

Bilanca dušika na ravni vodnih teles podzemnih voda v letu 2009 (OECD-EUROSTAT metodologija)

Bilanca N na ravni vodnih teles podzemnih voda (VTPodV) temelji na OECD-EUROSTAT metodologiji bilance dušika (N) (*OECD and EUROSTAT. Gross Nitrogen Balances. Handbook. October 2007*). Izračun temelji na izračunu razlike med količino dušika, ki ga v kmetijstvu vnesemo v tla (vnos dušika), ter količino dušika, ki ga s pridelki odnesemo s kmetijskih zemljišč (odvzem dušika).

Vnos dušika v tla predstavljajo naslednji viri:

- mineralna gnojila,
- živinska gnojila,
- biološka fiksacija dušika z metuljnicami in talnimi mikroorganizmi,
- depozicija (nanos) atmosferskega dušika,
- druga organska gnojila (komposti, blata čistilnih naprav...),
- seme in sadilni material.

Odvzem dušika s tal predstavljajo pospravljeni rastlinski pridelki.

Bilanca dušika predstavlja razliko med skupnim vnosom in odvzemom dušika. Izražamo jo v kilogramih dušika na hektar kmetijskih zemljišč v uporabi (kg N/ha).

Bilanco N na ravni 21 vodnih teles podzemnih voda (VTPodV) smo izračunali za leto 2009. V nadaljevanju pojasnjujemo metodološki pristop ter rezultate bilance N po VTPodV v letu 2009.

Vhodni podatki za izračun bilance N so temeljili na naslednjih uradnih evidencah:

- podatki o GERK zemljiščih (MKGP, stanje na dan 22. 06. 2009);
- podatki rabe tal MKGP (MKGP, stanje na dan 18. 10. 2009);
- uradni podatki SURS za leto 2009 ([www. stat.si](http://www.stat.si)).

Izračun površin kmetijskih zemljišč po VTPodV

Eden izmed ključnih vhodnih podatkov za izračun bilance N predstavljajo površine kmetijskih zemljišč. Na dan 22. 06. 2009 je bilo v Sloveniji evidentirano 490.342 ha GERK površin. V izračun bilance N smo vključili 461.124 ga GEK površin (94,04 %), saj smo znotraj posameznega VTPodV izločili vse kulture z manj kot 1 ha površine ter rabe tal iz kategorije »*nedefinirana kmetijska vrsta*« ter »*nedoločeno*«. Na ta način smo v analizo vključili 94,04 % vseh GERK površin, kar na natančnost izračuna ni vplivalo, saj smo v glavnem izločili kulture z zelo majhnim odvzemom N (sadne vrste, zelenjava ipd.). Ker je po podatkih rabe tal SURS (2011) površina kmetijskih zemljišč v uporabi (KZU) v letu 2009 znašala 468.496 ha, smo temu ustrezno linearno prilagodili (=malenkost povečali) GERK površine (GERK korekcija) (Preglednica 1).

Preglednica 1: Površine kmetijskih zemljišč po VTPodV

VTPodV	GERK (ha)	GERK vključen (ha)	% vključenosti	GERK korekcija (ha)
1001 Savska kotlina in Ljubljansko Barje	32.936	31.694	96,23	32.201
1002 Savinjska kotlina	6.228	6.008	96,46	6.104
1003 Krška kotlina	5.476	5.045	92,14	5.126
1004 Julijske Alpe v porečju Save	6.198	5.511	88,90	5.599
1005 Karavanke	3.514	3.296	93,79	3.349
1006 Kamniško-Savinjske Alpe	16.488	15.819	95,94	16.072
1007 Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko hribovje	18.502	17.641	95,34	17.923
1008 Posavsko hribovje do osrednje Sotle	48.228	45.031	93,37	45.750
1009 Spodnji del Savinje do Sotle	40.201	37.281	92,74	37.877
1010 Kraška Ljubljana	22.032	20.971	95,18	21.306
1011 Dolenjski kras	65.464	60.810	92,89	61.782
3012 Dravska kotlina	21.276	20.779	97,67	21.112
3013 Vzhodne Alpe	25.684	24.732	96,29	25.128
3014 Haloze in Dravinjske gorice	20.018	18.660	93,22	18.959
3015 Zahodne Slovenske gorice	35.876	33.724	94,00	34.263
4016 Murska kotlina	34.182	33.417	97,76	33.951
4017 Vzhodne Slovenske gorice	14.392	13.628	94,69	13.846
4018 Goričko	19.508	18.783	96,28	19.084
5019 Obala in Kras z Brkini	22.540	19.824	87,95	20.141
6020 Julijske Alpe v porečju Soče	6.796	6.445	94,84	6.548
6021 Goriška	24.801	22.027	88,82	22.379
Skupaj	490.342	461.124	94,04	468.496

V nadaljevanju izračuna smo torej vse podatke o površini kmetijskih zemljišč korigirali na uradni podatek SURS (468.496 ha).

Vnos dušika

Mineralna gnojila

Vnos N iz mineralnih gnojil v tla smo izračunali na podlagi površin posameznih kultur po VTPodV, ki ga je izkazoval GERK sloj, ter podatka o povprečni porabi mineralnih gnojil v letu 2008 po posameznih kulturah, ki je bil pridobljen z anketiranjem po Sloveniji (http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=2710). Predpostavili smo torej, da je vnos N iz mineralnih gnojil po posameznih kulturah na vseh 21 VTPodV enak, saj na nivoju države nimamo zanesljivejših podatkov.

Živinska gnojila

Podatke o količini uporabljenega dušika iz živinskih gnojil smo izračunali na podlagi podatkov o številu domačih živali ter ocenjenih količin izločenega dušika po posameznih vrstah in kategorijah živali. Čeprav se precejšen delež dušika izgubi iz hlevov in med skladiščenjem živinskih gnojil, smo, skladno z metodiko OECD-EUROSTAT (2007) upoštevali celotno količino dušika, ki jo izločijo domače živali. Za izločanje dušika smo uporabili enake vrednosti kot pri oceni izpustov amonijaka (Preglednica 2). Pri kravah molznicah smo predpostavili, da je izločanje dušika povezano z njihovo mlečnostjo (en 1). Pri tem smo uporabili enačbo po Menzi-ju in sod. (1997).

Izločanje N (kg/leto) = $52,5 + 0,0105 \times \text{mlečnost (kg/leto)}$

en 1

Preglednica 2: Ocenjene količine izločenega dušika pri posameznih vrstah in kategorijah domačih živali za oceno balance dušika po vodnih telesih

Vrsta oz. kategorija	Izločanje N (kg/leto)	Vir:
Govedo		
Krave molznice	Glede na mlečnost	Enačba 1
Krave dojilje	78	Enačba 1 ob upoštevanju 2400 kg mleka/l
Teleta, goveji pitanci in telice	35	Menzi in sod. (1997)
Prašiči		
Plemenske svinje in breje mladice ^a	36	EMEP/CORINAIR (2002)
Prašiči v pitanju	14	EMEP/CORINAIR (2002)
Drobnica		
Ovce ^b	20	EMEP/CORINAIR (2002)
Koze ^c	20	EMEP/CORINAIR (2002)
Konji	50	EMEP/CORINAIR (2002)
Perutnina		
Nesnice	0,71	Menzi in sod. (1997)
Brojlerji	0,40	Menzi in sod. (1997)
Pure	1,50	Döhler in sod. (2002)
Gosi	0,73	Döhler in sod. (2002)
Race	0,60	Döhler in sod. (2002)

^a Vrednost vključuje N, ki ga izločijo pujski in merjasci

^b Odrasle plemenske ovce; vrednost vključuje N, ki ga izločijo jagnjeta in ovni

^c Odrasle plemenske koze; vrednost vključuje N, ki ga izločijo kozlički in kozli

Število posameznih vrst in kategorij domačih živali po vodnih telesih smo določili na podlagi posebnih baz podatkov, podatkov Statističnega urada RS in na podlagi nekaterih predpostavk. Pri govedu, prašičih in drobnici smo razpolagali s podatki o lokaciji živali. Za govedo smo uporabili Podatkovno zbirko GOVEDO, ki jo vodi Kmetijski inštitut Slovenije, pri prašičih in drobnici pa podatke registrov, ki jih vodi Sektor za identifikacijo in registracijo živali (SIR) pri Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Pri kravah molznicah v kontroli prireje mleka (približno 70 % celotne črede) smo za oceno izločenega dušika upoštevali mlečnosti na ravni posameznih kmetij, za preostale molznice pa smo privzeli povprečno mlečnost na ravni države (na podlagi podatkov SURS). Pri primerjavi podatkov o količini dušika po posameznih vodnih telesih, in količini dušika, ki jih v okviru vodenja evidenc izpustov amonijaka ocenimo za celotno ozemlje smo ugotovili, da dobimo po metodiki na ravni posameznih vodnih teles (vsota) pri govedu, prašičih in drobnici 97, 86 in 93 % količin N, ki ga ocenimo na ravni države. Z namenom uskladitve smo vrednosti po posameznih vodnih telesih pomnožili z enotnimi uskladitvenimi faktorji. Omenjene živalske vrste prispevajo prek 90 % izločenega N.

Za perutnino in konje razpolagamo le s podatki o njihovem številu na ravni države (podatek SURS) ne razpolagamo pa s podatki o njihovi porazdelitvi po vodnih telesih. Porazdelitev smo naredili na podlagi določenih predpostavk. Glede na to, da te živalske vrste prispevajo manj kot 10 % dušika menimo, da nezanesljive ocene ne vplivajo bistveno na končen rezultat. Nesnice (podatek SURS) smo porazdelili po vodnih telesih na podlagi Registra obratov rej kokoši nesnic (Veterinarska uprava RS), ki vsebuje podatke o največji zmogljivosti hlevov nesnic z naslovi. Ugotovili smo, da s podatki iz Registra pokrijemo nekaj več kot 85 % kokoši nesnic, o katerih poroča Statistični urad. Z namenom uskladitve smo vrednosti po posameznih vodnih telesih pomnožili z enotnim uskladitvenim faktorjem. Tudi brojlerje in druge kokoši smo porazdelili po vodnih telesih na podlagi zgoraj opisane informacije o reji kokoši nesnic. Pri porazdelitvi konj, pur, gosi in rac smo se oprli na podatke o porazdelitvi goved.

Govedoreja daje namreč zaradi obsežnosti reje neko informacijo o umeščenosti živinoreje v prostor nasploh.

Biološka fiksacija dušika v tla z metuljnicami

Biološka fiksacija dušika v tla je pojav pri metuljnicah, ko simbiotske bakterije na koreninskih laskih metuljnic vežejo dušik iz zraka, rastline pa ta dušik uporabijo za rast in razvoj. Obsega biološke fiksacije v Sloveniji (in tudi drugod) ne spremljamo, zato smo uporabili strokovno oceno, ki temelji na nekaterih raziskavah. Na splošno se vrednost giblje med 100 in 200 kg N/ha letno, zato smo v izračunu te vrednosti tudi uporabili, odvisno od vrste metuljnic. Koeficienti za oceno fiksacije (v kg N/ha) so bili v izračunu po VTPodV enaki kot na nacionalni ravni. Porazdelitev med posameznimi VTPodV smo opravili na podlagi podatkov o površini posameznih metuljnic znotraj VTPodV. Pri izračunu biološke fiksacije smo upoštevali tudi predpostavko o fiksaciji N s prosto živečimi organizmi (4 kg N/ha).

Depozicija (nanos) atmosferskega dušika

Del dušika prispe v tla tudi z atmosferskim dušikom preko padavin. Ocenjujemo, da je ta količina na podlagi nekaterih opravljenih raziskav v preteklosti 15 kg N/ha KZU letno.

Druga organska gnojila (komposti, blata čistilnih naprav...)

Evidence o vnosu drugih vrst organskih gnojil v tla v Sloveniji ne vodimo. Ocenjujemo, da je ta vnos dušika v tla trenutno fazi izračuna zanemarljivo majhen, zato ga zaenkrat ne bomo upoštevali pri izračunu nacionalne bilance. V kolikor v prihodnje pridobimo dodatne informacije, bomo metodologijo temu ustrezno dopolnili.

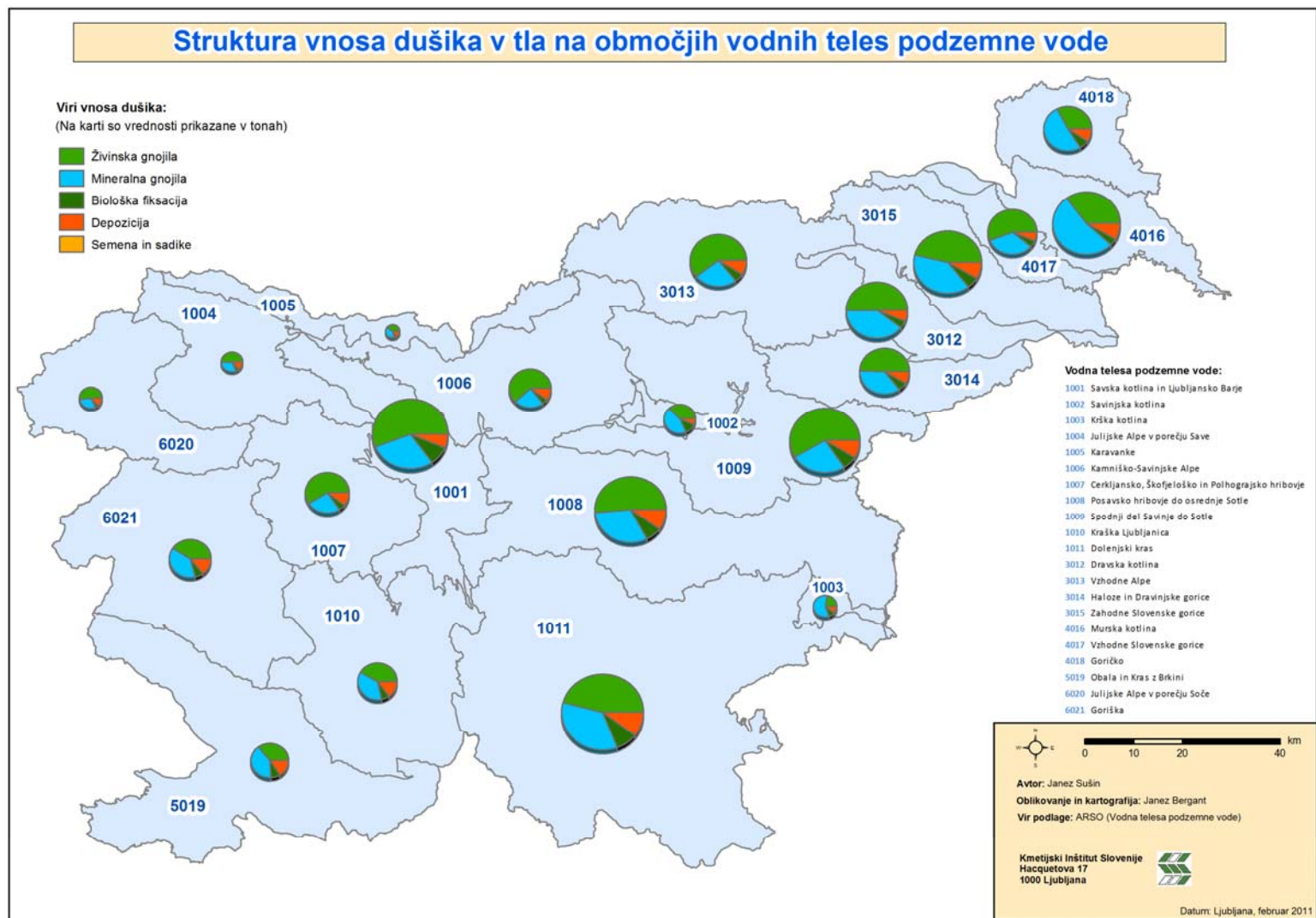
Seme in sadilni material

Dušik vnašamo v tla tudi s semenom in sadilnim materialom. Pri izračunu vnosa N v tla smo v tem delu upoštevali enake odmerke semena za poljščine kot na nacionalni ravni, porazdelitev med posamezna VTPodV pa smo opravili na podlagi deleža poljedelskih površin znotraj VTPodV, ki ga je izkazovala GERK struktura rabe tal.

Preglednica 3: Vnos dušika v tla po vodnih telesih podzemnih voda (VTPodV) v letu 2009 (v t N in kg N/ha)

Vodno telo podzemne vode (VTPodV)	GERK (ha)	Živinska gnojila (t N)	Mineralna gnojila (t N)	Biološka fiksacija (t N)	Depozicija (t N)	Seme in sadike (t N)	Skupaj (t N)	Skupaj (kg N/ha)
1001 Savska kotlina in Ljubljansko Barje	32.201	4.424	2.382	678	483	30	7.997	248
1002 Savinjska kotlina	6.104	513	606	159	92	7	1.376	225
1003 Krška kotlina	5.126	172	444	69	77	6	769	150
1004 Julijske Alpe v porečju Save	5.599	324	200	31	84	0	639	114
1005 Karavanke	3.349	117	111	14	50	0	292	87
1006 Kamniško-Savinjske Alpe	16.072	1.525	611	103	241	2	2.481	154
1007 Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko hribovje	17.923	1.566	718	138	269	3	2.693	150
1008 Posavsko hribovje do osrednje Sotle	45.750	3.660	2.262	513	686	17	7.138	156
1009 Spodnji del Savinje do Sotle	37.877	3.978	1.840	466	568	12	6.865	181
1010 Kraška Ljubljana	21.306	920	793	149	320	2	2.184	103
1011 Dolenjski kras	61.782	4.290	3.268	813	927	30	9.327	151
3012 Dravska kotlina	21.112	2.605	2.065	201	317	32	5.220	247
3013 Vzhodne Alpe	25.128	2.661	1.166	232	377	7	4.443	177
3014 Haloze in Dravinjske gorice	18.959	1.686	1.224	198	284	13	3.407	180
3015 Zahodne Slovenske gorice	34.263	2.954	2.504	369	514	31	6.372	186
4016 Murska kotlina	33.951	2.252	3.347	221	509	53	6.382	188
4017 Vzhodne Slovenske gorice	13.846	1.857	1.122	150	208	15	3.352	242
4018 Goričko	19.084	1.038	1.624	206	286	24	3.179	167
5019 Obala in Kras z Brkini	20.141	708	784	166	302	3	1.963	97
6020 Julijske Alpe v porečju Soče	6.548	378	222	30	98	0	728	111
6021 Goriška brda in Trnovsko-Banjška planota	22.379	993	909	162	336	4	2.404	107
Skupaj	468.496	38.620	28.202	5.071	7.027	292	79.212	169

Slika 1: Struktura vnosa N v tla na območjih vodnih teles podzemnih voda v letu 2009



Odvzem dušika

Osnovo za odvzem N predstavljajo vsebnosti N v uporabnih pridelkih, ki smo jih uporabili že pri izračunu nacionalne bilance. Predpostavili smo, da so pridelki posameznih kmetijskih rastlin po VTPodV enaki. To v praksi verjetno ne drži, ker pa nimamo realnih podatkov tega pri izračunu nismo mogli upoštevati. Ker smo iz enake predpostavke izhajali tudi pri vnosu dušika z mineralnimi gnojili menimo, da je napaka pri bilanci dušika manjša kot pa pri odvzemu. Predpostavili smo tudi, da so dejanske površine posameznih kultur znotraj VTPodV enake površinam GERK sloja, ki je prilagojen površini KZU na nivoju države (Preglednica 4).

Preglednica 4: Odvzem dušika v tla po vodnih telesih podzemnih voda (VTPodV) v letu 2009 (v t N ter kg N/ha)

		Odvzem N (t)	Odvzem N (kg N/ha)
1001	Savska kotlina in Ljubljansko Barje	3.966	123
1002	Savinjska kotlina	661	108
1003	Krška kotlina	485	95
1004	Julijske Alpe v porečju Save	645	115
1005	Karavanke	384	115
1006	Kamniško-Savinjske Alpe	1.849	115
1007	Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko hribovje	2.098	117
1008	Posavsko hribovje do osrednje Sotle	5.118	112
1009	Spodnji del Savinje do Sotle	4.383	116
1010	Kraška Ljubljana	2.472	116
1011	Dolenjski kras	7.064	114
3012	Dravska kotlina	2.051	97
3013	Vzhodne Alpe	2.900	115
3014	Haloze in Dravinjske gorice	2.100	111
3015	Zahodne Slovenske gorice	3.400	99
4016	Murska kotlina	2.827	83
4017	Vzhodne Slovenske gorice	1.272	92
4018	Goričko	1.712	90
5019	Obala in Kras z Brkini	2.061	102
6020	Julijske Alpe v porečju Soče	751	115
6021	Goriška brda in Trnovsko-Banjška planota	2.167	97
	Skupaj	50.364	108

Bilanca dušika

Bilanca dušika predstavlja razliko med skupnim vnosom in odvzemom dušika. Izražamo jo v kilogramih dušika na hektar kmetijskih zemljišč v uporabi (kg N/ha) po posameznih VTPodV.

Razlike med VTPodV so relativno velike, kar gre pripisati predvsem velikim razlikam v vnosu N v tla z živinskimi gnojili ter razlikam v strukturi rabe tal po VTPodV. V posameznih primerih je bilanca N celo negativna. To velja predvsem za VTPodV z velikim deležem travinja, kjer je odvzem največji, ter majhno stopnjo intenzivnosti živinoreje, ki je pogojena z majhnim vnosom N v tla z živinskimi gnojili (Preglednica 5).

Preglednica 5: Bilanca N po vodnih telesih podzemnih voda (VTPodV) v letu 2009 (v kg N/ha)

	Vodno telo podzemne vode (VTPodV)	Bilanca N (kg N/ha)
1001	Savska kotlina in Ljubljansko Barje	125
1002	Savinjska kotlina	117
1003	Krška kotlina	55
1004	Julijske Alpe v porečju Save	-1
1005	Karavanke	-27
1006	Kamniško-Savinjske Alpe	39
1007	Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko hribovje	33
1008	Posavsko hribovje do osrednje Sotle	44
1009	Spodnji del Savinje do Sotle	66
1010	Kraška Ljubljana	-13
1011	Dolenjski kras	37
3012	Dravska kotlina	150
3013	Vzhodne Alpe	61
3014	Haloze in Dravinjske gorice	69
3015	Zahodne Slovenske gorice	87
4016	Murska kotlina	105
4017	Vzhodne Slovenske gorice	150
4018	Goričko	77
5019	Obala in Kras z Brkini	-5
6020	Julijske Alpe v porečju Soče	-3
6021	Goriška brda in Trnovsko-Banjška planota	11
	Skupaj	62

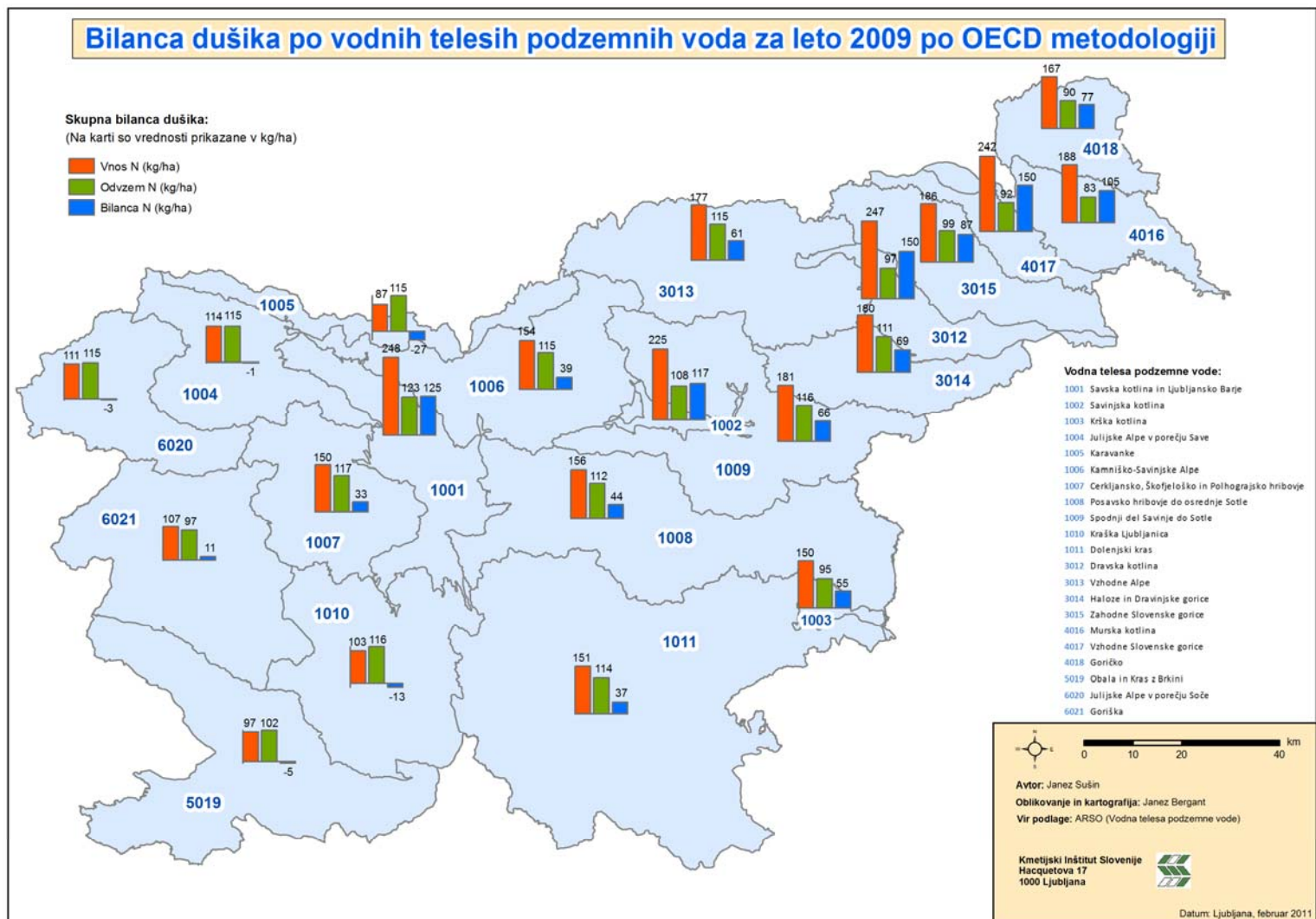
Komentar k izračunu bilance N po VTPodV ter njegovi zanesljivosti

Izračun bilance N temelji na številnih predpostavkah, ki smo jih morali oceniti na ekspertni ravni zaradi pomanjkanja dejanskih podatkov na ravni VTPodV. Predpostavke smo opisali že v metodiki izračuna, navedimo še enkrat glavne pomanjkljivosti. V Sloveniji na ravni VTPodV ne razpolagamo z naslednjimi podatki, ki bi jih na sistematični način urejali:

- pridelki in dejanske površine kmetijskih zemljišč v uporabi;
- dejanska poraba N iz mineralnih gnojil po posameznih kulturah;
- evidence za nekatere vrste živali.

Zaradi tega ne izključujemo možnosti, da je dejansko stanje bilance N po VTPodV različno od predstavljenega. Grobo ocenjeno ta napaka ne bi smela biti večja od 10-20 %.

Slika 2: Bilanca dušika po vodnih telesih podzemnih voda za leto 2009



Literatura:

Döhler, H., Eurich-Menden, B., Dämmgen, U., Osterburg, B., Lüttich, M., Bergschmidt, A., Berg, W., Brunsch, R., 2002. BMVEL/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungsszenarien bis zum Jahre 2010. Texte 05/02. Umweltbundesamt, Berlin.

EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook. 3rd Edition, 2002.

Menzi, H./ Frick, R./ Kaufmann, R. Ammoniak-Emissionen in der Schweiz: Ausmass und technische Beurteilung des Reduktionspotentials. Zürich, FAL, 1997, 107 s.

OECD in EUROSTAT. Gross Nitrogen Balances. Handbook. October 2007.
(www.oecd.org/tad/env/indicators)

Pripravi: Kmetijski inštitut Slovenije, November 2011

Avtorja:

- Janez SUŠIN, univ. dipl. inž. agr.
- dr. Jože VERBIČ, univ. dipl. inž. zoot.