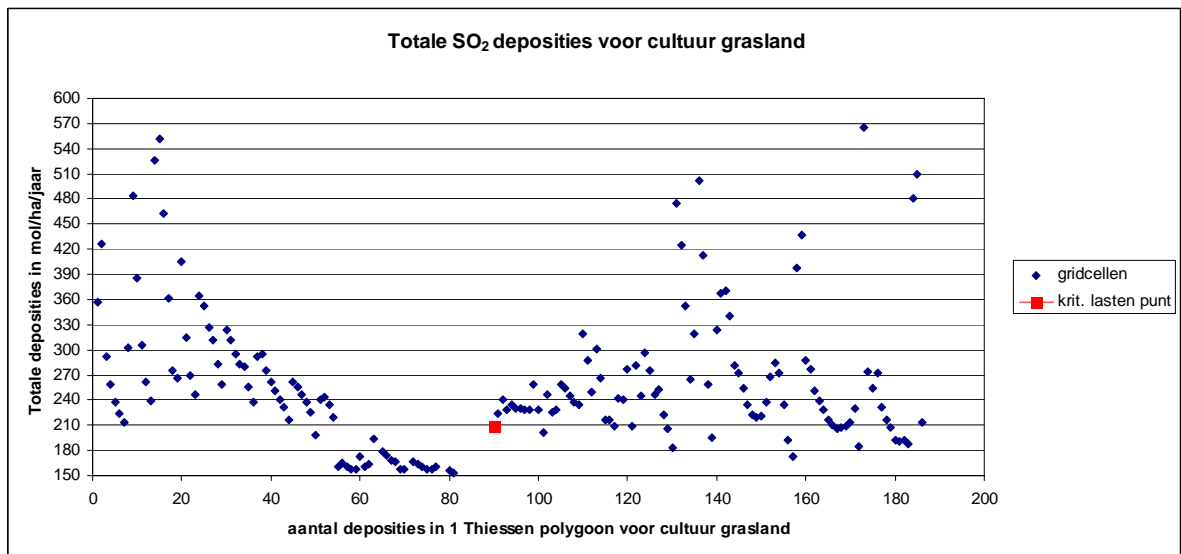
Figuur 18: Detail van NO_y depositiewaarden(2006) in 1x1km² grid en kritische lasten punten voor de regio Ternat – Affligem. De E40 snelweg is een belangrijke NO_y bron in dit gebied die een duidelijke invloed heeft op de deposities.

Tot nu toe werd de vergelijking enkel uitgevoerd tussen de kritische lasten punten en de punten in de bijhorende 1x1km² gridcel. Over het algemeen komen deze deposities zeer goed overeen. De methodologie van KL-Tool 2008 is echter sterk verbeterd door binnen één Thiessen polygoon niet één depositiewaarde (in het kritische lasten punt) te beschouwen maar gebruik te maken van de hoge resolutie van het OPS model waardoor veel realistischere depositiewaarden gebruikt kunnen worden voor de bepaling van het al dan niet overschrijden van een kritische last.

Figuur 19 toont een voorbeeld van totale SO₂ depositiewaarden in de gridcellen die in één welbepaalde Thiessen polygoon voor naaldhout vallen en de totale depositiewaarde in het kritische lasten punt. Figuur 20 toont een zelfde voorbeeld maar dan voor cultuurgrasland. Voor SO₂ depositie naar naaldhout wordt in het kritische lasten punt de hoogste depositie gemodelleerd van de volledige Thiessen polygoon. Voor de depositie naar cultuurgrasland wordt in het kritisch lasten punt een gemiddelde waarde gemodelleerd door OPS maar worden anderzijds in sommige gridcellen extreme afwijkingen vastgesteld t.o.v. de depositie in dit ene punt. Deze figuren duiden op de grote verschillen in depositiewaarden binnen één Thiessen polygoon en dit toont nogmaals de noodzaak aan van de uitbreiding in de methodologie die in KL-Tool 2008 geïmplementeerd is.

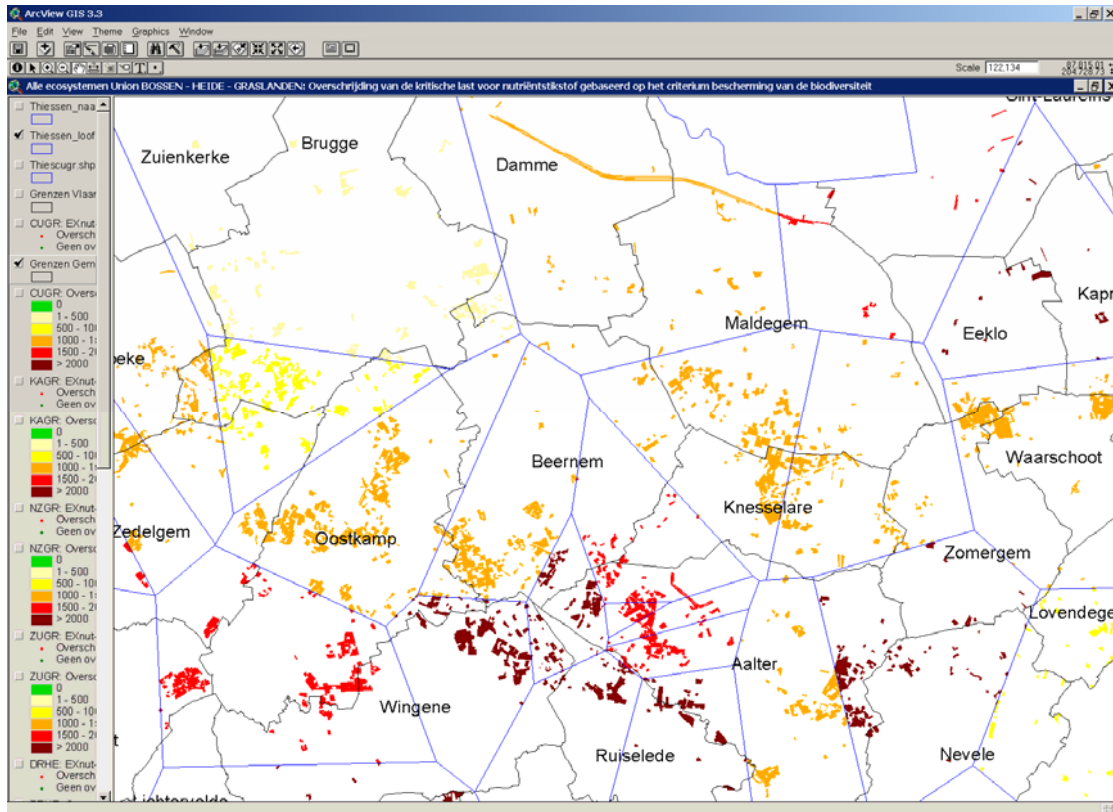


Figuur 19: Totale SO₂ deposities in één Thiessen polygoon voor naaldhout en kritische lasten punt.

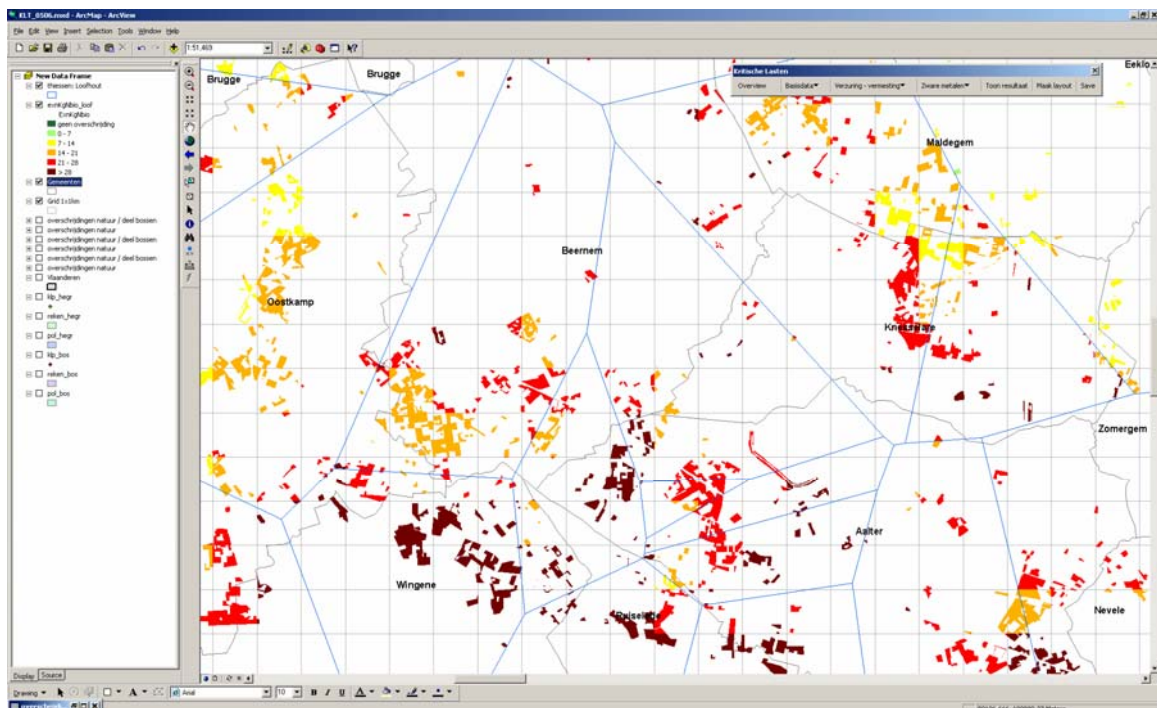


Figuur 20: Totale SO₂ deposities in één Thiessen polygoon voor cultuurgrasland en kritische lasten punt.

Deze grote verschillen in depositiewaarde kunnen ook grafisch gevisualiseerd worden. Onderstaande Figuur 21 toont een berekening voor de overschrijding van de kritische lasten voor het ecosysteem loofhout, gemaakt met de KL-Tool versie 2002. Figuur 22 toont dezelfde berekening, maar nu gemaakt met de KL-Tool versie 2008. Uit Figuur 21 blijkt dat alle ecosysteempolygoon binnen 1 Thiessen polygoon dezelfde waarde hebben. Dit wordt verklaard door het feit dat de depositiewaarde in het kritische lasten punt zelf wordt gebruikt voor de berekening van de overschrijdingen van alle ecosysteempolygoon binnen deze Thiessen polygoon. Anderzijds wordt in Figuur 22 duidelijk aangegeven dat met de nieuwe methodologie van KL-Tool 2008 ecosystemen binnen één Thiessen polygoon wel degelijk een verschillende overschrijding kunnen hebben. De hoogste resolutie van berekeningen wordt nu bepaald door $1 \times 1 \text{ km}^2$ resolutie van de OPS-deposities. In de nieuwe versie 2008 heeft elke ecosysteempolygoon een unieke ID, dat bestaat uit het ecosysteemtype-ID (Thiessen polygoon), het gridcel-ID en het OPS-ID. (zie 1.6) met dit gevolg dat bijna elke polygoon een andere depositiewaarde toegekend krijgt. Hoewel het moeilijk met harde cijfers te bewijzen is, moet deze uitbreiding van de methodologie een positief effect hebben op de berekening van de overschrijding van de kritische lasten. Er wordt immers meer detail in de berekeningen geïntroduceerd. Dit verschil in methodologie verklaart tenslotte de grote verschillen die worden waargenomen in Tabel 15 tussen beide versies van de tool. Er kan van uitgegaan worden dat de resultaten van KL-Tool 2008 nauwer aansluiten bij de werkelijkheid dan deze van KL-Tool 2002.



Figuur 21: Detail van de overschrijdingen van kritische lasten voor het ecosysteem loofhout, gemaakt met de kritische lasten tool versie 2002.



Figuur 22: Detail van de overschrijdingen van kritische lasten voor het ecosysteem loofhout, gemaakt met de kritische lasten tool versie 2008.

HOOFDSTUK 5 VERGELIJKING DEPOSITIES MET RUWHEIDSLENGTE VOOR HEIDE, GRASSEN EN BOSSEN EN DE BLENDING HEIGHT METHODE

In dit hoofdstuk wordt het effect op de depositie bepaald van de verschillende mogelijkheden die OPS biedt om een ruwheidslengte in rekening te brengen tijdens de modelberekeningen. Deze analyse is van belang voor de bepaling van de verschillende OPS runs die moeten uitgevoerd worden om de noodzakelijke input te voorzien voor de KL-Tool.

Om het effect van de ruwheidslengte op de deposities te bepalen, wordt in dit hoofdstuk een vergelijking gemaakt tussen de depositiewaarden verkregen door enerzijds een vaste ruwheidslengte van 0,034m voor heide en grassen en 1,2m voor bossen en anderzijds een variabele ruwheidslengte bepaald door de blending-height methode (De Ridder et al, 2001). Voor deze vergelijking werden voor de pollutanten SO₂, NO_y en NH₃ telkens 3 OPS runs uitgevoerd met deposities op het 1x1km² rooster. Eén berekening met voor alle receptorenpunten voor heide en grassen een ruwheidslengte van 0,034m ingesteld, één berekening met voor alle receptorenpunten voor bossen een ruwheidslengte van 1,2m en tenslotte één berekening waarbij de punten een ruwheidslengte krijgen, bepaald door de blending height methode, gemodelleerd voor Vlaanderen over alle landgebruiksvormen.

Het resultaat van deze berekeningen is weergegeven in de figuren 23 tot 28. Voor elke gridcel van het 1x1km² rooster wordt het relatieve verschil in depositie uitgezet in functie van de ruwheidslengte (volgens blending height) van de gridcel. De invloed van de ruwheidslengte op de deposities wordt onmiddellijk duidelijk in deze figuren. Hoe groter het verschil in ruwheidslengte tussen de vaste waarde (0,034 of 1,2) en de variable waarde op basis van het eigenlijke landgebruik, hoe groter ook het verschil wordt voor de depositiewaarden. De depositiewaarden zijn lager met toepassing van de ruwheidslengte voor heide en grassen en hoger met toepassing van de ruwheidslengte voor bossen t.o.v. de ruwheidslengte volgens blending height en dit voor de 3 pollutanten.

Een overzicht van de gemiddelde afwijking wordt gegeven in Tabel 16.

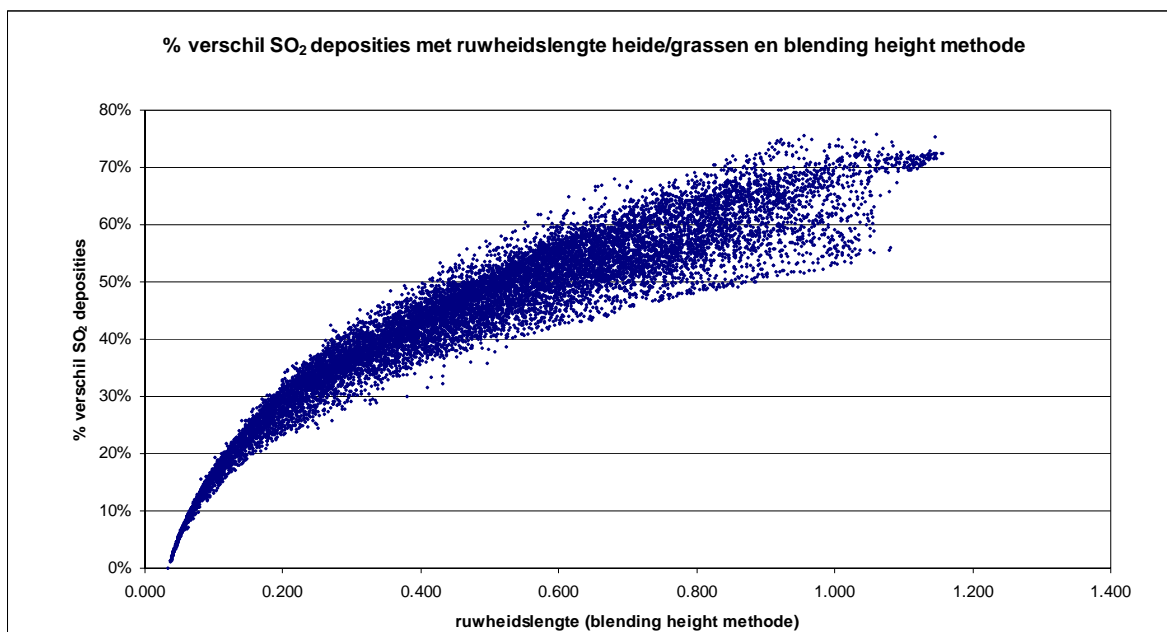
De eerste kolom is het resultaat bekomen door de depositiewaarden met ruwheidslengte heide en grassen af te trekken van de depositiewaarden met ruwheidslengte volgens de blending height methode en daarna het percentage te berekenen van het verschil t.o.v. de depositiewaarden met ruwheidslengte voor heide en grassen. Voor de tweede kolom zijn de depositiewaarden met ruwheidslengte bossen afgetrokken van de depositiewaarden met ruwheidslengte volgens de blending height methode en daarna het percentage berekend van het verschil t.o.v. de depositiewaarden met ruwheidslengte voor bossen.

Hoofdstuk 5 Vergelijking deposities met ruwheidslengte voor heide, grassen en bossen en de Blending Height methode

Polluent	Heide – grassen Gemiddelde % verschil depositiewaarden	Bossen Gemiddelde % verschil depositiewaarden
SO ₂	44	-16
NO _y	18	-7
NH ₃	47	-19

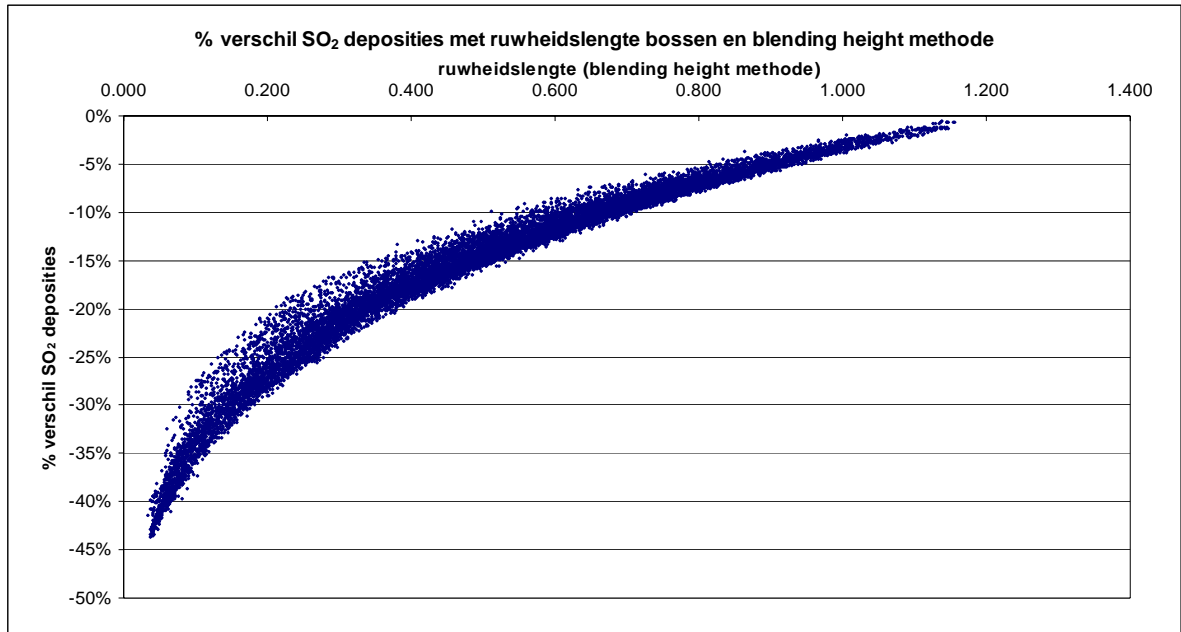
Tabel 16: Overzicht van het gemiddelde relatief verschil in depositiewaarden met een vaste ruwheidslengte voor heide/grassen en bossen ten opzichte van de ruwheidslengte op basis van de blending height methode.

Uit deze vergelijking kunnen we besluiten dat de waarde van de ruwheidslengte een grote impact heeft op de depositiewaarden. Bijgevolg is het noodzakelijk dat voor de kritische lasten tool aparte OPS-runs worden opgestart met de correcte ruwheidslengte van het gewenste ecosysteem.

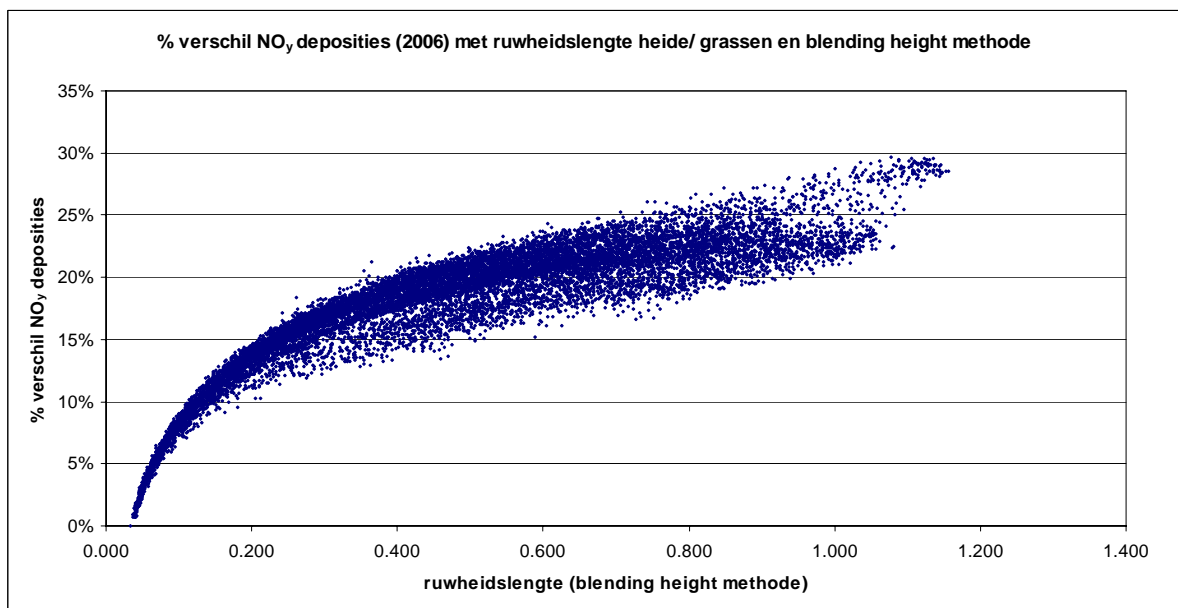


Figuur 23: Percentage verschil SO₂ depositiewaarden met ruwheidslengte heide/grassen en blending height methode.

Hoofdstuk 5 Vergelijking deposities met ruwheidslengte voor heide, grassen en bossen en de Blending Height methode

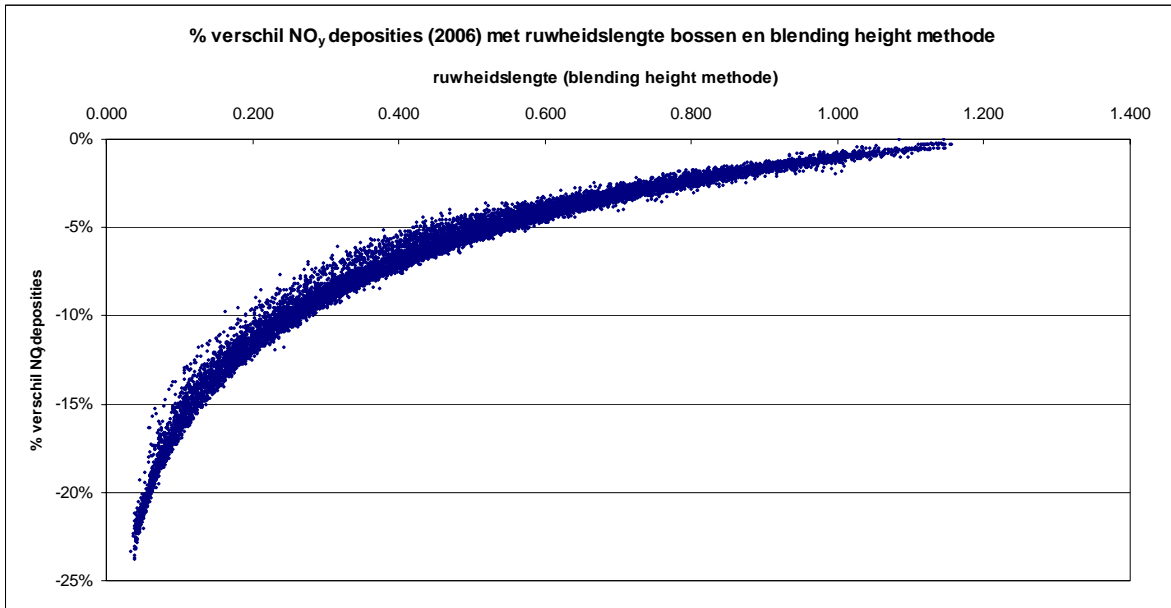


Figuur 24: Percentage verschil SO₂ depositiewaarden met ruwheidslengte bossen en blending height methode.

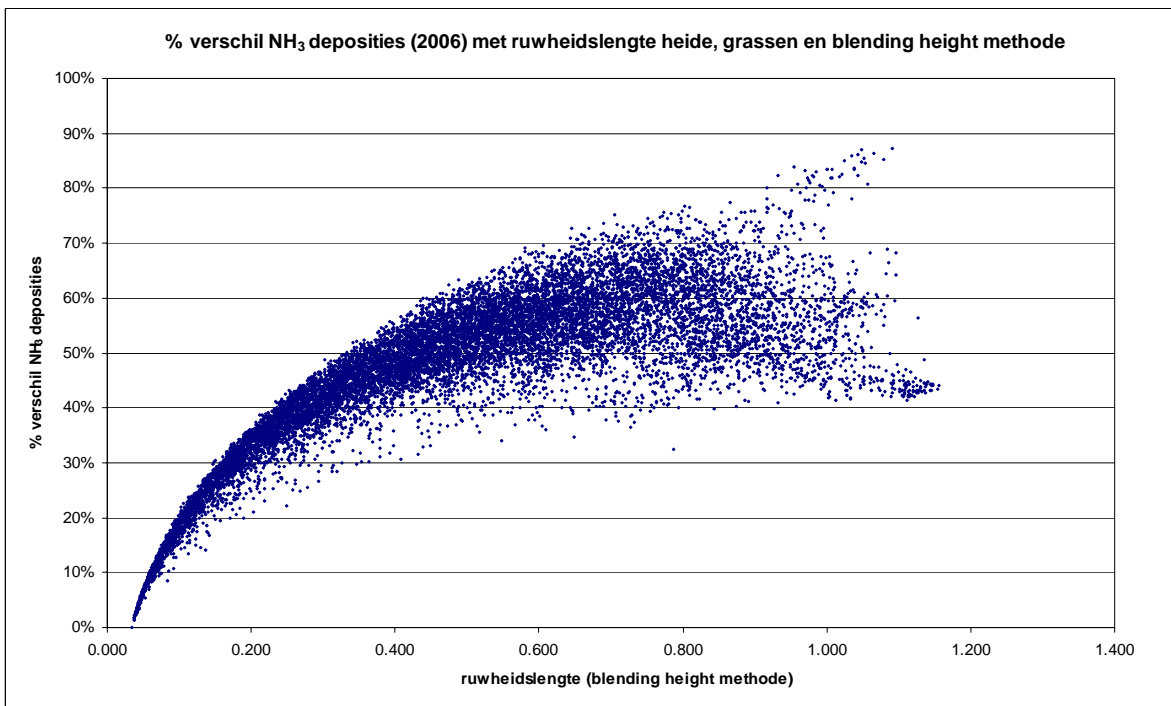


Figuur 25: Analoog aan Figuur 23 maar voor NO_y.

Hoofdstuk 5 Vergelijking deposities met ruwheidslengte voor heide, grassen en bossen en de Blending Height methode

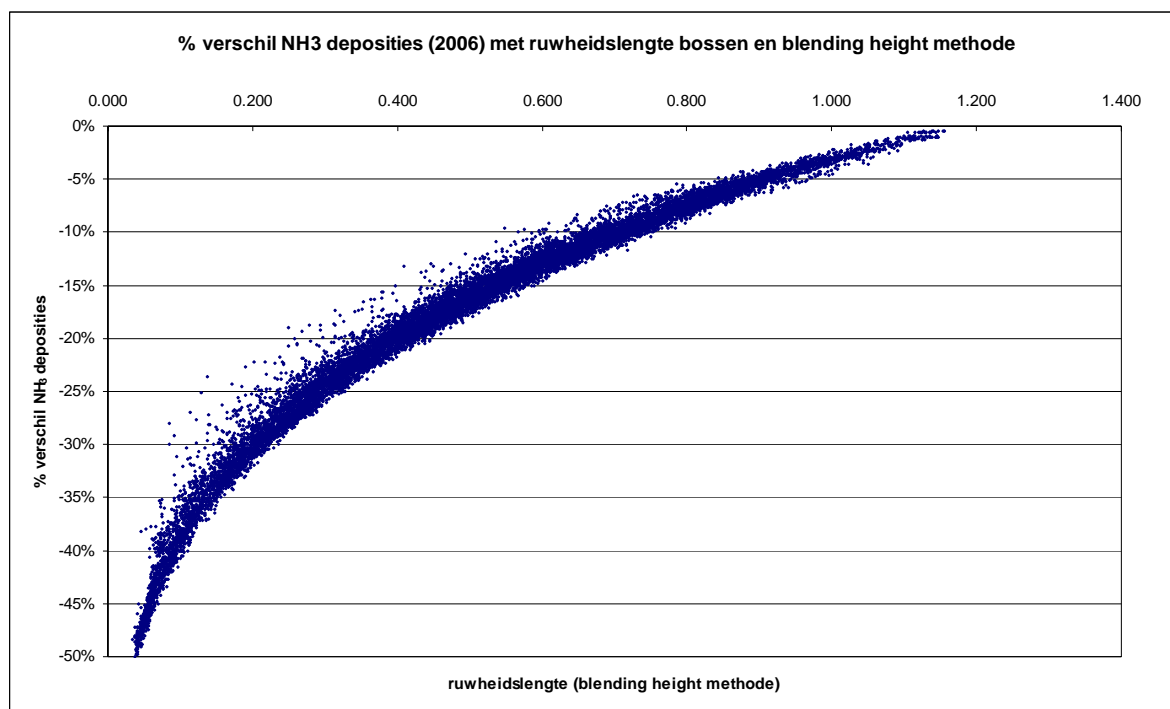


Figuur 26: Analoog aan Figuur 24 maar voor NO_y.



Figuur 27: Analoog aan Figuur 23 maar voor NH₃.

Hoofdstuk 5 Vergelijking deposities met ruwheidslengte voor heide, grassen en bossen en de Blending Height methode



Figuur 28: Analoog aan Figuur 24 maar voor NH₃.

REFERENTIES

- Craenen, H., Van Ranst, E., Groenemans, R., Tack, F. en Verloo, M., *Berekening en kartering van de kritische lasten voor Vlaanderen*, RUG, Gent, 1996.
- De Ridder, K & Mensink, C., *Bepaling van de verzuring- en vermestinggevoeligheid van Vlaamse bosgebieden met gemodelleerde depositiefluxen*, Vito rapport 2001/TAP/R/064
- Jaarsveld, J.A. van, *An Operational atmospheric transport model for Priority Substances; specification and instructions for use*, RIVM report nr. 222501002, Bilthoven, 1990
- Janssen, L., Mensink, C., *Ontwikkeling en implementatie van een GIS User Interface voor het berekenen van de overschrijdingen van kritische lasten op basis van gevoeligheidskaarten en OPS depositieberekeningen*, Vito rapport 2001/TAP/R/018, Mol, 2001
- Janssen, L., Mensink, C., *taak 3: Aanpassing van de GIS User Interface voor het berekenen van de overschrijdingen van kritische lasten op basis van gevoeligheidskaarten en OPS depositieberekeningen*, Vito rapport 2002/TAP/R/044, Mol, 2002
- Janssen, L., Janssen S., *Optimalisatie OPS model*, VITO-rapport 2006/IMS/R/0405, 2006
- Meykens, J. en Vereecken, H., *Ontwikkeling en integratie van gevoeligheidskaarten voor verzuring en vermesting van ecosystemen in Vlaanderen*, KUL, Leuven, 2000.
- Neiryck, J., de Ridder, K., Langouche, D., Wiedeman, T., Kowalski, A., Ceulemans, R., Mensink, C., Roskams, P. en van Ranst, E. *Verzuring en vermestinggevoeligheid van Vlaamse bosgebieden met gemodelleerde depositiefluxen*. Eindverslag van project VLINA 98/01, studie uitgevoerd voor rekening van de Vlaamse Gemeenschap binnen het kader van Vlaams Impulsprogramma Natuurontwikkeling in opdracht van de Vlaamse minister bevoegd voor natuurbehoud.
- Mensink, C., De Ridder, K., Viaene, P. en Janssen, L., *Ruimtelijke diversificatie van het OPS model*, Vito rapport 1998/TAP/R128, Mol, 1998
- Posch, M., Hettelingh, J.-P., de Smet, P.A.M. and Downing, R.J. *Calculation and mapping of critical thresholds in Europe*, Co-ordination Center for Effects, RIVM Report No. 259101007, Bilthoven, 1997
- Staelens J., Neiryck J., Genouw G., Roskams P. (2006) *Dynamische modelleringen van streeflasten voor bossen in Vlaanderen*, studie uitgevoerd in opdracht van de VMM, UGent, MIRA/2006/03, www.milieurapport.be.

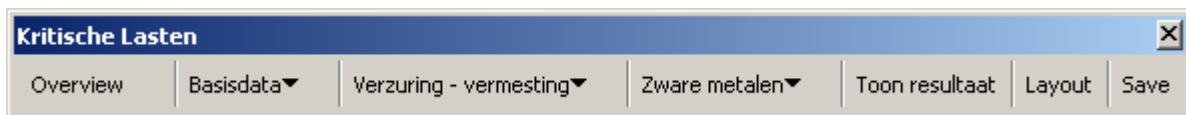
BIJLAGE: TECHNISCHE HANDLEIDING

Kritische lasten tool versie 2008

1. Het project : KLT.MXD

Dit project is aangemaakt in ArcGIS versie 9.2. Er is ook een shortcut aangemaakt die je op de desktop kan plaatsen om het opstarten te vergemakkelijken. Dit project vind je in de folder 'KL-Tool'.

De User interface van de Kritische Lasten Tool 2008 is geschreven in ArcGis versie 9.2. De tools, menu's en buttons van de standaard ArcGis software blijven behouden. De functionaliteiten voor het berekenen van een overschrijding van de kritische lasten zijn opgenomen in een extra menu, "Kritische Lasten" en wordt weergegeven in onderstaande figuur.



Verschijnt dit menu niet bij het openen van het project, dan doe het volgende:

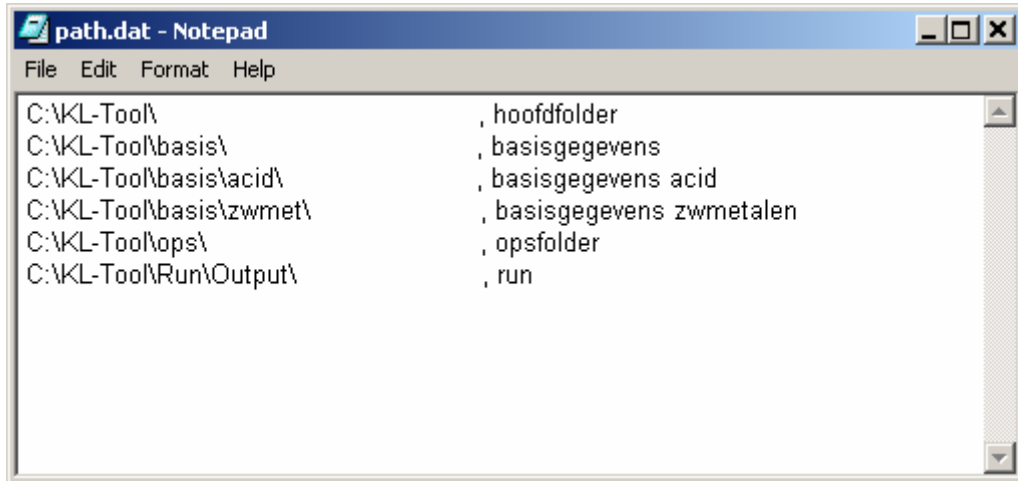
- Verplaats de muis naar de menubalk bovenaan het scherm
- Druk op de rechtermuistoets.
- Nu verschijnt een ganse lijst van extra menu's die mogelijk zijn in ArcGis.
- Vink hier in de lijst 'kritische lasten' aan en de menu verschijnt.
- Dit menu kan je verslepen op het scherm naar de gewenste plaats.

2. Bestand: Path.dat

Het 'path.dat' bestand moet bestaan in dezelfde folder als het kritische lasten project 'KLT.MXD'.

Het 'path.dat' bestand wordt ingelezen door het GIS-project en geeft de informatie over de structuur, (de plaats) van de basisbestanden die nodig zijn om de overschrijdingen te kunnen berekenen.

Voorbeeld: Path.dat



```
path.dat - Notepad
File Edit Format Help
C:\KL-Tool\                , hoofdfolder
C:\KL-Tool\basis\         , basisgegevens
C:\KL-Tool\basis\acid\   , basisgegevens acid
C:\KL-Tool\basis\zwm\    , basisgegevens zwm
C:\KL-Tool\ops\          , opsfolder
C:\KL-Tool\Run\Output\   , run
```

Wijzig je de benaming of plaats van de folders en structuur, dan moet dit ook in het bestand 'path.dat' veranderd worden.

1. Structuur

De structuur van het pakket is opgebouwd als volgt:



2. Gebruikte bestanden

Folder: KL-Tool

Dit is de hoofdfolder met het GIS-project

KLT.MXD	GIS-project
Cop.bat	Bat-file voor het kopiëren van bestanden
Path.dat	Hulpbestand voor het vinden van de basisbestanden in het project
Runpath.dat	Hulpbestand voor het vinden van de bestanden van de huidige run

Folder: KL-Tool\Basis

In deze folder vind je alle datasets met de basislagen zoals Vlaanderen, provincies, gemeenten, grid Vlaanderen, OPS grid Vlaanderen, Emep grid.

Per GIS-dataset heb je 5 bestanden. Deze hebben de extensie: shp, shx, sbn, sbx en dbf en zijn allen noodzakelijk.

Deze bestanden hebben nog een extra bestand met extensie lyr. Dit is dezelfde dataset maar de kleuren en legenden zijn al vastgelegd in deze layer.

Emepgrid
Emepvl3
Gemeenten
Grid_ops
Gridvl
Provincies
Vlaanderen

Folder: KL-Tool\Basis\Acid

In deze folder vind je alle basisbestanden voor verzuring en vermesting.

Berekening.txt	Bestand met mogelijke formules voor verzuring en vermesting
Ecosysteem.txt	mogelijke ecosysteemtypes voor verzuring en vermesting

Per ecocysteemtype (droge heide, natte heide, cultuurgrasland, zuur grasland, neutraal zuur grasland, kalkgrasland, loofhout, naaldhout) en per gecombineerd ecosysteemtype (heide/grassen, bossen geïntegreerde kaart natuur) is een folder aangemaakt (zie structuur) met daaronder de kritische lasten punten, de polygonen en de thiessen polygonen voor het betreffende ecosysteemtype.

Klp_eco
Pol_eco
Thies_eco

Folder: KL-Tool\Basis\Zwmet

In deze folder vind je alle basisbestanden voor zware metalen.

Berekening.txt	Bestand met mogelijke formules voor zware metalen
Ecosysteem.txt	mogelijke ecosysteemtypes voor zware metalen
Polluent.txt	bevat de lijst van zware metalen

Per ecocysteemtype droge heide, natte heide, heischraal grasland, Cultuurgrasland met verspreide biologische waarden, cultuurgrasland, zuur grasland, neutraal zuur grasland, kalkgrasland, loofhout, naaldhout) en per gecombineerd ecosysteemtype

(heide/grassen , bossen geïntegreerde kaart natuur)en per gecombineerd ecosysteemtype (heide/grassen , bossen geïntegreerde kaart natuur) is een folder aangemaakt (zie structuur) met daaronder de polygonen voor het betreffende ecosysteemtype.

In de folder 'union' zijn er nog 3 extra folders nl. HG, CD, PB. De polygonen voor ieder metaal vind je in de betreffende folder.

Folder: KL-Tool\Fortran

Deze folder bevat 2 fortran programma's voor het inlezen van OPS bestanden voor enerzijds verzuring/ vermesting en anderzijds zware metalen.

OPSac	Leest OPS bestanden voor verzuring,vermesting
OPSz	Leest OPS bestanden voor zware metalen

Folder: KL-Tool\Ops

In deze folder plaats je de OPS bestanden.

Momenteel zijn er reeds een aantal OPS runs meegeleverd. Deze bestanden hebben allemaal de extensie plt.

Cd_bos03	Cadmium, emissies 2003, bossen, (ruw=1,2m)
Cd_hg2003	Cadmium, emissies 2003, heide/grassen, (ruw=0,034m)
Hg_bos03	kwik, emissies 2003, bossen, (ruw=1,2m)
Hg_hg2003	Kwik, emissies 2003, heide/grassen, (ruw=0,034m)
PB_bos03	Lood, emissies 2003, bossen (bos=0,034m)
PB_hg2003	Lood, emissies 2003, heide/grassen, (ruw=0,034m)
SO ₂ _hegr06c	SO ₂ , emissies 2006, centrum cel punten, heide/grassen (ruw=0,034m)
SO ₂ _bos06c	SO ₂ , emissies 2006, centrum cel punten, bossen (ruw=1,2m)
SO ₂ _hegr	SO ₂ , emissies 2006, linkeronderhoekpunt cel, heide/grassen (ruw=0,034m)
NO _x _hegr06c	NO _x , emissies 2006, centrum cel punten, heide/grassen (ruw=0,034m)
NO _x _bos06c	NO _x , emissies 2006, centrum cel punten, bossen (ruw=1,2m)
NO _x _hegr	NO _x , emissies 2006, linkeronderhoekpunt cel, heide/grassen (ruw=0,034m)
NH ₃ _hegr06c	NH ₃ , emissies 2006, centrum cel punten, heide/grassen (ruw=0,034m)
NH ₃ _bos06c	NH ₃ , emissies 2006, centrum cel punten, bossen (ruw=1,2m)
NH ₃ _hegr	NH ₃ , emissies 2006, linkeronderhoekpunt cel, heide/grassen (ruw=0,034m)

Folder: KL-Tool\Run\Output

In de folder 'output' worden de folders aangemaakt tijdens het runnen van het project. Vergeet niet deze subfolders af en toe te verwijderen.

Folder: KL-Tool\Python

Deze folder bevat een python script dat de door GIS aangemaakte dbf bestanden met de gesommeerde resultaten omzet naar een txt bestand.

Dbf2csv_v4

Folder: KL-Tool\Tools

De 2 gebruikte tools van de toolbox, 'Data management tools' en 'Analyses tools' worden in deze folder bewaard.
Deze tools zitten al standaard in GIS.

Folder: KL-Tool\Tools\Scripts

Deze folder bevat (ter info) alle scripts van het project.

Opmerkingen:

1. Regional settings moeten ingesteld worden zoals onderstaande figuur.

