

ECOINA

ZA ZAŠTITU OKOLIŠA d.o.o. SR Njemačke 10, 10020 Zagreb

Telefon: +385 1 66 00 559 Telefax: +385 1 66 00 561 E-mail: ecoina@zq.t-com.hr Web stranica: www.ecoina.com



Studija o utjecaju na okoliš izmjene tehnologije obrade slojne vode i prilagodbe sustava uklanjanja H₂S iz plina na eksploatacijskim platformama eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica"

Zagreb, lipanj 2013.

Dokument br: **9/1480/12**
 Zahvat: **Izmjena tehnologije obrade slojne vode i prilagodba sustava uklanjanja H₂S iz plina na eksploatacijskim platformama eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica"**
 Lokacija: **epikontinentalni pojas RH**
 Revizija: **1**
 Datum: **lipanj, 2013.**
 Nositelj zahvata: **INA-INDUSTRIJA NAFTE d.d. Zagreb**
 Izrađivač studije: **ECOINA d.o.o.**
 Voditelj Studije: **Hrvoje Majhen, dipl.ing.**

POPIS AUTORA I SURADNIKA:

Hrvoje Majhen, dipl.ing. bioteh.

Dr.sc. Ratko Vasiljević, dipl.ing.geol.

Margareta Šeparović, dipl.ing.biol.

Mirko Budiša, dipl.ing.kem.tehn.

Sonja Burela, dipl.ing.kem.tehn.

Kolja Mikulić, dipl.ing.stroj.

Lucija Končurat, dipl.ing.kem.teh.

Tomislav Juranić, dipl.ing.rud. (položen stručni ispit za obavljanje poslova na rukovodnim radnim mjestima u rudarstvu, oznaka uvjerenja 08 -217/81)

Voditelj studije:

Hrvoje Majhen, dipl.ing. bioteh.

Handwritten signatures of the authors and the study leader on horizontal lines.

Direktor:


 Jurica Mikulić, dipl.ing.

Autor:	Poglavlja:
Hrvoje Majhen, dipl.ing.bioteh.	0, 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 3.1, 3.2, 3.5, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Dr.sc.Ratko Vasiljević, dipl.ing.geol.	1.1, 1.2, 1.3, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Tomislav Juranić, dipl.ing.rud.	1.2, 1.3, 2
Margareta Šeparović, dipl.ing.biol.	3.3.3., 3.4.2., 3.5.3., 3.5.4., 3.5.5., 4.2., 8
Mirko Budiša, dipl.ing.kem.tehn.	3.4.1, 3.4.2, 5
Sonja Burela, dipl.ing.kem.tehn.	5.1, 5.1.2, 5.1.3
Kolja Mikulić, dipl.ing.stroj.	1.2
Lucija Končurat, dipl.ing.kem.teh.	5.1, 5.1.2

SADRŽAJ:

0.	Uvod	8
1.	Opis zahvata	11
1.1.	Svrha poduzimanja zahvata	11
1.2.	Postojeće stanje eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ i „Marica“	11
1.2.1.	Postojeći rudarski objekti	12
1.2.2.	Dinamika eksploatacije prirodnog plina do prestanka eksploatacije	15
1.2.3.	Opis glavnih obilježja postojećih tehnoloških procesa eksploatacije i obrade prirodnog plina	18
1.2.4.	Rudarski objekti u fazi planiranja/gradnje	35
1.2.5.	Sadašnje i buduće stanje izgrađenosti rudarskih objekata	36
1.3.	Opis zahvata	38
1.3.1.	Izmjena tehnologije obrade slojne vode	38
1.3.2.	Prilagodba sustava uklanjanja sumporovodika iz plina	40
1.3.3.	Popis vrsta i količina tvari koje ulaze u tehnološki proces i koje ostaju nakon tehnološkog procesa	41
2.	Varijantna rješenja zahvata	43
2.1.	Obrada slojne vode	43
2.2.	Smanjenje koncentracije H ₂ S u prirodnom plinu na polju Ika	44
3.	Podaci i opis lokacije zahvata i podaci o okolišu	45
3.1.	Podaci iz dokumenata prostornog uređenja	45
3.1.1.	Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske (srpanj 1997. godine)	45
3.1.2.	Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (NN 50/99)	48
3.2.	Podaci iz drugih strateških dokumenata	50
3.2.1.	Izješće o stanju u prostoru Republike Hrvatske 2008.-2012. (NN 61/13)	50
3.2.2.	Strategija gospodarenja mineralnim sirovinama (2008.)	51
3.2.3.	Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske (NN 130/09)	53
3.2.4.	Strategija održivog razvitka Republike Hrvatske (NN 30/09)	53
3.3.	Sažeti opis postojećeg stanja okoliša na koji bi zahvat mogao imati utjecaj	54
3.3.1.	Geološke značajke	54
3.3.2.	Oceanografske značajke	63
3.3.3.	Bioraznolikost	83
3.3.4.	Klimatološke značajke i kvaliteta zraka	102
3.4.	Analiza odnosa zahvata prema postojećim i planiranim zahvatima te prema zaštićenim i područjima ekološke mreže	106
3.4.1.	Planirane rekonstrukcije postojećih objekata i gradnja novih objekata	106
3.4.2.	Zaštićena područja i područja ekološke mreže	107
3.5.	Prikupljeni podaci i provedena mjerenja s interpretacijom	109
3.5.1.	Mjerenje sumporovodika (H ₂ S) u plinu	109
3.5.2.	Praćenje kakvoće slojne vode	110
3.5.3.	Pregled i analiza obraštaja na platformama Ivana A i Annamaria A	115
3.5.4.	Analize toksičnosti/genotoksičnosti morske vode i sedimenta u području platformi Ivana A i Annamaria A	116
3.5.5.	Fizikalno-kemijske značajke sedimenta u području oko platforme Annamaria A	117
3.6.	Opis okoliša lokacije zahvata za varijantu »ne činiti ništa«	118
4.	Opis utjecaja zahvata na okoliš, tijekom građenja i/ili korištenja zahvata	119
4.1.	Utjecaj na kakvoću mora	120
4.1.1.	Konceptualni model	121
4.1.2.	Matematički model	122
4.1.3.	Rezultati	123

4.2.	Utjecaj na bioraznolikost	125
4.3.	Utjecaj na kakvoću zraka	126
4.4.	Opterećenje okoliša bukom	127
4.5.	Utjecaj nastanka i zbrinjavanja otpada	127
4.5.1.	Proces pročišćavanja slojne vode	127
4.5.2.	Proces uklanjanja sumporovodika	128
4.6.	Utjecaj na okoliš u slučaju akcidenta	128
4.6.1.	Mogući i vjerojatni akcidenti na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni Jadrans" i „Marica"	128
4.6.2.	Očekivana učestalost, odnosno vjerojatnost nastanka akcidenata na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni Jadrans" i „Marica"	129
4.6.3.	Moguće i očekivane štetne posljedice po okoliš akcidenata na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni Jadrans" i „Marica"	129
4.6.4.	Procjena i ocjena rizika po okoliš pojedinog akcidenata na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni jadrans" i „Marica"	131
4.6.5.	Ocjena stanja rizika po okoliš na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni jadrans" i „Marica" obzirom na potrebu povećanja sigurnosti	133
4.6.6.	Ocjena (evaluacija) rizika po okoliš na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni jadrans" i „Marica" nakon poboljšanja stanja - povećanja sigurnosti tehnološkog procesa	133
4.7.	Utjecaji nakon prestanka korištenja zahvata	134
4.8.	Ocjena utjecaja zahvata na okoliš	135
4.9.	Opis potreba za prirodnim resursima	136
4.10.	Opis možebitnih značajnih prekograničnih utjecaja	136
4.11.	Opis umanjanih prirodnih vrijednosti okoliša u odnosu na moguće koristi	137
4.12.	Opis metoda predviđanja utjecaja koje su korištene u izradi studije	138
5.	Prijedlog mjera zaštite okoliša i programa praćenja stanja okoliša, tijekom pripreme, građenja i/ili korištenja zahvata	139
5.1.	Uvod	139
5.2.	Obrazloženje promjene zahtijevane kakvoće slojne vode	140
5.3.	Prijedlog mjera zaštite okoliša	142
5.4.	Program praćenja stanja okoliša	143
5.5.	Prijedlog plana provedbe mjera zaštite okoliša i praćenja stanja okoliša	145
5.6.	Prijedlog ocjene prihvatljivosti zahvata za okoliš	145
6.	Sažetak studije	146
6.1.	Opis najprihvatljivije varijante zahvata za okoliš s obrazloženjem	146
6.2.	Mjere zaštite okoliša	150
6.3.	Program praćenja stanja okoliša	151
6.4.	Prijedlog ocjene prihvatljivosti zahvata za okoliš	152
7.	Naznaka bilo kakvih poteškoća	153
8.	Popis literature	153
9.	Popis propisa	160
10.	Ostali podaci i informacije	163
10.1.	Politika zaštite okoliša Nositelja zahvata	163
PRILOZI		165
Prilog 1.	Važeća Rješenja o prihvatljivosti zahvata za okoliš	166
Prilog 2.	Preslike rješenja o odobrenju eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni jadrans" i "Marica", preslike ugovora o koncesiji za eksploataciju mineralnih sirovina na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadrans" i "Marica", preslike odluke/rješenja o davanju koncesije za eksploatacijska polja ugljikovodika "Sjeverni jadrans" i "Marica", preslike uporabnih dozvola za eksploatacijske platforme Ivana A, Ika A, Marica i Katarina, preslike izjava o statusu tehničke dokumentacije, izjave o prihvaćanju i preuzimanju tehničke dokumentacije za eksploatacijska polja ugljikovodika "Sjeverni jadrans" i "Marica", Rješenja o potvrdi količina i kakvoće rezervi ugljikovodika za plinska polja Ivana, Ana, Vesna, Ika, Ida, irina, Annamaria, Marica i Katarina	167
Prilog 3.	Pregledna karta položaja platformi i podmorskih cjevovoda eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni jadrans" i „Marica"	168

Prilog 4. Shematski prikaz rasporeda postojećih rudarskih objekata na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni jadrán" i „Marica"	169
Prilog 5. Ovjerena preslika Strategije i Programa prostornog uređenja RH, Mišljenje o usklađenosti namjeravanog zahvata sa važećom prostorno-planskom dokumentacijom	170
Prilog 6. Postojeći rezultati mjerenja kakvoće slojne vode i sumporovodika u plinu	171
Prilog 7. Proizvodnja slojne vode po bušotinama (postojeće i buduće stanje)	172
Prilog 8. Prateći list otpreme reaktanta, nakon pročišćavanja H ₂ S – tvrtka Aeks, d.o.o.	173

**RJEŠENJE MINISTARSTVA ZA ZAŠTITU OKOLIŠA I PRIRODE ZA
OBAVLJANJE STRUČNIH POSLOVA ZAŠTITE OKOLIŠA**



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE OKOLIŠA,
PROSTORNOG UREĐENJA I
GRADITELJSTVA

10000 Zagreb, Ulica Republike Austrije 20
Tel: 01/37 82-444 Fax: 01/37 72-822

Klasa: UP/I 351-02/10-08/150

Ur.broj: 531-14-1-1-06-10-2

Zagreb, 2. studenoga 2010.

Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva na temelju odredbe članka 39. stavka 3. Zakona o zaštiti okoliša („Narodne novine“, broj 110/07) i odredbe članka 22. stavka 1. Pravilnika o uvjetima za izdavanje suglasnosti pravnim osobama za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša („Narodne novine“, broj 57/10), povodom zahtjeva tvrtke ECOINA d.o.o., sa sjedištem u Zagrebu, SR Njemačke 10, zastupane po osobi ovlaštenoj za zastupanje sukladno zakonu, radi davanja suglasnosti za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša: Izrada studija o utjecaju zahvata na okoliš; Izrada elaborata o zaštiti okoliša koji se odnose na zahvate za koje nije propisana obveza procjene utjecaja na okoliš uključujući i izradu elaborata o sanaciji okoliša; Izrada prijedloga mjerila za skupine proizvoda; Izrada elaborata o usklađenosti proizvoda s mjerilima u postupku dodjele znaka zaštite okoliša; Izrada izvješća o sigurnosti, Izrada unutarnjih planova; Izrada procjena šteta nastalih u okolišu; Izrada sanacijskih programa; Izrada elaborata o otklanjanju šteta u okolišu i prijetećih opasnosti, donosi

RJEŠENJE

- I. Tvrtki ECOINA d.o.o., sa sjedištem u Zagrebu, SR Njemačke 10, daje se suglasnost za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša:
 1. Izrada studija o utjecaju zahvata na okoliš što uključuje i poslove pripreme i obrade dokumentacije uz zahtjev za ocjenu o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš te poslove pripreme i obrade dokumentacije uz zahtjev za izdavanje upute o sadržaju studije.
 2. Izrada elaborata o zaštiti okoliša koji se odnose na zahvate za koje nije propisana obveza procjene utjecaja na okoliš uključujući i izradu elaborata o sanaciji okoliša.
 3. Izrada prijedloga mjerila za skupine proizvoda.
 4. Izrada elaborata o usklađenosti proizvoda s mjerilima u postupku dodjele znaka zaštite okoliša.
 5. Izrada izvješća o sigurnosti uključujući i poslove izrade unutarnjih planova.
 6. Izrada procjena šteta nastalih u okolišu uključujući i poslove izrade sanacijskih programa i izrade elaborata o otklanjanju šteta u okolišu i prijetećih opasnosti.
- II. Suglasnost iz točke I. ove izreke prestaje važiti u roku od tri godine od dana izdavanja ovog rješenja.
- III. Uz ovo rješenje prileži popis zaposlenika ovlaštenika: voditelja stručnih poslova u zaštiti okoliša i stručnjaka slijedom kojih su ispunjeni propisani uvjeti glede zaposlenih stručnjaka za izdavanje suglasnosti iz točke I. ove izreke.
- IV. Ovo rješenje upisuje se u Očevidnik izdanih suglasnosti za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša koji vodi Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva.

O b r a z l o ž e n j e

Tvrtka ECOINA d.o.o. iz Zagreba (u daljnjem tekstu: ovlaštenik) podnijela je 28. rujna 2010. ovom Ministarstvu zahtjev za izdavanje suglasnosti za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša: Izrada studija o utjecaju zahvata na okoliš što uključuje i poslove pripreme i obrade dokumentacije uz zahtjev za ocjenu o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš te poslove pripreme i obrade dokumentacije uz zahtjev za izdavanje upute o sadržaju studije; Izrada elaborata o zaštiti okoliša koji se odnose na zahvate za koje nije propisana obveza procjene utjecaja na okoliš uključujući i izradu elaborata o sanaciji okoliša; Izrada prijedloga mjerila za skupine proizvoda; Izrada elaborata o usklađenosti proizvoda s mjerilima u postupku dodjele znaka zaštite okoliša. Ove vrste stručnih poslova pripadaju grupi poslova iz članka 4. točke B) „Izrada studija o utjecaju zahvata na okoliš uključujući i izrade studije o prihvatljivosti planiranog zahvata u području prirode i Izrada elaborata o zaštiti okoliša koji se odnose na zahvate za koje nije propisana obveza procjene utjecaja na okoliš“ Pravilnika o uvjetima za izdavanje suglasnosti pravnim osobama za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša (u daljnjem tekstu: Pravilnik). Ovlaštenik je također zatražio izdavanje suglasnosti za obavljanje stručnih poslova članka 4. grupe D) Pravilnika „Izrada izvješća o sigurnosti i izrade procjena šteta nastalih u okolišu“ – Izrada izvješća o sigurnosti što uključuje i poslove izrade unutarnjih planova; Izrada procjena šteta nastalih u okolišu što uključuje i poslove izrade sanacijskih programa i poslove izrade elaborata o otklanjanju šteta u okolišu i prijetećih opasnosti.

Ovlaštenik je uz zahtjev za izdavanje suglasnosti priložio odgovarajuće dokaze prema zahtjevima propisanim odredbama članka 5. i 20. Pravilnika.

U predmetnom postupku, koji je slijedom članka 4. stavka 1. Zakona o zaštiti okoliša i članka 21. stavka 4. Pravilnika proveden sukladno članku 50. točki 1. i članku 58. stavku 2. Zakona o općem upravnom postupku, utvrđeno je da je ovlaštenik u zahtjevu naveo činjenice i podnio dokaze na podlozi kojih se može utvrditi pravo stanje stvari a također je utvrđeno da su ovom tijelu poznate činjenice o uvjetima kojima raspolaže ovlaštenik jer tijelo o tome raspolaže službenim podacima prema svojim evidencijama.

Po obavljenom uvidu u zahtjev i dostavljene dokaze utvrđeno je da ovlaštenik:

- zapošljava voditelja stručnih poslova koji ima pet godina iskustva na poslovima zaštite okoliša i koji je bio voditelj izrade studija o utjecaju zahvata na okoliš, stručnih podloga i elaborata zaštite okoliša, te ispunjava uvjete sukladno članku 7. Pravilnika;
- zapošljava dva stručnjaka odgovarajućeg stručnog profila i potrebnih godina radnog iskustva na poslovima zaštite okoliša, koji su sudjelovali u izradi odgovarajućih stručnih podloga i elaborata zaštite okoliša, te ispunjavaju uvjete sukladno članku 10. i 12. Pravilnika;
- raspolaže radnim prostorom.

Izreka točke I. i III. ovoga rješenja temelji se na naprijed izloženom utvrđenom činjeničnom stanju.

Rok važenja rješenja utvrđen u točki II. izreke ovoga rješenja propisan je člankom 22. stavkom 3. Pravilnika.

Točka IV. izreke ovoga rješenja utemeljena je na odredbi članka 39. stavka 5. Zakona o zaštiti okoliša i odredbi članka 29. Pravilnika.

Temeljem svega naprijed navedenoga valjalo je riješiti kao u izreci rješenja.

UPUTA O PRAVNOM LIJEKU:

Protiv ovoga rješenja ne može se izjaviti žalba, ali se može pokrenuti upravni spor tužbom Upravnom sudu Republike Hrvatske, u roku od 30 dana od dana dostave rješenja.

Upravna pristojba za zahtjev i ovo Rješenje propisno je naplaćena državnim biljezima u ukupnom iznosu od 70,00 kuna prema Tar. br. 1. i 2. Tarife upravnih pristojbi, Zakona o upravnim pristojbama

(Narodne novine, br. 8/96, 77/96, 95/97, 131/97, 68/98, 66/99, 145/99, 30/00, 116/00, 163/03, 17/04, 110/04, 141/04, 150/05, 153/05, 129/06, 117/07, 25/08, 60/08, 20/10 i 69/10).

Privitak: Popis zaposlenika kao u točki III. izreke rješenja.



Dostaviti:

1. ECOINA d.o.o., SR Njemačke 10, Zagreb, **R s povratnicom**
2. Uprava za inspekcijske poslove, ovdje
3. Očevidnik, ovdje
4. Spis predmeta, ovdje

POPIS

zaposlenika ovlaštenika: ECOINA d.o.o., SR Njemačke 10, Zagreb, slijedom kojih je ovlaštenik ispunio propisane uvjete za izdavanje suglasnosti za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša sukladno rješenju Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva,

Klasa: UP/I 351-02/10-08/150, Ur.broj: 531-14-1-1-06-10-2, od 2. studenoga 2010.

GRUPA POSLOVA/VRSTA POSLOVA		VODITELJ STRUČNIH POSLOVA	ZAPOSLENI STRUČNJACI
B) Izrada studija o utjecaju zahvata na okoliš uključujući i izrade studije o prihvatljivosti planiranog zahvata u području prirode i Izrada elaborata o zaštiti okoliša koji se odnose na zahvate za koje nije propisana obveza procjene utjecaja na okoliš			
1. Izrada studija o utjecaju zahvata na okoliš	X	Sonja Burela, dipl.ing.kem.teh. Mirko Budiša, dipl.ing.kem.teh. Hrvoje Majhen, dipl.ing.bioteh. Kolja Mikulić, dipl.ing.stroj. Ratko Vasiljević, dipl.ing.geol.	Karla Bučar, dipl.ing.grad. Mario Beko, dipl.oec. Iva Peček, dipl.ing.grad. Mr.sc. Srđan Pichler Margareta Šeparović, dipl.ing.biol.
2. Priprema i obrada dokumentacije uz zahtjev za ocjenu o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš	X	Sonja Burela, dipl.ing.kem.teh. Mirko Budiša, dipl.ing.kem.teh. Hrvoje Majhen, dipl.ing.bioteh. Kolja Mikulić, dipl.ing.stroj. Ratko Vasiljević, dipl.ing.geol.	Karla Bučar, dipl.ing.grad. Mario Beko, dipl.oec. Iva Peček, dipl.ing.grad. Mr.sc. Srđan Pichler Margareta Šeparović, dipl.ing.biol.
3. Priprema i obrada dokumentacije uz zahtjev za izdavanje upute o sadržaju studije	X	Sonja Burela, dipl.ing.kem.teh. Mirko Budiša, dipl.ing.kem.teh. Hrvoje Majhen, dipl.ing.bioteh. Kolja Mikulić, dipl.ing.stroj. Ratko Vasiljević, dipl.ing.geol.	Karla Bučar, dipl.ing.grad. Mario Beko, dipl.oec. Iva Peček, dipl.ing.grad. Mr.sc. Srđan Pichler Margareta Šeparović, dipl.ing.biol.
4. Izrada elaborata prethodne ocjene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu			
5. Izrada studija glavne ocjene o prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu			
6. Priprema i obrada dokumentacije za provedbu postupka utvrđivanja prevladavajućeg javnog interesa i kompenzacijskih uvjeta prema posebnim propisima iz područja zaštite prirode			
7. Izrada elaborata o zaštiti okoliša koji se odnose na zahvate za koje nije propisana obveza procjene utjecaja na okoliš uključujući i izradu elaborata o sanaciji okoliša	X	Sonja Burela, dipl.ing.kem.teh. Mirko Budiša, dipl.ing.kem.teh. Hrvoje Majhen, dipl.ing.bioteh. Kolja Mikulić, dipl.ing.stroj. Ratko Vasiljević, dipl.ing.geol.	Karla Bučar, dipl.ing.grad. Mario Beko, dipl.oec. Iva Peček, dipl.ing.grad. Mr.sc. Srđan Pichler Margareta Šeparović, dipl.ing.biol.
8. Izrada prijedloga mjerila za skupine proizvoda	X	Sonja Burela, dipl.ing.kem.teh. Mirko Budiša, dipl.ing.kem.teh. Hrvoje Majhen, dipl.ing.bioteh. Kolja Mikulić, dipl.ing.stroj. Ratko Vasiljević, dipl.ing.geol.	Karla Bučar, dipl.ing.grad. Mario Beko, dipl.oec. Iva Peček, dipl.ing.grad. Mr.sc. Srđan Pichler Margareta Šeparović, dipl.ing.biol.
9. Izrada elaborata o usklađenosti proizvoda s mjerilima u postupku dodjele znaka zaštite okoliša	X	Sonja Burela, dipl.ing.kem.teh. Mirko Budiša, dipl.ing.kem.teh. Hrvoje Majhen, dipl.ing.bioteh. Kolja Mikulić, dipl.ing.stroj. Ratko Vasiljević, dipl.ing.geol.	Karla Bučar, dipl.ing.grad. Mario Beko, dipl.oec. Iva Peček, dipl.ing.grad. Mr.sc. Srđan Pichler Margareta Šeparović, dipl.ing.biol.

D) Izrada izvješća o sigurnosti i izrade procjena šteta nastalih u okolišu			
1. Izrada izvješća o sigurnosti	X	Sonja Burela, dipl.ing.kem.teh. Mirko Budiša, dipl.ing.kem.teh. Hrvoje Majhen, dipl.ing.bioteh. Kolja Mikulić, dipl.ing.stroj. Ratko Vasiljević, dipl.ing.geol.	Iva Peček, dipl.ing.grad. Margareta Šeparović, dipl.ing.biol.
2. Izrada unutarnjih planova	X	Sonja Burela, dipl.ing.kem.teh. Mirko Budiša, dipl.ing.kem.teh. Hrvoje Majhen, dipl.ing.bioteh. Kolja Mikulić, dipl.ing.stroj. Ratko Vasiljević, dipl.ing.geol.	Iva Peček, dipl.ing.grad. Margareta Šeparović, dipl.ing.biol.
3. Izrada procjena šteta nastalih u okolišu	X	Sonja Burela, dipl.ing.kem.teh. Mirko Budiša, dipl.ing.kem.teh. Hrvoje Majhen, dipl.ing.bioteh. Kolja Mikulić, dipl.ing.stroj. Ratko Vasiljević, dipl.ing.geol.	Iva Peček, dipl.ing.grad. Margareta Šeparović, dipl.ing.biol.
4. Izrada sanacijskih programa	X	Sonja Burela, dipl.ing.kem.teh. Mirko Budiša, dipl.ing.kem.teh. Hrvoje Majhen, dipl.ing.bioteh. Kolja Mikulić, dipl.ing.stroj. Ratko Vasiljević, dipl.ing.geol.	Iva Peček, dipl.ing.grad. Margareta Šeparović, dipl.ing.biol.
5. Izrada elaborata o otklanjanju šteta u okolišu i prijetećih opasnosti	X	Sonja Burela, dipl.ing.kem.teh. Mirko Budiša, dipl.ing.kem.teh. Hrvoje Majhen, dipl.ing.bioteh. Kolja Mikulić, dipl.ing.stroj. Ratko Vasiljević, dipl.ing.geol.	Iva Peček, dipl.ing.grad. Margareta Šeparović, dipl.ing.biol.

0. UVOD

Eksploatacijska polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" nalaze se na području epikontinentalnog pojasa Republike Hrvatske. Radi se o postojećim eksploatacijskim poljima u sjevernom Jadranu na kojima se već dugi niz godina obavlja eksploatacija prirodnog plina i njegova otprema do kopna. Koncesionar na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" je INA-INDUSTRIJA NAFTE d.d. Zagreb koja je ujedno i Nositelj ovog zahvata (Prilog 2. Preslike rješenja o odobrenju eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica", preslike ugovora o koncesiji za eksploataciju mineralnih sirovina na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica", preslike odluke/rješenja o davanju koncesije za eksploatacijska polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica", preslike uporabnih dozvola za eksploatacijske platforme Ivana A, Ika A, Marica i Katarina, preslike izjava o statusu tehničke dokumentacije, izjave o prihvaćanju i preuzimanju tehničke dokumentacije za eksploatacijska polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica", Rješenja o potvrdi količina i kakvoće rezervi ugljikovodika za plinska polja Ivana, Ana, Vesna, Ika, Ida, Irina, Annamaria, Marica i Katarina).

Danas je na predmetnom području u radu šesnaest eksploatacijskih i jedna kompresorska platforma. Zahvat koji je predmet ove studije obuhvaća rekonstrukciju postojećih sustava pročišćavanja slojne vode na postojećim eksploatacijskim platformama Ivana A, Ika A, Marica i Katarina u smislu izmjene tehnologije pročišćavanja, te prilagodbu uklanjanja sumporovodika iz plina na postojećoj platformi Ika A, što je proizašlo kao potreba uslijed prirodnog tijeka eksploatacije plina iz ležišta i sastava prirodnog plina u pojedinim dijelovima ležišta.

Sukladno Točki 35. Priloga 1. Uredbe o procjeni utjecaja zahvata na okoliš („Narodne novine“ br. 64/08 i 67/09) predmetni zahvat predstavlja *Eksploataciju mineralnih sirovina: - energetske mineralne sirovine – ugljen, nafta i plin (crpljenje, oplemenjivanje to jest odstranjivanje nečistoća i vode, transport kada je u vezi s eksploatacijskim poljem i skladištenje u geološkim strukturama)*, te za njega postupak procjene utjecaja zahvata na okoliš provodi Ministarstvo zaštite okoliša i prirode.

Dokument potreban za pokretanje postupka procjene utjecaja zahvata na okoliš sukladno čl.6 Uredbe o procjeni utjecaja zahvata na okoliš je:

- Ovjerena preslika Strategije i Programa prostornog uređenja Republike Hrvatske (NN 50/99) – Prilog 5. Ovjerena preslika Strategije i Programa prostornog uređenja RH.

Cilj izrade Studije je identifikacija i analiza utjecaja na okoliš koji će proizaći uslijed navedenih tehnoloških promjena u okviru postojeće eksploatacije plina na predmetnim eksploatacijskim poljima, ocjena njihove prihvatljivosti po okoliš i definiranje dodatnih mjera zaštite kojima će se ti utjecaji svesti u zakonom propisane i okolišno prihvatljive okvire. Također, Studijom će se propisati i izmjena/dopuna postojećeg programa praćenja stanja okoliša utvrđenog u prethodnim postupcima procjene utjecaja na okoliš za postupak eksploatacije i obrade prirodnog plina na eksploatacijskim poljima

ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica", kao oblik praćenja učinkovitosti primjene predviđenih mjera zaštite.

Predmetna Studija o utjecaju na okoliš izmjene tehnologije obrade slojne vode i prilagodbe uklanjanja H₂S iz plina na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" služi kao stručna podloga u postupku procjene utjecaja zahvata na okoliš. Studiju je izradio ovlaštenik Ministarstva zaštite okoliša i prirode za izradu Studija o utjecaju na okoliš: ECOINA d.o.o. iz Zagreba. (Preslika Suglasnosti za obavljanje poslova zaštite okoliša sastavni je dio ove Studije).

Za navedena eksploatacijska polja u prošlosti je provedeno nekoliko postupaka procjene utjecaja na okoliš, na temelju slijedeće dokumentacije:

- **Studija o utjecaju na okolinu za eksploatacijsko polje „Sjeverni jadrani“ i plinovod do kopna iz 1996. godine na temelju koje je 1997. godine izdano Rješenje o prihvatljivosti zahvata na okoliš.** Studija je načelno obuhvatila razvoj projekta eksploatacije plina iz jadranskog podmorja s područja eksploatacijskog polja ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ s izgradnjom 12 eksploatacijskih platformi: 4 platforme na polju Ivana (*Ivana A, Ivana B, Ivana C, Ivana D*), tri platforme na polju Ika (*Ika A, Ika B, Ika C*), dvije platforme na polju Ida (*Ida A i Ida B*), jedne platforme na polju Irina (*Irina*) i dvije platforme na polju Annamaria (*Annamaria A i Annamaria B*).
- **Dopuna Studije – „Sumarni prikaz razlika u strukturi postrojenja proizvodno-sabirnog i transportnog sustava na plinskom polju Ivana“ iz 1998. godine,** koja je obuhvatila i izgradnju platforme *Ivana E*, novi razmještaj platformi i promjenu broja i dimenzija cjevovoda, na temelju koje je 1999. izdano novo Rješenje o prihvatljivosti zahvata na okoliš koje je zamijenilo rješenje iz 1997. Na temelju navedenog postupka izgrađene su platforme *Ivana A, Ivana B, Ivana C, Ivana D, Ika A, Ika B, Ida A, Ida B i Ida C* i dodatno platforma *Ivana E*.
- **Studija o utjecaju na okoliš – plinska polja Marica i Katarina s pripadajućim plinovodima (offshore Croatia) iz 2002. godine na temelju koje je 2003. godine izdano Rješenje o prihvatljivosti zahvata za okoliš.** Studija je obuhvatila izgradnju platformi *Marica* i *Katarina* (prostor eksploatacijskog polja ugljikovodika „Marica“) i priključnih cjevovoda. Na temelju navedenog postupka izgrađene su obje platforme, *Marica* i *Katarina*.
- **Elaborat zaštite okoliša za izmještanje izlaznog dijela plinovoda iz mora na kopno kod Pule i predviđene kompresorske stanice u Štinjanu na platformu lociranu kraj postojeće proizvodne platforme Ivana A na moru iz 2003. godine.** Projekt je obuhvatio izgradnju dodatne kompresorske platforme *Ivana K* i promjenu trase otpremnog podmorskog cjevovoda do istarskog kopna od plinskih polja u Sj. Jadranu. Na temelju navedenog postupka izgrađena je platforma *Ivana K*.
- **Studija o utjecaju na okoliš izgradnje šest novih platformi (*Ika C, Ika SW A, Ika SW B, IDA D, Andreina i Ravenna*) sa spojnim cjevovodima iz 2009. godine,** na temelju koje je izdano Rješenje o prihvatljivosti zahvata eksploatacije

plina na eksploatacijskom polju ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ iz 2010. godine. Rješenje je nadopunilo postojeće rješenje iz 1999. godine. Platforme nisu izgrađene. U okviru navedene procjene proveden je i postupak procjene utjecaja na okoliš preko državnih granica u skladu s Espoo Konvencijom, te je dogovoreno integralno praćenje stanja okoliša za cijelo eksploatacijsko polje ugljikovodika „Sjeverni jadrani“.

- **Elaborat o utjecaju zahvata na okoliš za izgradnju novih platformi na postojećem eksploatacijskom polju ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ iz 2011. godine**, koji je obuhvatio izgradnju novih pet platformi (*Ilena 1, Ivna 1, Irina JZ, Ika A duboka, Ika B duboka*), na temelju kojeg je 2012. godine izdano Rješenje da za navedeni zahvat nije potrebno provesti postupak procjene utjecaja na okoliš. Platforme nisu izgrađene.

Također, na temelju tada važećeg Pravilnika o procjeni utjecaja na okoliš (NN 59/00) Nositelju zahvata je u okviru važećeg Rješenja o prihvatljivosti zahvata za okoliš iz 1999. godine bez novog postupka procjene utjecaja na okoliš izdana Lokacijska dozvola za izgradnju eksploatacijskih platformi Annamaria A, Ana, Vesna, Irina, Božica 1 i Božica 2. Izgrađene su platforme Annamaria A, Ana, Vesna i Irina.

1. OPIS ZAHVATA

1.1. Svrha poduzimanja zahvata

Nositelj zahvata INA-INDUSTRIJA NAFTE d.d. Zagrebtrenutno na području eksploatacijskog polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" radi s petnaest platformi koje su međusobno povezane priključnim podmorskim cjevovodima, cjevovodom s talijanskom platformom Garibaldi, te cjevovodom do istarskog kopna. Na području eksploatacijskog polja "Marica" radi s dvije platforme koje su također međusobno povezane priključnim podmorskim cjevovodima i otpremnim podmorskim cjevovodom prema Italiji na platformu Barbara T₂ u talijanskom području epikontinentalnog pojasa Jadranskog mora (Prilog 3. Pregledna karta položaja platformi i podmorskih cjevovoda eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i „Marica“).

Prošlogodišnja eksploatacija prirodnog plina s područja eksploatacijskog polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" iznosila je 1,1 milijardu prostornih metara standardnih (Sm³), dok je prošlogodišnja eksploatacija s područja eksploatacijskog polja ugljikovodika "Marica" iznosila 143 milijuna prostornih metara standardnih (Sm³).

Tijekom eksploatacije prirodnog plina došlo je do promjena određenih parametara eksploatacije, pada eksploatacije plina i povećanja proizvodnje slojne vode, te do porasta koncentracije sumporovodika u prirodnom plinu na platformi Ika B, što je sve posljedica prirodnog tijeka eksploatacije prirodnog plina iz ležišta. Usljed navedenih promjena, koje su nastupile nedavno, došlo je do teškoća u ispunjavanju uvjeta vezanih uz obradu slojne vode i uklanjanja H₂S iz plina propisanih važećim Rješenjem o prihvatljivosti zahvata eksploatacije plina na eksploatacijskom polju ugljikovodika "Sjeverni jadrani" (Klasa UP/I 351-02/98-06/11, Urbroj 542-07-ZM-99-09 od 05.02.1999.) i Rješenjem o prihvatljivosti zahvata eksploatacije plina na eksploatacijskom polju ugljikovodika "Marica" (Klasa UP/I 351-02/02-06/0071, Urbroj 531-05/1-NM-02-08 od 22.05.2003.), pa Nositelj zahvata planira određene rekonstrukcije na sustavima obrade slojne vode i prilagodbu uklanjanja sumporovodika iz prirodnog plina (Prilog 1. Važeća Rješenja o prihvatljivosti zahvata za okoliš).

Kako planirane rekonstrukcije nisu obuhvaćene postojećom dokumentacijom i navedenim Rješenjima o prihvatljivosti zahvata za okoliš, pristupilo se izradi ove Studije sa svrhom izmjena i dopuna postojećih rješenja kojima bi se obuhvatilo novo stanje, i s konačnim ciljem zaštite okoliša i ispunjavanja zakonskih obveza.

1.2. Postojeće stanje eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ i „Marica“

Eksploatacijsko polje ugljikovodika "Sjeverni jadrani" nalazi se u središnjem dijelu sjevernog Jadrana dok je eksploatacijsko polje ugljikovodika "Marica" smješteno oko 20 kilometara jugoistočno od eksploatacijskog polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani".

1.2.1. Postojeći rudarski objekti

Na području eksploatacijskog polja ugljikovodika "Sjeverni jadrán" radi petnaest platformi, a na području eksploatacijskog polja "Marica" dvije platforme. Šesnaest postojećih platformi služi za eksploataciju prirodnog plina, dok je platforma Ivana K kompresorska platforma (Tablica 1., Prilog 4. Shematski prikaz rasporeda postojećih rudarskih objekata na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni jadrán“ i „Marica“).

Tablica 1. Postojeće platforme (izvor: INA d.d.)

Broj	Naziv	Namjena	Izvedba postolja	Broj bušotina	Plinsko polje
Eksploatacijsko polje ugljikovodika "Sjeverni jadrán"					
1	Ivana K	Kompresorska	Četiri noge	-	-
2	Ivana A	Eksploatacijska	Četiri noge	5	Ivana
3	Ivana B	Eksploatacijska	Tri noge	3	Ivana
4	Ivana C	Eksploatacijska	Jedna noga	1	Ivana
5	Ivana D	Eksploatacijska	Jedna noga	1	Ivana
6	Ivana E	Eksploatacijska	Tri noge	3	Ivana
7	Ida A	Eksploatacijska	Jedna noga	1	Ida
8	Ida B	Eksploatacijska	Jedna noga	2	Ida
9	Ida C	Eksploatacijska	Jedna noga	3	Ida
10	Ika A	Eksploatacijska	Četiri noge	3	Ika
11	Ika B	Eksploatacijska	Jedna noga	3	Ika
12	Annamaria A	Eksploatacijska	Četiri noge	5	Annamaria
13	Irina	Eksploatacijska	Jedna noga	2	Irina
14	Ana	Eksploatacijska	Jedna noga	2	Ana
15	Vesna	Eksploatacijska	Jedna noga	1	Vesna
Eksploatacijsko polje ugljikovodika "Marica"					
16	Marica	Eksploatacijska	Četiri noge	3	Marica
17	Katarina	Eksploatacijska	Četiri noge	3	Katarina

Na području plinskog polja Ivana smješteno je 6 platformi, 5 eksploatacijskih (Ivana A, B, C, D i E) i jedna kompresorska (Ivana K). Na području plinskog polja Ana smještena je platforma Ana, a na području plinskog polja Vesna smještena je platforma Vesna. Na području plinskog polja Ida smještene su tri eksploatacijske platforme (Ida A, B i C). Na području plinskog polja Ika smještene su dvije platforme (Ika A i B), na području plinskog polja Irina smještena je platforma Irina i na području plinskog polja Annamaria jedna platforma (Annamaria A). Platforma Ivana A je središnja platforma eksploatacijskog polja ugljikovodika "Sjeverni jadrán" i jedina sa stalnom posadom u sjevernom dijelu eksploatacijskog polja. Platforma Ivana K smještena je neposredno uz platformu Ivana A i s njom je povezana mostom (Slika 1.). Platforme Ivana A i K su platforme s četiri noge, kao i platforme Annamaria A, Marica i Katarina, dok je izvedba postolja za platforme Ivana B i E s tri noge, a izvedbe ostalih platformi su s jednom nogom (Tablica 1.). U južnom dijelu eksploatacijskog polja ugljikovodika „Sjeverni jadrán“ nalazi se platforma Annamaria A koja također ima stalnu posadu i ključna je operativna i kontrolna platforma za ovaj dio polja. Budući da je plinsko polje Annamaria zajedničko, platforma Annamaria A je za potrebe uravnoteženja spojena podmorskim cjevovodom s platformom Annamaria B koja se nalazi u talijanskom dijelu plinskog polja.



Slika 1. Eksploatacijska platforma Ivana A (lijevo) i kompresorska platforma Ivana K (desno)

Na eksploatacijskom polju "Marica" prisutna su dva plinska polja: polje Marica s pripadajućom platformom Marica i polje Katarina s pripadajućom platformom Katarina. Obje platforme imaju izvedbu postolja s četiri noge (Slika 2.), a eksploatacija plina se odvija iz po tri bušotine.



Slika 2. Eksploatacijske platforme Marica i Katarina

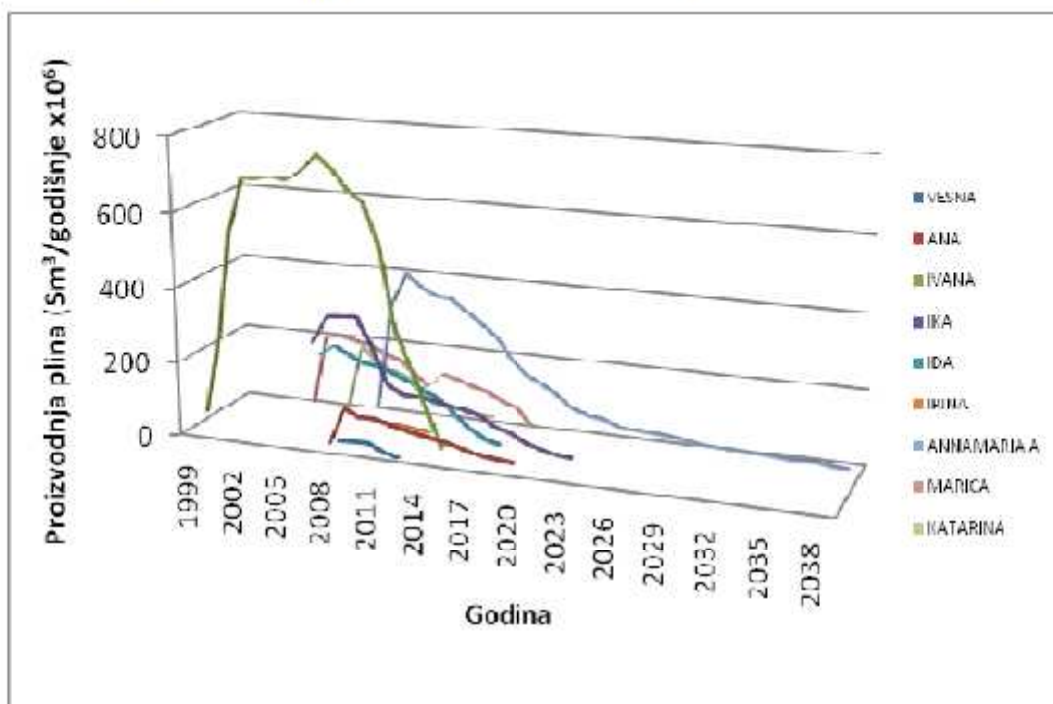
Platforme su međusobno povezane priključnim cjevovodima različitih duljina i promjera međusobno, te s kopnom u Hrvatskoj i u Italiji (Tablica 2.)

Tablica 2. Postojeći podzemski priključni cjevovodi (izvor: INA d.d.)

Dionica i naziv	Duljina	Nazivni promjer
Eksploatacijsko polje ugljikovodika "Sjeverni jadrani"		
Ivana A – Garibaldi (Italija) (PU7)	67 000 m	400 mm
Ivana E – Ivana A(PU8)	3 800 m	350 mm
Ivana E - Ivana D(PU9)	4 400 m	150 mm
Ivana E - Ivana (PU-10) B	6 800 m	350 mm
Ivana K - Pula (PU24)	55 000 m	450 mm
Ivana B - Ivana C (PU26)	8 200 m	150 mm
Ida A - Ida C (PU27)	5 900 m	150 mm
Ida B - Ida C (PU28)	2 400 m	150 mm
Ida C - Ivana K (PU29)	35 700 m	400 mm
Ida C - Ika A (PU30)	10 800 m	400 mm
Ika A - Ika B (PU31)	6 500 m	150 mm
Annamaria A – Annamaria B (Italija)	3 700 m	400 mm
Annamaria A – Ika A	9 300 m	400 mm
Ana – Ivana B	4 400 m	250 mm
Vesna – Ana	3 500 m	250 mm
Irina – Ida A	6 300 m	250 mm
Eksploatacijsko polje ugljikovodika "Marica"		
Marica – Barbara (Italija) (ZD-12)	17 900 m	350 mm
Katarina – Marica (ZD-14)	12 100 m	350 mm

1.2.2. Dinamika eksploatacije prirodnog plina do prestanka eksploatacije

Buduće stanje, odnosno buduće količine slojne vode i sumporovodika uvjetovane su značajkama buduće eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica". U nastavku slijede podaci o eksploatiranom plinu i projekcije daljnjeg rada pojedinih platformi koji su određeni temeljem parametara dobivenih tijekom dosadašnjeg rada (Tablica 3., Slika 3.).



Slika 3. Grafički prikaz dinamike eksploatacije ugljikovodika po plinskim poljima (izvor: INA d.d.)

Plinsko polje Ivana je najstarije plinsko polje na eksploatacijskom polju ugljikovodika "Sjeverni jadrani" koje je u fazi eksploatacije, na njemu je smješteno 6 platformi, i to 5 eksploatacijskih (Ivana A, B, C, D i E) i jedna kompresorska (Ivana K). Pušteno je u pogon 1999. godine. Eksploatacija je postepeno rasla od početnih 600 tisuća Sm³ prirodnog plina na dan do 1,8 milijuna Sm³ prirodnog plina na dan 2006. godine. Puštanjem u rad Ivana K (kompresorske platforme) proizvodnja je povećana na 2,1 milijuna Sm³ prirodnog plina na dan nakon čega slijedi stalni pad, naročito nakon 2010. godine. Projicirano zatvaranje polja očekuje se 2015. godine pri čemu će se tijekom cijelog eksploatacijskog vijeka eksploatirati ukupno 8,2 milijarde Sm³ prirodnog plina. Nakon zatvaranja svih platformi polja Ivana u funkciji će ostati jedino kompresorska platforma Ivana K, koja će raditi do konačnog zatvaranja eksploatacijskog polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani".

Plinsko polje Vesna s istoimenom platformom pušteno je u eksploataciju 2009. godine. Maksimalna eksploatacija postignuta je tijekom prve godine rada i znosila je 90 tisuća Sm³ plina dnevno. U 2012. godini dolazi do značajnog pada eksploatacije plina i to za oko 3 puta, pa se iz tog razloga eksploatacija planira okončati 2013. godine, pri čemu se očekuje da će se na platformi Vesna eksploatirati ukupno 107, 8 milijuna Sm³ plina.

Plinsko polje Ana s istoimenom platformom pušteno je u eksploataciju 2008. godine, a okončanje eksploatacije planira se 2020. godine. Maksimalna eksploatacija bila je pristupa u 2008. godini tijekom prvih mjeseci rada kada se crpilo oko 280 tisuća Sm³ plina dnevno. U 2012. dolazi do pada eksploatacije plina i očekuje se daljnji pad do zatvaranja 2020. godine, pri čemu će se na platformi Ana tijekom cijelog eksploatacijskog vijeka eksploatirati ukupno 616 milijuna Sm³ plina.

Tablica 3. Dinamika eksploatacije ugljikovodika po plinskim poljima (izvor: INA d.d.)

Godina	DINAMIKA EKSPLOATACIJE (Sm ³ /godišnje x10 ⁶)								
	VESNA	ANA	IVANA	IKA	IDA	IRINA	ANNAMARIA A	MARICA	KATARINA
1999			33,331						
2000			234,195						
2001			537,308						
2002			681,353						
2003			681,385						
2004			691,002					19,132	
2005			684,340					207,879	
2006			713,823	245,915	201,006			214,888	10,109
2007			755,283	319,419	227,730			207,070	178,468
2008		3,946	724,214	322,484	208,139			198,730	143,824
2009	29,732	101,893	672,919	325,746	187,952	16,866	45,706	180,279	119,405
2010	31,306	82,593	641,810	249,307	185,005	14,329	325,632	167,798	106,040
2011	32,768	84,133	535,771	149,919	168,306	10,594	419,165	135,337	72,300
2012	12,934	71,876	314,141	127,822	150,235	6,639	388,278	99,613	38,722
2013	1,241	60,500	215,239	127,178	130,494	0,793	365,053	138,824	35,343
2014		54,196	105,450	121,314	112,610		362,644	128,429	28,537
2015		47,172	8,664	113,450	76,012		332,656	112,288	21,677
2016		40,429		105,454	39,662		302,660	102,276	19,416
2017		28,038		95,873	16,461		271,447	81,930	
2018		17,523		69,928	7,479		214,274	66,442	
2019		14,022		56,541			177,472	22,835	
2020		10,552		37,933			154,890		
2021				24,276			129,977		
2022				13,247			98,030		
2023				9,866			83,766		
2024							78,356		
2025							62,041		
2026							58,290		
2027							55,783		
2028							53,434		
2029							48,244		
2030							41,685		
2031							39,683		
2032							37,380		
2033							35,481		
2034							33,029		
2035							30,328		
2036							28,356		
2037							30,386		
2038							24,836		
2039							22,238		
Ukupno	107,981	616,873	8.230,228	2.515,672	1.711,091	49,221	4.351,200	2.083,750	773,841

Na plinskom polju Ika u pogonu su dvije platforme, Ika A i Ika B. Plinsko polje Ika počelo je sa radom 2006. godine, s dnevnom eksploatacijom od približno 630 tisuća Sm³, koja je trajala do 2009. godine i nakon toga pada na približno 350 tisuća Sm³ dnevno 2012. godine. Očekuje se da se ova eksploatacija zadrži na toj razini do 2014. godine, kada se očekuje daljnji pad i zatvaranje 2023. godine s ukupno očekivanom eksploatacijom od 2,5 milijarde Sm³ plina.

Na plinskom polju Ida u pogonu su tri platforme: Ida A, Ida B i Ida C. Plinsko polje Ida je počelo sa radom 2006. godine s planiranim zatvaranjem 2018. godine. Na početku rada eksploatacije plina je iznosila 624 tisuća Sm³ dnevno, kasnije nastavlja s padom, i očekuje se da se takav trend nastavi do zatvaranja kada će se ukupno eksploatirati 1,7 milijardi Sm³ plina.

Na plinskom polju Irina postoji samo jedna platforma po imenu Irina. Ukupna eksploatacija će biti jako mala i to svega 49 milijuna Sm³ plina u razdoblju od 2009. do 2013. godine.

Na plinskom polju Annamaria su u pogonu dvije platforme i to Annamaria A na hrvatskoj i Annamaria B na talijanskoj strani. U daljnjem tekstu razmatra se samo platforma Annamaria A koja je počela sa radom 2009. godine. Maksimalna eksploatacija je dostignuta 2011. godine i iznosila je 1,15 Sm³ milijuna plina dnevno. Od onda bilježi stalni pad. Očekuje se da ova platforma ostane najduže u funkciji, do zatvaranja 2039. godine, s ukupno eksploatiranom količinom plina od 4,3 milijarde Sm³.

Ukupna eksploatacija plina na eksploatacijskom polju ugljikovodika "Sjeverni jadrani" bi prema sadašnjim pokazateljima trebala trajati od 1999. godine do 2039. godine pri čemu bi se ukupno eksploatiralo 17,6 milijardi Sm³ plina. Vrhunac eksploatacije je bio u razdoblju od 2006. do 2011. godine kada se dnevno eksploatiralo između 4,4 i 5,5 milijuna Sm³ plina.

Značajne količine eksploatiranog plina se očekuju i na platformi Marica gdje se očekuje eksploatiranje plina u ukupnoj količini od 2,1 milijardi Sm³ (što iznosi oko pola ukupne količine koja bi se dobila na platformi Annamaria A, odnosno oko četvrtine koja bi se eksploatirala plinskom polju Ivana). Ova platforma je puštena u rad 2004. godine, maksimalna eksploatacija je bila 2006. godine s količinom od 603 tisuća Sm³ plina dnevno, a od onda stalno pada eksploatacija.

Eksploatacija plina na platformi Katarina bilježi konstantan pad od puštanja u pogon 2006. godine i postizanja maksimuma 2007. godine, kada je dnevna eksploatacija iznosila 515 tisuća Sm³ plina. Od onda stalno pada, a planirani termin zatvaranja je 2016. godina, s predviđenom ukupnom eksploatacijom od 773,8 milijuna Sm³ plina.

Navedeni podaci vezani uz količine eksploatiranog plina pribavljeni su od strane operatera eksploatacije plina iz predmetnih eksploatacijskih polja, temeljem njegovih podataka i operativnog iskustva i ovdje se koriste isključivo u cilju procjene buduće dinamike proizvodnje slojne vode na dnevnoj razini kako bi se mogla ocijeniti buduća funkcionalnost uređaja za pročišćavanje slojnih voda. Stvarne količine rezervi ugljikovodika na plinskim poljima koja su predmet ove Studije nalaze se u prilogu Studije (Prilog 2. Preslike rješenja o odobrenju eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica", preslike ugovora o koncesiji za eksploataciju mineralnih sirovina na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica", preslike odluke/rješenja o davanju koncesije za eksploatacijska polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica", preslike uporabnih dozvola za eksploatacijske platforme Ivana A, Ika A, Marica i Katarina, preslike izjava o statusu tehničke dokumentacije, izjave o prihvaćanju i preuzimanju tehničke dokumentacije za eksploatacijska polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica", Rješenja o potvrdi količina i kakvoće rezervi

ugljikovodika za plinska polja Ivana, Ana, Vesna, Ika, Ida, Irina, Annamaria, Marica i Katarina).

1.2.3. Opis glavnih obilježja postojećih tehnoloških procesa eksploatacije i obrade prirodnog plina

Postojeće platforme su na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" bile postavljene u razdoblju od desetak godina, pa se dijelom razlikuju jer novije platforme imaju moderniju opremu, no sam postupak eksploatacije je tehnološki sličan na svim plinskim poljima (Slika 4.).

Procesni sustavi podijeljeni su po skupinama. Platforme imaju slijedeće procesne sustave: sustav na ušćima bušotina, sustav otpreme plina, sustav prihvata plina (samo prolazne platforme), sustav hidraulike, sustav separacije plina i slojne vode, sustav komprimiranog zraka, glavni sustav eksploatacije električne energije, pričuvni sustav proizvodnje električne energije, sustav drenaže, sustave za gašenje požara na bazi CO₂ i suhog praha, sustave radiokomunikacije, sustave video nadzora, sustave zaštite na radu i evakuaciju osoblja i dr. Platforme imaju i opremu za navigaciju. Veće platforme su opremljene dizalicama.

Na svakoj proizvodnoj platformi plin iz svakog niza eksploatacijskih kolona prolazi kroz ručni prigušni ventil koji se namješta periodično ovisno o varijaciji eksploatacijskih parametara. Eksploatiranom plinu iz svakog eksploatacijskog niza se mjeri temperatura, tlak i protok, i to prije prigušnih ventila. Mjerenje protoka je digitalno upravljano tako da se provodi kompenzacija obzirom na tlak i temperaturu. Na samim platformama plin se miješa u zbirnim i mjernim cjevovodima. Svaki eksploatacijski niz može se odvojeno analizirati u mjernom separatoru, a podaci se mogu automatski slati u upravljačku postaju na platformama Ivana A i Annamaria A.

Platforma Ika A jedina je platforma na kojoj je instaliran i sustav uklanjanja sumporovodika iz prirodnog plina, a isti služi za uklanjanje sumporovodika iz prirodnog plina koji se eksploatira na platformi Ika B.

Slojna voda se od plina odvaja u separatorima plina. Plin se nakon toga šalje u zbirni cjevovod pod tlakom, a voda se skladišti u posebnom spremniku za vodu. S manjih satelitskih platformi na kojima nije instaliran uređaj za pročišćavanje slojne vode, slojna voda se otprema podmorskim cjevovodima do platformi na kojima je instaliran uređaj za pročišćavanje slojne vode i tamo se obrađuje. Uređaji za pročišćavanje slojne vode su instalirani na platformama Ivana A, Ika A, Annamaria A, Marica i Katarina.

Na platformama gdje je tlak eksploatiranog plina nizak, isti se prije transporta povisuje kako bi se omogućio nesmetani transport, a na platformama gdje je tlak visok, isti se snižuje putem ventila za regulaciju tlaka koji je smješten u ulaznoj liniji separatora plina. Tlak unutar separatora plina regulira također isti ventil, kao i tlak poslije separatora, a i sam tlak u izlaznom cjevovodu. Povećanje protoka uzrokuje pad tlaka u separatoru što dovodi do otvaranja ventila kako bi se stanje vratilo u ravnotežu. Ugrađeni su i sigurnosni ventili koji štiti separator od previsokog tlaka.

Regulacija protoka odvija se putem filtera koji prima podatke o tlaku i protoku putem transmitera ugrađenih prije ventila. Ventil se prethodno podešava u skladu s mogućnostima prijema na prihvatnoj platformi, a tlak se podešava na temelju zahtjevanog protoka i gubitaka u cjevovodu uslijed promjene temperature plina.

Talog nastao u separacijskim posudama koji sadrži zauljeni sediment se gravitacijski otprema u spremnik za otpad u koji se skuplja i sva drenažna voda s prostora strojeva. Ovaj spremnik se periodički prazni: pročišćena voda se prije ispuštanja u more dodatno obrađuje u kesonu gravitacijskom separacijom, a istaloženi materijal se otprema brodom na kopno.

Na svim platformama je instaliran i sustav za unutarnje čišćenje i kontrolu cjevovoda, te sustav odušivanja platforme kroz hladni odušnik. Sve eksploatacijske platforme imaju ugrađene visokotlačne i niskotlačne vertikalne sustave odušivanja. Na njih vode cjevovodi odušnika (automatsko i ručno odušivanje) opreme i sustava s visokim proračunskim tlakom, odnosno niskim proračunskim tlakom, kao i odvodni cjevovodi iz sigurnosnih ventila na visokotlačnoj i niskotlačnoj opremi. Ugrađeni su i horizontalni sustavi odušivanja, koji služe isključivo kao baklja za spaljivanje plina kod pokretanja eksploatacije ili tijekom remonta opreme.

Sustav zaustavljanja procesa u slučaju nužde kontrolira sve ventile za zaustavljanje, sve ventile sustava odušivanja i sustav zaštite od požara. Ventili za zaustavljanje smješteni su prije i poslije analitičkih i separatora plina i na ulazu i izlazu u podmorske cjevovode u cilju jamčenja izoliranosti eksploatacijske opreme. Sve tlačne posude koje sadržavaju plin pod tlakom većim od 7 bar imaju ventile sustava odušivanja.

Izvor električne energije ovisi o platformi. Na većim platformama gdje je velika potrošnja energije glavni izvor energije su plinski motori (Ivana A, Ivana K, Ika A, Annamaria A i Marica), dok su na ostalim platformama, na kojima se električna energija koristi samo za potrebe rasvjete, rada telekomunikacijskih uređaja i instrumentacije, glavni izvor solarne ćelije.

Na platformi Ivana A glavni izvor električne energije su dva plinska motora Caterpillar, instalirane jedinične snage 252 kW.

Na platformi Ika A glavni izvor električne energije su dva plinska motora Waukesha, instalirane jedinične snage 73 kW.

Na platformi Annamaria A glavni izvor električne energije su dva plinska motora Waukesha, snage 325 kW. Na platformi Annamaria A također su instalirani i plinski grijači Tehnositer, instalirane jedinične snage 930 kW.

Na platformi Marica glavni izvor električne energije su dva plinska motora Waukesha, instalirane jedinične snage 88 kW.

Na kompresorskoj platformi Ivana K glavni izvor električne energije su dva plinska motora Caterpillar, instalirane jedinične snage 425 kW. Na platformi su također ugrađene i četiri plinske turbine Taurus, instalirane jedinične snage 5,7 MW.

Na svim platformama instalirani su diesel agregati kao pomoćni izvori električne energije. Na manjim platformama diesel agregati su instalirane snage od 5-10 kW, a najveći su na platformi Ivana K (247 kW), te na platformi Annamaria A (277 kW).

Proces crpljenja prirodnog plina iz bušotina kao i upravljanje radom svih platformi je automatski regulirano. Petnaest platformi su satelitske platforme bez posade, a upravljanje se provodi radio sustavom s dvije platforme sa stalnom posadom, platformi Ivana A i Annamaria A. Iz kontrolnih prostorija na navedenim platformama omogućeno je: otvoriti/zatvoriti svaki eksploatacijski niz pojedinačno, ili skupno, motriti karakteristike plina i vode (tlak, protok, temperatura) iz svakog eksploatacijskog niza zasebno, svake bušotine, posuda pod tlakom i svih cjevovoda, upravljati plinskim poljem u cilju zadovoljavanja ograničavanja isporuke plina u kontrolnoj točki, testirati eksploatacijske intervale svake bušotine prije njihovog puštanja u pogon i zatvoriti sustav u slučaju nužde.

S platforme Ivana A upravlja se platformama Ivana A, Ivana B, Ivana C, Ivana D, Ivana E, Ivana K, Ana, i Vesna. S platforme Annamaria A upravlja se platformama Annamaria A, Ika A, Ika B, Ida A, Ida B, Ida C, Irina, Marica i Katarina.

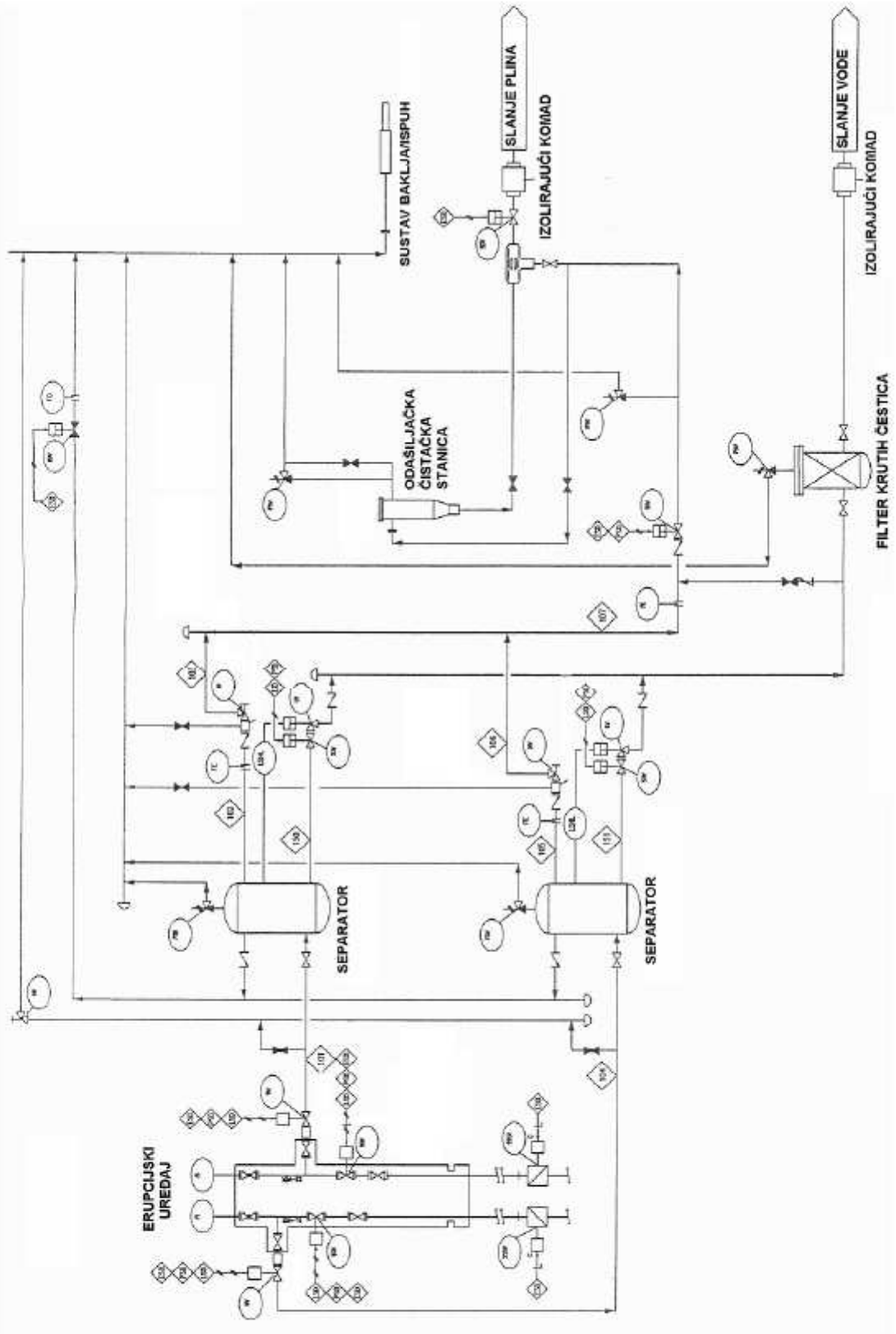
Platforme se kontroliraju i zaštićene su PLC-om (Process Logic Controller). Sustavi zaštite predviđeni su za upravljanje platformama tijekom pokretanja rada, redovitog rada i gašenja u slučaju nužde. PLC, smješten na platformama, upravlja i nadzire sustav kontrole procesa i opremu. U slučaju kvara, sustav sigurnosti platforme automatski dovodi u sigurno stanje.

Sustav zaustavljanja procesa u slučaju nužde ima mogućnost djelovanja na sve ventile za zaustavljanje procesa, ventile sustava odušivanja i sustav zaštite od požara. Spomenuti sustav zaustavljanja ima nekoliko razina djelovanja:

- ASD (Abandonment) – Kad je aktiviran, izaziva alarm u kontrolnoj sobi Ivane A i Annamaria A. Resultat je potpuno zaustavljanje procesa, odušivanje platforme i alarm osoblju za pripremu napuštanja platforme.
- ESD (Emergency) – Pri aktivaciji ove razine, platforma ide u potpuno zaustavljanje procesa uz potpuno izoliranje procesnih jedinica, te potpuno zaustavljanje pomoćnih sustava, osim najnužnijih. Također se aktivira odušivanje sustava.
- PSD (Production) – Pri aktivaciji ove razine, platforma ide u potpuno zaustavljanje bez odušivanja
- LSD (Local) – Pri aktivaciji ove razine, gasi se pojedina jedinica/oprema ili se alarmira u slučaju prisutnosti određenog opasnog uvjeta na platformi

Za detekciju vatre i plina dizajniran je vatrozaštitni sustav, kako bi detektirao i izveo ručno ili automatski izvršne akcije u svrhu zaštite od vatre i zapaljivih plinova. Različite zone su pod nadzorom od strane slijedećih detektora:

- Detektor zapaljivog plina metana
- Detektor zapaljivog plina vodika
- Topivi čepovi
- Detektori vatre
- Detektori plina



Slika 4. Načelna tehnološka shema rada platformi (izvor: INA d.d.)

1.2.3.1. Postojeći sustavi obrade slojne vode

Kako je već navedeno, na svim eksploatacijskim platformama slojna voda se od plina odvaja u posudama za otplinjavanje (degaserima). Plin se nakon toga šalje u zbirni cjevovod pod tlakom, a voda se skladišti u posebnom spremniku za vodu (Slika 9.). S manjih satelitskih platformi na kojima nije instaliran uređaj za pročišćavanje slojne vode, slojna voda se otprema podmorskim cjevovodima do platformi na kojima su uređaji za pročišćavanje instalirani i tamo se obrađuje i ispušta u more. Uređaji za pročišćavanje instalirani su na platformama Ivana A, Ika A, Annamaria A, Marica i Katarina. Na platformi Ivana A obrađuju se slojne vode s platformi Ivana A, Ivana B, Ivana C, Ivana D, Ivana E, Ana i Vesna (Slika 5.),



Slika 5. Sustav prikupljanja slojne vode Ivana (izvor: INA d.d.)

Na platformi Ika A obrađuju se slojne vode s platformi Ika A, Ika B, Ida A, Ida B, Ida C i Irina (Slika 6.).



Slika 6. Sustav prikupljanja slojne vode Ika (izvor: INA d.d.)

Na platformi Marica obrađuju se i ispuštaju u more samo slojne vode koje su proizvedene samo na platformi Marica, na platformi Katarina samo one proizvedene na platformi Katarina, i na platformi Annamaria A samo one proizvedene na platformi Annamaria A.

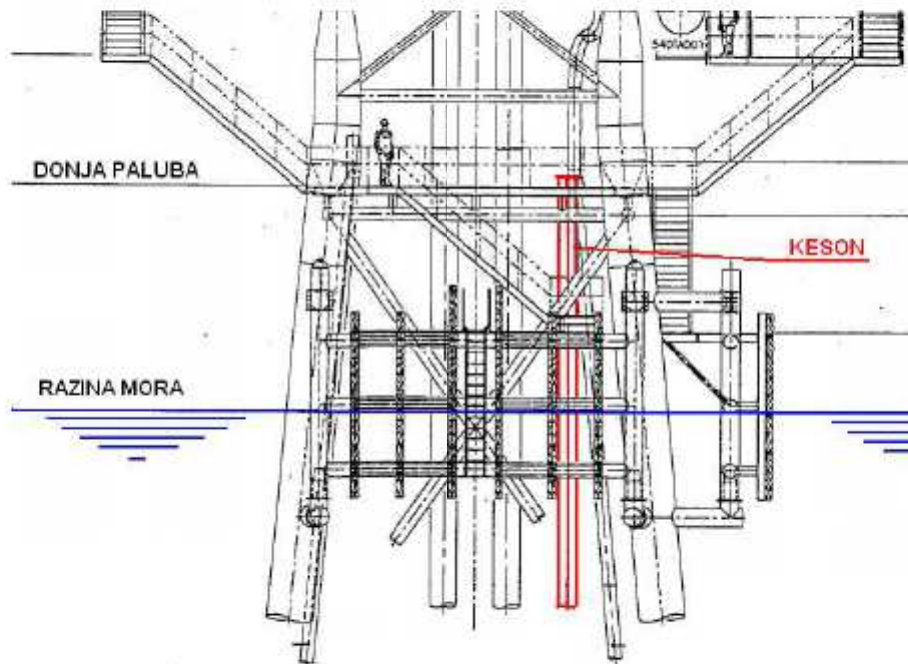


Slika 7. Keson (K) za ispuštanje pročišćene slojne i drenažne vode u more (platforma Annamaria A) (izvor: INA d.d.)

Također, na svim platformama su instalirani kesoni (Slika 7., Slika 8.) u kojima se voda obrađuje gravitacijskom separacijom prije ispuštanja u more. Na platformama na kojima nisu instalirani uređaji za pročišćavanje slojne vode u kesone se ispušta samo drenažna voda, a na platformama na kojima su uređaji instalirani, osim drenažne, u kesone se ispušta i prethodno pročišćena slojna voda (Tablica 4., Slika 9.).

Tablica 4. Značajke kesona na platformama na kojima se planira rekonstrukcija (izvor: INA d.d.)

Objekt	Dubina kesona ispod razine mora (m)	Promjer kesona (m)
Ivana A	31,4	0,3
Ika A	20	0,5
Annamaria A	18	0,5
Marica	26	0,5
Katarina	26	0,5

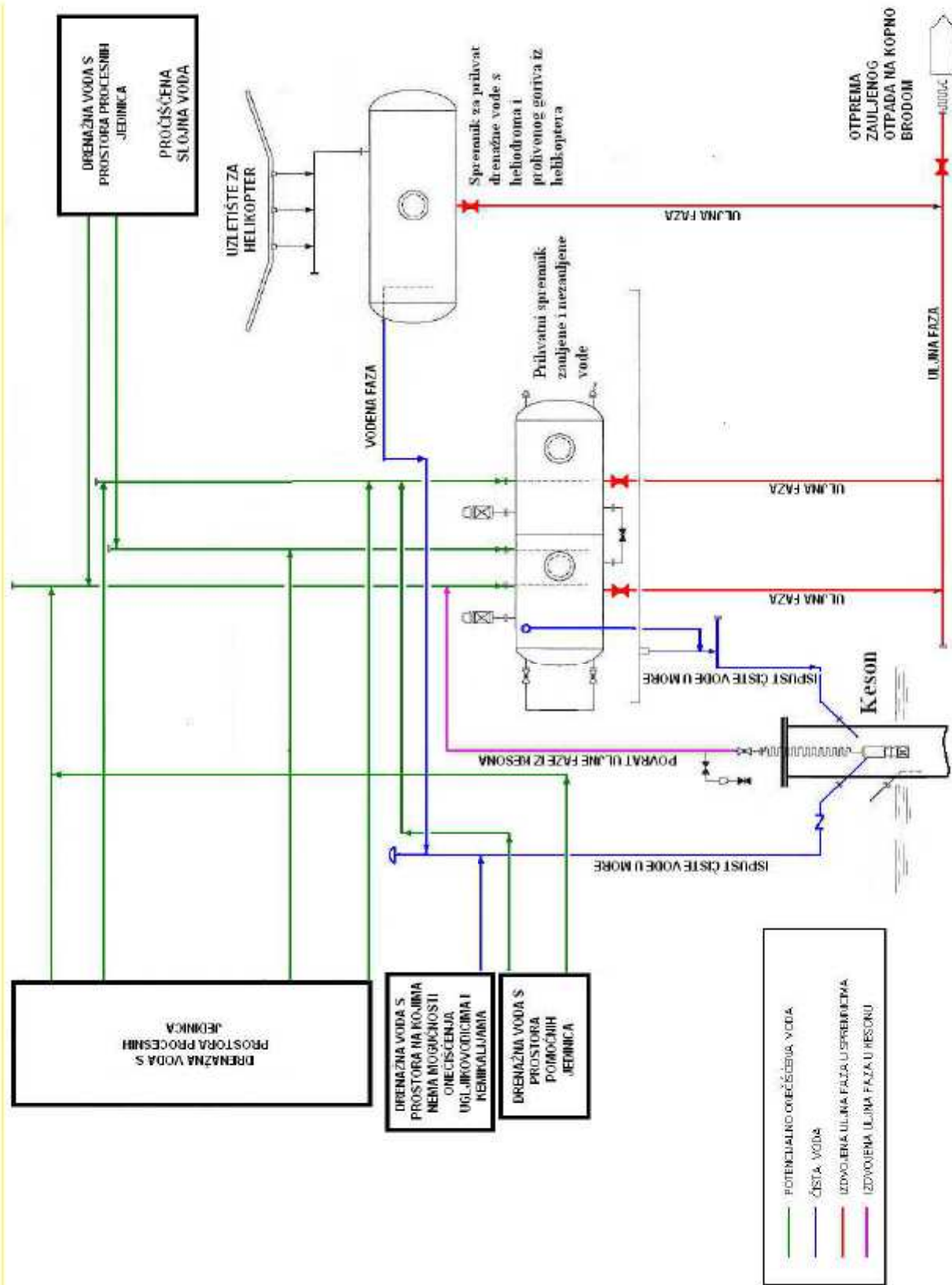


Slika 8. Položaj kesona na platformi (izvor: INA d.d.)

Kesoni su dugačke okomite cijevi položene unutar prostora nogu platformi (Slika 8.). Na vrhu su zatvorene poklopcem, dok je dno otvoreno. Vrh kesona smješten je na donjoj palubi platformi. U gornji dio kesona se na svim platformama drenažnim cjevovodima ispuštaju drenažne vode (potencijalno zauljene oborinske vode i vode od pranja prostora strojeva), a na platformama Ivana A, Ika A, Marica, Katarina i Annamaria A i pročišćene slojne vode.

Kesoni su predviđeni za gravitacijsku separaciju eventualno prisutnog ulja od vode. Tok vode ispušten u keson se umiruje, voda se po principu spojenih posuda na dnu kesona ispušta u more, a eventualno izdvojena ulja se nakupljaju na površini vode unutar samog kesona. Prilikom obilaska platforme od strane osoblja poklopac kesona se otvara, te se pomoću prenosivog mjernog instrumenta mjeri sadržaj ugljikovodika. U slučaju da u kesonu ima nakupljenih ugljikovodika, isti se prepumpavaju u spremnik ugljikovodika iz kojeg se povremeno odvoze na kopno na zbrinjavanje. U nastavku (Slika 9.) prikazana je shema gospodarenja oborinskim i pročišćenim slojnim vodama s glavnim tokovima.

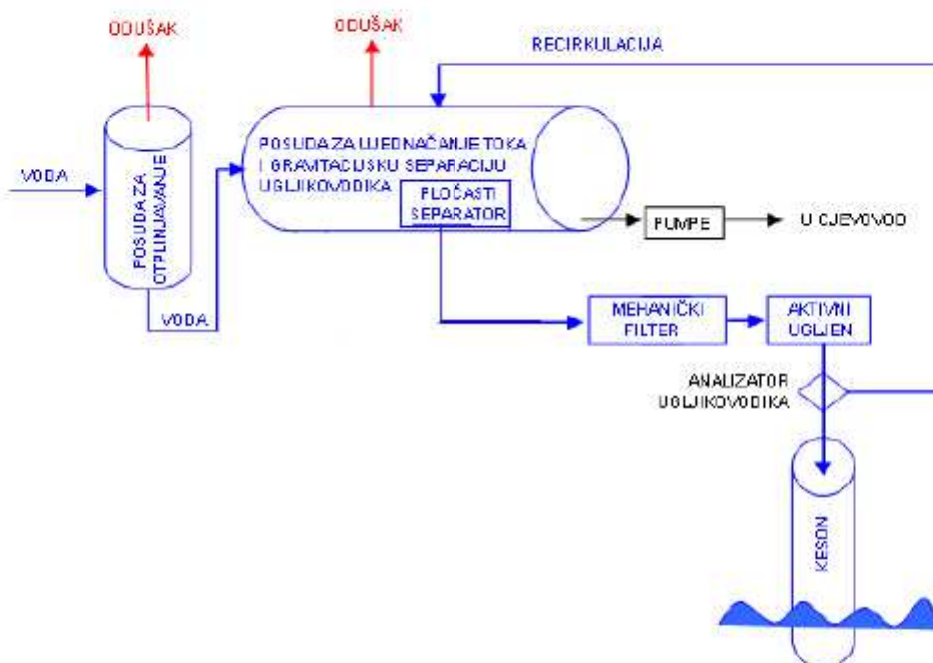
Instalirani spremnici na platformama na kojima postoje uređaji za pročišćavanje slojne vode su zapremnine 13 m³ na platformi Ivana A, 9 m³ na platformi Ika A, 11 m³ na platformi Annamaria A, 3 m³ na platformi Marica i 10,5 m³ na platformi Katarina.



Slika 9. Načelna shema gospodarenja oborinskim i pročišćenim slojnim vodama (izvor: INA d.d.)

Pročišćavanje slojne vode na platformi Ivana A

Sustav pročišćavanja slojne vode na platformama Ivani A obuhvaća posudu za otplinjavanje, posudu za ujednačavanje toka (egalizaciju) i gravitacijsku separaciju ugljikovodika s ugrađenim pločastim separatorom, sustav mehaničkih filtera i filtera s aktivnim ugljenom (Slika 10.). Prvi korak odvajanja ulja od vode provodi se u posudi za ujednačavanje toka i gravitacijsku separaciju u kojoj je ugrađen pločasti separator, u kojoj dolazi do odvajanja ugljikovodika od vode. Izdvojeni ugljikovodici se pumpama prebacuju u otpremni cjevovod. Nakon separacije, slojna voda se dodatno pročišćava na mehaničkom filteru, te se preko filtera s aktivnim ugljenom ispušta u keson. Prije ispusta u keson u vodi se putem automatskog analizatora mjeri sadržaj ulja.



Slika 10. Postojeći sustav obrade slojne vode na platformi Ivana A (izvor: INA d.d.)

Uređaj za pročišćavanje na platformi Ivana A je dimenzioniran na dnevni protok od 24 m³/dan, s tim da može biti funkcionalan i kod protoka vode od 48 m³/dan. Deklarirana granična vrijednost emisije ukupnih ulja koja se postiže iznosi 15 mg/L.

Pročišćavanje slojne vode na platformi Annamaria A

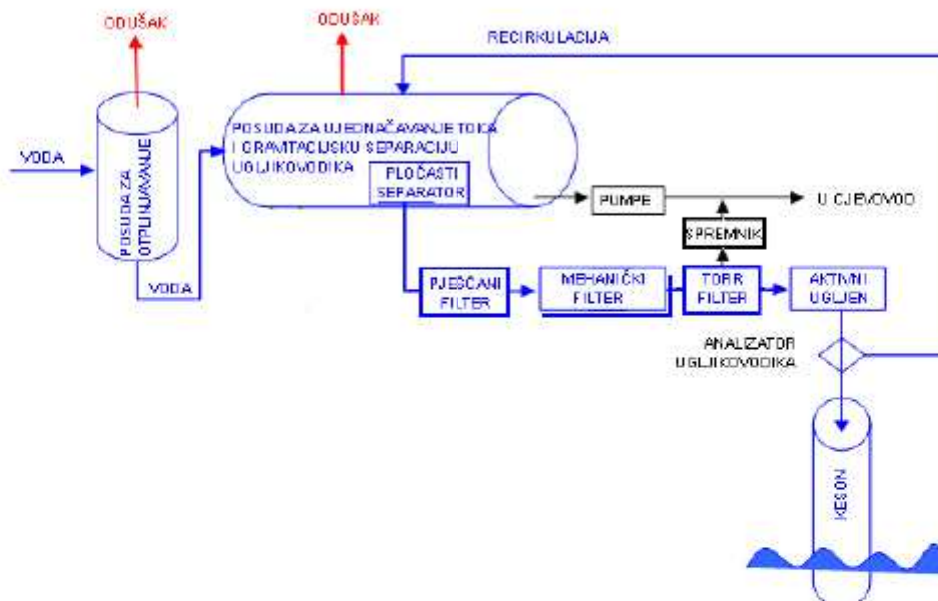
Uređaj za pročišćavanje slojne vode na platformi Annamaria A (Slika 11.) sličan je onom na platformi Ivana A, osim što je nešto novijeg tipa, pa ima dodatne stupnjeve obrade. Opremljen je dodatnim pješčanim filterom, a mehanički filter je izrađen dvostruko i u stanju je uklanjati krutine veće od 20 >µm.



Slika 11. Uređaj za pročišćavanje slojne vode na platformi Annamaria A (izvor: INA d.d.)

Također je opremljen i tzv. „Torr“ filterima (Torr - Total Oil Remediation and Recovery) na kojima dolazi do izdvajanja ulja koji se posebno prikupljaju u spremnik i mogu se precrpiti u transportni cjevovod (Slika 12.). Torr filteri kao ispunu sadrže organski oleofilni/hidrofobni polimer u granulama, a proces se odvija serijski na način da voda prolazi kroz nekoliko fizički odvojenih filterskih slojeva, između kojih se nalaze slobodni slojevi. Tijekom prolaska vode kroz filterske slojeve, polimerne granule adsorbiraju slobodno ulje i uljnu emulziju do saturacije. Nakon što nastupi faza saturacije, polimerne granule otpuštaju nakupine ulja u slobodne slojeve odakle se iste gravitacijski prebacuju u spremnik za regeneraciju. Izdvojeno ulje se zajedno s izdvojenim uljem u procesu separacije prebacuje u otpremni cjevovod.

Prije ispusta u keson u vodi se putem automatskog analizatora mjeri sadržaj ulja.

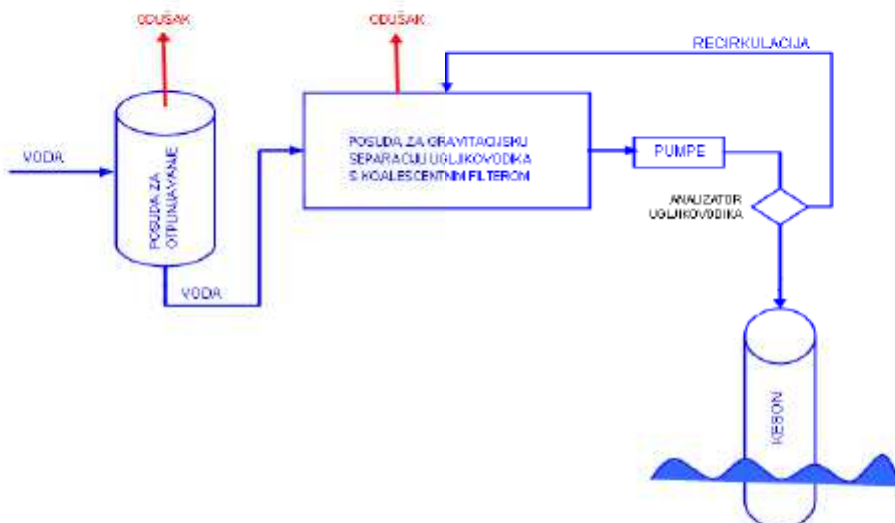


Slika 12. Postojeći sustav obrade slojne vode na platformi Annamaria A (izvor: INA d.d.)

Uređaj na platformi Annamaria A je dimenzioniran na dnevni protok od 24 m³/dan, s tim da može biti funkcionalan i kod protoka vode od 36 m³/dan. Deklarirana granična vrijednost emisije ukupnih ulja koja se postiže iznosi 15 mg/L.

Pročišćavanje slojne vode na platformama Ika A, Marica i Katarina

Na platformama Ika A, Marica i Katarina instalirani su tipski uređaji kakvi se obično instaliraju na brodovima gdje služe za pročišćavanje drenažne vode. Sustav pročišćavanja slojne vode na platformama Ika A, Marica i Katarina obuhvaća paketni uređaj s posudom koja se sastoji od jedinice za gravitacijsku separaciju i jedinice s koalescentnim filterom (Slika 13.) Prije ispusta u keson u vodi se putem automatskog analizatora mjeri sadržaj ulja.



Slika 13. Postojeći sustav obrade slojne vode na platformama Ika A, Marica i Katarina (izvor: INA d.d.)

Uređaji su dimenzionirani na dnevni protok od 24 m³/dan (do maksimalno 48 m³/dan) na platformi Ika A, te 12 m³/dan na platformama Marica i Katarina. Deklarirana granična vrijednost emisije ukupnih ulja koja se postiže iznosi 15 mg/L.

Svi navedeni instalirani uređaji opremljeni su uređajima za stalno praćenje koncentracije ulja u pročišćenoj vodi, te sustavima povrata nedovoljno pročišćene slojne vode (u slučaju da je koncentracija ukupnih ulja veća od 15 mg/L).

Nedostatnost kapaciteta obrade postojećih uređaja za pročišćavanje

Sustavi pročišćavanja slojne vode instalirani su tijekom gradnje platformi i u prvih nekoliko godina zadovoljavali su tražene kapacitete pročišćavanja. Međutim, uslijed gradnje novih platformi i priključenja istih na postojeće sustave pročišćavanja, a također i zbog povećanja količine slojne vode tijekom perioda eksploatacije, a što je prirodni proces koji se događa u većini ležišta prirodnog plina u morskom okruženju, postojeći

sustavi pročišćavanja postali su potkapacitirani. Današnja količina slojne vode na sustavu Ivana A iznosi oko 250 m³/dan, na sustavu Ika A oko 200 m³/dan, na platformi Marica oko 30 m³/dan, na platformi Katarina također oko 30 m³/dan, te na platformi Annamaria A 25 m³/dan.

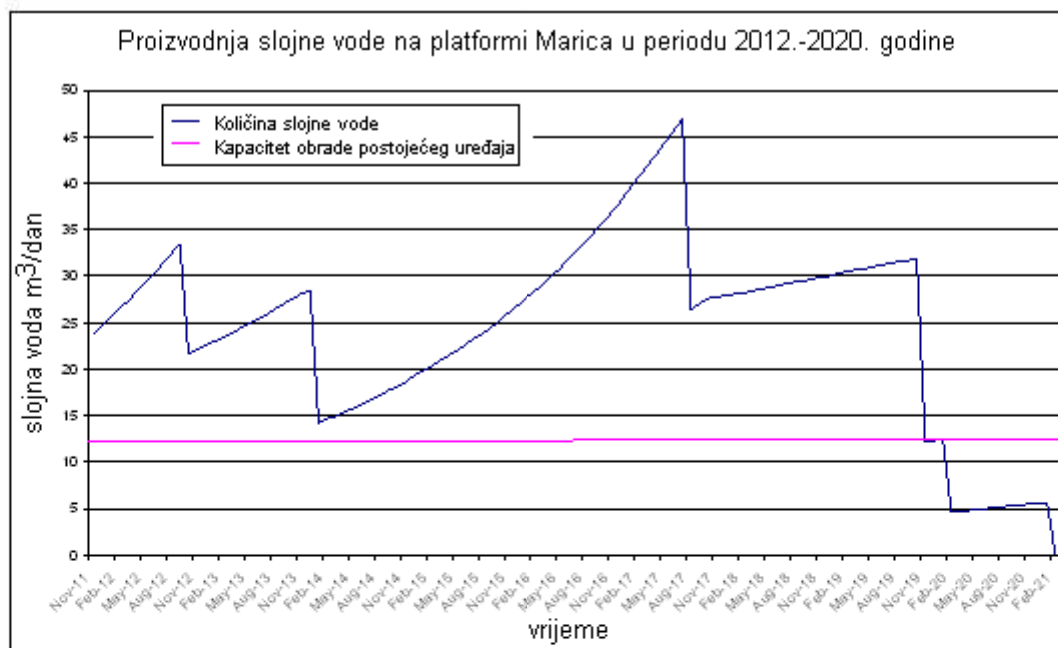
Hidraulički kapaciteti uređaja za pročišćavanje na sustavima za pročišćavanje Ivana A, Ika A, Marica i Katarina uglavnom nisu dostatni za provođenje postupka obrade slojne vode u skladu s projektnim parametrima. U nastavku (Slika 14., Slika 15., Slika 16., Slika 17.) je prikazana postojeća i buduća eksploatacija slojne vode na navedenim sustavima. Detaljnija proizvodnja slojne vode po pojedinim bušotinama u sadašnjosti i budućnosti prikazana je u prilogima Studije (Prilog 7. Proizvodnja slojne vode po bušotinama (postojeće i buduće stanje)).



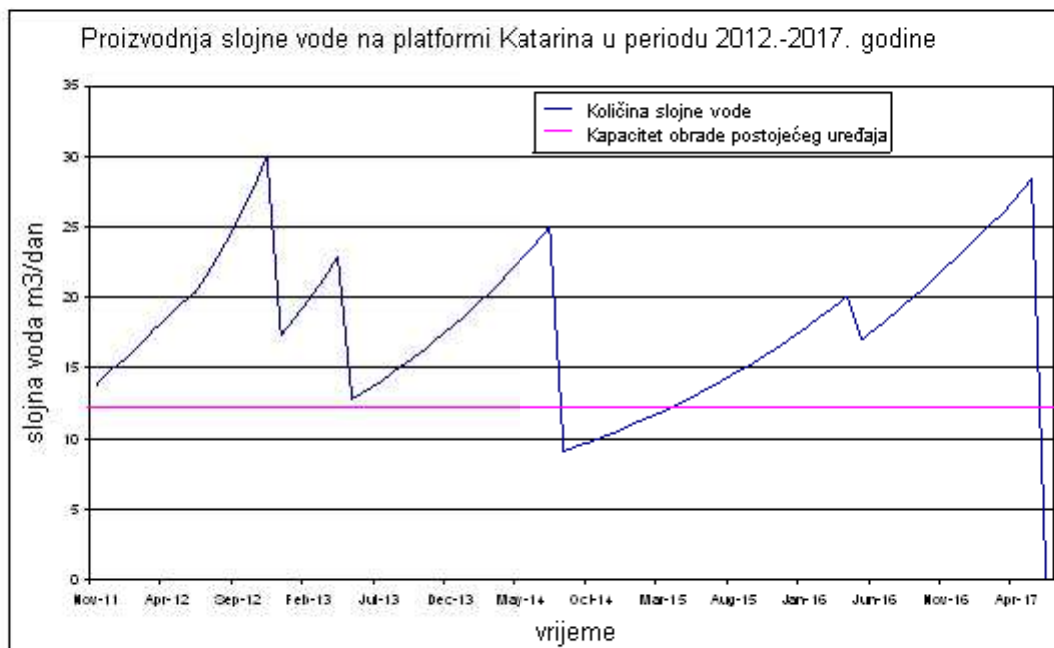
Slika 14. Projekcija proizvodnje slojne vode na sustavu Ivana A (platforme Ivana A, B, C, D i E, Ana i Vesna) (izvor: INA d.d.)



Slika 15. Projekcija proizvodnje slojne vode na sustavu Ika (platforme Ika A, Ika B, Ida A, Ida B, Ida C, Irina) (izvor: INA d.d.)



Slika 16. Projekcija proizvodnje slojne vode na platformi Marica (izvor: INA d.d.)



Slika 17. Projekcija proizvodnje slojne vode na platformi Katarina (izvor: INA d.d.)

Uvećane količine slojne vode, koje su blizu ili premašuju specificirane količine koje se mogu obrađivati, uzrokuju brojne tehničke i sigurnosne probleme u radu objekata na eksploatacijskom polju kao što su ograničavanje slojnih kapaciteta prirodnog plina i povremeno interventno izljevanje nepročišćene slojne vode. Može doći i do prelijevanja vode u linije podmorskih cjevovoda što uzrokuje porast tlaka u sustavu, začepljenje usisnih filtera na prihvatnim kompresorskim jedinicama i oštećenje generatorskih jedinica. Praktično jedino sustav na platformi Annamaria A trenutno radi bez većih problema, dok su sustavi instalirani na platformama Ika A, Marica i Katarina vrlo često izvan funkcije.

Kakvoća slojne vode

Iskustva s dosadašnjim radom platformi i proizvodnjom slojne vode pokazala su da se povišene koncentracije ulja pojavljuju u početku eksploatacije plina, kada su i količine eksploatiranog plina veće, a tada je i količina nastalih slojnih voda manja. S vremenom je redovita pojava da pad eksploatacije plina zbog pada tlaka u ležištu prati i povećanje količine proizvedene slojne vode, ali da se istovremeno i značajno smanjuje koncentracija ulja i ostalih onečišćujućih tvari u slojnoj vodi.

U točki 3.5.2. Studije (odnosno u prilogima; Prilog 6. Postojeći rezultati mjerenja kakvoće slojne vode i sumporovodika u plinu) prikazane su izmjerene vrijednosti kakvoće slojne vode na području koje je predmet ove Studije (u periodu od 2010. godine do prve polovice 2012. godine, u sklopu postupka praćenja stanja okoliša sukladno važećem Rješenju.)

Može se uočiti vrlo nizak sadržaj mineralnih ulja (najčešće manje 2 mg/L, izuzetak je jedino platforma Annamaria A na kojoj je u jednom navratu zabilježena koncentracija od

35 mg/L, i to u početku eksploatacije), i nizak sadržaj ukupnih ulja i masti (maksimalno do 20 mg/L).

Uzorci pročišćene vode uzimani su na izlazu iz postojećih uređaja za pročišćavanje, a prije ispusta u kesone, pa je za očekivati da je stvarni sadržaj ulja u slojnoj vodi koji je ispušten u okoliš još manji od onog izmjerenog, obzirom na učinak dodatnog razdvajanja uljne i vodene faze u kesonu uslijed smirivanja toka i duljeg vremena zadržavanja.

Posljednje analize iz prosinca 2012. godine (točka 3.5.2. Studije, odnosno Prilog 6. Postojeći rezultati mjerenja kakvoće slojne vode i sumporovodika u plinu), koje su izrađene ciljano za potrebe ove Studije pokazale su da se koncentracija ukupnih ulja i masti u slojnoj vodi kreće između 2,04 i 8,8 mg/L, a koncentracija mineralnih ulja između 0,54 i 3,31 mg/L, pri čemu su trenutno najopterećenije slojne vode na polju Ika. Ove koncentracije su višestruko niže od ciljanih koncentracija propisanih Protokolom o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja (tzv. Offshore Protokol) (100 mg/L kao jedinični uzorak, 40 mg/L, kao mjesečni prosjek), a također su i niže od granične vrijednosti propisane važećim rješenjima o prihvatljivosti utjecaja na okoliš (15 mg/L za ulja, odnosno mineralna ulja.)

1.2.3.2. Proces uklanjanja sumporovodika iz plina

Sumporovodik H₂S (vodikov sulfid prema Međunarodnoj udruzi za čistu i primjenjenu kemiju – IUPAC, eng. *International Union of Pure and Applied Chemistry*) je toksičan, korozivan i zapaljiv plin, neugodnog mirisa.

Sumporovodik je plin topiv u vodi, teži je od zraka, relativna težina u odnosu na zrak je 1,189 (ISGOTT) što može predstavljati opasnost u radnom okolišu platforme, ukoliko dođe do propuštanja na dijelovima procesne opreme.

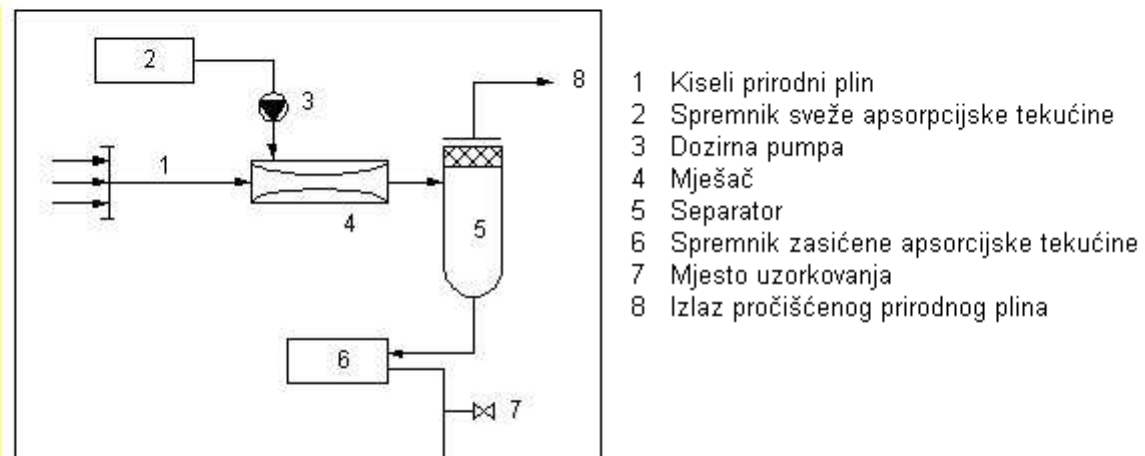
Problematika postojanja uvećanih koncentracija sumporovodika u prirodnom plinu postoji samo na plinskom polju Ika na kojem se nalaze platforme Ika A i Ika B (Slika 18.).



Slika 18. Eksploatacijske platforme Ika A i Ika B (izvor: INA d.d.)

Proces je koncipiran na način da se eksploatirani plin na platformi Ika A zajedno sa slojnom vodom dovodi kroz podesivu sapnicu i kolektor na razdjelnik koji je konstruiran tako da plin s bušotina koji ne sadrži sumporovodik nakon uklanjanja slojne vode ide direktno u sustav otpreme, a plin koji sadrži povećane koncentracije sumporovodika ide na posebnu jedinicu namijenjenu za njegovo uklanjanje (Slika 19.).

Za uklanjanje sumporovodika instalirano je tehnološko rješenje tekućim sredstvom na bazi triazina kao apsorbensa (Liquid Scavenger), uz primjenu posebnog sustava doziranja.



Slika 19. Dijagram procesnog toka desulfurizacije (izvor: INA d.d.)

Sam sustav obrade sumporovodika se sastoji od:

- (2) Spremnika svježe apsorpcijske tekućine – triazina, volumena 22 m³
- (3) dozirnih pumpi apsorpcijske tekućine – sustav sadrži dvije pumpe s tri glave i i dva filtera
- (4) mješalča koji služi za fino raspršivanje apsorpcijske tekućine u struju kiselog plina (plin koji sadrži H₂S)
- (5) separatora plina od zasićene apsorpcijske tekućine
- (6) spremnika zasićene apsorpcijske tekućine, volumena 22 m³
- (7) mjesta za uzorkovanje pročišćenog plina
- (8) izlaznog cjevovoda za pročišćeni plin iz separatora

Platforma Ika A puštena je u rad 2004. godine i u prvih 6 godina rada zabilježene su vrlo male koncentracije sumporovodika u plinu (do 7,5 mg/m³) pa izvedeni sustav za uklanjanje H₂S-a na platformi Ika A nije bio u funkciji do 2011.

Tijekom 2011. godine po prvi put su se pojavile povećane koncentracije H₂S-a u prirodnom plinu iz bušotina na platformi Ika B, a ne kako se ranije očekivalo na platformi Ika A. Iz tog razloga se prirodni plin sa platforme Ika B, prije daljnje distribucije obrađuje na platformi Ika A.

1.2.4. Rudarski objekti u fazi planiranja/gradnje

Objekti navedeni u ovoj točki nisu predmet zahvata koji obrađuje ova Studija o utjecaju na okoliš, već su isti obuhvaćeni prethodno izrađenim dokumentima procjene utjecaja zahvata na okoliš, no ovdje se navode budući da zahvat koji je predmet ove Studije ovisi i o budućem stanju izgrađenosti objekata na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ i „Marica“, te se isti stoga i navode u ovoj Studiji.

Dosadašnjim postupcima procjene utjecaja na okoliš i izdanim rješenjima obuhvaćena je izgradnja 13 novih eksploatacijskih platformi i priključnih cjevovoda, koji do sada nisu izgrađeni (Tablica 5., Tablica 6.) Od dijela planirane gradnje se odustalo (Andreina, Ravenna, Ika A duboka, Ika B duboka), a neki objekti su u odnosu na postupak procjene utjecaja na okoliš doživjeli manje preinake u tehničkom smislu (Božica, Ika SW). Kroz daljnju razradu projekata moguće je da će isti doživjeti i dodatne preinake.

Tablica 5. Planirane eksploatacijske platforme (izvor: važeća rješenja MZOIP, INA d.d.)

Broj	Naziv	Namjena	Izvedba postolja	Broj bušotina	Postupak PUO	Opaska
Eksploatacijsko polje ugljikovodika "Sjeverni jadrani"						
1	Božica 1	Eksploatacijska	Jedna noga	Napušten projekt	U okviru Rješenja 1999.	Umjesto platformi Božica 1 i 2 gradi se jedna platforma Božica (2a)
2	Božica 2	Eksploatacijska	Jedna noga	Napušten projekt	U okviru Rješenja 1999.	
2a	Božica	Eksploatacijska	Jedna noga	1	U okviru Rješenja 1999.	
3	Ika C	Eksploatacijska	Jedna noga	2	U okviru Rješenja 1999.	
4	Ika SW A	Eksploatacijska	Jedna noga	Napušten projekt	U okviru Rješenja 2010.	Umjesto platformi Ika SW A i Ika SW B gradi se jedna platforma IKA JZ (5a)
5	Ika SW B	Eksploatacijska	Jedna noga	Napušten projekt	U okviru Rješenja 2010.	
5a	Ika JZ	Eksploatacijska	Tri noge	6	U okviru Rješenja 2010.	
6	Ida D	Eksploatacijska	Jedna noga	1	U okviru Rješenja 2010.	
7	Andreina	Eksploatacijska	Jedna noga	Napušten projekt	U okviru Rješenja 2010.	
8	Ravenna	Eksploatacijska	Jedna noga	Napušten projekt	U okviru Rješenja 2010.	
9	Ilena 1	Eksploatacijska	Jedna noga	2	U okviru Rješenja 2012.	
10	Ivna 1	Eksploatacijska	Jedna noga	2	U okviru Rješenja 2012.	
11	Irina JZ	Eksploatacijska	Jedna noga	2	U okviru Rješenja 2012.	
12	Ika A duboka – bušenje sa postojećih platformi	Eksploatacijska	Jedna noga	2	U okviru Rješenja 2012.	Ne gradi se nova platforma Ika A duboka kako je planirano, nego će se izbušiti nove bušotine na platformi Ika A
13	Ika B duboka- bušenje sa postojećih platformi	Eksploatacijska	Jedna noga	2	U okviru Rješenja 2012.	Ne gradi se nova platforma Ika B duboka kako je planirano, nego će se izbušiti nove bušotine na platformi Ika B

Tablica 6. Planirani podmorski priključni cjevovodi (izvor: važeća rješenja MZOIP, INA d.d.)

Dionica i naziv	Duljina	Nazivni promjer	Postupak PUO	Opaska
Eksploatacijsko polje ugljikovodika "Sjeverni jadrani"				
Božica 1 – Ivana A	5 900 m	Napušten projekt	U okviru Rješenja 1999.	Umjesto dva, gradi se jedan priključni cjevovod od nove platforme Božica do platforme Ivana A
Božica 2 – Božica 1	4 600 m	Napušten projekt	U okviru Rješenja 1999.	
Božica – Ivana A	9 700 m	200 mm	U okviru Rješenja 1999.	
Ika C – Ika A	12 500 m	150 mm	U okviru Rješenja 1999.	Umjesto dva, gradi se jedan priključni cjevovod od nove platforme Ika JZ do platforme Ika A
Ika SW B – Ika SW A	2 900 m	Napušten projekt	U okviru Rješenja 2010.	
Ika SW A – Ika C	4 100 m	Napušten projekt	U okviru Rješenja 2010.	
Ika JZ – Ika A	11 700 m	200 mm	U okviru Rješenja 2010.	
Ida D – Ida C	10 600 m	150 mm	U okviru Rješenja 2010.	
Andreina – Annamaria A	7 600 m	Napušten projekt	U okviru Rješenja 2010.	
Ravenna – Ivana E	4 700 m	Napušten projekt	U okviru Rješenja 2010.	
Annamaria A - Ivana K	43 000 m	Nije određen	U okviru Rješenja 2010.	Po potrebi
Ida D – Ika A	8 000 m	150 mm	U okviru Rješenja 2010.	
Ilena 1 – Ivana B	3 500 m	250 mm	U okviru Rješenja 2012.	
Ivna 1 – Ivana C	7 000 m	150 mm	U okviru Rješenja 2012.	
Irina JZ - Irina	1 500 m	150 mm	U okviru Rješenja 2012.	
Ika A duboka – Ika A	1 000 m	Napušten projekt	U okviru Rješenja 2012.	
Ika B duboka – Ika B	1 000 m	Napušten projekt	U okviru Rješenja 2012.	

1.2.5. Sadašnje i buduće stanje izgrađenosti rudarskih objekata

U nastavku (Tablica 7., Tablica 8.) prikazano je sadašnje i buduće stanje izgrađenosti objekata na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i „Marica“. Stanje obuhvaća već izgrađene i planirane rudarske objekte. Iz pregleda su ispušteni rudarski objekti koji su bili ranije planirani i za koje su ishođena rješenja o prihvatljivosti zahvata, a od koji su se u daljnoj razradi pokazali neperspektivnima, pa se od gradnje istih odustalo.

Tablica 7. Sadašnje i buduće stanje izgrađenosti platformi (izvor: INA d.d.)

Broj	Naziv	Namjena	Izvedba postolja	Broj bušotina	Postojeća/planirana	Godina početka rada/eksploatacije	Godina završetka rada/eksploatacije
Eksploatacijsko polje ugljikovodika "Sjeverni jadrani"							
1	Ivana K	Kompresorska	Četiri noge	-	Postojeća	2005.	2025. ili po potrebi
2	Ivana A	Eksploatacijska	Četiri noge	5	Postojeća	1999.	2015.
3	Ivana B	Eksploatacijska	Tri noge	3	Postojeća	2001.	2013.
4	Ivana C	Eksploatacijska	Jedna noga	1	Postojeća	2006.	2014.
5	Ivana D	Eksploatacijska	Jedna noga	1	Postojeća	2001.	2014.
6	Ivana E	Eksploatacijska	Tri noge	3	Postojeća	2000.	2015.
7	Ida A	Eksploatacijska	Jedna noga	1	Postojeća	2006.	2018.
8	Ida B	Eksploatacijska	Jedna noga	2	Postojeća	2006.	2018.
9	Ida C	Eksploatacijska	Jedna noga	3	Postojeća	2006.	2017.
10	Ika A	Eksploatacijska	Četiri noge	3	Postojeća	2006.	2023.
11	Ika B	Eksploatacijska	Jedna noga	3	Postojeća	2006.	2015.
12	Annamaria A	Eksploatacijska	Četiri noge	5	Postojeća	2009.	2039.
13	Irina	Eksploatacijska	Jedna noga	2	Postojeća	2009.	2013.
14	Ana	Eksploatacijska	Jedna noga	2	Postojeća	2008.	2020.
15	Vesna	Eksploatacijska	Jedna noga	1	Postojeća	2008.	2013.
16	Ika C	Eksploatacijska	Jedna noga	2	Planirana	Nepoznato	Nepoznato
17	Božica	Eksploatacijska	Jedna noga	1	Planirana	2013. ili kasnije	2017. ili kasnije
18	Ika JZ	Eksploatacijska	Tri noge	6	Planirana	2014. ili kasnije	2034. ili kasnije
19	Ida D	Eksploatacijska	Jedna noga	1	Planirana	Nepoznato	Nepoznato

20	Ilena 1	Eksploatacijska	Jedna noga	2	Planirana	Nepoznato	Nepoznato
21	Ivna 1	Eksploatacijska	Jedna noga	2	Planirana	Nepoznato	Nepoznato
22	Irina JZ	Eksploatacijska	Jedna noga	2	Planirana	Nepoznato	Nepoznato
Eksploatacijsko polje ugljikovodika "Marica"							
23	Marica	Eksploatacijska	Cetiri noge	3	Postojeća	2004.	2019.
24	Katarina	Eksploatacijska	Cetiri noge	3	Postojeća	2006.	2016.

Godine završetka rada priključnih podmorskih cjevovoda određene su sukladno planu zatvaranja pojedinih platformi, iako će stvarna situacija ovisiti o daljnjem istraživanju i gradnji objekata na širem području zahvata, pri čemu je moguće koristiti i neki od postojećih priključnih cjevovoda za transport prirodnog plina, čak i ako platforme zbog koji su isti izgrađeni budu uklonjene.

Tablica 8. Sadašnje i buduće stanje izgrađenosti priključnih podmorskih cjevovoda (izvor: INA d.d.)

Dionica i naziv	Duljina	Nazivni promjer	Postojeći/ planirani	Godina početka rada	Godina završetka rada
Eksploatacijsko polje ugljikovodika "Sjeverni jadrani"					
Ivana A – Garibaldi (Italija) (PU7)	67 000 m	400 mm	Postojeći	1999.	Nije planirana
Ivana E – Ivana A (PU8)	3 800 m	350 mm	Postojeći	2000.	2020.
Ivana E – Ivana D (PU9)	4 400 m	150 mm	Postojeći	2001.	2014.
Ivana E – Ivana B (PU-10)	6 800 m	350 mm	Postojeći	2001.	2020.
Ivana K - Pula (PU24)	55 000 m	450 mm	Postojeći	2005.	2035. ili po potrebi
Ivana B – Ivana C (PU26)	8 200 m	150 mm	Postojeći	2006.	2014.
Ida A – Ida C (PU27)	5 900 m	150 mm	Postojeći	2006.	2018.
Ida B - Ida C (PU28)	2 400 m	150 mm	Postojeći	2006.	2018.
Ida C - Ivana K (PU29)	35 700 m	400 mm	Postojeći	2006.	Nije planirana
Ida C - Ika A (PU30)	10 800 m	400 mm	Postojeći	2006.	Nije planirana
Ika A – Ika B (PU31)	6 500 m	150 mm	Postojeći	2006.	2015.
Annamaria A – Annamaria B (Italija)	3 700 m	400 mm	Postojeći	2009.	2039.
Annamaria A – Ika A	9 300 m	400 mm	Postojeći	2039.	2039.
Ana – Ivana B	4 400 m	250 mm	Postojeći	2008.	2020.
Vesna – Ana	3 500 m	250 mm	Postojeći	2008.	2013.
Irina – Ida A	6 300 m	250 mm	Postojeći	2009.	2013.
Božica – Ivana A	9 700 m	200 mm	Planirani	2013. ili kasnije	2017. ili kasnije
Ika C – Ika A	12 500 m	150 mm	Planirani	Nije određeno	Nije određeno
Ika JZ – Ika A	11 700 m	200 mm	Planirani	2014. ili kasnije	2034. ili kasnije
Ida D – Ida C	10 600 m	150 mm	Planirani	Nije određeno	Nije određeno
Annamaria A - Ivana K	43 000 m	Nije određen	Planirani	Po potrebi	Po potrebi
Ida D – Ika A	8 000 m	150 mm	Planirani	Nije određeno	Nije određeno
Ilena 1 – Ivana B	3 500 m	250 mm	Planirani	Nije određeno	Nije određeno
Ivna 1 – Ivana C	7 000 m	150 mm	Planirani	Nije određeno	Nije određeno
Irina JZ - Irina	1 500 m	150 mm	Planirani	Nije određeno	Nije određeno
Eksploatacijsko polje ugljikovodika "Marica"					
Marica – Barbara (Italija) (ZD-12)	17 900 m	350 mm	Postojeći	2004.	2019.
Katarina – Marica (ZD-14)	12 100 m	350 mm	Postojeći	2006.	2016.

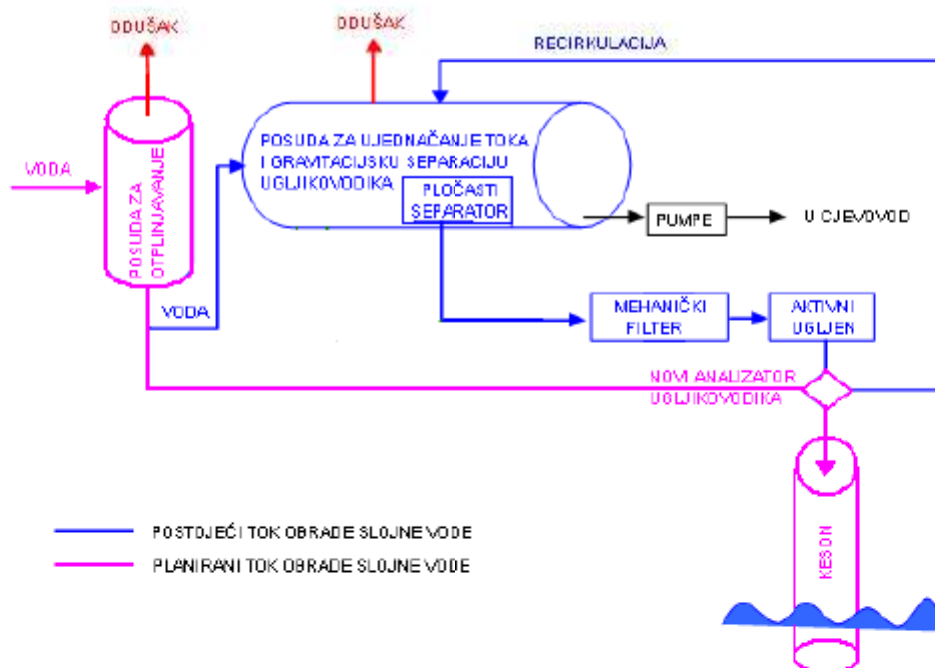
1.3. Opis zahvata

1.3.1. Izmjena tehnologije obrade slojne vode

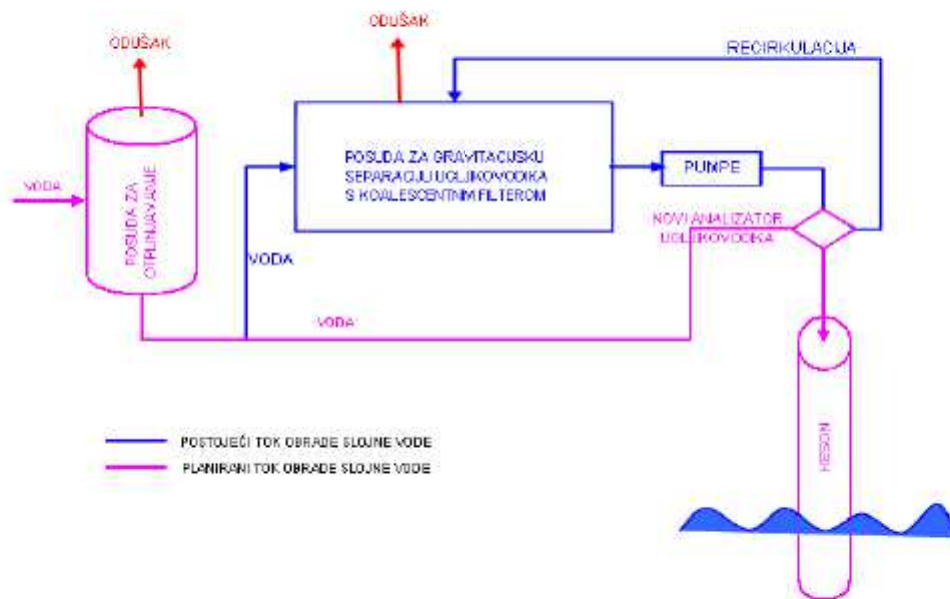
Izmjena tehnologije obrade slojne vode izvršiti će se na postojećim platformama Ivana A, Ika A, Marica i Katarina. Zahvat će se provesti na način da će se cjevovodi iz postojećih posuda za otplinjavanje na platformama prespojiti mimo postojećih uređaja za pročišćavanje direktno na postojeće uronjene kesone (Slika 20., Slika 21.) te će dodatno ugraditi novi mjerači koncentracije ulja (analizatori ugljikovodika) na ispusnim cjevovodima prije ulaza u keson.

Lokacije ispuštanja tako pročišćenih slojnih voda ostaju iste (postojeći kesoni na platformama Ivana A, Ika A, Marica, Katarina).

Sustav pročišćavanja slojnih voda na platformi Annamaria A ostane kakav jest, dakle sustav koji uključuje otplinjavanje, separaciju i filtraciju, obzirom da je platforma Annamaria A relativno nova, crpi velike količine plina pri visokom eksploatacijskom tlaku i moguća je povremena pojava povišenih koncentracija ulja u slojnoj vodi.



Slika 20. Planirani sustav obrade slojne vode na platformi Ivana A



Slika 21. Planirani sustav obrade slojne vode na platformama Ika A, Marica i Katarina

Posljednje detaljnije analize nepročišćenih slojnih voda provedene krajem 2012. godine (točka 3.5.2. Studije, Prilog 6. Postojeći rezultati mjerenja kakvoće slojne vode i sumporovodika u plinu), pokazale su da slojne vode (koje su uzorkovane na svih 5 sustava: Ivana, Ika, Annamaria A, Marica i Katarina) ne sadrže ugljikovodike poznate po toksičnom utjecaju na živi svijet mora (monoaromatski i poliaromatski ugljikovodici), kao i to da iste ne sadrže dietilen-glikol, taloživu tvar i određene toksične teške metale (olovo, kadmij, živa), dok su koncentracije drugih izmjerenih tvari relativno niske, odnosno analize su pokazale da slojna voda koja se proizvodi na području eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i „Marica“ nema ekotoksična svojstva (Prilog 6. Postojeći rezultati mjerenja kakvoće slojne vode i sumporovodika u plinu). Trend koji se također može uočiti je pad razine onečišćenja slojne vode kako se životni vijek ležišta bliži kraju, odnosno kako raste količina proizvedene slojne vode.

Planirani sustav kontrole koncentracije ulja u slojnoj vodi

Na svakom od ispusta slojne vode u keson biti će instaliran automatski mjerač (analizator) ulja i mutnoće namjena kojeg je otkrivanje unosa netopivih nečistoća (uglavnom ulja i masti). Mjerenje će biti u realnom vremenu, a kontrola će se obavljati iz kontrolne sobe platforme Ivana A za platformu Ivana A, odnosno Annamaria A za platforme Ika A, Marica i Katarina. Mjerač se sastoji od mjernog pretvornika, mjerne sonde i dijelova za povezivanje i učvršćenje, i djeluje na principu fotometrije, na način da zraka svjetlosti stalno prolazi kroz prozirnju kapljevину pri čemu unutar same kapljevine dolazi do mogućeg raspršenja svjetlosti zbog prisutnosti netopivih nečistoća, a intenzitet svjetlosti na ulazu i izlazu pretvara u električni signal, koji se preko pretvornika preračunava u koncentraciju netopivih nečistoća. Podešavanje granične vrijednosti provodi se na mjernom pretvorniku. U slučaju da je koncentracija netopivih nečistoća viša od zadane (40 mg/L), dolazi do automatskog alarmiranja posade u nadzornoj/kontrolnoj prostoriji. Po dobivanju alarma, posada platforme se upućuje na

teren, te na licu mjesta s prenosivim mjernim instrumentom provjerava razinu tekućih ulja u kesonu. Ukoliko je visina stupca ulja u kesonu veća od 1,5 m, sakupljena uljna faza se prepumpava u za to namjenjen spremnik.

Uređaj radi pri tlaku do 10 bar, i pri protoku od 0,5-50 l/min. Podnaša pH vrijednost od 10,5, temperaturu od 0-60 °C. Izvor svjetla je snage 10 kW (12V). Ugrađuje se na cijev promjera 10 mm u obilaznom vodu glavne odvodne cijevi slojne vode promjera 10 cm. Obzirom na prisutnost suspendiranih tvari u otpadnim vodama, uređaj se ugrađuje okomito na cijev kroz koju protječe slojna voda, a uređaj je potrebno povremeno odzračiti.

1.3.2. Prilagodba sustava uklanjanja sumporovodika iz plina

Kao što je navedeno u točki 1.2.3.2., platforme na plinskom polju Ika (Ika A i Ika B) puštene su u rad 2004. godine. Do 2011. godine koncentracije sumporovodika u prirodnom plinu bile su niske (do 7,5 mg/m³), pa sustav uklanjanja sumporovodika nije bio u funkciji, međutim, isti je ostao instaliran na platformi Ika A, a radi opreza od mogućeg povećavanja sadržaja H₂S-a provođeno je praćenje koncentracije H₂S u radnoj atmosferi platforme (navedeni program praćenja koncentracije H₂S u prirodnom plinu na polju Ika obuhvaćen je pa je i važećim Rješenjem Ministarstva zaštite okoliša prostornog uređenja i graditeljstva od 26. srpnja 2010. godine).

Tijekom 2011. godine po prvi put su se pojavile povećane koncentracije H₂S-a u prirodnom plinu na plinskom polju Ika, ali ne na platformi Ika A, nego na platformi Ika B. Eksploatirani plin iz bušotine Ika B1 sadržavao je koncentraciju H₂S do 195 mg/m³, a plin iz bušotine Ika B2 do 90 mg/m³. Prirodni plin se s platforme Ika B prije daljnjeg puštanja u distribucijski sustav obrađuje na već instaliranom sustavu za uklanjanje H₂S iz prirodnog plina na platformi Ika A (Opisano u poglavlju 1.2.3.2.).

Zbog povećane koncentracije H₂S u plinu s platforme Ika B, propisane su nove mjere zaštite okoliša i nove mjere praćenja stanja okoliša.

1.3.3. Popis vrsta i količina tvari koje ulaze u tehnološki proces i koje ostaju nakon tehnološkog procesa

1.3.3.1. Proces pročišćavanja slojne vode

U proces pročišćavanja slojne vode ulazi:

- slojna voda koja se zajedno s plinom crpi iz ležišta. Detaljniji sastav slojne vode prikazan je u točki 3.5.2 (Tablica 46.) Količina slojne vode varira ovisno o plinskom polju i iznosi oko 25 -250 m³/dan. Slojna voda u prvom redu sadrži ugljikovodike u koncentraciji 2 – 9 mg/L, s tendencijom smanjenja (i to dominantno metan, uz moguće prisustvo C₂ i C₃ ugljikovodika u tragovima, te moguće prisustvo ostataka raznih maziva koja su se koristila ili se koriste tijekom procesa bušenja i eksploatacije plina). Prema analizi nepročišćene slojne vode koja je provedena u prosincu 2012. godine na svih 5 platformi na kojima se slojna voda ispušta u okoliš, u slojnoj vodi nema inače po okoliš najproblematičnijih aromatskih ugljikovodika.

Iz procesa pročišćavanja slojne vode izlazi:

- obrađena slojna voda u količini 25 -250 m³/dan ovisno o plinskom polju, čiji će sadržaj ukupnih ulja iznositi 0 - 6 mg/L s tendencijom smanjenja, što je nekoliko puta manje od Protokolom o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja (tzv. Offshore Protokol) dozvoljene koncentracije od 40 mg/L (mjesečni prosjek).

Nakon procesa pročišćavanja slojne vode zaostaje:

- zauljeni otpad, odnosno ugljikovodici odvojeni postupkom gravitacijske separacije u kesonima. Obzirom na vrlo niske koncentracije ulja u slojnoj vodi, prosječna godišnja količina izdvojenih ulja ukupno na svim platformama može se procijeniti na oko 0,3 m³.
 - Sukladno Uredbi o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada (NN 50/05, 39/09), ključni broj navedenog otpada jest 13 05 07* (zauljena voda iz separatora ulje/voda). Otpad je klasificiran kao opasni otpad. Otpad predstavlja smjesu ugljikovodika i vode. Preporučeni postupak zbrinjavanja je termička obrada, uz prethodno kondicioniranje
 - u dosadašnjem periodu rada platformi (od 1999. godine) nije bilo proizvodnje većih količina navedenog otpada, pa se kesoni do sada nisu uopće praznili niti na jednoj platformi

1.3.3.2. Proces uklanjanja sumporovodika

U proces uklanjanja sumporovodika na platformi Ika A ulazi:

- Prirodni plin s povišenim udjelom sumporovodika koji se eksploatira na platformi Ika B. Koncentracija sumporovodika u plinu iznosi do 195 mg/m³ s tendencijom porasta. Trenutna eksploatacija plina na platformi Ika B iznosi oko 55.000 m³/dan s tendencijom smanjenja.
- Tekući kemijski apsorbens na bazi triazina koji se koristi za uklanjanje sumporovodika u godišnjoj količini od oko 30 m³, s tendencijom smanjenja korištenja sukladno padu eksploatacije plina na platformi Ika B.

Iz procesa uklanjanja sumporovodika izlazi:

- Prirodni plin s platforme Ika B s udjelom sumporovodika sniženim ispod 6 mg/m³, približne količine od 55.000 m³/dan s tendencijom smanjenja.
- Otpad: zasićeni tekući kemijski apsorbens na bazi triazina koji se koristi za uklanjanje sumporovodika u godišnjoj količini od oko 30 m³, s tendencijom smanjenja korištenja sukladno padu eksploatacije plina na platformi Ika B.
 - Sukladno Uredbi o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada (NN 50/05, 39/09), ključni broj navedenog otpada jest 05 07 02 (otpad koji sadrži sumpor). Otpad nije klasificiran kao opasni otpad i nema značajke koje bi ga svrstale u opasni otpad. Otpad predstavlja smjesu triazina, bis-ditiazina, ditiazina, metanola i vode i ima biorazgradiva svojstva. Preporučeni postupci zbrinjavanja su termička obrada i odlaganje, uz prethodno kondicioniranje

2. VARIJANTNA RJEŠENJA ZAHVATA

2.1. Obrada slojne vode

U okviru analize mogućih rješenja izmjena tehnologije pročišćavanja slojne vode, moguće dogradnje pojedinih podsustava ili nadogradnje novim podsustavima načelno su razmatrana različita tehničko-tehnološka rješenja u smislu „end-of-pipe“ rješenja, koja ne bi zadirala u rekonstrukciju postojećeg sustava prihvata i pročišćavanja prirodnog plina.

Važno je napomenuti da je primjena određenih tehnološko-tehničkih rješenja, koja su vrlo jednostavna u kopnenom okruženju u kojem redovito ima dovoljno prostora i instalacijskih kapaciteta, najčešće vrlo zahtjevna u okruženju otvorenog mora gdje na postojećim objektima ima vrlo malo raspoloživog prostora i instalacijskih kapaciteta, pa su i mogućnosti odstupanja od inicijalnog projekta vrlo oskudne. Neka od tehničkih rješenja koja su razmatrana uključivala su skimere (hvatače) za uklanjanje većih uljnih čestica, koalescentne ispune različitih tipova uključujući i oleofilna vlakna, hidrociklone, korugirane pločaste separatore, centrifuge, te uređaje koji se najčešće koriste kad su u vodi prisutne emulzije (flotatori, adsorberi, ionski izmjenjivači, različiti filteri i organski ekstraktori), kao i različite kombinacije navedenih uređaja, odnosno tehnike koje se smatraju BAT sukladno smjernicama *U.S. Department of Energy - National Energy Technology Laboratory* i *OSPAR Komisije*.

Tijekom analize zaključeno je da je, u cilju kvalitetnog izbora tehnologije ključni, odnosno praktično jedini parametar čije granične vrijednosti treba zadovoljiti upravo sadržaj ukupnih ulja i masti, odnosno ukupnih ulja u slojnoj vodi. Razlog tome su svjetska iskustva koja su pokazala da je daleko najveći problem onečišćenja okoliša od strane slojnih voda na instalacijama za eksploataciju prirodnog plina na otvorenom moru upravo sadržaj ulja u istima. Primjerice, na području sjeveroistočnog Atlantika veliki broj platformi proizvodi slojnu vodu s vrlo visokim sadržajem ulja koji mogu doseći koncentracije veće od 200 mg/L pa čak i veće od 1.000 mg/L (npr. *UK Sheewater C PUQ*).

Obzirom da je koncentracija ulja u slojnoj vodi iz proizvodnje prirodnog plina područja kojeg obrađuje ova Studija niska, odnosno ista u potpunosti zadovoljava graničnu vrijednost propisanu Protokolom o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja (100 mg/L kao jedinični uzorak, 40 mg/L, kao mjesečni prosjek) na svakom od četiri problematična sustava (Ivana, Ika, Marica, Katarina), kao i zahtjeve smjernica drugih nacionalnih i međunarodnih organizacija koja su mjerodavna za pitanje gospodarenja slojnim vodama instalacija na otvorenom moru, ovom Studijom se predlaže tehnologija pročišćavanja slojnih voda otplinjavanjem na postojećim uređajima za otplinjavanje (degaseri), te gravitacijskom separacijom u kesonu, uz kontrolu koncentracije ulja u realnom vremenu (ugradnjom novih analizatora ulja sa sustavom alarmiranja) u slojnoj vodi koja se ispušta u kesonu, kako je i opisano u točki 1.3.1.

2.2. Smanjenje koncentracije H₂S u prirodnom plinu na polju Ika

Uklanjanje H₂S iz plina na platformi Ika A također ne obuhvaća varijantna rješenja, jer se radi o postojećem sustavu za uklanjanje sumporovodika koje nije bilo u funkciji zbog niskih koncentracija sumporovodika u prirodnom plinu s platforme Ika A. Sustav za uklanjanje je pušten u funkciju nakon što su se u prirodnom plinu na platformi Ika B pojavile povećane koncentracije H₂S. Postojeći sustav je u potpunosti funkcionalan i nema potrebe za njegovom rekonstrukcijom ili zamjenom, pa stoga druge varijante nisu razmatrane.

3. PODACI I OPIS LOKACIJE ZAHVATA I PODACI O OKOLIŠU

3.1. Podaci iz dokumenata prostornog uređenja

Eksploatacijska polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" smještena su u sjevernom Jadranu, uz granicu hrvatskog i talijanskog epikontinentalnog pojasa. Navedeni prostor nije detaljno riješen dokumentima prostornog uređenja Republike Hrvatske, već se samo spominje u Strategiji i Programu prostornog uređenja Republike Hrvatske (NN 50/99). U prilogima Studije (Prilog 5. Ovjerena preslika Strategije i Programa prostornog uređenja RH) priložena je ovjerena preslika Strategije i Programa prostornog uređenja Republike Hrvatske (NN 50/99).

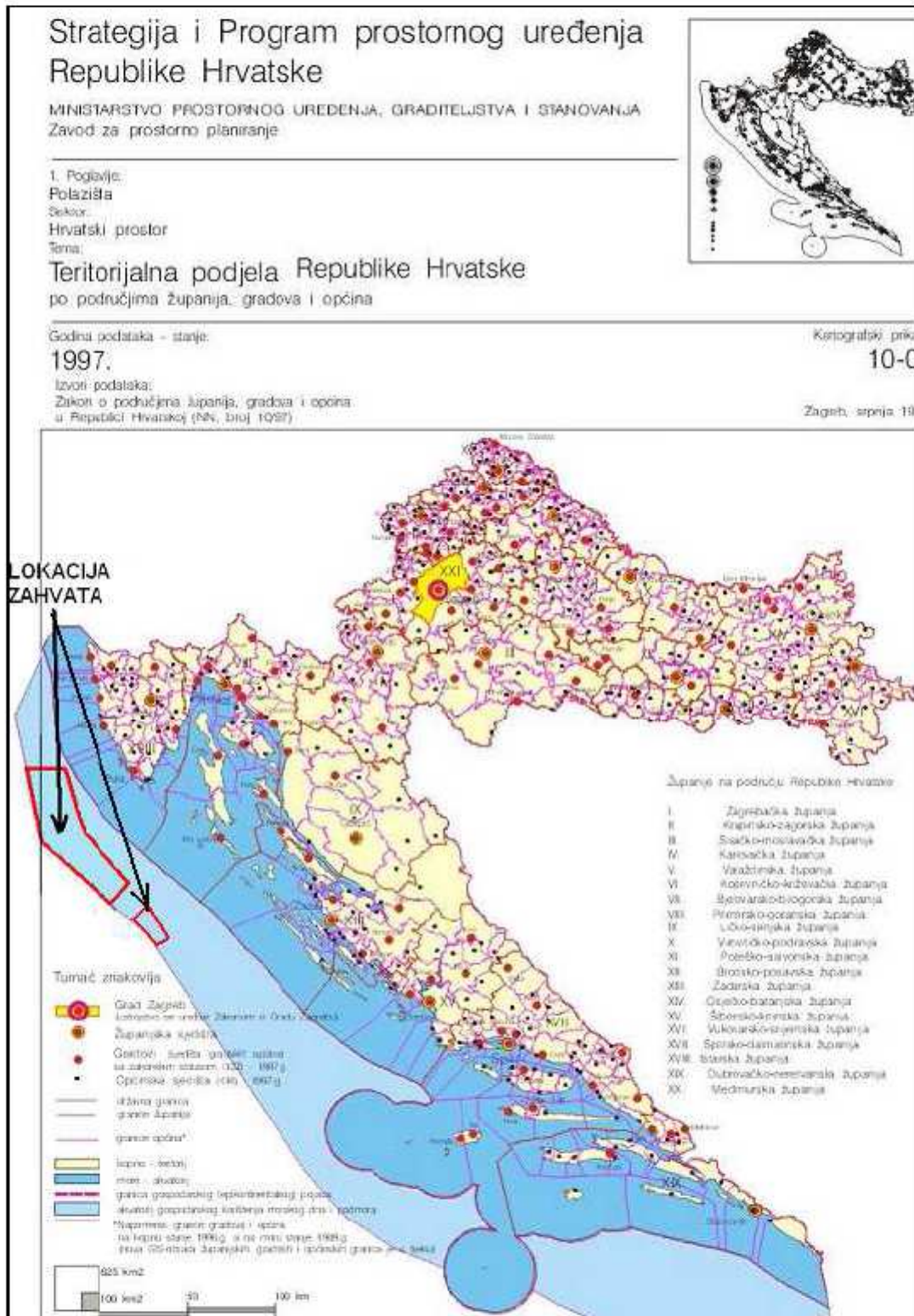
3.1.1. Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske (srpanj 1997. godine)

Strategija definira prostor na kojem se planira zahvat kao *"problemsko područje uz državnu granicu"*, prvenstveno kao politički problem, sljedećim navodom: *"Specifičnost graničnog područja s državom Italijom je u tome što je to morski prostor (površina, vodni stupac, dno i podmorje) i što se sav prekogranični promet odvija plovilima (zone ulova ribe - ribarstvo, zone plinskih polja u podmorju, pomorski promet - trase (rute), turizam - marine i sl.)"* (izvor: Strategija prostornog uređenja RH, poglavlje 3.3.4. Područja uz državnu granicu)

Također, navedeni prostor je definiran kao područje sa značajnim gospodarskim potencijalom: *"Realno je očekivati da će najnovije aktivnosti na polju istraživanja nafte i plina u sjevernom i istočnom području Hrvatske, u jadranskom podmorju i na području Dinarida utvrditi nova ležišta tih energenata."* (izvor: Strategija prostornog uređenja RH, poglavlje 4.3.1. Opći okviri i usmjerenja – Rudarstvo)

Kao jedan od bitnih ciljeva Strategija navodi potrebu projekta Sjeverni jadrani, koji se odnosi na daljnje istraživanje i eksploataciju nafte i plina u Jadranu: *"Istovremeno započet će realizacija projekta sjeverni jadrani što daje osnovu za širenje plinske mreže u Istri i Primorju, a zatim i u Dalmaciji, ukoliko se to pokaže gospodarski opravdanim."*, (izvor: Strategija prostornog uređenja RH, poglavlje 4.4.2. Energetski sustav, točka 4.4.2.2. Ciljevi, smjernice, mjere)

U Kartogramima koji su sastavni dio Strategije ucrtan je epikontinentalni pojas. Na Kartogramu 10-02 "Teritorijalna podjela Republike Hrvatske" (Slika 22.) navedeno područje predstavlja *"akvatorij gospodarskog korištenja mora i podmorja."* U Kartogramu 44-06 "Cijevni promet – naftovodi i plinovodi" (Slika 23.) navodi se ponovno sljedeće: *"Istovremeno započet će realizacija projekta sjeverni jadrani što daje osnovu za širenje plinske mreže u Istri i Primorju, a zatim i u Dalmaciji, ukoliko se to pokaže gospodarski opravdanim."* Na istom Kartogramu 44-06 ucrtane su shematski neke od postojećih platformi na području koje nosi oznaku *"istraženo podmorsko nalazište plina"*.



Slika 22. Prikaz lokacije zahvata na Kartogramu teritorijalne podjele Republike Hrvatske (Izvor: SPURH, Kartogram 10-02)

Strategija i Program prostornog uređenja Republike Hrvatske

MINISTARSTVO PROSTORNOG UREĐENJA, GRADITELJSTVA I STANOVANJA
Zavod za prostorno planiranje

4. Poglavje:

Prostorno razvojna i planska usmjerenja

Sektor:

Prometni sustav

Tema:

Cjevni promet - naftovodi i plinovodi

Program razvoja magistralne mreže i objekata

Godina podataka - stanje - planirano:

1995., 2005. i 2015.

Izvori podataka:

Ministarstvo gospodarstva

Uprava za energetiku, 1995. i drugi izvori

Kartografski prikaz:

44-06

Zagreb, srpnja 1997.



Slika 23. Prikaz lokacije zahvata na Kartogramu "Cjevni promet – naftovodi i plinovodi" (Izvor: SPURH, Kartogram 44-06)

3.1.2. Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (NN 50/99)

Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (NN 50/99) također ponavlja navode iz Strategije, te također u dijelu koji se odnosi na zaštitu mora navodi sljedeće: *"Kroz planove korištenja namjene mora treba uskladiti brojne djelatnosti koje se odvijaju na moru, u podmorju i na obalnoj liniji. Tim planovima treba utvrditi koridore, područja i zone za pomorski promet, lučke usluge, nautički turizam, ribolov, marikulturu – akvakulturu, preradu ribe, rekreaciju, šport uz priobalno područje mora i akvatorija, proizvodnju prirodnog plina i nalazišta nafte iz podmorja, proizvodnju soli i dr."* (izvor: Program prostornog uređenja RH, poglavlje 3.3.5. Zaštita mora)

U Kartogramu 11 "Cijevni promet – naftovodi i plinovodi" (Slika 24.) navodi se (kao i u Strategiji) sljedeće: *"Istovremeno započet će realizacija projekta sjeverni Jadran što daje osnovu za širenje plinske mreže u Istri i Primorju, a zatim i u Dalmaciji, ukoliko se to pokaže gospodarski opravdanim."* Na istom Kartogramu ucrtane su shematski neke od postojećih platformi na području koje nosi oznaku *"istraženo podmorsko nalazište plina"*.

Strategija i Program prostornog uređenja Republike Hrvatske

Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i stanovanja
Zavod za prostorno planiranje

3. Poglavlje:

Infrastrukturni i gospodarski sustavi

Sektor:

Prometni sustav

Tema:

Cjevni promet: plinovodi i naftovodi

Program razvoja magistralne mreže i objekata



Godina podataka - stanje - planirano:

1997. i 2015.

Kartografski prikaz:

11

Izvori podataka:

Ministarstvo gospodarstva - Uprava za energetiku, 1995.;

Stručne podloge za objekte sustava INE, 1997. i drugi izvori

Zagreb, svibnja 1999.



Slika 24. Prikaz lokacije zahvata na Kartogramu "Cijevni promet: plinovodi i naftovodi" (Izvor PPUH, Kartogram 11)

3.2. Podaci iz drugih strateških dokumenata

3.2.1. Izvješće o stanju u prostoru Republike Hrvatske 2008.-2012. (NN 61/13)

Vezano uz eksploataciju plina iz podmorja, u točki II.3.7. Izvješća o stanju u prostoru Republike Hrvatske 2008.-2012. (NN 61/13) *Eksploatacija mineralnih sirovina* navodi se da se proizvodnja nafte i plina se zbog iscrpljenja pojedinih eksploatacijskih polja postupno smanjila iako postoje potencijalna nalazišta u Jadranskom moru (srednji i južni jadrani).



Slika 25. Cjevovodni promet – nafta i plin (izvor: Izvješće o stanju u prostoru RH 2008.-2012. NN 61/13, orig. izvor: INA Naftaplina 2009., Janaf 2012., Plinacro 2012. Ministarstvo gospodarstva 2012.)

U točki II.4.2.3. *Cjevovodni promet* prikazan je sustav naftovoda i plinovoda u RH (Slika 25.) na kojem je prikazano eksploatacijsko polje ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ s plinskim poljem Ivana i te lokacije Ika i Ida koje su nazvane plinskim čvorovima.

Eksploatacijsko polje ugljikovodika „Marica“ nije prikazano. Prikazan je priključni podmorski cjevovod od lokacije Ivana do istarskog kopna.

3.2.2. Strategija gospodarenja mineralnim sirovinama (2008.)

Strategija gospodarenja mineralnim sirovinama izrađena je 2008. godine od strane Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta iz Zagreba.

U točki 2.2.1.1. *Gospodarski subjekti koji se bave istraživanjem i eksploatacijom tekućih i plinovitih energetskih mineralnih sirovina* navodi se da se eksploatacija nafte i plina s eksploatacijskih polja odvija, između ostalog, i na proizvodnim platformama Sjevernog jadrana.

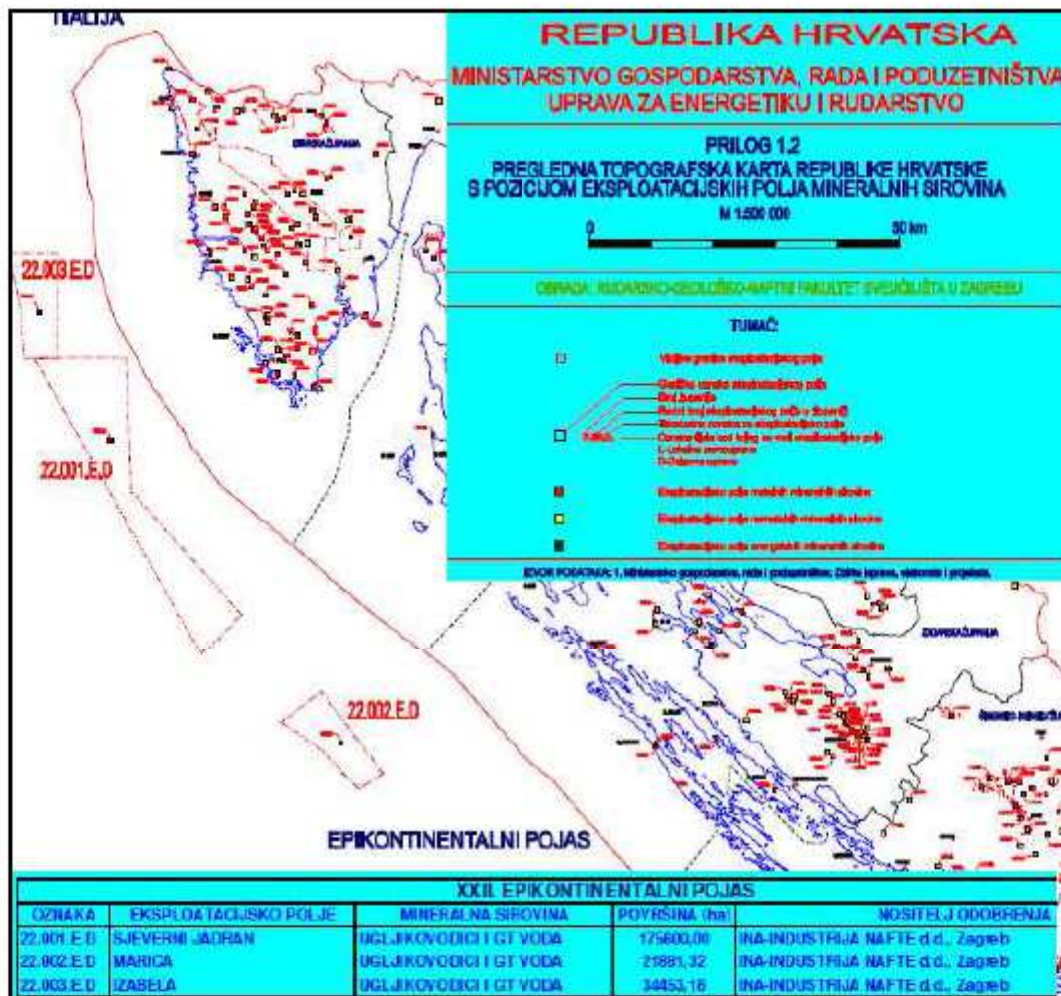
U točki 2.2.2.1 Istražni prostori i eksploatacijska polja nafte, prirodnog plina i kondenzata (ugljikovodika), u svezi lokacije jadranskog podmorja, navodi se da su Istražni radovi opravdani otkrićima većeg broja polja prirodnog plina koja još uvijek nisu sva privedena proizvodnji, te da je Sjeverni jadrani prostor s najvećim stupnjem istraženosti u odnosu na ostatak Jadrana, ali obzirom na otkriveno, prostor predstavlja potencijal u smislu nastavka istraživanja. Vezano uz istraživanja, u području Jadrana odobrena su tri istražna prostora i to: Sjeverni jadrani, Srednji jadrani i Južni jadrani. U tablici 2.2-3 *Popis eksploatacijskih plinskih i plinsko kondenzatnih polja u Republici Hrvatskoj* prikazane su i karakteristike polja koja su predmet ove Studije (Tablica 9).

Tablica 9. Izvod iz popisa eksploatacijskih plinskih i plinsko kondenzatnih polja u RH (Izvor: Strategija gospodarenja mineralnim sirovinama (2008.))

REDNI BROJ	NAZIV EKSPLOATACIJSKOG POLJA	POVRŠINA ha
3.	Sjeverni Jadrani	Ida
		Ika
		Ivana
175.600,0		
6.	Marica	21.881,3

U točki 3.2.3.1. *Perspektivna područja* za otkrivanje novih naftnih i plinskih polja navodi se da jadransko podmorje treba i dalje istraživati i po dubini i po prostiranju. Zbog velikih financijskih ulaganja u istraživanja, treba ih nastaviti sa stranim kompanijama. Trenutni ciljevi istraživanja novih rezervi plina su plinska polja Ana, Vesna, Irina i Annamaria (Strategija je izrađena prije gradnje navedenih platformi), te akumulacije u Ravna naslagama. U dijelu koji se tiče rezultata dosadašnjih istraživanja, navodi se da su istraživanjima koja su provedena od osamdesetih godina prošlog stoljeća otkrivena i ležišta prirodnog plina na sjevernom dijelu Jadranskog mora, na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ (plinska polja Ivana, Ika, Ida, Ana, Vesna, Irina i Annamaria) i „Marica“ (plinska polja Marica i Katarina). Eksploatacija plina na plinskom polju Ivana započela je krajem 1999. godine, a na plinskom polju Marica krajem 2004. godine.

U Prilogu 1.2. Pregledna topografska karta RH s pozicijom eksploatacijskih polja mineralnih sirovina prikazane su lokacije eksploatacijskih polja ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ i „Marica“.



Slika 26. Izvod iz pregledne topografske karte RH s pozicijom eksploatacijskih polja mineralnih sirovina (Izvor: Strategija gospodarenja mineralnim sirovinama (2008.))

U prilogu 4.22 Popis eksploatacijskih polja u epikontinentalnom pojasu navedena je tablica sa značajkama eksploatacijskih polja ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ i „Marica“ koja su predmet ove Studije (Tablica 10.)

Tablica 10. Popis eksploatacijskih polja u epikontinentalnom pojasu (Izvor: Strategija gospodarenja mineralnim sirovinama (2008.))

B) ENERGETSKE MINERALNE SIROVINE					
MINERALNA SIROVINA	EKSPLOATACIJSKO POLJE	POVRŠINA (ha)	NOSITELJ ODOBRENJA	GODINA RJEŠENJA	OZNAKA
UGLJIKOVODICI I GT VODA	SJEVERNI JADRAN	175600,0	INA-INDUSTRIJA NAFTE d.d., Zagreb	1996.	22.001.E.D
	MARICA	21881,5	INA-INDUSTRIJA NAFTE d.d., Zagreb	2003.	22.002.E.D
	IZABELA	34453,2	INA-INDUSTRIJA NAFTE d.d., Zagreb	2007.	22.003.E.D
SVEUKUPNO	3	231934,6			

3.2.3. Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske (NN 130/09)

U točki 8.3.2.1. *Iskorištavanje domaćih nalazišta* Strategije energetskog razvoja RH (NN 130/), vezano uz lokaciju zahvata, navodi se da Republika Hrvatska pokriva iz vlastitih izvora 60% ukupne domaće potrošnje prirodnog plina. Projekcija proizvodnje plina do 2020. godine uz buduću proizvodnju plina na postojećim eksploatacijskim poljima u Panonu i sjevernom Jadranu, u obzir uzima i proizvodnju plina nakon dodatnih ulaganja u postojeća polja te proizvodnju plina koja je moguća uz korištenje novim tehnologijama. Povećanje proizvodnje do 2010. godine ocjenjuje se kao rezultat razvoja i aktiviranja još nekih polja u sjevernom Jadranu kao i mjera za aktiviranje proizvodnje iz rezervi u malim poljima u Panonu. Ocjenjuje se da će nakon 2010. godine proizvodnja u Republici Hrvatskoj opadati zbog iscrpljenosti ležišta.

3.2.4. Strategija održivog razvitka Republike Hrvatske (NN 30/09)

U glavi III Strategije održivog razvitka Republike Hrvatske (NN 30/09) pod nazivom *Ključni Izazovi ostvarenja održivog razvitka Republike Hrvatske*, točki 5. *Energija*, navodi se da su izostanak novih dobavnih pravaca uvoza plina, netržišne cijene i dr. utjecali na smanjenje udjela plina u ukupnoj potrošnji energije i pored rasta domaće proizvodnje na sjevernojadranskim plinskim poljima.

U točki 8. *Zaštita Jadranskog mora, priobalja i otoka* navodi se da se na ostalom (odobalnom, op.a.) dijelu Jadrana opterećenja onečišćavajućim tvarima relativno su niska pa je za Jadransko more u cjelini stanje zadovoljavajuće. Najvažniji problemi zaštite okoliša, a time i održivog razvitka Jadrana jesu, između ostalog, iznenadna i operativna onečišćenja mora s pomorskih objekata, nesreće pri prijevozu i pretovaru nafte i naftnih prerađevina i dr. Navodi se također da je Republika Hrvatska zajedno s ostalim državama članicama Mediteranskoga akcijskog plana (MAP-a) usvojila Mediteransku strategiju održivog razvoja koja posebnu pozornost u održivom razvoju Mediterana posvećuje upravo održivom upravljanju morem, obalnim područjima i morskim resursima.

3.3. Sažeti opis postojećeg stanja okoliša na koji bi zahvat mogao imati utjecaj

Sažeti opis postojećeg stanja okoliša obuhvaća najznačajnije aspekte okoliša na koje bi zahvat mogao imati utjecaj, a obuhvaća "nulto stanje", opisano prethodnom Studijom o utjecaju na okoliš za eksploatacijsko polje ugljikovodika "Sjeverni jadrani" iz 2009. godine, Studijom o utjecaju na okoliš plinskih polja Marica i Katarina (eksploatacijsko polje ugljikovodika "Marica"), rezultate istraživanja obraštaja na platformama Annamaria A i Ivana A iz 2011. godine, rezultate znanstvenih istraživanja (Projekt Jadrani, IRB 1998.-2005., projekt WICOS IRB 2008.-2009.) i drugih najnovijih stručnih istraživanja.

3.3.1. Geološke značajke

3.3.1.1. Evolucija jadranskog bazena i stratigrafski smještaj

Sjeverni jadrani može se smatrati podmorskim nastavkom bazena rijeke Po na kontinentalnom šelfu, gdje je tijekom Pliocena istaloženo oko 7000 m pjeskovitih i glinovitih naslaga. Većina ovih sedimenata je nastala erozijom uglavnom Alpa i manjim dijelom Apenina. Ovaj materijal se u sjeverni Jadrani donosi tokom rijeke Po i nekoliko manjih tokova (Adige, Brenta i Reno). Trenutno rijeka Po donosi većinu sedimenta, oko 20 milijuna tona godišnje (Colantoni i dr. 1979). Krupnozrnati materijal se taloži bliže obali, dok se sitnija frakcija transportira dalje. Donos materijala s hrvatske strane je zanemariv zbog specifičnosti mehanizma rada rijeka na krškom području (Cattaneo i dr., 2002.).

Tijekom pliokvartarnog razdoblja, razina mora se značajno mijenjala ovisno o promjenama tijekom glacijacije. Kontinentalni šelf je izronio tijekom zadnje glacijalne faze (Würm), i stvorili su se uvjeti fluvio – lakustrične sredine (Colantoni i dr. 1979.). Holocenska sedimentacija koja je započela krajem Würm-a, prije 11.700 godina (Gibbard i sur., 2007., Velić, Malvić, 2011.) u sjevernom Jadrani je ograničena na uski obalni pojas i ostaje jasno odvojena erozijskom površinom, koja se jasno poklapa sa Flandrijskom transgresijom (Velić, Malvić, 2011.).

Što se tiče utjecaja struja na procese sedimentacije u centralnom dijelu sjevernog Jadrana, glavne komponente su dinamika samih struja, morfologija bazena, količina tvari koja dolazi u Jadrani i veličini čestica taloženog materijala.

Najznačajnije komponente transporta ovise od dinamike struja u bazenu, razumljivo postojanjem adekvatne energije koja može utjecati na procese erozije i taloženja. Na ovom dijelu šelfa mogu se izdvojiti dvije glavne komponente transporta morskim strujama:

1. Komponenta transportira obalni pijesak na morskom dnu između linije obale i dubine od 5 m. Transportira ga u smjeru sjeverozapada, što ovisi o meteo maritimnim uvjetima.
2. Drugu komponentu predstavlja vučenje prahovitog sedimenta prema jugoistoku tonućom komponentom jadranskih struja.

Objektive komponente su dominantne u recentnom transportu i disperziji materijala u moru. Centralni dio zapunjen reliktnim šelfnim pješčanim naslagama je pod utjecajem samo slabih promjenljivih struja.

3.3.1.2. Stratigrafija i petrografija

Tijekom geološke povijesti taložni uvjeti u jadranskom podmorju značajno su se mijenjali kao i tektonska aktivnost. Jadransko more je konačno oblikovano u holocenu nakon Flandrijske transgresije (Velić, Malvić, 2011.). Međutim, stijene koje se nalaze u prostoru Jadranskog bazena su znatno starije i u ovisnosti o lokaciji mogu se pratiti od perma, preko trijasa, jure, krede, pa sve do kraja kenozoika. Generalno, najznačajnije stijene na prostoru hrvatskog dijela jadranskog bazena zauzimaju stijene koje pripadaju krednoj karbonatnoj platformi.

U razmatranom području Sjevernog Jadrana naslage se pliocenski, pleistocenski i holocenski sedimenti koji prekrivaju cijelo područje i znatnih su debljina, a predstavljeni su laporima, glinama, siltovima, silitima, pješčenicima i pijescima. Ovaj slijed je potvrđen i bušotinama Ika JZ A, Ika JZ B, Ida D, Ravenna A, Andreina i Ika C.

Detaljna podjela stratigrafskog stupa napravljena je prema AGIP-ovoj zonaciji, a razlog tomu je detaljnija podjela, na talijanskoj strani su kenozojske naslage su razrađene na dvanaest formacija, a na hrvatskoj strani je izdvojena samo jedna i to je formacija Susak (Velić, Malvić, 2011.).

U nastavku je dan opis pliocenskih i kvartarnih naslaga, jer se u njima nalaze ležišta iz kojih se crpi plin na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadransko" i "Marica" uz prikaz korelacije kvartarnih naslaga i gornjeg dijela neogena prema Velić i Malvić, 2011. (Tablica 11., modificirano prema Velić, Malvić, 2011.)

Tablica 11. Usporedba hrvatske i talijanske litostratigrafske podjele u pliocenu i kvartaru sjevernog Jadrana

Kronostratigrafska jedinica	Litostratigrafske formacije		
	Hrvatski naziv	Talijanski naziv	
Holocen	Recentni sedimenti		
Pleistocen	Susak	Ravenna	Ravenna
		Carola	Santerno
Pliocen	Susak	Porto Garibaldi	Santerno
	Susak	Corsini*	
	Susak	Canbopo*	
	Susak	Santerno	
Miocen	Susak	Clara	

(*članovi čiji su karakteristični litofacijesi zabilježeni samo na talijanskoj strani)).

U danjem tekstu je dan opis pojedinih formacija prema Agip-ovoj zonaciji prema: Casero, 2004.; Velić, Malvić, 2011. i Casero, Bigi, 2013. Najstarija formacija pliokvartarnog paketa naslaga u sjevernom Jadranu je Formacija Santerno (donji

pliocen do srednji pleistocen). Iza formacije Santerno stratigrafski slijede formacije Canopo (donji do srednji pliocen) i Corsini (srednji do gornji pliocen) – međutim njihovi litofacijesi su utvrđeni samo na talijanskoj strani, pa u daljnjem tekstu nisu opisivane. Formacija Porto Garibaldi (gornji pliocen do donji pleistocen). Konkordantno na formaciji Porto Garibaldi, nalazi se Formacija Carola (srednji pleistocen). Najmlađi član je Formacija Ravenna (gornji pleistocen).

Eksploatacijsko polje ugljikovodika "Sjeverni jadrani" u regionalnom smislu pripada pregibnom i bazenskom taložnom sustavu jadranske karbonatne platforme. Tijekom srednjeg eocena, oligocena i miocena tektonika je fragmentirala jadranski bazen stvarajući nekoliko manjih bazenskih prostora.

Tijekom kasnog eocena, oligocena i miocena tektonski pokreti pravca sjeverozapad – jugoistok uzrokuju uzdizanje strukture u području polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" te emerziju. Emerzija tijekom kasnog mesiniana uzrokuje eroziju miocenskih sedimenata.

Do transgresije dolazi tijekom srednjeg pliocena, kada se počinje taložiti Formacija Santerno, a karakterizirana je hemipelagičkim glinama akumuliranim u uvjetima plitkomorske sedimentacije u području pregiba platforme.

Tijekom srednjeg pleistocena dolazi do taloženja Formacije Carola. Tanki slojevi turbidita unutar formacije ukazuju na prijelaz u dublje bazenske uvjete. Slijedi sedimentacijski ciklus taloženja pravih bazenskih turbiditnih lobova. Turbiditni sedimenti vuku porijeklo iz paleodelte rijeke Po sa taloženjem u pravcu sjeverozapad-jugoistok.

Subsekvencijski deltni sistem formacije Ravenna je daljnja završna faza u zapunjavanju bazena.

Eksploatacijsko polje ugljikovodika "Sjeverni jadrani" zauzima približnu površinu od 1 757 km². Područje je dio sjeveroistočnog ruba plio-pleistocenskog dubokomorskog bazena i plitkomorske padine.

Pleistocenski turbiditi koji zapunjavaju bazen (formacija Carola) podijeljeni su u nekoliko taložnih sekvenci ovisno o dominantnom taložnom procesu:

- a) početni stadij turbiditnog sustava koji uključuje plinonosne slojeve pješčenjaka
- b) slijed progradirajućih obalnih do padinskih sedimenata.

Recentni sedimenti (holocen): Holocen je predstavljen dobro graduiranim klastitima, s veličinama klasta od frakcija srednje do sitnozrnog pijeska preko frakcije praha do frakcije gline. Sedimenti holocena dosežu maksimalnu debljinu od oko 35 m i postaju sve tanji udaljavanjem od obalne linije. U području eksploatacijskih polja dosežu minimalnu debljinu koja iznosi 10 do 15 cm (Cattaneo, Steel, 2003.).

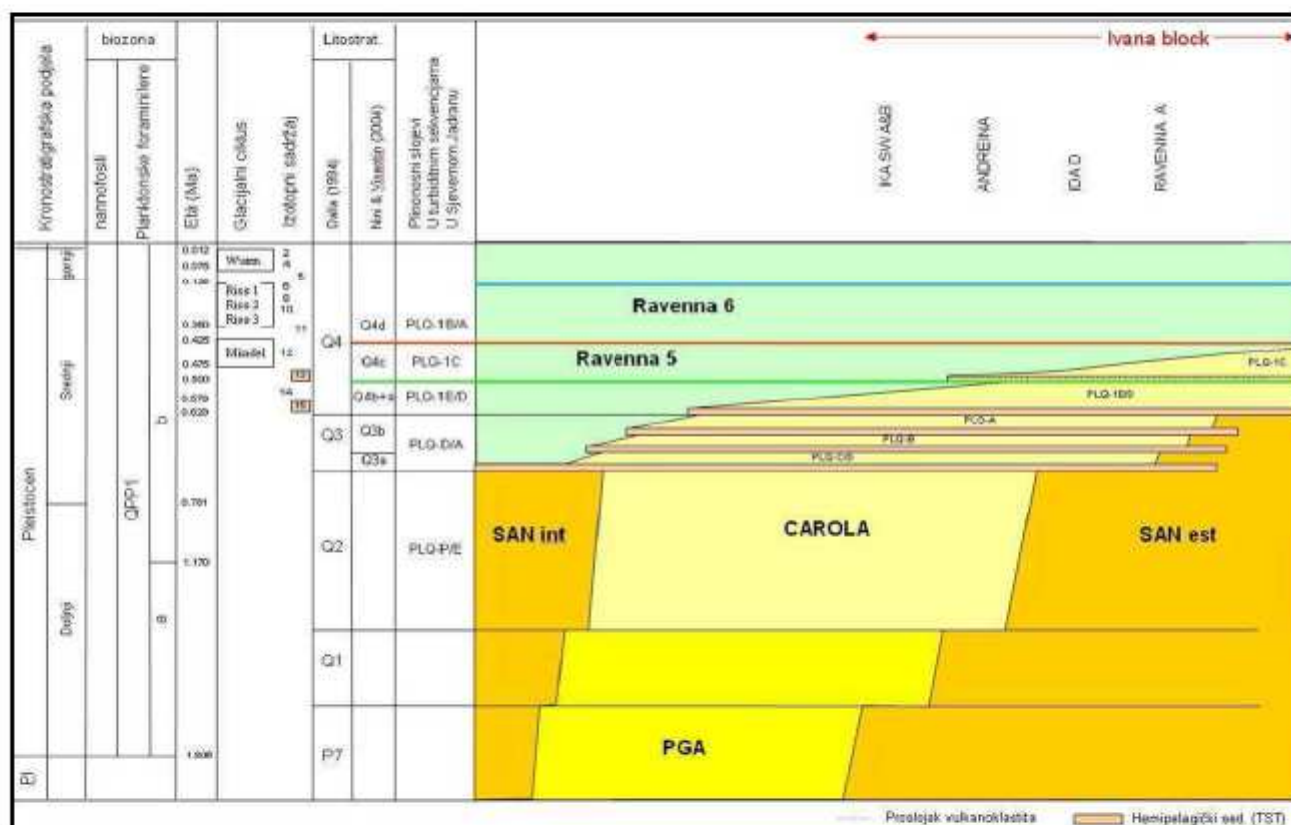
Formacija RAVENNA (srednji do gornji pleistocen): slojevi srednje do sitnozrnog pijeska, sa proslojcima gline i prisutnošću prahovitih intervala.

Formacija CAROLA (gornji pleistocen): izmjena pješčanih slojeva siliciklastičnog i pelitnog sastava. Peliti mogu potjecati od taloženja mehanizmom mutnih struja i iz faze hemipelagičkih taloženja. Debljina naslaga je uvijek povezana sa brojem turbiditnih

sekvencija, što je zaključeno na odnosu pijesak/peliti. Pijesak ponekad može sadržavati krupnozrnatiye proslojke do granulacije šljunka, ali rijetko. Ležišta u Carola formaciji se nalaze unutar turbiditnih pješčenjaka proslojenih šejlovima. Sva ležišta su pleistocenske starosti. Granice su određene korelacijom karotažnih dijagrama bušotina.

Formacija PORTO GARIBALDI (gornji pliocen do donji pleistocen): izmjena pješćanih turbiditskih naslaga slojeva siliciklastičnog sastava i pelitskih sedimenata. Peliti, kao i u Carolla formaciji, mogu potjecati od taloženja mehanizmom mutnih struja i iz faze hemipelagičkih taloženja. Debljina naslaga je uvijek povezana sa brojem turbiditnih sekvencija, što je zaključeno na odnosu pijesak/peliti. Pijesak ponekad može sadržavati krupnozrnatiye proslojke do granulacije šljunka, ali rijetko.

Formacija SANTERNO (donji pliocen do srednji pleistocen): uglavnom glina. Glavnina plinonosnih ležišta se nalazi u formacijama Ravenna i Carola. U formaciji Santerno uglavnom nema plinonosnih ležišta, osim u njezinim mlađim dijelovima gdje se javljaju proslojci pijeska na prostoru plinskog polja Ravenna A (Slika 27.).

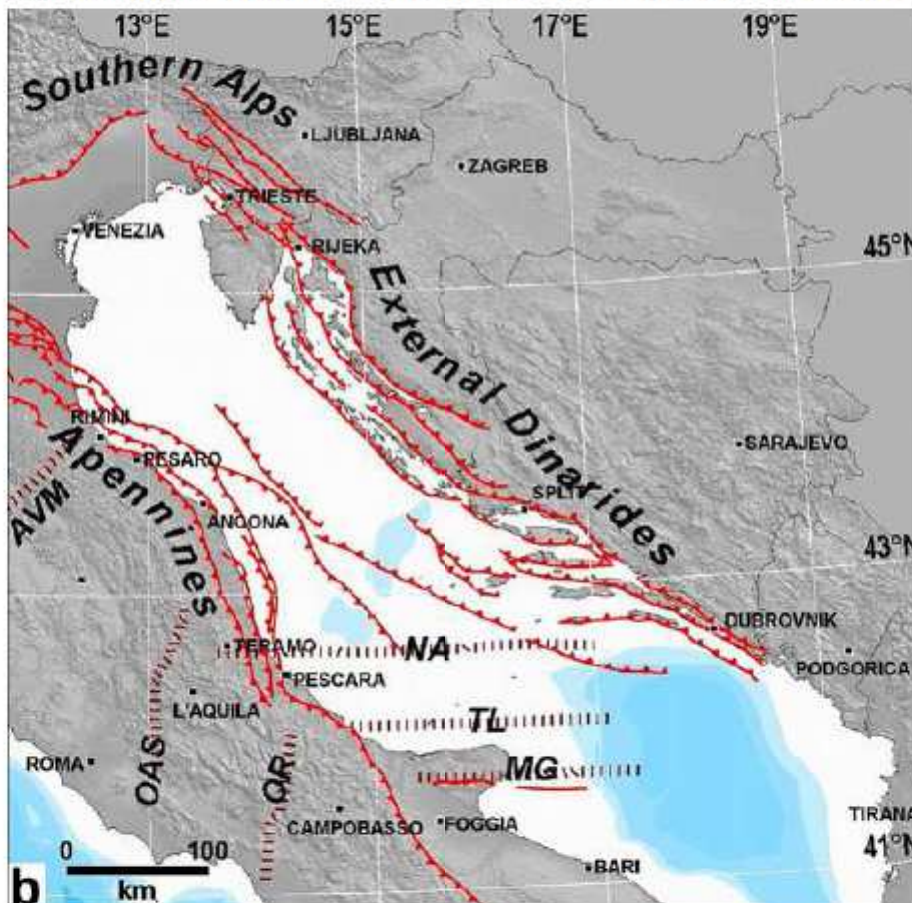


Slika 27. Prikaz litostratigrafske podjele pliokvartarnih naslaga sjevernog Jadrana prema AGIP-ovoj zonaciji

3.3.1.3. Seizmo tektonika s inženjerskom geologijom

Prvi objavljeni radovi o tektonskoj građi hrvatskog dijela Jadrana datiraju od početka sedamdesetih godina prošlog stoljeća (Oluić i sur, 1972., Turk, 1972., Miljuš, 1972.). Tektonsku skicu Jadranskog podmorja napravljenu na temelju kompleksnih geofizičkih mjerenja koja su uključivala: seizmička, geoelektrična i gravimetrijska istraživanja, su objavili Brdarević i Oluić, 1979. i ta interpretacija se nije značajnije mijenjala niti u novijim publikacijama (Casero, 2004., Casero, Bigi, 2013.).

Pojednostavljeno, Jadranski bazen predstavlja Jadransku mikroploču (dio afričke ploče) podvučenu ispod rasjedne zone Dinarida na istoku, sustava Alpskog rasjednog sustava na sjeveru i tektonskih jedinica Apenina na zapadu (Slika 28.). Subdukcija dijelova Jadranske mikroploče odvija se različitim brzinom i pod različitim kutovima pa neki dijelovi tonu brže, a drugi sporije, što izaziva horizontalna pomicanja blokova. Prema geodetskim mjerenjima brzina tonjenja prosječno iznosi nekoliko milimetara do 2 cm godišnje, dok je kut tonjenja najčešće između 30 i 45 stupnjeva (Oluić, 2013.).



Slika 28. Shematski prikaz tektonske građe Jadrana (izvor: Kastelic i sur., 2013.).

Uslijed tonjenja i podvlačenja Jadranske ploče pod Dinaride, odnosno euroazijsku ploču dolazi do redukcije prostora jadranske mikroploče, što znači da se jugoistočni dio Apeninskog poluotoka približava Hrvatskoj obali. To kretanje, prema nekim geodetskim mjerenjima (Bašić i sur, 2008.) iznose oko četiri milimetra godišnje. Isti autori predviđaju

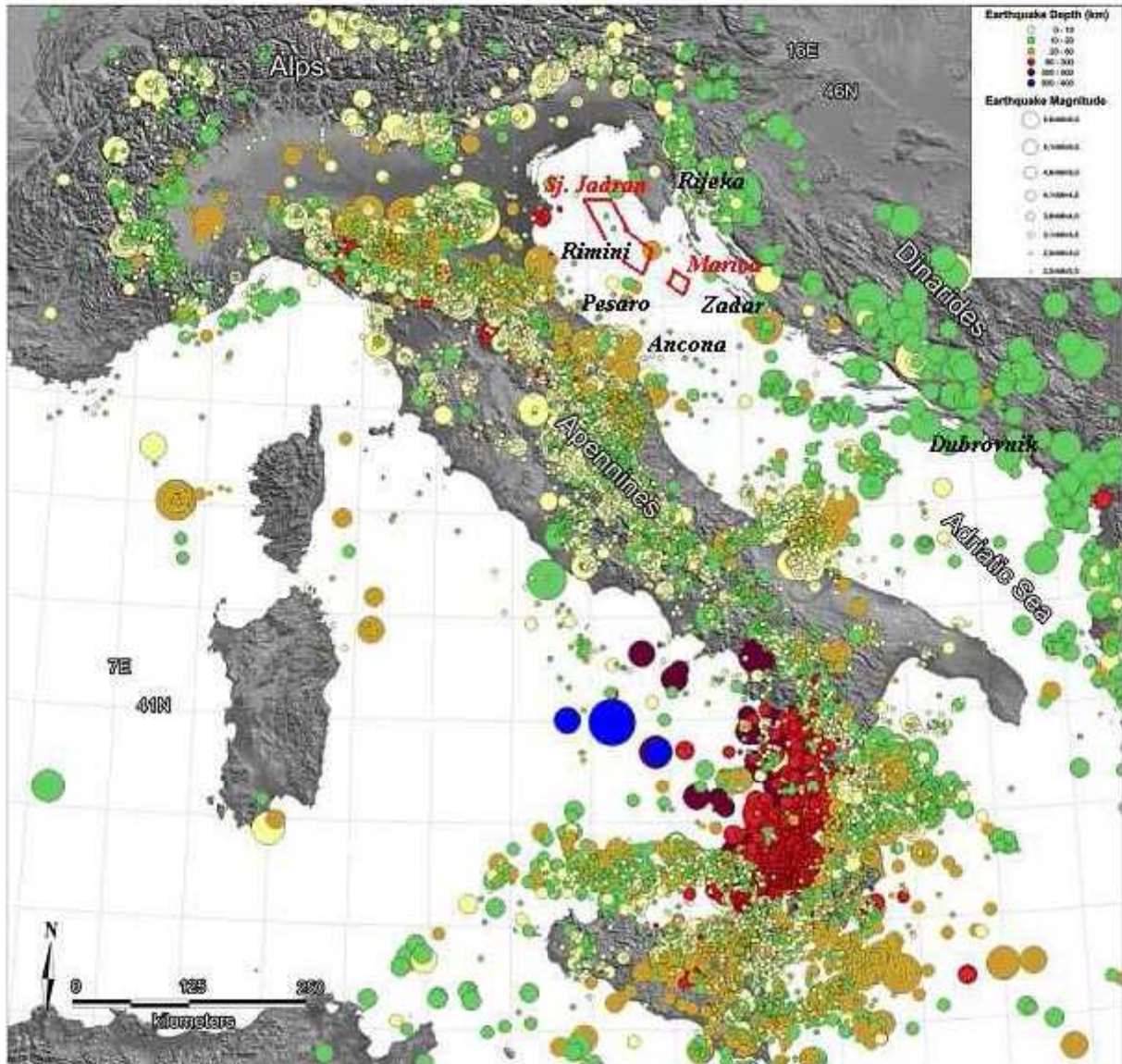
ako bi se taj proces nastavio, za 50 do 70 milijuna godina moglo bi posve nestati Jadransko more, a talijanska obala se spojiti s Hrvatskom.

Južni dijelovi Jadranske mikroploče se puno intenzivnije podvlače pod Dinaride za razliku od sjevernih dijelova. Potresi su uz hrvatski dio Jadranske obale u širem priobalnom pojasu i podmorju grupirani od Dubrovnika do Zadra. Pritom je najveća koncentracija potresa u epicentralnom području Dubrovnika. U priobalnom dijelu i podmorju na potezu od Zadra do Senja zapažena je manja seizmičnost, da bi se značajno povećala obalnim dijelom od Senja prema Rijeci i dalje prema Ilirskoj Bistrici, što su također potvrdili i podaci Geofizičkog zavoda PMF-a od 2012. Sa talijanske strane, seizmičnost je još intenzivnija, posebno u zoni Ancona – Pesaro – Rimini (Slika 29.). Na području sjevernog Jadrana (između Istre i talijanske obale) gdje su smještene i eksploatacijska polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i „Marica“, mogućnost potresa je manja.

Seizmološkim istraživanjima ustanovilo se da je za ispitanu lokaciju od najvećeg značaja seizmički aktivno područje Ancona – Pesaro, što korespondira s najnovijim objavljenim podacima (Di Bucci, Angeloni, 2013.; Kastelic i sur., 2013.). Prema proračunu maksimalnih teorijskih vrijednosti intenziteta potresa lokacija Ivana se nalazi se u zoni V, a Ika u graničnoj zoni VI i VII stupnja MCS ljestvice.

Izučavanjem detaljnih karakteristika lokalne seizmičke aktivnosti, utvrdilo se da magnitude potresa s epicentrima u neposrednoj blizini lokacija nisu bile veće od 4,2 (WET, 2002.). Prema slici (Slika 29.)preuzetoj od (Di Bucci, Angeloni, 2013) na mikrolokaciji eksploatacijskog polja Ivana, maksimalne registrirane magnitude potresa su bile između $3,1 < M < 3,5$, a hipocentri su bili na dubinama između 10 i 20 km. Prema istim autorima, na rubnom jugoistočnom dijelu se mogu javiti potresi magnitude $4,6 < M < 5$ sa hipocentrima na dubinama 20 – 60 km. Na temelju prvotno pretpostavljenih, a novijim publikacijama i potvrđenih tektonskih uzročnika nastanka potresa, geološke građe, tipa i amplituda neotektonskih pokreta, te karakteristika potresa koji su se dogodili, dana je seizmotektonska rajonizacija prema WET, 2002. Za lokaciju Ivana je predviđena maksimalna magnituda 4,6, što je veća vrijednost od maksimalno registrirane (Di Bucci, Angeloni, 2013), odnosno predstavlja nepovoljniji scenarij, dok očekivane maksimalne magnitude korespondiraju sa najnovijim podacima.

- od granice mogućeg javljanja potresa magnitude 5,6 (zona poprečnih do dijagonalnih rasjeda) lokacija Ivana udaljena je 74 km, a lokacija Ika 31 km;
- od granice mogućeg javljanja potresa magnitude 5,0 lokacija Ivana udaljena je 37 km, a lokacija Ika 8 km;
- od granice mogućeg javljanja potresa magnitude 5,0 lokacija Ivana udaljena je 37 km, a lokacija Ika 8 km;
- na samoj lokaciji Ivana moguće je javljanje potresa s maksimalnom magnitudom $M=4,6$, a na lokaciji Ika $M=4,8$



Slika 29. Epicentralna područja Cirkumjadranskog bazena (izvor: Dibucci, Angeloni, 2013.)

Proračun parametara seizmičkih sila prema seizmotektonskim podacima pokazao je:

- za lokaciju Ika maksimalne vrijednosti horizontalne akceleracije na nivou osnovne stijene

- $a_{max} = 0,13 \text{ g}$

Navedena akceleracija može potjecati od dva moguća potresa: prvog magnitude 5,0 i epicentralne udaljenosti 8 km, i drugog, magnitude 4,8 s epicentrom na samoj lokaciji; maksimalne vrijednosti brzine pomaka i intenziteta potječu od prvog potresa i iznose:

- $v_{max} = 6,58 \text{ cms}^{-1}$
- $d_{max} = 1,19 \text{ cm}$
- $I_{max} = 6,7^\circ \text{ MCS}$

- za lokaciju Ivana maksimalne vrijednosti potječu od mogućeg potresa magnitude 4,6 s epicentrom na samoj lokaciji iznose:

- $a_{max} = 0,11 \text{ g}$
- $v_{max} = 4,75 \text{ cms}^{-1}$
- $d_{max} = 0,81 \text{ cm}$
- $I_{max} = 6,3^\circ \text{ MCS}$

Uključivanjem fizikalnih karakteristika slojeva iznad osnovne stijene, definiran je spektralni odaziv površine, te su određeni projektni parametri za maksimalni potres (Tablica 12., h - dubina, T_p - period oscilacija)

Tablica 12. Projektne vrijednosti maksimalnih horizontalnih akceleracija a_{max} , prema WET, 2002.

			Bliži potres	Udaljeniji potres	Udaljeni potres
		h (m)	$T_p = 0,15 \text{ s}$	$T_p = 0,40 \text{ s}$	$T_p = 0,65 \text{ s}$
IKA	a max (g)	0	0,26	0,15	0,06
		20	0,18	0,14	0,06
		40	0,01	0,12	0,06
IVANA	a max (g)	0	0,21	0,11	0,08
		20	0,15	0,11	0,08
		40	0,01	0,09	0,07

Proračunom u smislu koncepcije seizmičkog rizika, dobivene su za projektni potres vrijednosti horizontalnih akceleracija za period oscilacija 0,15 s, te eksploatacijski period od 50 godina (Tablica 13.).

Tablica 13. Vrijednosti horizontalnih akceleracija, prema WET, 2002.

Vrijeme eksploatacije (god)	Nivo rizika (%)	a (g)	
		IKA	IVANA
50	10	0,13	0,13
	20	0,11	0,10
	30	0,10	0,09

Istraživanja mogućeg djelovanja valova mora uzorkovanih potresom pokazala su da se valovi tog porijekla, u usporedbi s onima izazvanim vjetrom, mogu kod planiranja platformi zanemariti. Oscilacije razine mora na lokacijama platformi, ni u slučaju najjačih mogućih potresa s epicentrom u Jadranu, ne prelaze vrijednosti amplitude od 0,5 m.

Eksploatacijska polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" se nalaze na vrlo blagoj antiklinalnoj strukturi, nastaloj kao posljedica potisaka iz smjera Apenina, Alpa i Dinarida. Zbog relativne neporemećenosti sjevernog dijela jadranske mikroploče, gdje su smještena eksploatacijska polja. Najznačajniji mehanizam stvaranja zamki je diferencijalna kompakcija sedimenata i promjena litološkog sastava, dakle zamke su strukturno-stratigrafskog tipa, dok tektonika ima nešto manji utjecaj. Ležišta isklinjavaju prema sjeveroistoku i prelaze u Santerno šejlove.

Na svim bušotinama eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica", ležišta su otkrivena u nekonsolidiranim do slabo konsolidiranim turbiditnim pijescima, sa proslojcima silta i nepropusnih slojeva gline. Ležišta koja su formirana u turbiditima formacije Carola gornjopleistocenske starosti i sedimentima delte formacije Ravenna srednje do gornjopleistocenske starosti. (donji pliocen do srednji pleistocen). U formaciji Santerno uglavnom nema plinonosnih ležišta, osim u njezinim mlađim rubnim dijelovima koji su u kontaktu sa formacijom Ravenna, gdje se javljaju proslojci pijeska na prostoru plinskog polja Ravenna A.

Na području eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" geotehničkim bušotinama je utvrđeno da je morsko dno na lokaciji plinskog polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" prekriveno slabo vezanim do nevezanim slojevima sitnozrnatih naslaga, koje se sastoje od gline, prahovite i pjeskovite gline, glinovitog praha, praha i prahovito glinovitog sitnozrnatog pijeska. Iako još nisu objavljeni podaci o slijeganju, može se očekivati da će većina izmjerene komponente slijeganja biti zamaskirana tonjenjem platformi uzrokovanim konsolidacijom nevezanih sedimenata uzrokovanom njihovom masom. Pravi rezultati slijeganja će biti mjerljivi tek u kasnijim fazama, kada završi konsolidacija sedimenata ispod platformi.

3.3.1.4. Geneza plina i geokemijski uvjeti

Tijekom dijagenetskih, katagenetskih i metagenetskih faza, odvija se pretvorba organske materije u sedimentima. U dijagenezi dolazi do formiranja kerogena, međutim matični sedimenti ne generiraju ugljikovodike, a eventualno minimalne količine ugljikovodika potječu direktno od živih organizama. Metan je jedini ugljikovodik koji nastaje u dijagenezi, iako je njegovo pojavljivanje rezultat mikrobioloških aktivnosti.

Izvori laganih ugljikovodika u plinovima su metanogene bakterije, svi tipovi kerogena, ugljen, nafta u matičnim i ležišnim stijinama, a anorganske komponente nastaju iz organskih i anorganskih izvora.

Bakterijski plin koji se nalazi u ležištima eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" nastaje razgradnjom nezrele organske materije uz aktivno sudjelovanje anaerobnih mikroorganizama. Proces se odvija tijekom dijageneze na temperaturama između 0 i 75°C. Poznata su dva metabolička puta nastajanja bakterijskog plina: fermentacija tj. enzimatska degradacija organske tvari i redukcija ugljikova dioksida ili acetata, pod utjecajem metanogenerirajućih bakterija (*Methanobacteria*). U bakterijskom plinu dominantna komponenta je metan, a sadržaj viših ugljikovodičnih homologa je manji je od 1% i pripada klasi suhih plinova. Nastajanje bakterijskog metana odvija se u nemarinskim i marinskim okolišima, nakon završene sulfatne redukcije. Velika topivost plina u poroznoj (intersticijskoj) vodi omogućuje njegovu migraciju i zaustavljanje u zamci. Odlični izvori bakterijskog metana su marinski šelfni okoliši u kojima se tanki proslojci nepropusnih lapora ili siltova, obogaćeni organskom tvari izmjenjuju s pješčenjacima.

Ukoliko su ležišta dominantno klastična s velikim udjelom terigene komponente, poput glina, sulfidna faza u plinu reagira sa željezovitom komponentom minerala glina

stvarajući pirit i prirodno uklanjajući reducirani sumpor iz plina. Iz tog razloga u većini ležišta u Sjevernom Jadranu plin sadrži malo sulfidne komponente (H₂S i merkaptani). U karbonatnim ležištima takvih reakcija nema, pa plin iz takvih ležišta sadrži dosta sulfidne komponente, kakav je slučaj sa platformom Ika B u polju Ika, gdje se eksploatira plin iz karbonata.

3.3.2. Oceanografske značajke

Jadransko more je poluzatvoreni epikontinentalni bazen, približno pravokutnog oblika, pružanja sjeverozapad jugoistok i preko Otrantskih vrata je povezan sa Sredozemnim morem (širokim 40 milja i dubokim približno 740 m).

Njegova površina, uključujući otoke, iznosi približno 138.600 km², odnosno 4,6% ukupne površine Sredozemlja (Vrgoč i dr. 2004.). Morsko dno Jadrana je uglavnom male dubine (73% površine je dubine manje od 200 metara) i postaje sve plići od juga prema sjeveru. Minimalna dubina od približno 35 metara se nalaze u području delte rijeke Po, a najveća dubina od približno 1200 m je registrirana u južnom Jadranu "Fossa Sud Adriatica" većina bazena je kontinentalni šelf, a samo njegov manji dio je u području padine (Vrgoč i dr. 2004.).

Podaci o morskim mijenama valovima i strujama su preuzeti iz literature i od tvrtke INA d.d., d.o.o. Valove i struje je obradio Hrvatski hidrografski instituta iz Splita u lipnju 2007. na temelju oceanografskih opažanja prikupljenih najvećim dijelom s naftnih platformi Panon i Labin, i to u razdoblju od 1978. do 1986. godine, a zatim i iz centara Rovinj i Pula, koji su reprezentativni za područje Sjevernog Jadrana, tj. i za lokacije eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica".

3.3.2.1. Fizikalne karakteristike mora

Morske mijene (plima i oseka)

Za područja eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" korišteni su podaci o morskim mijenama s najbližeg dostupnog Mareografa, koji se nalazi u Rovinju. Podaci obuhvaćaju srednju visinu i razinu mora, najvišu i najnižu astronomsku plimu (Tablica 14.) i uzdizanje morske razine usred oluje za 1 – godišnji i 100 – godišnji povratni period (Tablica 15.)

Tablica 14. Oscilacije plime i oseke u Rovinju. Razdoblje:1956 – 2006.

Plima i oseka (m)	
Najviša astronomska plima	+ 0,924
Najviša razina plime	+ 0,807
Srednja razina mora	+ 0,491
Najniža razina oseke	0,000
Najniža astronomska plima	- 0,090

Tablica 15. Uzdižanja morske razine uslijed oluje u Rovinju. Razdoblje:1956 – 2006.

	1-godišnji povratni period	100-godišnji povratni period
Razina mora (m)	0,75	1,25

Najviša zabilježena vrijednost morske razine na mjernoj postaji u Rovinju iznosi 2,28 m.

Iako nisu dani detaljni podaci o uzrocima promjene razine mora, može se očekivati da se maksimalne razine na području Sjevernog Jadrana mogu dostići ne kao posljedica same plime, već kao rezultanta rezonantnog djelovanja promjena atmosferskog tlaka i razine mora.

Morski valovi

Iz podataka mjerenja na platformama u Sjevernom Jadranu, procijenjena je povratna stogodišnja vrijednost najvišeg vala u Jadranu na 13,5 m. Sve ove vrijednosti dane su za otvoreni Jadran, dok se u obalnom području javljaju bitno manji valovi, zavisno od topografskih karakteristika i otvorenosti akvatorija prema dominantnim smjerovima vjetrova. Prikaz podataka o valovima ($H_{1/3}$ - značajna visina vala (m), H_{max} - maksimalna visina vala (m), T_{sr} - srednji period vala (s)) za povratni period od 1, 10, 100 godina dan je za osam dolaznih smjerova vjetrova (nagib svakog je pod kutem od 45°), a prikazani su u nastavku Tablica 16., Tablica 17., Tablica 18.)

Tablica 16. Najveći valovi za povratni period od 1 godine

1-godišnji povratni period (sjever = 0°)								
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
$H_{1/3}$ (m)	2,7	3,4	2,4	5,2	3,3	3,3	1,9	2,1
H_{max} (m)	4,1	5,4	3,6	7,5	5,2	5,2	2,9	3,2
T_{sr} (s)	6,1	6,6	5,9	8,6	7,1	7,1	5,8	6,0

Tablica 17. Najveći valovi za povratni period od 10 godina

10-godišnji povratni period (sjever = 0°)								
	0° Tramontana	45° Bura	90° Levant	135° Jugo (Sirocco)	180° Oštro	225° Lebić	270° Pulenat	315° Maestral
$H_{1/3}$ (m)	4,0	4,6	3,6	7,1	4,4	4,6	2,3	2,8
H_{max} (m)	6,1	7,4	5,4	10,6	7,6	7,6	3,7	4,2
T_{sr} (s)	6,5	6,9	6,4	10,3	7,8	7,9	6,2	6,4

Tablica 18. Najveći valovi za povratni period od 100 godina

100-godišnji povratni period (sjever = 0°)								
	0° Tramontana	45° Bura	90° Levant	135° Jugo (Sirocco)	180° Oštro	225° Lebić	270° Pulenat	315° Maestral
$H_{1/3}$ (m)	4,8	5,7	4,4	8,9	5,6	5,6	3,0	3,5
H_{max} (m)	7,5	8,5	6,6	14,2	8,3	8,4	4,5	5,3
T_{sr} (s)	7,0	7,4	6,9	12,5	8,9	8,5	6,6	6,9

U sjevernom Jadranu zbog topografskih karakteristika tog područja (plitak i zatvoren šelf) amplituda seša može biti viša od 50 cm. Iako se seši javljaju na cijelom prostoru Jadrana, same platforme su smještene na otvorenom moru, gdje su njihove amplitude male i njihov utjecaj nije izražen.

Morske struje

Srednja brzina u površinskom sloju na polju Ivana iznosi 11,3 cm/s, u srednjem sloju 9,3 cm/s, a u pridnom sloju 6,2 cm/s. Odgovarajuće maksimalne brzine su 59, 58, i 37 cm/s. Najčešće brzine na površini se pojavljuju u razredu od 5-10 cm/s, a u srednjem i pridnom sloju u razredu od 0-5 cm/s (WET, 1996.).

Srednje vektorske brzine su znatno manje i kreću se oko 1 cm/s. To znači da se na veće udaljenosti transport odvija brzinom nešto manjom od 1 km/dan. Na polju Ika srednja brzina u površinskom sloju je 14,5 u srednjem sloju 8,6, a u pridnom sloju 7,4 cm/s. Sve su brzine nešto veće nego na polju Ivana zbog stalnijeg smjera struja. Iz podataka prikupljenih tijekom 7 godina na lokacijama Ika i Ivana izrađena je procjena brzina morskih struja (Tablica 19., Tablica 20.) za eksploatacijska polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" i to za povratni period od 1 godine i 100 godina (WET, 1996.).

Tablica 19. Ekstremne vrijednosti morskih struja (m/s) za povratni period od 1 godine, prema WET, 1996.

1-godišnja povratna brzina morskih struja (m/s)								
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
Površina (do 5 m)	0,64	0,53	0,42	0,58	0,49	0,68	0,63	0,72
Srednja dubina (20 m)	0,56	0,44	0,30	0,49	0,41	0,54	0,47	0,65
1m iznad morskog dna	0,42	0,32	0,26	0,46	0,35	0,46	0,41	0,43

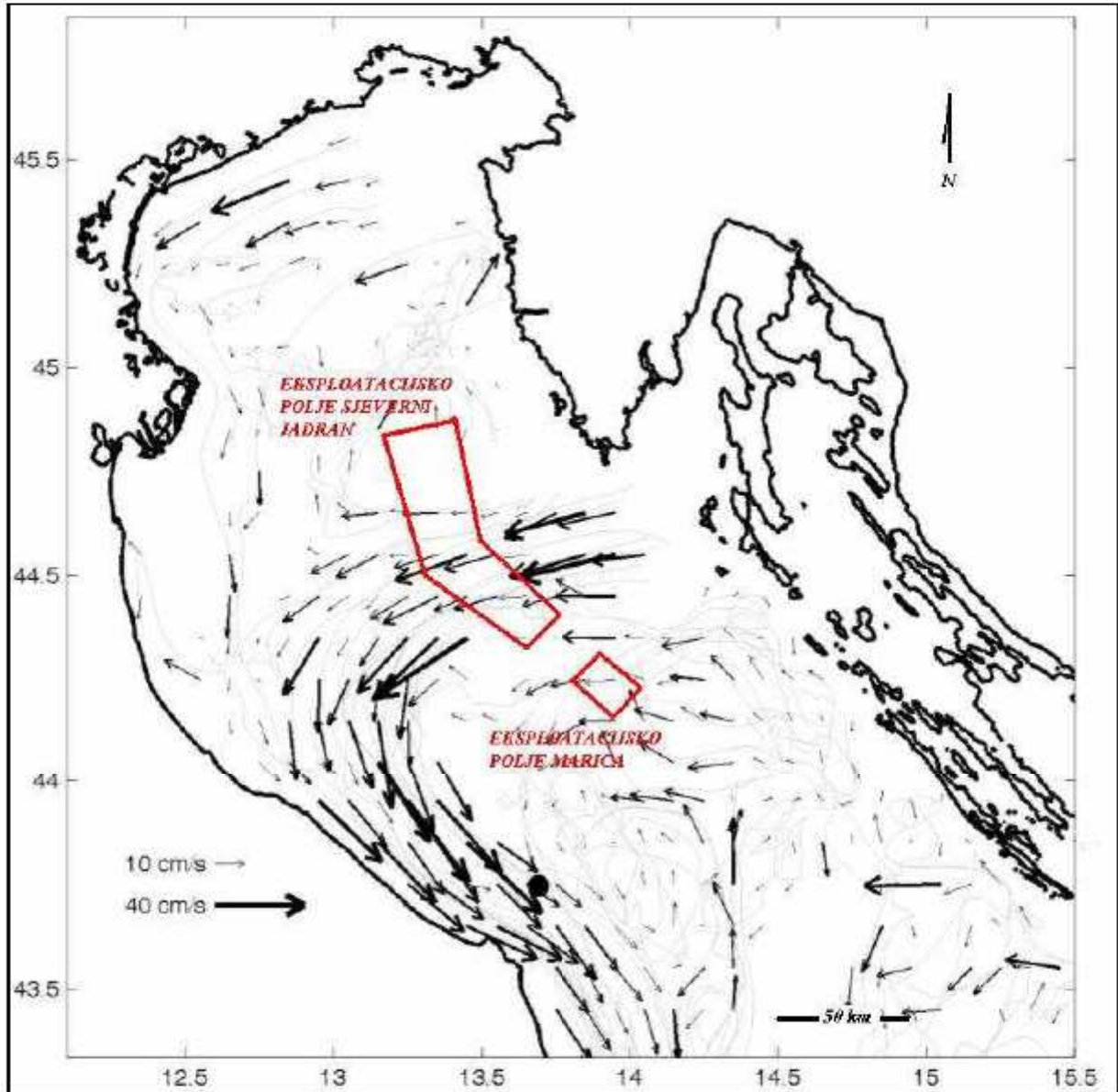
Tablica 20. Ekstremne vrijednosti morskih struja (m/s) za povratni period od 100 godina, prema WET, 1996.

100-godišnja povratna brzina morskih struja (m/s)								
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
Površina (5 m)	0,78	0,63	0,54	0,71	0,60	0,85	0,70	0,92
Srednja dubina (20 m)	0,66	0,51	0,40	0,65	0,51	0,69	0,56	0,73
1m iznad morskog dna	0,53	0,42	0,33	0,58	0,44	0,61	0,48	0,51

Iz tablica je vidljivo da se brzina struja smanjuje od površine prema dnu, što predstavlja karakteristični profil strujanja za plića mora, a u površinskom dijelu dolazi do zakretanja struja uslijed puhanja vjetrova gdje najjači utjecaj bura iz smjera sjeveroistoka i jugo sirocco iz smjera jugoistoka. Zadnji objavljeni rezultati mjerenja struja provedeni od 1994. do 1999. (Poulain, 1999.) i tijekom 2002. i 2003. (Ursela i sur., 2006.; Poulain i

sur. 2011.) korespondiraju sa dosadašnjim rezultatima i potvrđuju postojeći obrazac struja u sjevernom dijelu Jadrana. U nastavku (Slika 30., *na području sjevernog Jadrana, veličine strelica su proporcionalne brzini struja. Crna točka predstavlja lokaciju gdje je izmjerena najveća brzina tijekom razdoblja mjerenja od 63 cm/s*) je dan prikaz smjerova i jačine struja u površinskom dijelu sjevernog Jadrana tijekom zimskog razdoblja 2003. godine prema (Poulain i sur., 2011.). Na slici je vidljivo da je generalni smjer struja na sjevernom dijelu eksploatacijskog polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" (područje polja Ivana) u smjeru kazaljke na satu. Struja sa područja polja Ivana zaokreće u smjeru Istre sa maksimalnim brzinama između 10 i 30 cm/s. Uz zapadnu obalu Istre. Uz istarsku obalu ova struja zakreće prvo prema sjeveru, a onda prema zapadu, gdje uz obalu Venecije pod utjecajem ulijevanja rijeke Po ubrzava i dalje struji u smjeru jugoistoka uz talijanski dio jadranske obale. Prema podacima projekta NASCUM, ovaj obrazac, generalno odgovara srednjim godišnjim obrascima strujanja i većini sezonskih obrazaca strujanja uz sjevernu obalu Istre, međutim na razini srednjih mjesečnih opažanja ponekad dolazi do odstupanja.

U južnom dijelu eksploatacijskog polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" (područje polja Ika), strujanje mora je obrnuto od smjera kazaljke na satu. Struje sa područja polja Ika idu direktno prema zapadu do talijanske obale, a maksimalne brzine su puno veće i mogu doseći do 40 cm/s. Uz talijansku obalu ove struje zakreće prema jugoistoku i teku paralelno obalom. Zbog slabe razvedenosti, brzine struja uz talijansku obalu Jadrana su puno veće. Na lokaciji eksploatacijskog polja „Marica“, struje imaju sličan obrazac kao i na području eksploatacijskog polja Ika, međutim, brzine su puno niže.



Slika 30. Karta struja uz površinu tijekom zime 2003. godine

3.3.2.2. Fizikalno – kemijske karakteristike mora

Temperatura mora

Podaci o temperaturi mora obuhvaćaju prosječne maksimalne, srednje i minimalne temperature na području lokacije zahvata za period od 1979. – 1984. godine (Tablica 21.) i izmjerene vrijednosti temperature mora za period veljača/travanj 2004. godine na plinskom polju Ivana (Tablica 22.)

Tablica 21. Prosječne vrijednosti temperature mora na plinskim poljima Ivana i Ika (izvor: Wet, 1996.)

Temperatura (°C)			
	Min	Srednja	Maks
Površina (do 1 m)	5,9	15,3	28,3
Srednji dio (do 20 m)	6,3	13,6	24,4
Dno (od 33 m)	6,9	12,6	18,3

Tablica 22. Izmjerene vrijednosti temperature mora na području plinskog polja Ivana (izvor: HHI, 2004.)

Temperatura (°C)	
Veljača 2004.	
Površina	9,5
Dno	10,3
Travanj 2004.	
Površina	15,5
Dno	10,2

Izmjerena temperatura po profilu vodenog stupca na plinskom polju IKA SW 05.04.2008. godine iznosila je oko 12,5°C na površini i oko 12°C na 60 metara dubine (HHI, 2004.).

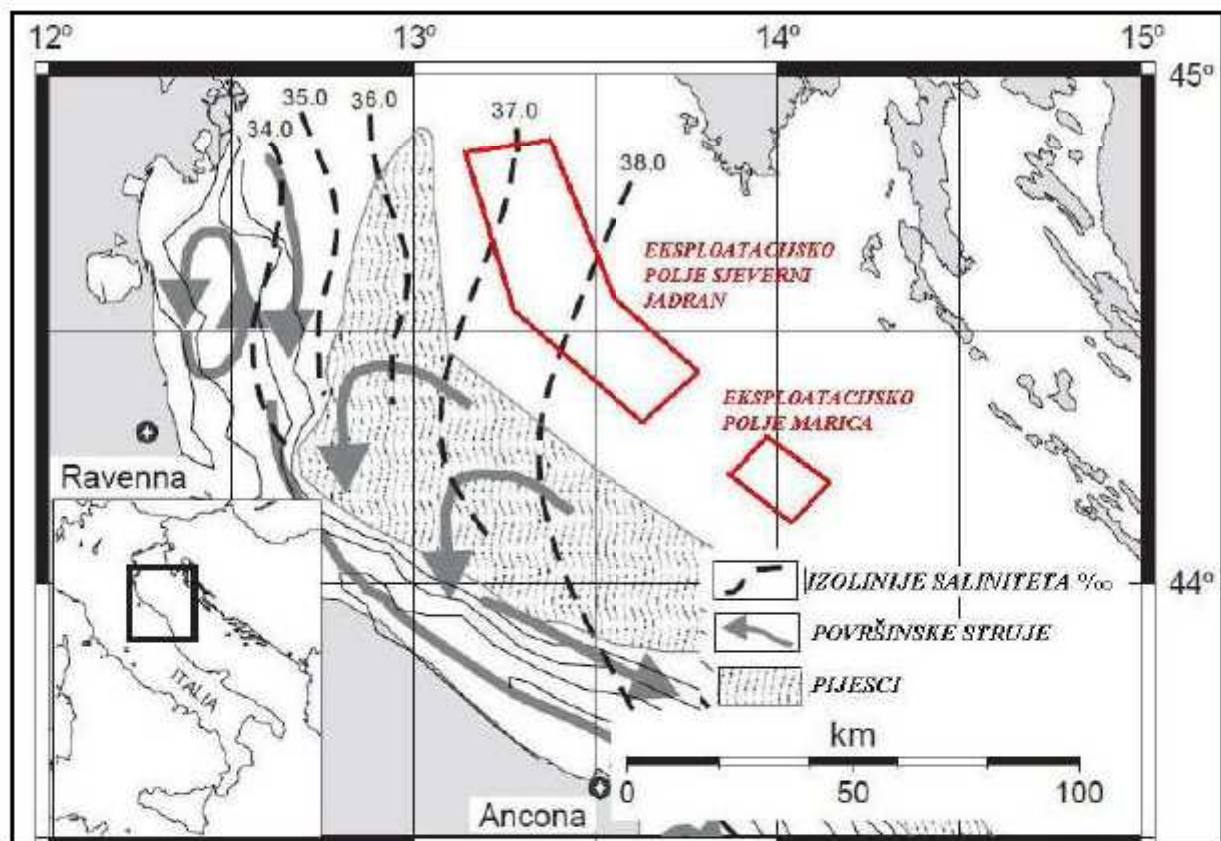
Tijekom praćenja utjecaja izbušenog materijala na more na bušotini Ana 1, u lipnju 2008. godine zabilježena je termoklina u stupcu vode do dubine 10 metara temperatura je iznosila između 20 i 21°C. Na 10 metara dubine temperatura mora iznosila je 18°C, a na dubini od 30 metara 13°C. Sličan obrazac bio je registriran i na lokaciji plinskog polja Vesna. Tijekom praćenja bušenja na plinskom polju Vesna u kolovozu 2008. godine, stratifikacija je bila još izraženija. Na dubini od 15 metara temperatura mora iznosila je oko 26°C, a na dubini od 30 m iznosila je 15°C (HHI, 2004.).

Salinitet

Složene termohaline osobine sjevernog Jadrana posljedica su izmjene topline na granici atmosfera – more, utjecaja slatkovodnih dotoka putem rijeka, vrulja i oborina, te posljedica cirkulacije i izmjene vode s drugim dijelovima Jadrana (IZOR, 2012.). Obzirom da je vanjski dio sjevernog Jadrana s jedne strane pod utjecajem sjevernojadranskih rijeka, ali i advekcije slanije vode s juga, salinitet varira više nego u

drugim dijelovima Jadrana. Dotok rijeke Po iznosi oko 60 % ukupnog dotoka svih slatkovodnih izvora u sjevernom Jadranu, a utjecaj same rijeke varira u ovisnosti o hidrološkim prilikama. U slučaju većih dotoka iz rijeke Po stvara se voda manje gustoće (i saliniteta). Ukoliko su dotoci sjevernojadranskih rijeka manji, a istovremeno dolazi do prodora hladnog zraka, stvara se hladna sjevernojadranska voda visoke gustoće (IZOR, 2012.).

U nastavku (Slika 31.) prikazane su prosječne vrijednosti saliniteta dijela sjevernog Jadrana prema Morigi i sur., 2005. Iz slike je vidljivo da je najmanji salinitet uz obalu, što je uzrokovano obilnim dotokom slatke vode iz rijeke Po i iznosi oko 34 kg/m³, a dalje prema istoku salinitet raste i na području eksploatacijskog polja ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ doseže vrijednost između 37 kg/m³ i 38 kg/m³. Tijekom projekta WICOS u zimskom razdoblju 2008. - 2009. godine, dotok rijekom Po bio je izrazito visok, međutim zbog izrazite ciklonalne cirkulacije utjecaj zaslađene vode nije bio značajan (IRB, 01.2009.). Naime, zbog zimske cirkulacije došlo je do izraženog donosa slane vode iz južnijih dijelova Jadrana, dok je slatka voda iz rijeke Po bila nošena duž talijanske obale (IRB, 11.2008). U proljetnom razdoblju zabilježen je veći utjecaj rijeke Po na salinitet u hrvatskom dijelu Jadrana, iako su tada dotoci slatke vode bili puno manji. zbog slabijih struja doseg utjecaja bio je puno veći (IRB 10.2008.).



Slika 31. Prosječne vrijednosti saliniteta na prostoru sjevernog Jadrana (Modificirano prema: Morigi i sur., 2005.).

Na lokaciji eksploatacijskog polja ugljikovodika „Sjeverni jadrani“, salinitet je mjereno u više ciklusa i to u razdoblju od: 1979. – 1984. godine (WET, 1996.), u veljači i travnju 2004. godine i u kolovozu 2008. godine (IRB, 2009.).

To je i vidljivo i iz podataka prosječne maksimalne, srednje i minimalne vrijednosti saliniteta na području lokacije zahvata za period od 1979. – 1984. godine (Tablica 23.) i izmjerenih vrijednosti saliniteta za područje plinskog polja Ivana (Tablica 24.).

Tablica 23. Prosječne vrijednosti saliniteta na plinskim poljima Ivana i Ika za razdoblje mjerenja od 1979. – 1984. (WET, 1996.)

Salinitet (kg/m ³)			
	Min	Srednja	Maks
Površina (do 1 m)	33,56	37,06	38,29
Srednji dio (do 20 m)	34,64	37,71	38,32
Dno (od 33 m)	37,14	38,06	38,35

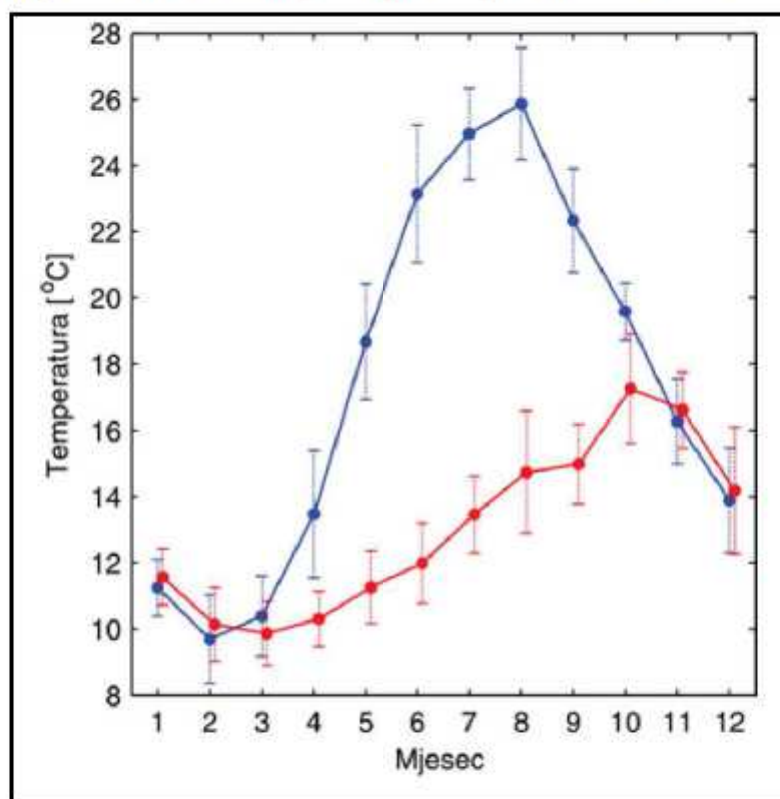
Tablica 24. Izmjerene vrijednosti saliniteta mora na području plinskog polja Ivana izmjerene 2004. godine (HHI, 2004.)

Salinitet (kg/m ³)	
Veljača 2004.	
Površina	38,3
Dno	38,5
Travanj 2004.	
Površina	38,1-38,2
Dno	38,4

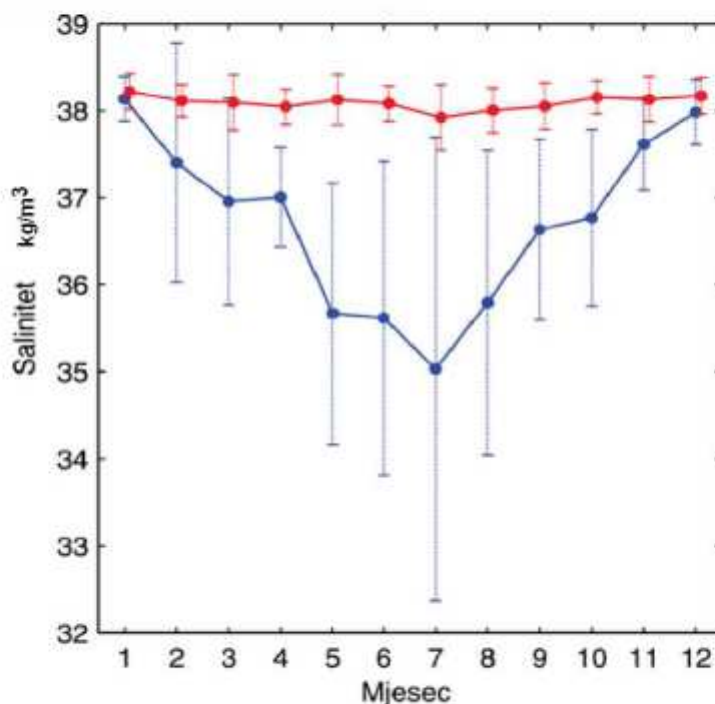
Izmjereni salinitet po profilu vodenog stupca na plinskom polju IKA SW 05.04.2008. godine pokazuje slične vrijednosti po profilu kao i za plinsko polje Ivana, a iznosio je 38,5 kg/m³ po cijelom profilu vodenog stupca. Na plinskom polju Ana, izmjereno salinitet u lipnju 2008. godine, je bio nešto niži i iznosio je oko 38,2 kg/m³ po cijelom profilu vodenog stupca, a na plinskom polju Vesna salinitet izmjereno u kolovozu 2008. godine je bio obrnuto proporcionalan temperaturi i na površini je bio oko 37 kg/m³ do približne dubine od 10 metara, nakon čega je zabilježen porast na 38 kg/m³ i do dubine od 40 metara porast na 38,4 kg/m³.

Rezultati starijih mjerenja nisu u potpunosti usporedivi sa rezultatima novijih mjerenja iz razloga što je prošlo duže vremensko razdoblje (20 godina) i zato što su rezultati dobiveni 2004. i 2008. za kratak vremenski period. Ipak, mogu se izvući neki zaključci. Vidljivo je da je salinitet najniži u površinskom dijelu, te da raste prema dnu. Uzrok tome može biti utjecaj dotoka slatke vode iz Italije, prvenstveno rijekom Po, a u manjoj mjeri i rijekama Adige, Brenta, Piave i dr. Slatka voda je manje gustoće pa se zadržava u površinskom dijelu vodenog stupca.

Ove zaključke potvrđuju i novija istraživanja (IZOR, 2012.) provedena na lokacijama udaljenim oko 5 nautičkih milja (~ 10 km) od zapadne obale Istre u razdoblju između 1994. i 2010. godine, s tim da je u ljetnim mjesecima u uvjetima stratifikacije salinitet u površinskom dijelu znatno niži od saliniteta pri dnu. U nastavku (Slika 32., Slika 33.) su prikazani grafovi promjena termohalinih svojstava na lokaciji zahvata najbližoj mjernoj postaji (radna oznaka postaje OC19a). Iz grafova je vidljivo da je u zimskom periodu (prosinač-siječanj) najmanja razlika u termohalinih svojstvima, što je uzrokovano miješanjem vode. Početkom formiranja termokline u proljeće razlika je sve izrazitija, a najveća je u razdoblju od svibnja do kolovoza. Iako je dotok slatke vode puno manji tijekom ljeta, zbog stratifikacijskih uvjeta je isti je izraženiji, dok je u zimskom i proljetnom razdoblju "zamaskiran" miješanjem stupca morske vode.



Slika 32. Srednji godišnji hod temperature, za razdoblje od 1994. do 2010. godine na mjernoj postaji OC19a udaljenoj oko 10 km zapadno od Rovinja (plavom linijom označene su vrijednosti izmjerene na površini, a crvenom linijom su označene one izmjerene na dnu. Preuzeto od IZOR, 2012.



Slika 33. Srednji godišnji hod saliniteta, za razdoblje od 1994. do 2010. godine na mjernoj postaji OC19a udaljenoj oko 10 km zapadno od Rovinja. Plavom linijom označene su vrijednosti izmjerene na površini, a crvenom linijom one izmjerene na dnu. Preuzeto od IZOR, 2012.

Gustoća

Gustoća je jedan od najvažnijih parametara koji definiraju dinamička svojstva mora i oceana. Podaci o gustoći obuhvaćaju prosječne maksimalne, srednje i minimalne vrijednosti gustoće mora na području lokacije zahvata za period od 1979. – 1984. godine (Tablica 25.), u veljači i travnju 2004. godine (Tablica 26.), te u kolovozu 2008. godine.

Tablica 25. Prosječne vrijednosti gustoće mora na plinskim poljima Ivana i Ika (WET, 1996.)

Gustoća (kg/m ³)			
	Min	Srednja	Maks
Površina (do 1 m)	1 018,37	1 026,14	1 029,47
Srednji dio (do 20 m)	1 020,46	1 026,85	1 029,43
Dno (od 33 m)	1 025,75	1 027,35	1 029,37

Tablica 26. Izmjerene vrijednosti gustoće mora na području plinskog polja Ivana (HHI, 2004.)

Gustoća (kg/m ³)	
Veljača 2004.	
Površina	1 029,6
Dno	
Travanj 2004.	
Površina	1 028,3
Dno	1 029,6

Mala odstupanja termohalinih svojstava su zabilježena na plinskom polju Ana, što je i očekivano obzirom da su mjerenja provedena u kolovozu 2008. godine, kada je bila razvijena stratifikacija vodenog stupca (haloklina i termoklina na 10 metara). Podaci o gustoći stupca mora korespondiraju sa podacima saliniteta i može se zaključiti da na pripovršinski dio vodenog stupca također utječu tokovi slatke vode sa talijanske obale.

Prozirnost i boja mora

Na području lokacije zahvata srednja godišnja prozirnost iznosi 20 m. Ekstremne sezonske vrijednosti pojavljuju se u jesen (listopad) i u ljeto (kolovoz) i iznose 32 m. Minimalna prozirnost iznosila je 10 m i izmjerena je u proljeće za vrijeme intenzivnog cvjetanja fitoplanktona. Prosječne minimalne, maksimalne i srednje vrijednosti prozirnosti mora za područje lokacije zahvata (plinska polja Ivana i Ika) prikazane su za period od 1979. – 1984. godine (Tablica 27.) dok su na području plinskog polja Ivana prikazane izmjerene vrijednosti prozirnosti i boje mora u veljači i travnju 2004. godine (Tablica 28.).

Elaborat IZOR-a iz 2012. također potvrđuje postavke vezane za prozirnost, posebno po pitanju smanjenja uslijed unosa nutrijenata i terigene komponente. Prema zapadu, odnosno prema rijeci Po uočljiv je pad prozirnosti (IRB, 09.2008., 06.2009.).

Tablica 27. Maksimalne, srednje i minimalne vrijednosti prozirnosti mora na plinskim poljima Ivana i Ika (WET, 1996.)

Prozirnost mora (m)			
Sezona	Min	Srednjak	Maks
Zima	13	15	22
Proljeće	10	17	24
Ljeto	17	22	32
Jesen	14	25	32

Tablica 28. Izmjerene vrijednosti prozirnosti i boje mora na području plinskog polja Ivana (HHI, 2004.)

Prozirnost i boja mora	
Veljača 2004.	
Prozirnost (m)	10-11
Boja	IV
Travanj 2004.	
Prozirnost (m)	17-21
Boja	III

Prema Forellovoj ljestvici, boja mora na plinskom polju Ivana, kreće se u granicama III/IV, što odgovara nijansi svijetloplava/tamno plavozelena.

pH

pH vrijednost morske vode je u blago lužnatom području zbog suviška otopljenih aniona, HCO₃⁻ i CO₃²⁻. Najveći utjecaj na pH u moru imaju procesi proizvodnje i razgradnje organske tvari, prilikom kojih se u morskoj vodi stvara CO₂ i to procesima disanja, čime se smanjuje pH vrijednost, ili se procesima fotosinteze pH vrijednost povećava zbog uklanjanja CO₂ iz vode. Uobičajena pH vrijednost na hrvatskom dijelu jadrana iznosi 8,2±0,1, dok fotosinteza može povećati pH za 0,2 jedinice prema lužnatom području, a intenzivna razgradnja može smanjiti pH vrijednost u pridnom području čak ispod 8 (IZOR, 2012.). Prema podacima IZOR-a od 2012. godine, za razdoblje mjerenja od 1994. – 2010. godine, na otvorenom moru sjevernog Jadrana (Postaja OC19a) izmjeren je veliki raspon pH vrijednosti koji je bio između ~7,9 i ~8,6, a medijan je bio između 8,2 i 8,3.

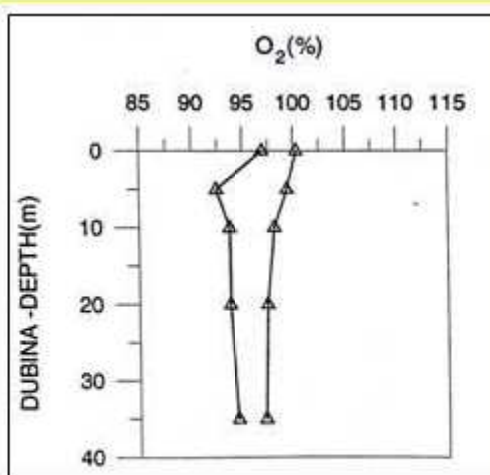
Prema podacima priuđenim u razdoblju od 1979. – 1984. godine, vrijednosti pH u sjevernom Jadranu kretale su se od 8,18 – 8,30, sa srednjom vrijednošću od 8,22. Vrijednosti nisu odstupale znatnije s dubinom. Nešto značajnija odstupanja nalazila su se u sloju oko 20 metara, što je bilo i za očekivati, budući se u gornjim slojevima mora odigravaju najvažniji procesi fotosinteze. Sezonska raspodjela pH vrijednosti nije pokazivala znatnija odstupanja od srednjih vrijednosti, a nešto veći rasponi nalazili su se u toplijem dijelu godine, u doba aktivnijih bioloških procesa u moru. Na području plinskog polja Ivana izmjerene vrijednosti pH, u veljači i travnju 2004. godine, iznosile su između 8,25 i 8,27 (HHI, 2004.).

Prema Izvešćima projekta Jadrani, 1998. – 2005. i objavljenim radovima Krstulović i sur., 1997., Marasović i sur., 2005., u sjevernom se Jadranu pH vrijednosti povećavaju od priobalja prema otvorenom moru zbog pojave trofičkog gradijenta uslijed unosa hranjivih soli rijekom Po (IZOR, 2012.).

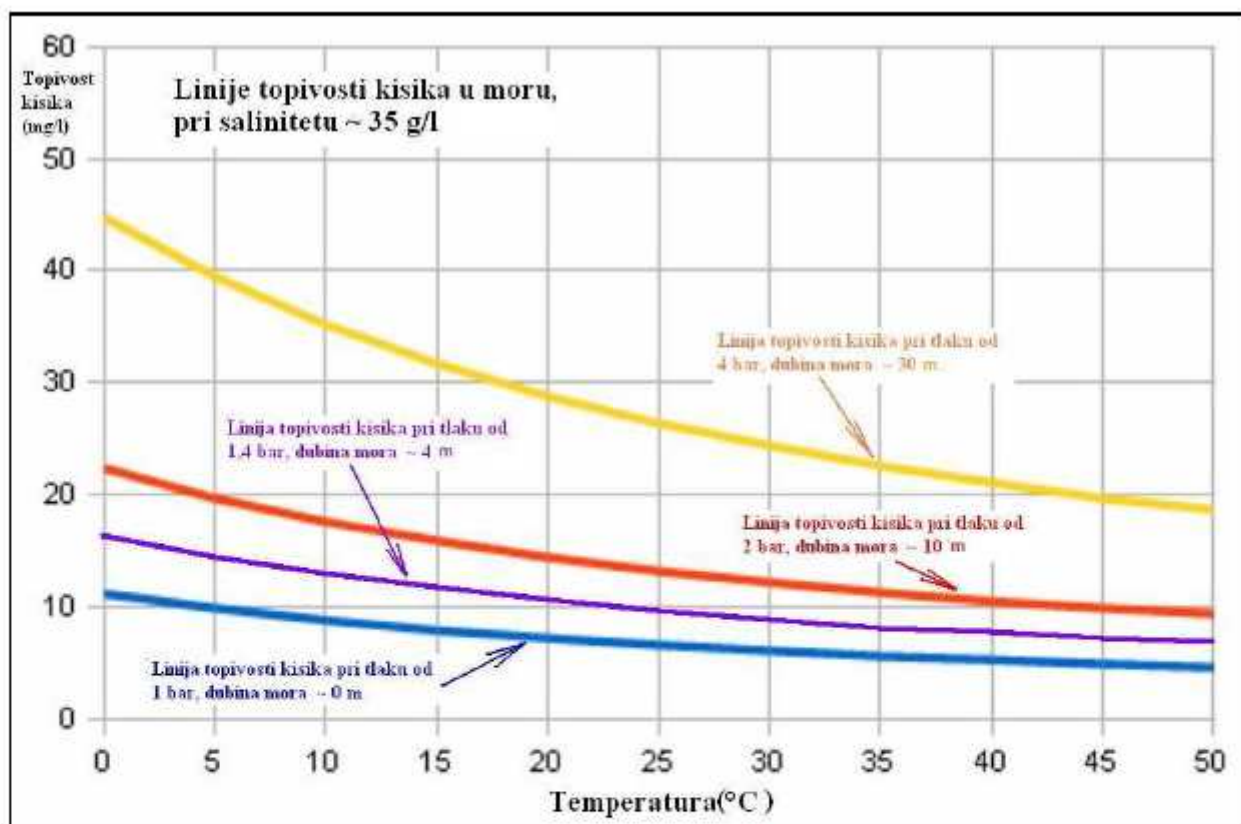
Zabilježene pH vrijednosti na lokaciji plinskog polja Ivana bile su u okvirima uobičajenih vrijednosti za istočnu obalu Jadrana, ali iz razloga što su mjerenja rađena povremeno nije moguće u potpunosti provesti korelaciju s ostalim područjima Jadrana.

Otopljeni kisik

Izmjerene vrijednosti zasićenosti kisikom na plinskom polju Ivana (Slika 34.) u veljači 2004. godine kretale su se od 80,82 % na dubini od 23 m do 96,95 % na površini. U travnju iste godine izmjerene vrijednosti zasićenosti kisikom iznosile su od 95,15 % na dubini od 35 m do 106,81 % na površini.



Slika 34. Vertikalna raspodjela stupnja zasićenja kisikom na plinskom polju Ivana (HHI, 2004.)



Slika 35. Topivost kisika u morskoj vodi pri salinitetu od 35 kg/m³, modificirano prema Engineering ToolBox

Topivost plinova u kapljevinaima mijenja se proporcionalno s povećanjem tlaka, pa tako i topivost kisika. Na slici (Slika 35.) dane su linije topivosti kisika pri različitim p/t uvjetima. Pri temperaturama mora izmjenjenim u veljači, koje su iznosile oko 10°C, pri maksimalnoj zasićenosti kisikom (100%) i pri tlaku od 1,4 bar, odnosno na dubini od ~ 40 metara koncentracija otopljenog kisika iznosila bi oko 12 mg/L, a pri 95%-tnoj zasićenosti bila bi oko 11,5 mg/L. Na površini mora, pri istoj temperaturi, koncentracija otopljenog kisika iznosila bi oko 9 mg/L pri 100%-tnoj zasićenosti, a pri 95%-tnoj zasićenosti iznosila bi oko 8,5 mg/L.

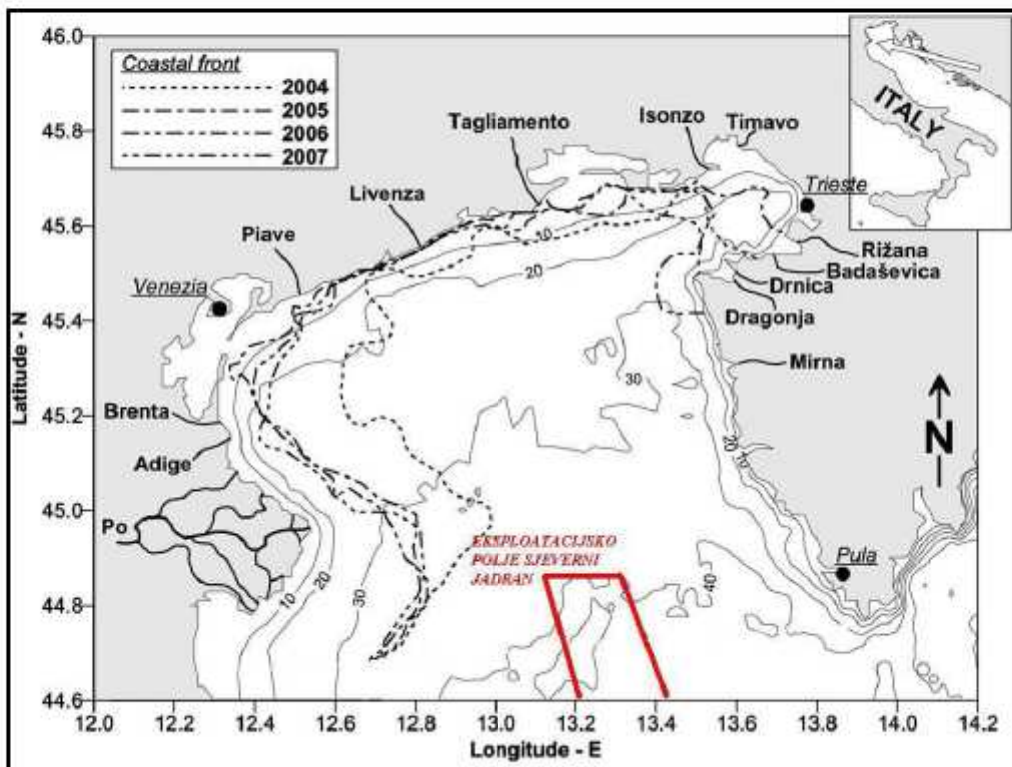
Provedena mjerenja ukazuju na visoku, gotovo 100%-tnu zasićenost mora kisikom po cijelom vodenom stupcu. 100%-tnu zasićenost vode kisikom moguće je dobiti jedino u hidrostatičnim uvjetima, dok se u uvjetima strujanja vode topivost kisika smanjuje. Travanj predstavlja proljetni period kada još nije ostvarena termoklinalna stratifikacija vode, odnosno još uvijek dolazi do miješanja slojeva pridnene i površinske vode. Zasićenost > 100% kakva je dobivena tijekom mjerenja u travnju je najvjerojatnije uzrokovana vertikalnom cirkulacijom vode i donosom kisikom bogatije vode. Rezultati koje je objavio IZOR, 2012. pokazuju da su tijekom razdoblja mjerenja između 1994. i 2010. godine zasićenja kisikom na otvorenom moru sjevernog Jadrana iznosila između 40 i 160%. Medijani vrijednosti zasićenja kisikom, prema IZOR, 2012., su na otvorenom moru sjevernog Jadrana iznosili između 97,4 i 104%, što približno odgovara vrijednostima izmjenjenim na plinskom polju Ivana.

Nutrijenti

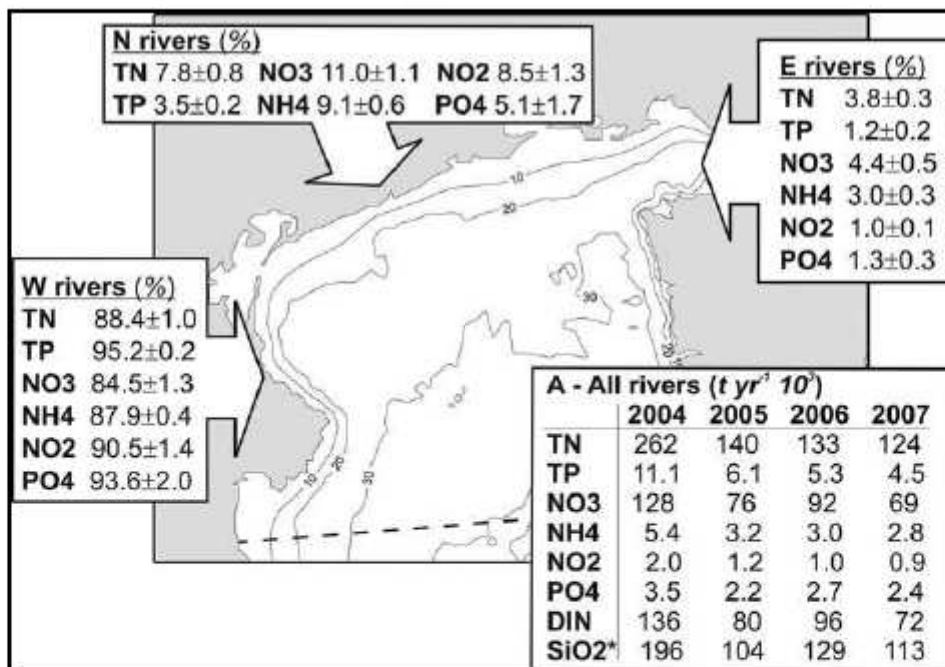
Većina hranjivih tvari (nutrijenata) na prostoru sjevernog Jadrana uglavnom je podrijetlom s kopna. Tijekom istraživanja provedenih u razdoblju od 2004. – 2007. godine (Cozzi, Giani, 2011.), utvrđeno je da većina slatkih voda dotiče u sjeverni Jadran talijanskim rijekama sa zapadne strane jadranske obale. Tijekom razdoblja istraživanja, oko 84% ukupnog dotoka slatke vode u sjeverni Jadran ostvareno je rijekama Po, Adige i Brenta, a samo rijeka Po je pridonosila ukupnom dotoku slatkih voda u sjeverni Jadran s oko 68%. Rijeke, sa sjeverne strane obale, od rijeke Piave do rijeke Tagliamento pridonosile su ukupnom dotoku slatkih voda s oko 10 %, a preostale rijeke sa talijanske strane obale s rijekama iz Slovenije i Hrvatske (od rijeke Soče do rijeke Mirne) pridonosile su ukupnom dotoku slatkih voda s oko 6 % (Slika 36.). Iscrtkanim linijama je prikazan direktan utjecaj rijeka u moru tijekom razdoblja istraživanja od 2004. – 2007. (*Coastal front*),

Dušikove soli dominiraju među ukupnim nutrijentima, dok su fosfati slabo zastupljeni. Molarni odnos koncentracija ukupnog dušika i ukupnog fosfora TN/TP iznosio je između 48 i 208, a otopljenog anorganskog dušika i fosfora DIN/TP između 37 i 418.

Rijeke su tijekom razdoblja istraživanja (2004. – 2007. godine) u sjeverni Jadran donosile između 196 i 398 x 10³ tona dušika (ukupni organski i anorganski) godišnje i između 2,2 i 2,4 x 10³ tona fosfata godišnje (Slika 37.). Na temelju podataka izračunat je i prosječan odnos TN/SiO₂ za sve četiri godine koji je iznosio oko 1,2 (SiO₂ je za sve rijeke procijenjen na temelju mjerenja koncentracija u rijeci Po).



Slika 36. Lokacije rijeka koje utječu u sjeverni Jadrani; iscrtkanim linijama prikazan je direktni utjecaj rijeka na sadržaj nutrijenata u moru tijekom razdoblja istraživanja od 2004. – 2007. godine (Coastal front), modificirano prema: Cozzi, Giani, 2011.



Slika 37. Ukupan dotok nutrijenata u sjeverni Jadrani putem rijeka prema: Cozzi, Giani, 2011 (TN: Total Nitrogen – ukupni dušik, TP: Total Phosphorus – ukupni fosfor, DIN: Dissolved Inorganic Nitrogen – otopljeni anorganski dušik)

Cozzi, Giani, 2011. su za rijeke sa istočne strane (iz Slovenije, Hrvatske i područja Tršćanskog zaljeva u Italiji) dali procjenu da su u razdoblju od 2004 – 2007. godine donosile oko 4% od ukupne količine unesenog ukupnog dušika, odnosno između 5 000 i 8 000 tona. Prema IZOR, 2012., AZO 2010, AZO 2011., u Jadran je s hrvatske strane vodotocima uneseno 11 250 tona ukupnog dušika, od toga rijekama Dragonjom, Mirnom, Rašom i Riječinom nešto manje od 2 000 tona.

Fosfati – PO₄³⁻

U odnosu na dušikove soli područje zahvata je dosta siromašno ovim solima. Vrijednosti fosfata na polju Ivana imaju vrlo blage promjene s dosta niskim srednjim vrijednostima ($x = 0,04 \text{ mmol/m}^3$). Sezonske promjene fosfata su slabo izražene, a pridneni slojevi su bogatiji fosfatima. U veljači 2004. godine izmjerene vrijednosti fosfata iznosile su $0,001 \text{ mmol/m}^3 - 0,020 \text{ mmol/m}^3$ (HHI, 2004.). U travnju iste godine izmjerene vrijednosti kretale su se od $0,001 \text{ mmol/m}^3 - 0,014 \text{ mmol/m}^3$ (Slika 38.), odnosno u oba ciklusa mjerenja vrijednosti fosfata iznosile su između $0,001 \text{ mmol/m}^3 - 0,020 \text{ mmol/m}^3$. Rezultati mjerenja u sjevernom Jadranu (IZOR, 2012.), su za razdoblje od 1994. – 2010. godine pokazali su koncentraciju fosfata $0,01 \text{ mmol/m}^3$, što je unutar vrijednosti izmjerenih na polju Ivana.

Dušikovi spojevi – NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻

U veljači 2004. godine izmjerene vrijednosti dušikovitih spojeva iznosile su: NO₂ ($0,525 \text{ mmol/m}^3 - 0,708 \text{ mmol/m}^3$), NO₃ ($0,879 \text{ mmol/m}^3 - 2,071 \text{ mmol/m}^3$) i NH₄ ($0,671 \text{ mmol/m}^3 - 2,060 \text{ mmol/m}^3$). U travnju iste godine izmjerene vrijednosti dušikovitih spojeva iznosile su: NO₂ ($0,032 \text{ mmol/m}^3 - 0,217 \text{ mmol/m}^3$), NO₃ ($0,030 \text{ mmol/m}^3 - 0,689 \text{ mmol/m}^3$) i NH₄ ($0,071 \text{ mmol/m}^3 - 1,179 \text{ mmol/m}^3$) (Slika 38., Tablica 29.), odnosno razine ukupnog dušika (TN) u oba ciklusa mjerenja su iznosile između $0,133 \text{ mmol/m}^3$ i $4,839 \text{ mmol/m}^3$.

Tablica 29. Sumarni prikaz izmjerenih koncentracija dušikovitih soli u morskoj vodi (HHI, 2004.)

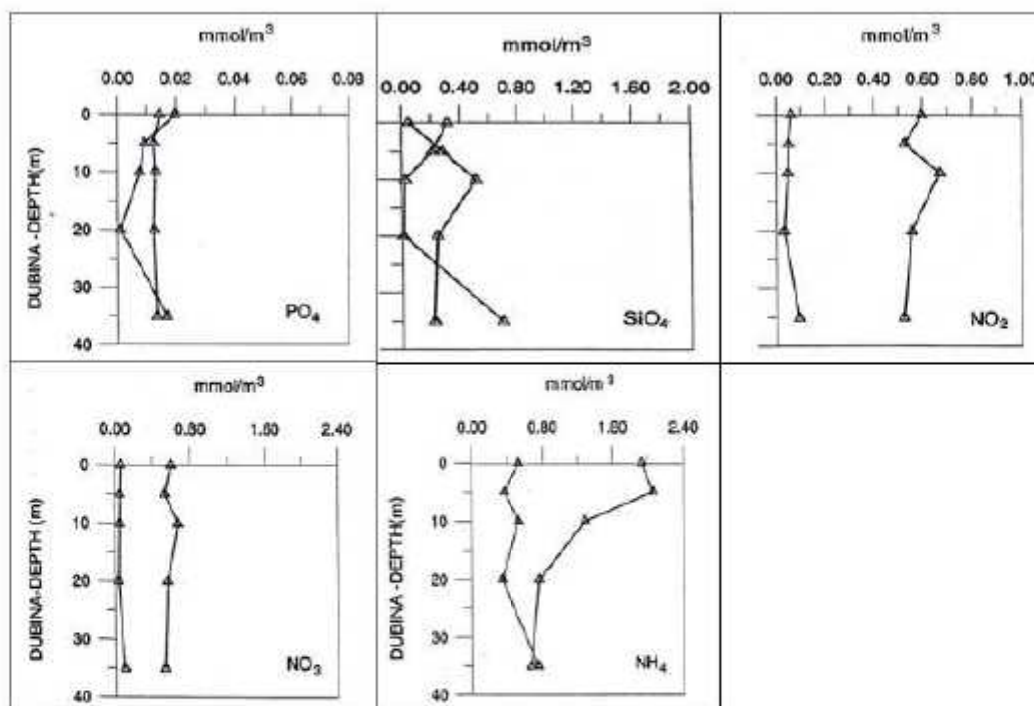
Spoj	Veljača, 2004.		Travanj, 2004.		jedinica
	min	max	min	max	
NO ₂	0,525	0,708	0,032	0,217	mmol/m ³
NO ₃	0,879	2,071	0,03	0,689	mmol/m ³
NH ₄	0,671	2,060	0,071	1,179	mmol/m ³
TN	2,075	4,839	0,133	2,085	mmol/m ³

Iz odnosa izmjerenih vrijednosti dušikovitih soli i fosfata vidljivo je da su dušikove soli znatno zastupljenije, odnosno TN/TP je bio između 133 i 242. Izrazita poljoprivredna proizvodnja je glavni izvor nutrijenata koji se putem rijeka donose mu more, a puno slabija topivost i sklonost ispiranju fosfata je najvjerojatniji razlog njihove slabe zastupljenosti (odnos N i P u kombiniranim mineralnim gnojivima može okvirno varirati između 1:2 i 2:1).

U pridnenim slojevima su zabilježene nešto veće koncentracije fosfata. Fosfati su česti u česticama detritusa ili u akvatičkim organizmima i često se pojavljuju na dnu (u sedimentu i u mulju) u anorganskom obliku i unutar organske komponente (Piria, Tomljanović, 2006.).

Silikati- SiO₄

Iako silikati ne predstavljaju nutrijent, bitni su za rast diatomejskih algi koje s ostalim fitoplanktonom predstavljaju temelj hranidbenog lanca u morima. Brzina otapanja silikata je jako mala, stoga su i otopljene količine male i uglavnom su vezane za dno. Izvor silikata je terigena komponenta bogata silicijem. U veljači 2004. godine izmjerene vrijednosti silikata iznosile su 0,051 mmol/m³ – 0,645 mmol/m³. U travnju iste godine izmjerene vrijednosti kretale su se od 0,011 mmol/m³ – 1,906 mmol/m³. Promjene koncentracija s dubinom nisu bile izražene, a maksimalne vrijednosti se nalaze u pridnenim slojevima (Slika 38.). Izračunati odnos TN/SiO₄ iznosio je između 7,5 i 187. Dobiveni odnosi su puno veći u odnosu na one izračunate iz podataka preuzetih od Cozzi, Giani, 2011. Navedeni autori su silikate izrazili kao SiO₂, tako da izmerene vrijednosti nisu usporedive. Ipak, može se pretpostaviti da se terigena komponenta, uz koju su vezane najviše koncentracije otopljenih silikata, istaloži unutar nekoliko desetaka kilometara od obale. Cozzi, Giani, 2011. su zonu taloženja terigene komponente, na temelju satelitskih istraživanja, definirali kao *Coastal front*, odnosno područje do kojeg je bio vidljiv utjecaj rijeka. Ovo područje približno korespondira i sa zonom recentno istaloženih pijesaka (Morigi i sur., 2005.). Nakon taloženja terigene komponente, dalje se strujama transportiraju samo otopljene tvari i tvari u suspenziji.



Slika 38. Vertikalna raspodjela fosfata, nitrata i silikata na plinskom polju Ivana (HHI, 2004.)

Teški metali

Prema podacima najnovijih istraživanja IZOR, 2012., teški metali se u morski okoliš Republike Hrvatske unose putem točkastih izvora (tehnološke i komunalne otpadne vode) te vodotocima (IZOR, 2012.). Prema podacima Hrvatskih Voda iz 2009. godine, vodotocima je sa hrvatskog dijela u Jadran uneseno oko 34 tona cinka, 12 tona bakra, 14 tona kroma, 7 tona nikla, 6,5 tona olova i 0,8 tona kadmija. Od ukupne količine teških metala dospjelih u hrvatski dio Jadrana, oko 60% je uneseno Neretvom. Rijeke sjevernog Jadrana (Dragonja, Mirna, Raša i Rječina) donijele su tek manji dio ukupnih količina teških metala u more: oko 6 tona cinka, 1,5 tona bakra, < 1 tona kroma, oko 1,5 tona kadmija i manje količine nikla (oko 15 % ukupnih količina teških metala je u Jadran dospjelo putem rijeka sjevernog Jadrana). Osim rijekama, u hrvatski dio Jadrana teški metali se unose i sustavima javne odvodnje, a prema podacima Hrvatskih voda za 2008. godinu u Jadran je uneseno oko 15 kilograma kadmija, 0,66 tona kroma, 1,4 tona bakra, 0,5 tona olova, oko 7 kilograma žive, oko 3 kilograma nikla i nešto više od 9 tona cinka.

U odnosu na vodotoke, sustavi odvodnje su značajnije doprinisili u donosu cinka, bakra i kroma, dok su ostali teški metali manje zastupljeni.

Na lokaciji polja Ivana, koncentracije teških metala bile su mjerene u ožujku 1986. godine. Mjerene su koncentracije žive, kadmija bakra, cinka i olova. Koncentracije žive iznosile su između 0,05 i 4 ng/L, koncentracije kadmija 10 – 40 ng/L, olova 30 – 290 ng/L, bakra 50 – 370 ng/L, cinka 0,54 – 1,61 $\mu\gamma/\Delta$ i željeza 170 – 200 $\mu\gamma/\Delta$ (Slika 39).

Osim mjerenja na lokaciji plinskog polja Ivana, na području sjevernog Jadrana postoje i stariji podaci o koncentracijama teških metala u morskoj vodi. Branica i sur, 1974. su dali podatke o koncentracijama cinka, kadmija, olova i bakra iz 400 uzoraka morske vode, od svibnja 1973 do travnja 1974.

Koncentracije cinka su bile između $1,7 \times 10^{-8}$ i $4,8 \times 10^{-6}$ mol/L, odnosno između (0,51 $\mu\gamma/\Delta$ – 144 $\mu\gamma/\Delta$), a prosječna vrijednost je bila $9,2 \times 10^{-8}$ mol/L, odnosno 9,76 $\mu\gamma/\Delta$.

Koncentracije kadmija iznosile su između $4,5 \times 10^{-10}$ i $6,6 \times 10^{-9}$ mol/L, odnosno između (22 ng/L – 320 ng/L), a prosječna vrijednost je bila 8×10^{-10} mol/L (40 ng/L).

Koncentracije olova iznosile su između $4,8 \times 10^{-10}$ i $5,6 \times 10^{-8}$ mol/L, odnosno između (40 ng/L – 4590 ng/L), prosjek $2,7 \times 10^{-9}$, a prosječne koncentracije olova iznosile su $2,7 \times 10^{-9}$ mol/L (220 ng/L).

Koncentracije bakra iznosile su između $1,6 \times 10^{-9}$ i $5,0 \times 10^{-6}$ mol/L, odnosno između 50 ng/L – 145000 ng/L, a prosječne koncentracije bakra iznosile su $1,4 \times 10^{-8}$ mol/L, odnosno 40 ng/L.

Pregled koncentracija otopljenih teških metala u tragovima (Cd, Cu i Zn) u Jadranu su napravili Tankere i Statham, 1996., te su dali usporedbu sa Mediteranom i oceanima

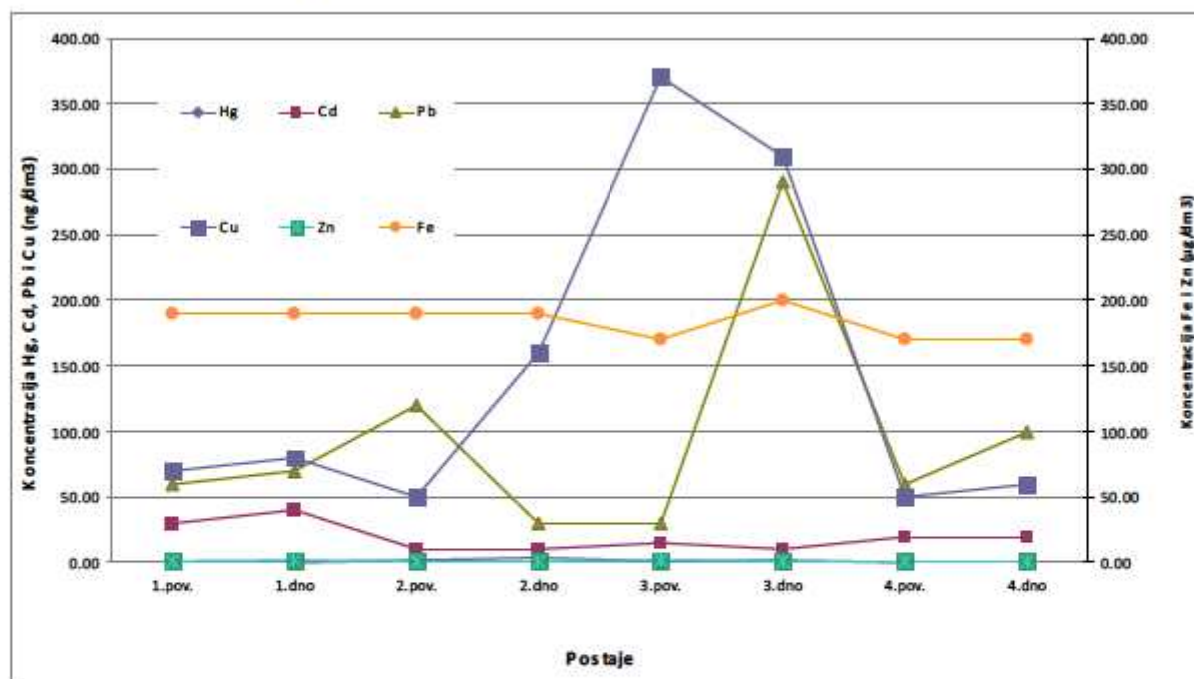
(Tablica 30., modificirano prema: Saagher, 1994., Tankere i sur, 1995., Tankere, Statham, 1996.)

Tablica 30. Raspon izmjerenih koncentracija teških metala u tragovima

Područje	Cu (nM/L)	Cu (ng/L)	Zn (nM/L)	Zn (ng/L)	Cd (nM/L)	Cd (ng/L)
Sredozemlje	1,5 – 1,7	43,5-49,3	2,7– 4,7	81-141	0,062–0,066	2,976-3,168
Sjeverni Atlantik	0,7 – 3,5	20,3-101,5	N.P.	N.P.	0,1– 0,35	4,8-16,8
Sjeverni Jadran	7,14	207,06	3,69	110,7	0,083	3,984
Južni Jadran	1,51– 2,95	43,79-85,55	2,71– 3,93	81,3-117,9	0,067–0,076	3,216-3,648

Vrijednosti teških metala su u sjevernom Jadranu bile povišene, što su autori objasnili donosom sa kopna rijekom Po. Ovo potvrđuju i istraživanja autora Ghidini i sur., 2003., koji donos teških metala u sjeverni Jadran povezuju sa rijekom Po, čiji pritoci prolaze kroz razvijena industrijska i poljoprivredna područja, ali i područja intenzivne industrije na širem području oko Venecijanskog zaljeva. Donos kadmija u more povezan je i sa sve većim onečišćenjem tla i zraka. U Europi emisije kadmija u zrak su jednake ili prelaze emisije kadmija iz drugih izvora (OECD, 1994.). Ukoliko se uzme u obzir da rijeka Po zajedno s Rhonom donosi trećinu ukupnog dotoka slatke vode u Sredozemlje (Ludwig i sur., 2009.), može se zaključiti da ista značajno povećava rizik onečišćenja u sjevernom Jadranu.

U 1999. godini napravljena su mjerenja teških metala u tragovima (Cd, Pb, Cu) ispred ušća rijeke Po (Zago i sur., 2000. Prema rezultatima mjerenja, prosječne koncentracije kadmija u morskoj vodi iznosile su između 0,17 i 0,73 nmol/L, odnosno između 8,14 i 35,04 ng/L. Koncentracije bakra iznosile su između 3,9 i 11,7 nmol/L, odnosno između 113,1 i 339,3 ng/L. Koncentracije olova iznosile su između 0,04 i 0,72 nmol/L, odnosno između 3,28 i 59,04 ng/L.



Slika 39. Koncentracije teških metala u uzorcima vode, polje Ivana (WET, ožujak 1986. godine)

Prema izmjerenim koncentracijama teških metala iz 1986. godine za plinsko polje Ivana (Slika 39.), koncentracije kadmija na svim postajama polja Ivana su unutar raspona prosječnih koncentracija, dok su više u odnosu na rezultate mjerenja provedenih 1996.

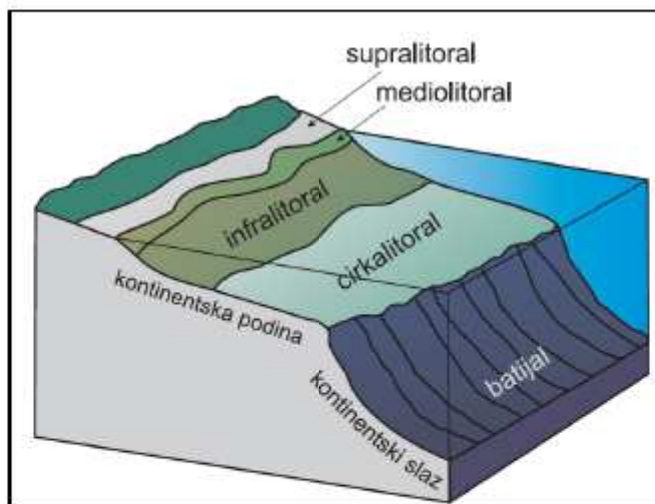
Koncentracije olova su u skladu s rezultatima za površinske uzorke Jadrana. Koncentracije bakra i cinka su također u rasponu vrijednosti za sjeverni Jadran i Jadransko more. Izmjerena koncentracija žive, iako ne postoje usporedivi rezultati za ovo područje, nalaze se u granicama prirodnog sadržaja ovog metala u morskoj vodi (WET, 1996.). Ove zaključke potvrđuju i novija istraživanja (IZOR, 2012.).

Organska onečišćenja

Na polju Ivana (4 postaje) određivane su u prosincu 1985. godine i ožujku 1986. godine koncentracije PAH, polifenola i sadržaja otopljenih organskih tvari u morskoj vodi, zatim poliaromatski ugljikovodici i klorirani ugljikovodici u morskim organizmima standardnim metodama. Koncentracije poliaromatskih ugljikovodika (PAH) su na granici ili ispod osjetljivosti primijenjene analitičke tehnike, tako da su dobiveni udjeli PAH karakteristični za čišća područja. Vrijednosti koncentracija fenolnih spojeva u stupcu morske vode su dosta niže od koncentracija koje su određene u obalnom pojasu istočne obale Jadrana. PAH u uzorcima riba su, slično kao i u sedimentu, minimalnog kvantiteta. Udjeli koncentracija kloriranih insekticida su niski i često ispod osjetljivosti metode (WET, 1996.).

3.3.3. Bioraznolikost

Lokacija zahvata nalazi se na prostoru kontinentske podine koje prema zonaciji litorala obuhvaća cirkalitoralnu stepenicu (Slika 40.).



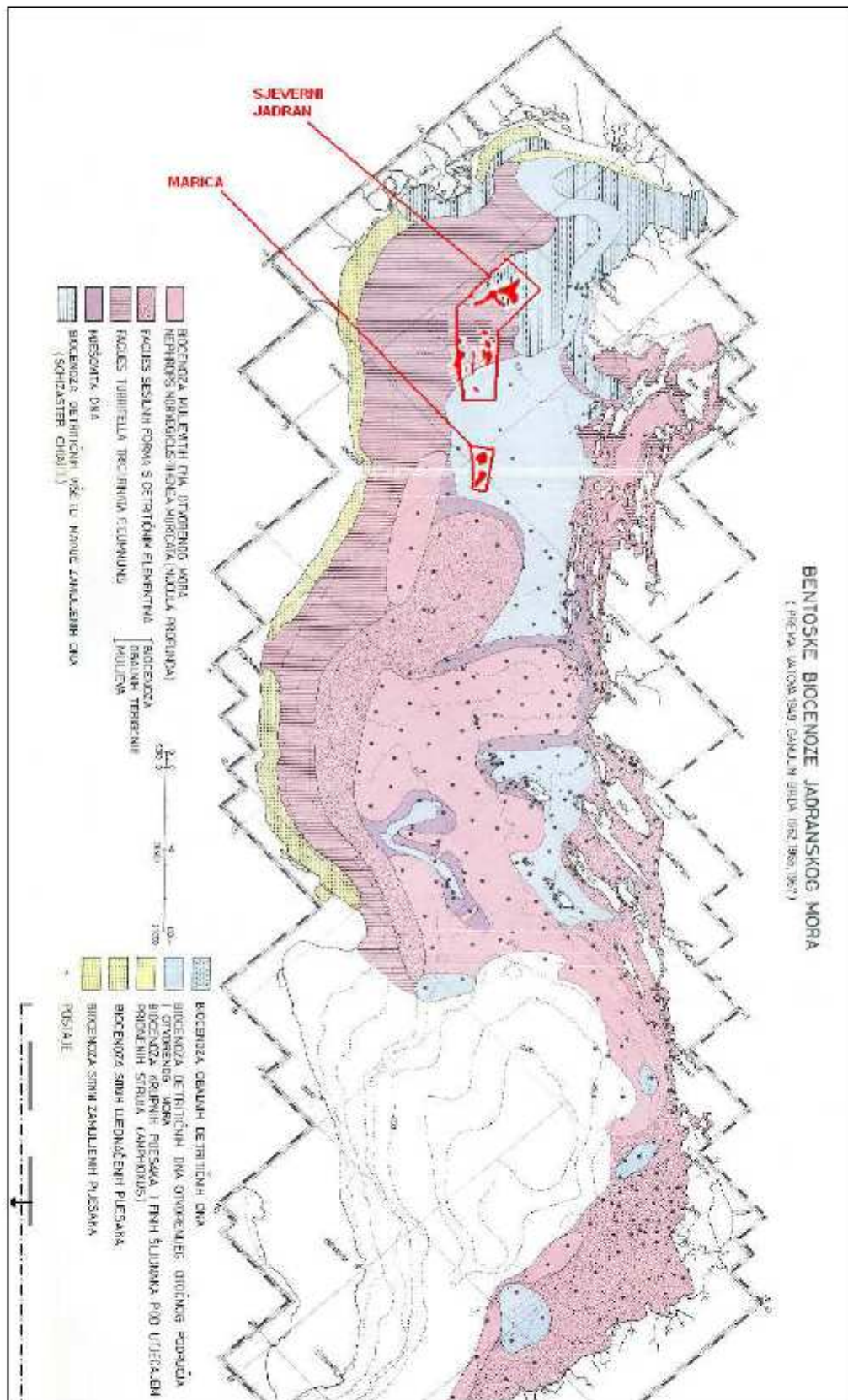
Slika 40. Bentoske stepenice u moru (T.Bakran-Petricioli,2007.)

Cirkalitoral u Jadranu zauzima najveći dio kontinentske podine. Cirkalitoralna stepenica zauzima područje od donje granice rasprostiranja fotofilnih alga i morskih cvjetnica, oko tridesetak metara pa do donje granice rasprostiranja crvenih algi, na približnoj dubini od 200 m. Glavne ekološke karakteristike ovog područja su smanjena količina svjetlosti i malo kolebanje saliniteta i temperature s povećanjem dubine. S porastom dubine u tim zajednicama prevladava animalna biomasa nad biomasom alga. Područje cirkalitorala u Jadranu obuhvaća područja na čvrstoj (kamena podloga) i pomičnoj podlozi (pijesak i mulj). Cijeli prostor eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" nalazi se na pomičnoj podlozi. U tom je dijelu prisutna stalna sedimentacija, pospješena oslabljenim gibanjem. Prevladavaju pjeskoviti i pjeskovito detritički sedimenti više ili manje zamuljeni. Sedimenti su različitog porijekla: terigenog (na mikrolokaciji dominantno donesenog tokom rijeke Po), organskog ili mješovitog.

3.3.3.1. BENTOSKE BIOTENOZE

S obzirom na raspored bentoskih biocenoz na području eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni Jadrani" i "Marica" (Peres i Gamulin Brida 1973., Slika 41.) prisutne su tri bentoske biocenoze i to:

- Biocenoza obalnih terigenih muljeva
- Biocenoza detritičnih više ili manje zamuljenih dna
- Biocenoza detritičnih dna otvorenijeg otočnog područja i otvorenog mora



Slika 41. BENTOSKE biocenoze Jadranskog mora (Peres i Gamulin Brida, 1973.)

Biocenoza obalnih terigenih muljeva

Biocenoza obalnih terigenih muljeva razvijena je na području bez ili s oslabljenim pridonjenim strujama, gdje je moguća sedimentacija sitnih muljevitih čestica. Prekriva centralne dijelove većine kanala, a u manje razvedenom dijelu južog Jadrana formira širu ili užu obalnu zonu. Karakteriziraju je mnogočetinaši naročito *Sternaspis scutata* i *Aphrodite aculeata*. Po zastupljenosti nakon mnogočetinaša prisutni su mekušci kao što su školjkaši *Cardium paucicostatum* i *Pteria hirundo*, puž *Turritella communis*. Također prisutni su i rakovi *Dorippe lanata* i *Goneplax rhomboides*, zatim žarnjaci *Pennatula phosphorea*, *Alcyonium palmatum* i *Virgularia mirabilis*, mješčičnica *Diazona violacea* i dr. S obzirom na muljeviti sediment u animalnoj biomasi ove zajednice prisutne su vrste iz skupina bodljikaša posebice trpovi *Stichopus regalis*, *Trachythyone elongata*, *Oostergrenia adriatica* i *Trachythyone tergestina*, itd. (Peres i Gamulin Brida, 1973; IZOR, 2012; Slika 42.).

Biocenoza detritičnih više ili manje zamuljenih dna

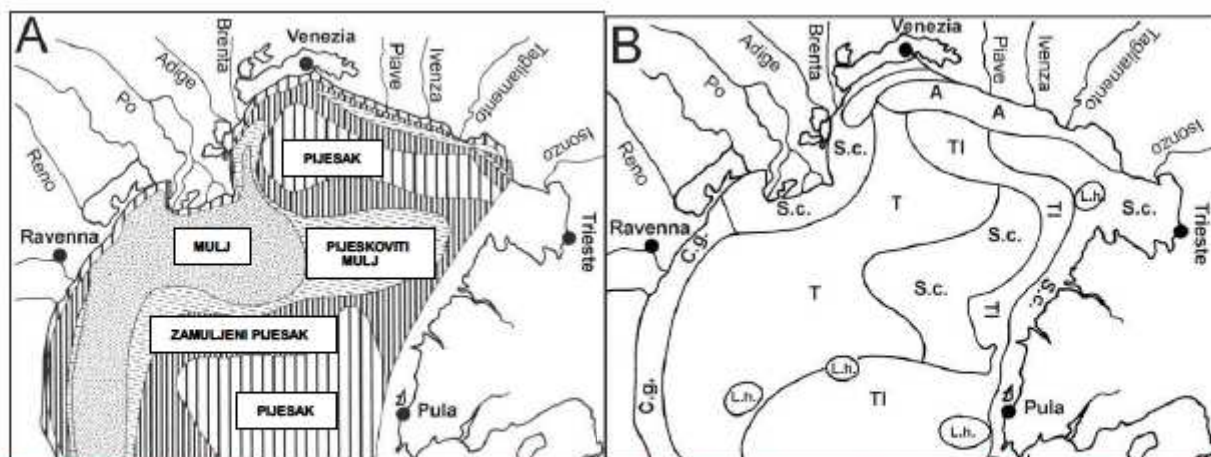
Ova zajednica dominira na pomičnim dnima sjevernog Jadrana (Peres i Gamulin Brida, 1973; Slika 42.). U okviru ove biocenze razlikuju se tri glavne zone s obzirom na režim morskih struja, utjecaj kopnenih voda i ostalih ekoloških faktora, kao i s obzirom na kvalitativni i kvantitativni sastav svojti. To su:

- Obalna zona vrlo zamuljenih detritičkih dna - rasprostire se od plitkog obalnog dijela do 3 nautičke milje od obale te obuhvaća plitki Tršćanski zaljev i zapadnu obalu Istre te je pod jakim utjecajem kopna i kopnenih voda (Peres i Gamulin Brida, 1973). Dominantne vrste ove zone su ježinac *Schizaster canaliferus* i zmijača *Amphiura chiajei* (IZOR, 2012).
- Centralna zona pjeskovito-detritičkih dna – do 12-15 nautičke milja od obale pod utjecajem je glavne jadranske struje, odnosno njezinih ogranaka (Peres i Gamulin Brida, 1973). Karakteristična vrsta ove zone je školjkaš roda *Tellina*. Bogata je epifaunom, kao što su spužve, mekušci (npr. *Lima hians*), bodljikaši (npr. *Ophiothrix quinquemaculata*) i mješčičnice (IZOR, 2012).
- Zona otvorenog mora pod utjecajem otvorenog mora i alpskih rijeka – karakteristična za pjeskovito-detritičko više ili manje zamuljeno dno s karakterističnim vrstama kao što su: ježinac *Schizaster canaliferus*, zmijača *Amphiura chiajei*, školjkaši *Laevicardium oblongum* i *Chlamys flexuosa*, zvjezdača *Anseropoda placenta* te indikatori zamuljivanja, spužva *Raspallia viminalis*, koralj (*Alcyonium palmatum*) i mnogočetinaš (*Aphrodite aculeata*) (IZOR, 2012.).

Biocenoza detritičnih dna otvorenijeg otočnog područja i otvorenog mora

Biocenoza detritičnih dna otvorenijeg otočnog područja i otvorenog mora je razvijena na pjeskovito-detritusnom dnu otvorenijeg otočnog područja i geografski, ekološki (uže amplitude i više srednje vrijednosti saliniteta, blaže ohlađivanje i sl.) i biocenološki se razlikuje od prijelaznih zona u slabije razvedenim područjima (Slika 42.). Karakteriziraju

je brojni školjkaši (*Laevicardium oblongum*, *Chlamys flexuosa*, *Chlamys clavata*, *Tellina balaustina*, *Pecten varius*, *Cardita aculeate*), puž *Aporrhais pespelecani*, polihet *Hermione hystrix*, zvjezdača *Anseropoda placenta*, zmijača *Ophiacantha setosa* te jež (inac *Cidaris cidaris*) (IZOR, 2012.).



Slika 42. Distribucija i povezanost sastava sedimenata i bentičke faune u sjevernom Jadranu A) raspodjela sedimenata prema veličini čestica; B) raspodjela bentičke faune prema Vatovi. A: *Amphioxus*, C.g.: *Chione gallina*, L.h.: *Lima hians*, S.c.: zajednica *Schizaster chiajeli*, T: *Turritella*, TI: *Tellina* (modificirano prema Zuschin i Stachowitsch, 2009).

Osim navedenih biocenoza koje su prirodno prisutne na lokaciji zahvata, postavljanjem plinskih platformi, na mikrolokacijama su prisutne i **Zajednice infralitorala betoniranih i izgrađenih obala i ostalih ljudskih konstrukcija u moru** (T. Bakaran-Petricioli, 2007.). Glavni obraštajni organizam na većini supstrata na Jadranu je dagnja, *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, koja se za podlogu pričvršćuje snopovima bisusnih niti i tvori gusta naselja. Što je populacija dagnji gušća to se više sedimenta, fecesa i pseudofecesa ovih školjkaša akumulira u prostorima između njih. Na taj način stvaraju se brojne infralitoralne mikroniše koje pružaju zaštitu od otplavlivanja vagilnim organizmima (PMF, 2002.- 2012.). Iako je kvalitativni sastav (brojnost vrsta) obraštaja siromašniji, kvantitativni razvoj obraštajne zajednice je intenzivniji u odnosu na prirodne bentoske zajednice (PMF, 2002.- 2012.). Postavljene platforme postale su nova staništa pogodna za naseljavanje vrsta kojima je potrebna nepomična podloga i povećana je bioraznolikosti u odnosu na nultu stanje što potvrđuju i terenska istraživanja (PMF, 2002.- 2012.).



Slika 43. Obraštaj na vertikalnim cijevima platforme Ivana A, dubina 5m, pogled odozdo prema pristaništu (PMF, 2012.)

U i na obraštaju koji se razvio na podvodnim dijelovima plinske platforme Ivana A zabilježeno je ukupno 46 taksona obraštajnih organizama, 25 taksona pokretne faune i 15 vrsta bentoskih riba (Tablica 31., PMF, 2002-2012.). Kvalitativni sastav organizama čine spužve (utvrđeno je ukupno 3 vrste), zabilježeni su još i žarnjaci (10 taksona), š koljkaši (15 vrsta), ciripedni rakovi (6 vrsta), mnogočetinaši (5 taksona), plaštenjaci (3 taksona), puževi (3 vrste) te mahovnjaci.

Gotovo svi navedeni organizmi hrane se filtriranjem ili hvataju čestice iz suspenzije, što ukazuje na bogatstvo hrane za takve organizme u ovom dijelu Jadrana.

Tablica 31. Popis različitih taksona organizama utvrđenih u i na obraštaju platforme Ivana A (PMF, 2002.-2012.)

Sesilni i sedentarni organizmi	Sesilni i sedentarni organizmi	Pokretna makrofauna	Bentoske ribe
<i>Dysidea avara</i> (Schmidt, 1862)	<i>Neopycnodonte cochlear</i> (Poli, 1795)	Sipunculida indet.	<i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Haliclona mediterranea</i> Griessinger, 1971	<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758	<i>Ostillus turbinatus</i> (Von Born, 1778)	<i>Epinephelus marginatus</i> (Lowe, 1834)
<i>Reniera</i> sp.	<i>Pseudochama gryphina</i> (Lamarck, 1819)	<i>Melarhaphé neritoides</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Lipophrys adriaticus</i> (Steindacher & Kolombatović, 1883)
<i>Alcyonium palmatum</i> Pallas, 1766	<i>Chama gryphoides</i> Linnaeus, 1758	<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)	<i>Lipophrys canevai</i> (Vinciguerra, 1880)
Actiniaria indet.	<i>Gastrochaena dubia</i> (Pennant, 1777)	<i>Nesarius incrassatus</i> (Ström, 1768)	<i>Mullus barbatus</i> Linnaeus, 1758
<i>Actinia equina</i> Linnaeus, 1758	<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	<i>Flabellina affinis</i> (Gmelin, 1791)	<i>Parablennius incognitus</i> (Bath, 1968)
<i>Epizoanthus</i> sp.	<i>Filograna</i> sp. sensu Bianchi	<i>Flabellina ischitana</i> Hirano & Thompson, 1990	<i>Parablennius gattorugine</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Caryophyllia smithi</i> Stokes et Broderip, 1828	<i>Pomatoceros triquetus</i> (Linnaeus, 1767)	Amphipoda indet.	<i>Parablennius rouxi</i> (Cocco, 1833)
<i>Caryophyllia</i> sp.	<i>Protula tubularia</i> (Montagu, 1803)	<i>Alpheus macrocheles</i> (Hailstone, 1835)	<i>Phycis phycis</i> (Linnaeus, 1766)
<i>Balanophyllia europaea</i> (Risso, 1826)	<i>Serpula vermicularis</i> Linnaeus, 1767	<i>Scyllarus arctus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Sciæna umbra</i> Linnaeus, 1758
<i>Tubularia</i> sp.	Serpulidae indet.	<i>Galathea strigosa</i> (Linnaeus, 1767)	<i>Scorpaena notata</i> Rafinesque, 1810

<i>Eudendrium rameum</i> (Pallas, 1766)	<i>Balanus ebumeus</i> Gould, 1841	<i>Dromia personata</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758
Hydrozoa indet.	<i>Balanus perforatus</i> Bruquiere, 1789	<i>Maja crispata</i> Risso, 1827	<i>Scorpaena scrofa</i> Linnaeus, 1758
<i>Patella ulyssiponensis</i> Gmelin, 1791	<i>Balanus spongicola</i> Brown, 1844	<i>Maja squinado</i> (Herbst, 1788)	<i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Patella caerulea</i> Linnaeus, 1758	<i>Chthamalus stellatus</i> (Poli, 1791)	<i>Pachygrapsus marmoratus</i> (Fabricius, 1787)	<i>Symphodus (Crenilabrus) tinca</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Patella rustica</i> Linnaeus, 1758	<i>Chthamalus depressus</i> (Poli, 1791)	<i>Eriphia verrucosa</i> (Forsk., 1775)	
<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	<i>Lepas anatifera</i> Linnaeus	<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)	
<i>Arca noae</i> Linnaeus, 1758	Bryozoa indet.	<i>Liocarcinus depurator</i> (Linnaeus, 1758)	
<i>Barbatia barbata</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Clavelina</i> sp.	<i>Homarus gammarus</i> (Linnaeus, 1758)	
<i>Chlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Aplidium conicum</i> (Oliv., 1792)	<i>Holothuria</i> sp.	
<i>Limaria inflata</i> Link, 1807	<i>Phallusia mammilata</i> (Cuvier, 1885)	<i>Arbacia lixula</i> (Linnaeus, 1758)	
<i>Limaria hiens</i> (Gmelin, 1791)		<i>Echinus melo</i> Lamarck, 1816	
<i>Modiolus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)		<i>Marthasterias glacialis</i> (Linnaeus, 1758)	
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819		<i>Paracentrotus lividus</i> (Lamarck, 1816)	
<i>Lithophaga lithophaga</i> (Linnaeus, 1758)		<i>Ophiothrix fragilis</i> (Abildgaard in O.F. Müller, 1789)	

Makroalge i morske cvjetnice

U Jadranskom moru do danas je zabilježeno 638 svojiti bentoskih algi. U bentoske alge ubrajaju se makroskopske svojite iz odjeljaka crvenih, smeđih i zelenih algi. Nastanjuju čvrsta dna i pomična dna uskog obalnog pojasa. Na širem području sjevernog Jadrana zabilježeno je ukupno 357 svojiti makroalgi što je značajno manje u odnosu na srednji Jadran (606 svojiti) i južni Jadran (529 svojiti). Najzastupljenije su vrste iz odjeljka Rhodopyta (ukupno 200 vrsta), dok je broj pripadnika iz odjeljaka Ochrophyta (ukupno 80 vrsta) i Chlorophyta (ukupno 77 vrsta) skoro podjednak (IZOR, 2012).

Morske cvjetnice za razliku od morskih algi imaju razvijene biljne organe i nastanjuju pjeskovita i pjeskovito-muljevita dna u fotičkoj zoni do 35 m dubine. U Jadranu su zastupljene s četiri vrste (*Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina* i *zostera noltii*) od kojih je naznačajnija i najrasprostranjenija *Posidonia oceanica*, endem jadranskog mora. Rasprostranjenost morskih cvjetnica u Jadranu je slabo istraživana. U sjevernom dijelu jadrana zastupljenije su *Zostera marina* i *Zostr noltii*, dok je *Posidonia oceanica* najbolje razvijena u srednjem i južnom Jadranu. *Cymodocea nodosa* je razmjerno dobro zastupljena u svim djelovima Jadrana osobito u zaštićenim uvalama (IZOR, 2012).

Zajednice morskih cvjetnica imaju ključnu ulogu u ekosustavu i čine jedno od najvažnijih tipova staništa u Jadranskom moru. Te zajednice su izrazito ugrožene antropogenim djelovanjem i sve vrste morskih cvjetnica su zaštićene kao strogo zaštićene zavičajne svojite Zakonom o zaštiti prirode („Narodne novine“, br. 70/05, 139/08, 57/11) i Pravilnikom o proglašavanju divljih svojiti zaštićenim i strogo zaštićenim („Narodne novine“, br. 99/09).

3.3.3.2. Pelagijal

Na prostoru eksploatacijskih polja ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ i „Marica“, dubina mora je između 35 i 70 metara, odnosno batimetrijski to područje pripada epipelagijalu.

Područje zahvata pripada otvorenom moru sjevernog Jadrana. Prema podacima (IZOR, 2012.), čitav vodeni stupac predstavlja stanište pogodno za sitnu plavu ribu. Tijekom višegodišnjih uzorkovanja pelagičkom kočom u uzorcima su zabilježene razne vrste pelagičkih riba, rakova meduza i glavonožaca (IZOR, 2012.). Izravnim promatranjem zabilježeno je i prisustvo većih pelagičkih organizama: tuna, dupina, morskih kornjača. Biološku raznolikost ovog staništa također karakteriziraju i rani razvojni stadiji pridnenih vrsta riba i rakova, kao i raznolikost naselja prisutnih planktonski organizama.

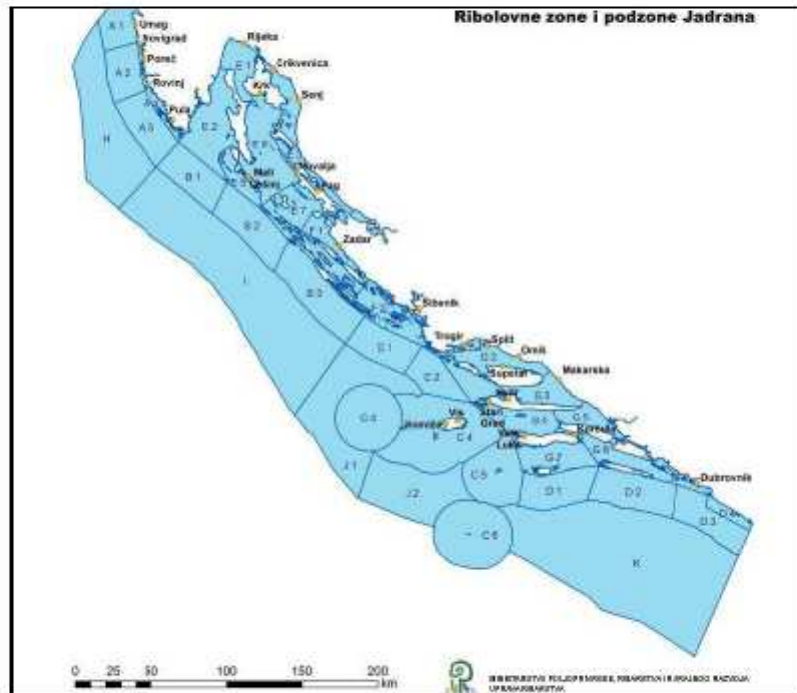
Ribljí fond

U pelagijalu sjevernog Jadrana dominantne vrste riba s obzirom na njihovu ekonomsku važnost (komercijalno najznačajnije vrste sitne plave ribe) su vrste iz porodice srdjelki (*Clupeidae*): srdela (*Sardina pilchardus*) i inćun (*Engraulis encrasiolus*). Za srdelu je uočeno da je nešto gušće rasprostranjena uz istočnu obalu Jadrana, dok je inćun zastupljeniji uz njegovu zapadnu obalu (IZOR, 2010; 2012).

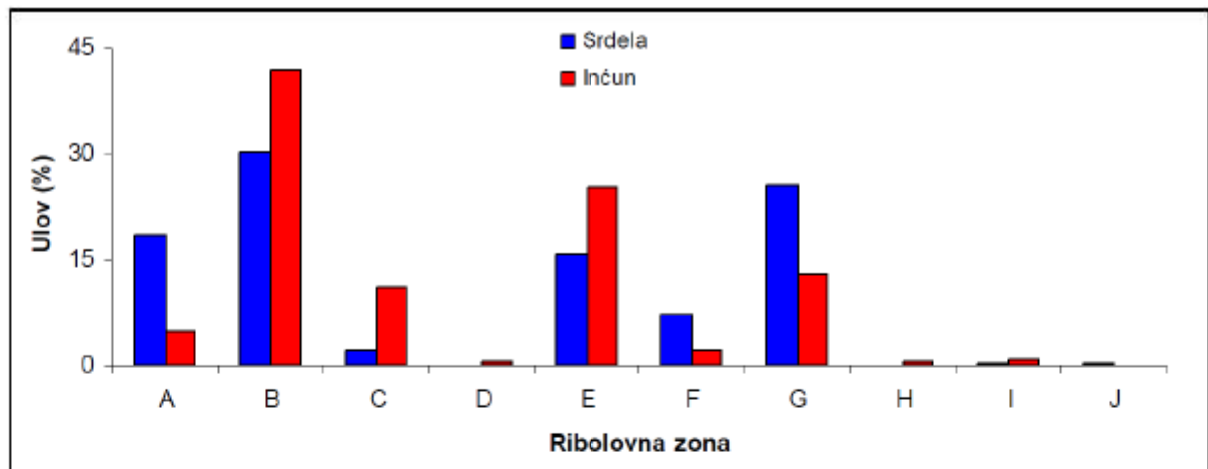
Osim sitne plave ribe pelagički ribolov obuhvaća i ulov lokarde (*Scomber japonicus*), skuše (*Scomber scombrus*), palamide (*Sarda sarda*) i tunja (*Thunnus thynnus*) (Vrgoč, 2010).

Ukupan ulov morskih organizama tijekom 2011. godine pokazuje izraziti porast u odnosu na prethodnu godinu i dosegao je 70 535 tona. Najveći dio ulova morskih organizama (ukupno 70 535 tona) u 2011.g. činila je plava riba čiji je ulov iznosio 64 306 tona, a dominantne vrste bile su srdela (46 051 tonu) i inćun (14 382 tone) i za obje ove vrste ulovi ostvareni u 2011. godini bili su rekordni.

Ribolovno more RH podjeljeno je na ribolovne zone (Slika 44.) Lokacija eksploatacijskog polja ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ nalazi se u ribolovnoj zoni H, a lokacija eksploatacijskog polja ugljikovodika „Marica“ u ribolovnoj zoni I. Ulovi u zonama I i H su među najmanjim u ribolovnom području Jadrana. Tako je, npr. 2010. godine najmanji ulov srdele bio u ribolovnoj zoni H i iznosio je 9,2 t, a prema grafičkom prikazu (Slika 45.) što iznosi oko 0,05% od ukupnog ulova sitne plave ribe u 2010. (18 356 t).

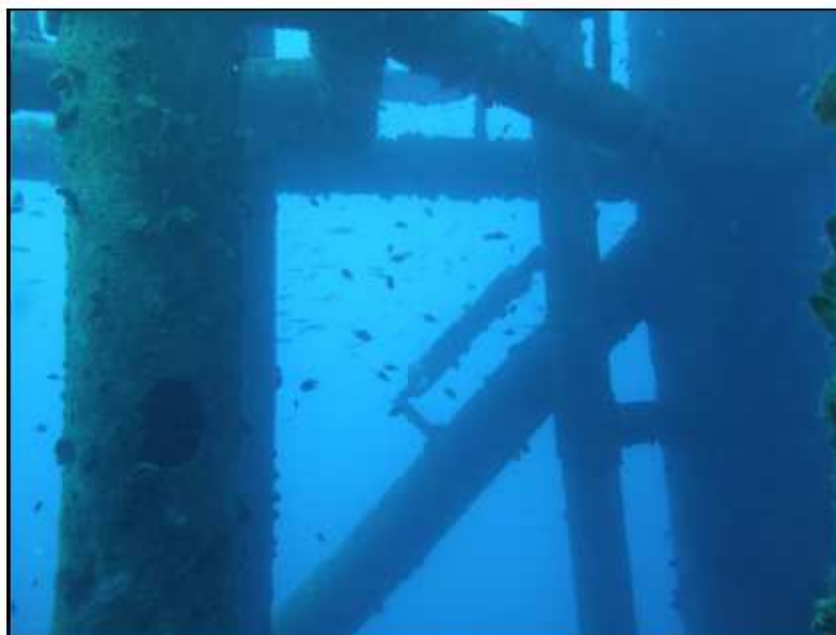


Slika 44. Ribolovne zone na Jadranu (Izvor: Ministarstvo poljoprivrede)



Slika 45. Kolebanje ulova sitne plave ribe po ribolovnim zonama tijekom prvih deset mjeseci 2010. godine (IZOR, 2010.).

Tijekom provedenih istraživanja uz platformu Ivana A (od 2002.-2012., PMF) zabilježeno je 27 vrsta riba od kojih neke uz platformu pronalaze i zaklon i hranu dok druge dolaze smog hrane (Slika 46., Tablica 32.).



Slika 46. Plove različitih bentopelagičnih i pelagičnih riba se stalno zadržavaju oko platforme Ivana A (PMF, 2012.)

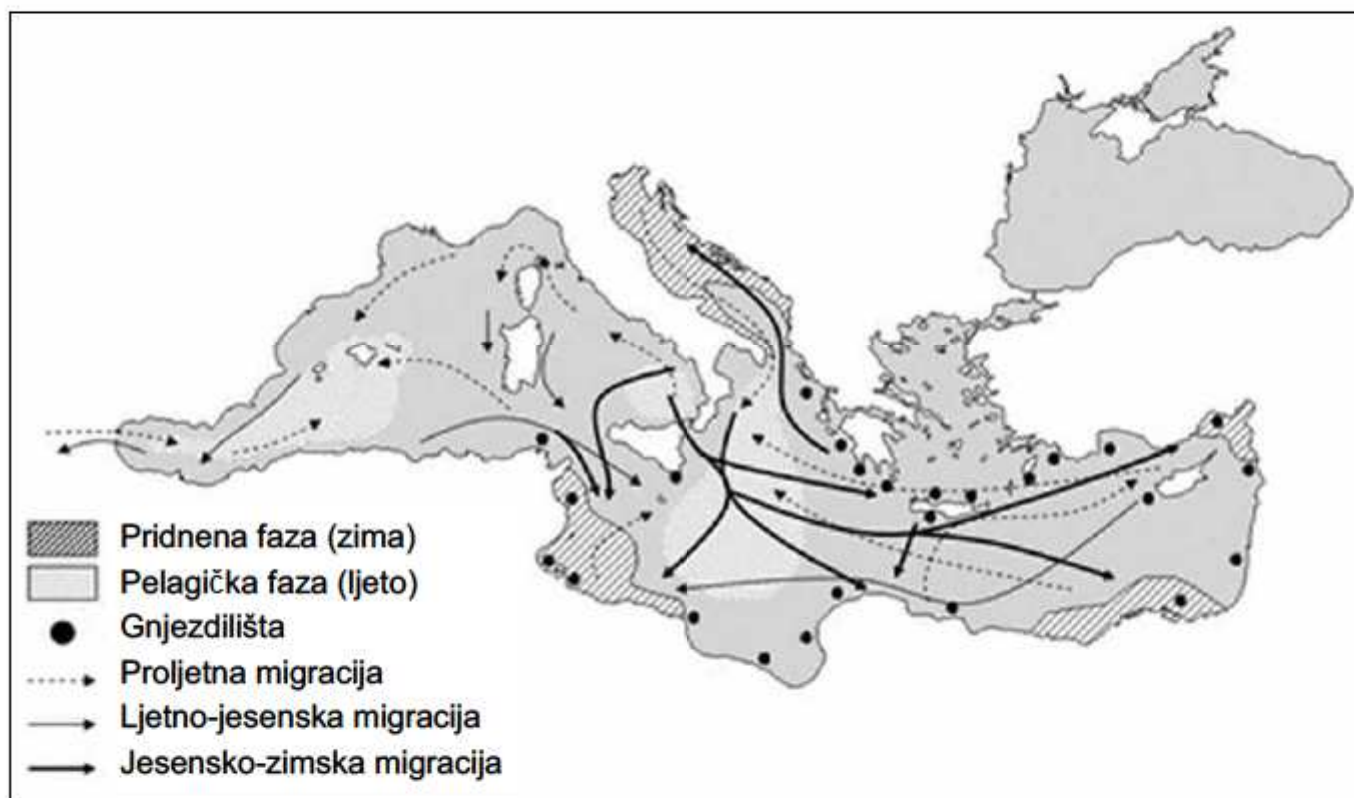
Tablica 32. Popis vrsta riba zabilježenih uz platformu Ivana A prilikom provedenih istraživanja 2002.-2012. Godine, PMF

Vrsta	Narodni nazivi	Vrsta	Narodni nazivi
<i>Atherina</i> sp.	gavun	<i>Sarda sarda</i> (Bloch, 1793)	palamida
<i>Balistes carolinensis</i> Gmelin, 1789	kostorog	<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	srđela
<i>Belone belone</i> (Linnaeus, 1761)	iglica	<i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1847	srđela golema
<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	boba	<i>Sciaena umbra</i> Linnaeus, 1758	kavala
<i>Chromis chromis</i> (Linnaeus, 1758)	crnelj	<i>Scomber japonicus</i> Houttuyn, 1782	lokarda
<i>Coryphaena hippurus</i> Linnaeus, 1758	lampuga	<i>Scomber scombrus</i> Linnaeus, 1758	skuša
<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758)	brancin	<i>Seriola dumerili</i> (Risso, 1810)	gof
<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)	špar	<i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758	orada
<i>Diplodus puntazzo</i> (Cetti, 1777)	pic	<i>Spicara maena</i> (Linnaeus, 1758)	modrak
<i>Diplodus sargus</i> (Linnaeus, 1758)	šarag	<i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)	gira
<i>Diplodus vulgaris</i> (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	fratar	<i>Spondylisoma cantharus</i> (Linnaeus, 1758)	kantar
Mugilidae indet.	cipal	<i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)	šnjur
<i>Oblada melanura</i> (Linnaeus, 1758)	ušata	<i>Trisopterus minutus</i> (Linnaeus, 1758)	ugotica
<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus, 1766)	strijelka		

Morski gmazovi i sisavci

Od ukupno sedam vrsta morskih kornjača, u Jadranu su zabilježene tri vrste: sedmopruga usminjača (*Dermochelys coriacea*) i zelena želva (*Chelonia mydas*) koje su rjeđe vrste u Jadranu te glavata želva (*Caretta caretta*) koja je najčešća i najraširenija vrsta kornjače u Jadranu.

Glavata želva stalno naseljava Jadran. Populacija koja naseljava Jadran dio je populacije koja se razmnožava u Grčkoj. Jadran je jedno od najznačajnijih područja ishrane i zimovališta glavate želve u Sredozemlju. Na pojedinim lokacijama viđene su skupine od više desetaka jedinki posebno na području Kornata i Lastova (Jolić, 1995.) Pješčana dna značajnog dijela srednjeg i sjevernog jadrana predstavljaju područje zimovališta (Slika 47.). Dolaskom zime i padom temperature mora glavate želve smanjuju svoju aktivnost i povlače se na morsko dno gdje hiberniraju.



Slika 47. Karta migracije glavate želve na Sredozemlju (Luchetti, Antonello, 2010.)

Morske kornjače jedne su od najčešćih slučajnih ulova u raznim ribolovnim alatima u svim svjetskim morima. Slučajni ulov glavate želve u pridnene koče u sjeveroistočnom Jadranu iznosi 2135– 4334 ulova godišnje (Lazar i sur., 2012; Slika 48).

Slučajni ulov glavatih želvi u mreže stajačice u sjevernom Jadranu procijenjen je na najmanje 658 ulova godišnje, uz neposrednu smrtnost od 74.7% (Lazar, 2007., <http://www.izor.hr/azo/>). Osim mrežama i ostalim ribolovnim alatima, jedinke često stradavaju od gutanja različitog otpada, uglavnom plastičnog otpada (Lazar i Gračan, 2011.).



Slika 48. Slučajni ulov morskih kornjača u koću (IZOR, AZO, <http://www.izor.hr/azo>)

Tijekom istraživanja morskog dna uz cjevovode u neposrednoj blizini platforme Annamaria A ronilicom na daljinsko upravljanje, zabilježena je glavata želva kojoj cijevi zbog obraštaja služe kao hranilište (Slika 49., Oikon, 2011.). Također, glavata želva je uočena tijekom pregleda obraštaja na platformi Ivana A 2006., 2010. i 2012. godine (PMF, 2002.-2012.).



Slika 49. Glavata želva zabilježena uz dio cijevi cjevovoda u blizini platforme Annamaria A (Oikon, 2011.)

Sedmopruga usminjača je u Jadranu zabilježena trinaest puta (Lazar i sur., 2008.), od čega je na sjevernom Jadranu zabilježena na području otoka Krka, Kraljevice, Duge uvale, Umaga, u Tršćanskom zaljevu i kod Izole.

Zelena želva zabilježena je u Jadranu 12 puta (Lazar i sur., 2004.), od čega u hrvatskom dijelu Jadrana svega četiri puta. Posljednji put je zabilježena 2001. kod Trpnja.

Sve tri vrste kornjača zaštićene su hrvatskim propisima: Zakonom o zaštiti prirode („Narodne novine“, br. 70/05, 139/08, 57/11) i Pravilnikom o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim („Narodne novine“, br. 99/09) i međunarodnim konvencijama.

U Jadranu živi ili povremeno boravi više vrsta morskih sisavaca. Dobri dupin (*Tursiops truncatus*) jedina je trajno naseljena vrsta morskih sisavaca u Jadranu. Smatra se da u Jadranu obitava oko 220 jedinki. Najveća Jadranska populacija smještena je u akvatoriju otoka Lošinja, a relativno su česti i u ostatku Jadrana. Osim dobrog dupina, u Jadran dolazi i obični dupin (*Delphinus delphis*). Jako je česta vrsta u Sredozemnom moru, ali kod nas nije trajno naseljena već ulazi kroz Otrantska vrata u potrazi za ribom. Mediteranske vrste koje se češće susreću u Jadranu su prugasti dupin (*Stenella coeruleoalba*), danas najbrojnija vrsta u cijelom Mediteranu te glavati dupin (*Grampus griseus*).

Prema podacima AZO-a, uzroci smrtnosti dobrih dupina povezani s ribarstvom uključuju zaplitanje u mreže stajačice, gušenje zbog gutanja dijelova mreže te ubijanje dinamičkom prilikom izlova plave ribe. Iako rijetko, dupini su pronađeni i kao slučajni ulov u kočama. U najvećem broju takvih slučajeva radi se o već prije uginulim životinjama, no u nekim slučajevima postoje naznake da se radi o slučajnom ulovu zbog ulaska dupina u samu mrežu. Prosječan broj pronađenih uginulih dobrih dupina tijekom godine je između 15 i 20 životinja. Od tog broja oko 30% smrtnosti uzrokovano je aktivnostima povezanim s ribarstvom, no održivost takve stope smrtnosti na dobre dupine u Jadranskom moru za sada nije moguće utvrditi (Lazar, 2007.).

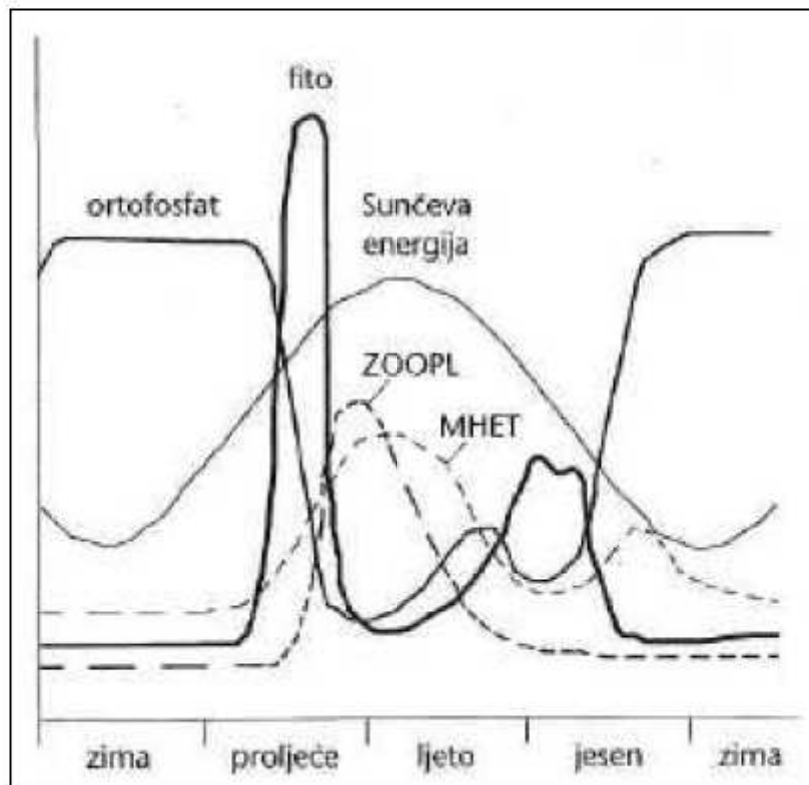
Osim dupina u Jadranu obitava i vrlo rijetki tuljan sredozemna medvjedica (*Monachus monachus*). Morski sisavci u Jadranu su zaštićeni Zakonom o zaštiti prirode („Narodne novine“, br. 70/05, 139/08, 57/11) i Pravilnikom o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim („Narodne novine“, br. 99/09).

3.3.3.3. Plankton

Kratko-živi jednostanični planktonski organizmi najbrže reagiraju na promjene koje se događaju u morskim ekosustavima. Promjene koje se događaju u mikrobnim zajednicama brzi su odgovor na promjene različitih abiotičkih i biotičkih ekoloških čimbenika koji mogu obuhvaćati promjene temperature, saliniteta, vertikalne dinamike vodenog stupca, horizontalnog gibanja vodenih masa, zatim promjene meteoroloških prilika, potencijalni utjecaj većih rijeka, promjene koncentracije organskih i anorganskih hranjivih tvari, razne antropogene utjecaje, trofičke odnose te sve ostale interakcije između komponenata planktonskih hranidbenih mreža (IZOR, 2012).

Značaj planktona (osobito hranidbeni) je veliki i predstavlja osnovu života u moru, odnosno bogatstvo mora je u direktnoj ovisnosti o količini planktona (Slišković, Jelić – Mrčelić, 2011.) Plankton čini kompletnu životnu zajednicu u kojoj je fitoplankton glavni proizvođač, a zooplankton glavni potrošač organske tvari u moru, dok je bakterioplankton razgrađivač.

Lokacija zahvata, prema Köppenovoj podjeli klime, spada u tzv. Cfa tip klime, odnosno u područje umjereno tople vlažne klime s vrućim ljetom. Godišnji ciklus planktona bi u ovom području odgovarao ciklusu mora umjerenih područja (Slika 50.) U morima umjerenog pojasa temperatura je u toku zime na površini i na dnu uglavnom jednaka; zimske nepogode miješaju vode, pa se soli vertikalno ravnomjerno raspoređuju po profilu vodenog stupca. Početkom proljeća, zbog intenzivnije i dugotrajnije svjetlosti, počinju se na površini razmnožavati fitoplanktonske vrste što uvjetuje nagli razvoj zooplanktona; vode se sve više osiromašuju hranjivim solima, što dovodi do smanjenja broja jedinki fitoplanktona i zooplanktona. U kasno ljeto količina hranjivih soli u površinskim slojevima je smanjena, dok se dublji slojevi obogaćuju zbog ostataka uginulih organizama i metaboličkih produkata. Početkom jeseni površinski slojevi počinju se, hladiti i tonuti, a obogaćene hranjivim solima duboke vode počinju dizati na površinu, čemu također doprinose i vremenske nepogode koje dodatno pojačavaju dinamiku mora. Vode bogate solima na taj način ponovno dospiju na površinu, a svjetlosti ima još uvijek dovoljno za bujniji razvoj fitoplanktona (Slišković, Jelić – Mrčelić, 2011.).



Slika 50. Sezonske promjene ekoloških čimbenika i planktona u moru umjernog pojasa. FITO – mikrofitoplankton, ZOOPL-zooplankton, MHET-mikroheterotrofi (Viličić, 2003)

Fitoplankton

Fitoplankton uključuje prokariotske i eukariotske organizme kao što su cijanobakterije i proklorofita te eukariotske alge: glaukofita, euglenofita, dinofita, kriptofita, rafidofita, krizofita i rodofita (Viličić, 2002). Na području Jadrana najbrojnije skupine u fitoplanktonu su dijatomeje i dinoflagelati. S tim da u proljetnom i zimskom razdoblju u zajednici dominiraju dijatomeje dok su dinoflagelati najbrojniji u ljetnom periodu (IZOR, 2012).

Tijekom posljednja četiri desetljeća (od 1972.-2009.) na području sjeveroistočnog Jadrana zabilježene su varijacije u broju vrsta fitoplanktona (od 217 vrsta u razdoblju od 1972-1999, do 172 vrste u periodu od 2000-2009 na postaji SJ107) što se pokazalo da je u uskoj vezi s promjenom saliniteta i količinom nutrijenata u sjevernom Jadranu tijekom navedenog razdoblja (Marić i sur., 2012; Slika 51.). Utvrđene dominantne vrste fitoplanktona istraživanog područja uključuju dijatomeje, dinoflagelate i kokolitoforine, od čega su s frekvencijom pojavljivanja većom od 15% bile zastupljene dijatomeje vrste roda *Pseudonitzschia*, *Cerataulina pelagica*, *Chaetoceros affinis*, *Leptocylindrus danicus* i *Thalassionema nitzschioides* te dinoflagelati vrste rodova *Prorocentrum* i *Ceratium* i *Protoperidinium steinii* (Marić i sur., 2012).



Slika 51. Prikaz istraživanog područja i postaja uzorkovanja u odnosu na lokaciju zahvata (modificirano prema Marić i sur. 2012)

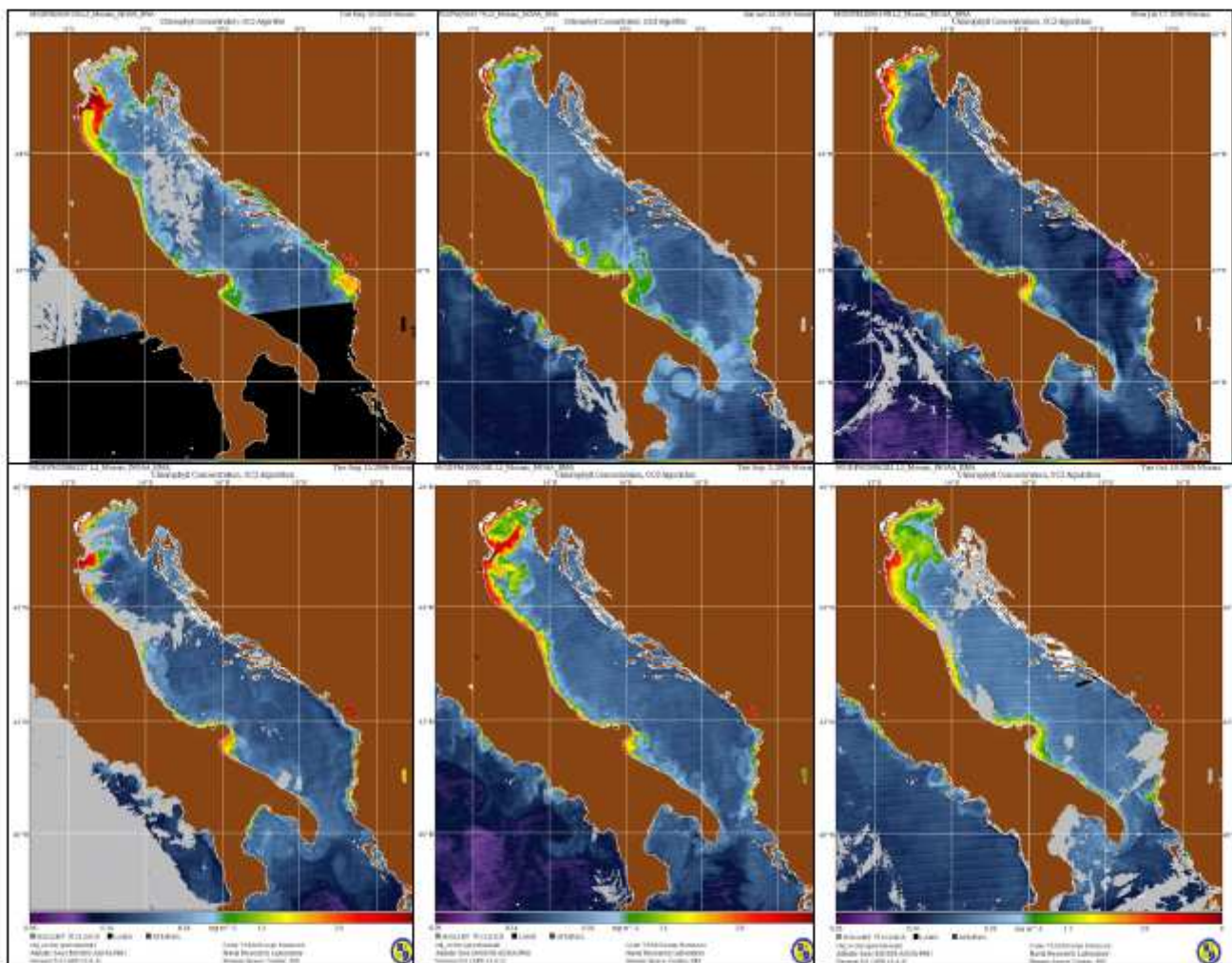
Sjeverni Jadran karakterizira pojava sluzavih cvatnji koja nastaje kao rezultat izlučivanja polisaharida od strane fitoplanktona. Sluzave se cvatnje u pravilu javljaju krajem svibnja i početkom lipnja, odnosno, korespondiraju sa razdobljima porasta temperature mora i oslabljene dinamike vodenih masa, dok je prestanak cvatnje uvijek bio vezan uz pojačanu dinamiku. Sluzave cvatnje u Jadranu su prvi puta zabilježene u 18. stoljeću, a u zadnjih 30 godina su bile zabilježene 1988., 1989., 1991., 2000., 2002., i 2004. godine (IZOR, 2012.).

Fitoplankton je zbog svoje osjetljivosti na proces eutrofikacije, kao i zbog brzog odgovora na promjene u okolišu jedan od glavnih bioloških elemenata za procjenu kvalitete vode. Najčešća i najjednostavnija metoda za procjenu biomase fitoplanktona je određivanje koncentracije glavnog fotosintetskog pigmenta, klorofila α (IZOR, 2012.).

Iz prikaza koncentracije klorofila na satelitskim snimcima tijekom 2006. (

Slika 52.) uočljiva je uobičajena proljetna fitoplanktonska cvatnja, koja je posebno snažno izražena u vodama sjevernog Jadrana, kao i u čitavom obalnom pojasu zapadne strane Jadrana. Krajem proljeća nastupa prestanak cvatnje u vodama srednjeg Jadrana, dok je cvatnja u Sjevernom Jadranu i na zapadnoj obali Jadrana potrajala tijekom čitavog ljeta, ali sa znatno nižim intenzitetom na istočnoj obali Sjevernog Jadrana (zapadna Istra). Krajem ljeta, izuzetno snažna fitoplanktonska cvatnja ponovno zahvaća čitav sjeverni Jadran, dok se istodobno nikakve promjene ne zamjećuju u vodama srednjeg i južnog Jadrana. Ovakva sezonska raspodjela fitoplanktonaske biomase, najvećim je dijelom uvjetovana meteorološkim uvjetima, koji su bili dosta slični i u 2004 godini, s čime se može objasniti i slična sezonska raspodjela fitoplanktonske biomase kroz te dvije godine. 2006. godina je obilježena izrazito niskim koncentracijama klorofila na čitavom Jadranu, a u sjevernom su Jadranu posebno niske koncentracije zabilježene tijekom proljeća i ljeta, što je u skladu s protokom Po-a i

općom hidrografskom situacijom u sjevernom Jadranu. Nešto povećane koncentracije u sjevernom se Jadranu javljaju tek u rujnu i vezane su uz povećani priliv hranjivih soli rijekom Po (Precali, Ninčević Gladan, 2006.).



Slika 52. Satelitske snimke koncentracije klorofila od svibnja-listopada 2006. (modificirano prema Precali, Ninčević Gladan, 2006.; <http://www.izor.hr/azo/>)

Zooplankton

U morskom ekosustavu zooplanktonski organizmi su međusobno povezani vrlo kompliciranim lancima ishrane. U obalnom moru značajni su konzumenti organskog detritusa, međutim, njihova je najvažnija uloga u regulaciji fitoplanktonske produkcije i predstavljaju osnovu hranidbenog lanca viših predatora, od filtratorskih organizama do ribljih populacija. Ako zooplanktonska zajednica nije u mogućnosti ishranom preraditi novostvorene fitoplanktonske stanice, obično nastaju ozbiljni poremećaji prirodne ravnoteže, najčešće u obalnom moru (IZOR, 2012.).

U Jadranu je zabilježeno ukupno 850 zooplanktonskih vrsta (IZOR, 2012).

Od protozojskih skupina zooplanktona za sjeverni Jadran karakteristična je struktura faune tintinida, planktonskih organizama iz skupine trepetljikaša. Najčešće su prisutne estuarsko – neritičke vrste od kojih je stalno prisutno 19 a povremeno 30 vrsta. U sjevernom Jadranu je jasno izražen gradijent brojnosti tintinida od juga prema sjeveru, a osobito od istočnog oligotrofnog dijela s relativno niskom gustoćom tintinida, prema zapadnom eutrofnom dijelu sa visokom abundacijom. U sjevernom Jadranu dominiraju estuarijske vrste, dok su oceanske rijetke i povremeno prisutne, stoga su dobar indikator prodora toplije i slanije vode iz srednjeg i južnog Jadrana u ovo područje. U pravilu siromašna fauna tintinida je u srpnju ili kolovozu, a najbogatija u lipnju ili rujnu (IZOR, 2012).

Najbrojniji zooplankton u Jadranu čine kopepodi, koji su osim po brojnosti jedinki zastupljeni i sa najvećim brojem vrsta. Imaju složen životni ciklus. Kopepodi su glavni zooplanktonski organizmi koji reguliraju visinu fitoplanktonске populacije s jedne i predstavljaju glavni izvor hrane planktonivornim organizmima (uglavnom sitnoj pelagičkoj ribi) s druge strane. Spolno zrele jedinke kopepoda čine relativno mali udio u ukupnoj populaciji, dok su naupliji (ličinački stadij) dominantni (IZOR, 2012).

Otvoreno more sjevernog Jadrana je najbogatije područje po brojnosti kopepoda, a njihova populacija je redovito bila analizirana od 1989. do 1997. godine (Kršinić i sur., 2007).

Naupliji su najbrojniji i prosječno čine više od 74% populacije u ukupnoj zajednici kopepoda. Najzastupljenije skupine postnauplijarnih kopepoda u sjevernom Jadranu su kalanoidi gdje je bila najzastupljenija herbivorna vrsta *Paracalanus parvus* i oitonidi gdje je bila najzastupljenija omnivorna vrsta *Oithona nana*. Ove dvije vrste su najvažnije u regulaciji fitoplanktona što je zaključeno na temelju činjenice da nije zabilježen proces stvaranja želatinoznih nakupina. Od karnivornih kopepoda dominiraju onceidi koji su i stalni stanovnici sjevernog Jadrana, a dominiraju neritičke vrste *Oncaea waldemari* i *Monothula subtilis* (Kršinić i sur., 2007).

Ostale skupine zooplanktona su relativno slabo istraživane na prostoru sjevernog Jadrana. Od protozoa zastupljene su planktonске foraminifere, na otvorenom moru je česta vrsta *Globigerina bulloides*, od Helizoa/Taxipodia je česta kozmopolitska vrsta *Sticholonche zanclea*. Među žamjacima postoji 125 poznatih vrsta zooplanktona. U sjevernom Jadranu su dobro poznate hidromeduze i kalikofore, dok su skupine žamjaka Chondrophora, Scyphomedusae i Ctenophora slabo istražene. Od metazoa su značajni i planktonski gastropodi, a mogu biti brojni tijekom toplije sezone (vrsta *Creseis acicula*) (IZOR, 2012).

Bakterioplankton

U sjevernom Jadranu izmjenjuje se utjecaj slatkih voda, preventivno unešenih rijekom Po i advekcijom unešene vode iz srednjeg Jadrana (uz istočnu obalu). Te vode različitih sadržaja nutrijenata oblikuju strukturu biološkog ciklusa u tom području. Kao rezultat utjecaja meteorološki prilika, obima dotoka rijeke Po i sistema strujanja vodenih masa oblikuje se trofički status sjevernog Jadrana (IZOR, 2012).

Novija istraživanja brojnosti heterotrofnih prokariota u sjevernom Jadranu bila su provedena u razdoblju 1990.-2008. (Ivančić i sur., 2010).



Slika 53. Prikaz položaja lokacije zahvata u odnosu na postaje uzorkovanja (modificirano prema Ivančić i sur. 2010)

Rezultati istraživanja pokazali su značajno smanjenje brojnosti heterotrofnih prokariota nakon 2003.g. Naime prije 2003. godišnji ciklus heterotrofnih prokariota karakterizirale su minimalne vrijednosti tijekom zime ($100-134 \times 10^7$ stanica L⁻¹, u prosjeku) i postepeni porast prema ljetu (do 212×10^7 stanica L⁻¹, u prosjeku). Nakon 2003. brojnost heterotrofnih prokariota bila je niska tijekom većeg dijela godine ($27-63 \times 10^7$ stanica L⁻¹, u prosjeku), s nešto višim vrijednostima samo krajem ljeta i u travnju (do 80×10^7 stanica L⁻¹, u prosjeku) (Ivančić i sur., 2012).

Postojale su indicije da bi promijenjeni hidrografski uvjeti, smanjeni donos supstrata i promjena kvalitete mogli biti najodgovorniji faktori za smanjenje heterotrofnih prokariota i promjena u njihovim karakteristikama rasta (veći obujam, manje dioba). Kao posljedica smanjene brojnosti heterotrofnih prokariota nakon 2003.g., brojnost heterotrofnih flagelata općenito se trostruko smanjila ($0,57 \times 10^6$ stanica L⁻¹, u prosjeku). Smanjena

međuviznost između heterotrofnih prokariota i heterotrofnih flagelata potvrđuje manju ulogu ishrane kao utjecaja na brojnost heterotrofnih prokariota nakon 2003.

Također u periodu od 1999.-2002. na istom području (transekt Rovinj-delta rijeke Po) provedena su istraživanja međusobnog odnosa brojnosti heterotrofnih bakterija i cijanobakterija tijekom razdoblja česte pojave prekomjernog cvjetanja mora i nastajanja voluminoznih sluzavih nakupina. Rezultati istraživanja pokazali su da je brojnost heterotrofnih bakterija najvećim dijelom regulirana zajedničkim utjecajem sezonskih promjena temperature i promjena koncentracije klorofila *a*. Od nutrijenata jedino je ortofosfat imao utjecaja na brojnost heterotrofnih bakterija i to u istočnom (oligotrofnom) dijelu istraživanih područja što ukazuje na značajnu kompeticiju za ovaj nutrijent između heterotrofnih bakterija i fitoplanktona. Pojave sluzavih nakupina mogu značajno utjecati na međuođnos heterotrofnih bakterija i cijanobakterija. Naime pokazalo se da tijekom tih pojava okolno more postaje oligotrofno što je vjerojatno uzrok zadržavanja ciklusa organske produkcije i remineralizacije unutar samih agregata, što kao posljedicu ima intenzivniji rast cijanobakterija u odnosu na heterotrofne bakterije i veće autotrofe. Na taj način cijanobakterije postaju glavni izvor hrane nanoflagelatima (Fuks i sur., 2005).

Ova istraživanja pokazala su direktni odgovor mikrobne zajednice na meteorološke i posljedično hidrografske promjene koje su nastale u području sjevernog Jadrana.

3.3.4. Klimatološke značajke i kvaliteta zraka

Za lokaciju zahvata klimatološko-meteorološki podaci prikupljeni s klimatoloških postaja Sv. Ivan na pučini i Rovinj u razdoblju od 1986. do 2005. godine, meteorološke postaje Pula u razdoblju 1949-1970., meteorološke postaje Pula - aerodrom u razdoblju od 1968. do 1989. godine i sa lokacije Ivana u razdoblju 1949-1970. i 1979-1985. godine.

Lokacija zahvata, prema Köppenovoj podjeli klime, spada u tzv. Cfa tip klime, odnosno u područje umjereno tople vlažne klime s vrućim ljetom gdje je srednja temperatura zraka najtoplijeg mjeseca ≥ 22 °C.

3.3.4.1. Temperatura zraka

Srednja godišnja temperatura zraka na postaji Sv. Ivan na pučini iznosi 15,1°C (Tablica 33.), pri čemu se srednje godišnje vrijednosti kreću od 14,3°C do 15,9°C. Kroz godinu najtopliji mjesec je kolovoz u 70% slučajeva (u 30% slučajeva najtopliji je bio srpanj). U 43 % slučajeva najhladniji mjesec je bio siječanj (u 20% slučajeva veljača i u 17% slučajeva prosinac).

Apsolutna maksimalna godišnja temperatura zraka je u razdoblju 1986.- 2005. na postaji Sv.Ivan na pučini najčešće zabilježena u kolovozu (58%), rjeđe u srpnju (29%), a najrjeđe u lipnju (13%). Apsolutna minimalna godišnja temperatura najčešće se pojavljivala u siječnju (41%), zatim u prosincu (29%), veljači (18%) i ožujku (12%).

Tablica 33. Temperaturne značajke lokacije zahvata

	Temperatura zraka (°C)
t_{sred}	15,1
sd	0,4
t_{maks}	15,9
t_{min}	14,3
T_{maks}	32,2
T_{min}	-6,5
$ampl$	38,7

3.3.4.2. Oborina

Ukupno godišnje u Sv. Ivanu na pučini padne u prosjeku 649 mm oborine (Tablica 34.). Od ukupne godišnje količine oborine, 49% padne u toplom dijelu godine od travnja do rujna, a 51% u hladnom dijelu od listopada do ožujka. Najveća mjesečna količina oborine pada u studenom (92 mm), a najmanja u veljači (30 mm) Godišnji dnevni maksimum oborine je zabilježen u listopadu (47%). U 28% slučajeva je zabilježen u studenom, u 13% slučajeva u kolovozu, te u po 6% slučajeva u ožujku i rujnu. Najveća dnevna količina oborine je izmjerena u kolovozu 2002. godine i iznosila je 124 mm.

Tablica 34. Značajke oborina lokacija zahvata

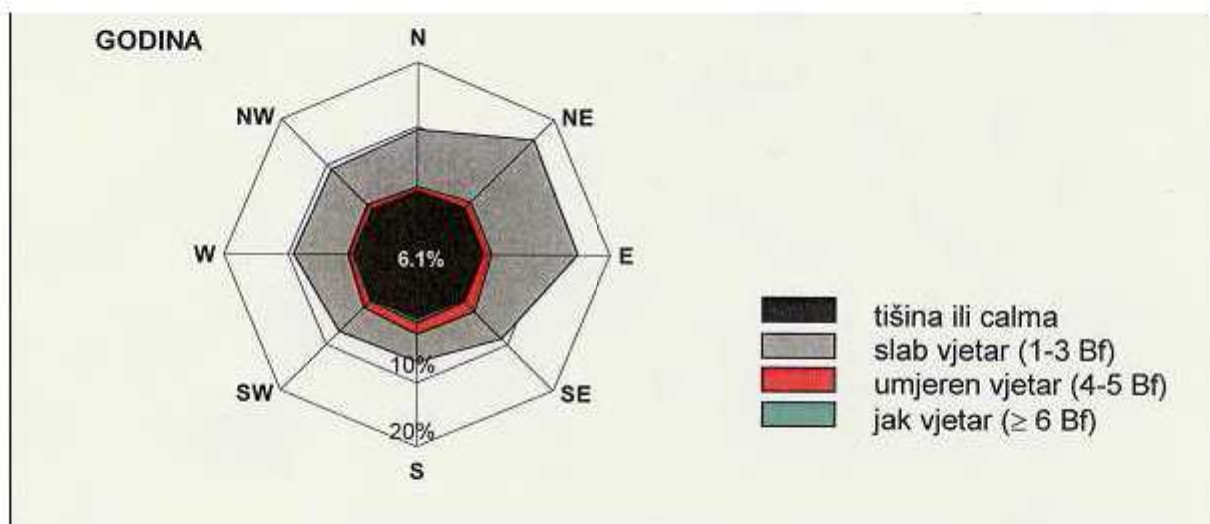
	Količina oborine (mm)
R	649,3
sd	140,4
C _v	0,22
R _{maks}	1 060,9
R _{min}	399,1
Rd _{maks}	124,0

3.3.4.3. Strujanje zraka

Prosječno tijekom godine u Sv. Ivanu na pučini nema vjetra izrazito učestalog smjera (Tablica 35., Slika 54.). Najčešće puše vjetar iz sjeveroistočnog (NE) smjera (17.2%) i istočnog (E) smjera (16.6%). Vjetar iz ostalih smjerova ima učestalost u rasponu od 8,8 % (jugozapadni- SW) do 11.6% (jugoistočni- SE). Tišine se javljaju u 6,1% slučajeva. Prevladava slab vjetar (80,1%), umjerenog ima 11,7%, a jakog 2,2%. Zimi je najučestalije sjeveroistočno strujanje, te strujanja s istoka i sjevera. Najrjeđe puše južni i jugoistočni vjetar. Zimsko pojavljivanje tišina je rjeđe nego u ostalim sezonama. U proljeće ima najviše istočnog vjetra. Ljeti najčešće pušu sjeveroistočnjak i istočnjak. U jesen se velikom učestalošću ističu strujanja iz sjeveroistočnog i istočnog smjera.

Tablica 35. Vjerojatnost pojavljivanja pojedinih smjerova vjetra (%) po klasama jačine vjetra godišnje

Jačina (Bf)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Zbroj
Smjer											%
N		48,6	32,6	5,7	5,7	1,6	0,6	0,2	0,1		103,8
NE		63,3	56,3	10,8	10,8	5,3	1,8	0,9	0,3	0,1	171,8
E		62,5	54,6	10,5	10,5	4,4	1,1	0,7	0,3		166,4
SE		18,1	33,4	17,1	17,1	6,8	2,9	1,3	0,2		115,6
S		12,7	26,3	17,6	17,6	6,9	4,7	1,8	0,3	0,1	97,0
SW		19,2	31,2	9,8	9,8	5,3	2,3	0,7	0,2		87,9
W		35,1	38,1	5,9	5,9	1,9	0,5	0,3			100,5
NW		34,4	32,6	7,1	1,1	1,1	0,5	0,3	0,1		97,5
C	60,5										60,5
Ukup.	60,5	293,8	202,0	84,2	33,1	33,1	14,3	6,0	1,4	0,2	1 000,0



Slika 54. Ruža vjetrova za Sv. Ivan na pučini

U Sv. Ivanu na pučini u razdoblju 1986.-2005. godine jak vjetar je zabilježen prosječno u 21 danu godišnje, a pojavljivao se u svim mjesecima (Tablica 36.). Prosječno je najviše dana s jakim vjetrom u jesenskim mjesecima, u kojima se jak vjetar pojavljuje u 2-4 dana mjesečno. U siječnju, travnju i prosincu pojavljuje se jak vjetar obično u dva dana mjesečno, a u ostalim mjesecima samo u jednom danu. U razdoblju 1986.-2005. godine najviše dana s jakim vjetrom bilo je 2000. godine, kad ih je zabilježeno 34, a 2005. godine zabilježeno ih je 13. Olujni vjetar se prosječno pojavljuje u dva dana godišnje i vrlo je rijetka pojava u Sv. Ivanu na pučini. U analiziranih 20 god. olujni vjetar je zapuhao u svim mjesecima osim u lipnju. Pojavljivanje olujnog vjetrova se prema tome ne očekuje u lipnju; u studenom se može očekivati u oko 5 dana u deset godina, a u ostalim mjesecima u 1-2 dana u deset godina. Olujni vjetar se, u analiziranom razdoblju, pojavio u ukupno 32 dana.

Dvostruko češće se pojavljivao u hladnom dijelu godine (26 dana) nego u toplom dijelu (13 dana). Izrazito je najčešće zabilježen olujni vjetar u studenome (9 dana).

Tablica 36. Značajke snage vjetrova na lokaciji zahvata

Broj dana godišnje	
Jak vjetar (≥ 6 Bf)	
sred	20,6
sd	5,7
Olujni vjetar (≥ 8 Bf)	
sred	2,0
sd	1,8
zbroj	39

Na postaji Pula - aerodrom koja je najbliža meteorološka postaja najčešće se javljaju mjesečne maksimalne srednje satne brzine vjetrova između 10 m/s i 15 m/s (137 slučajeva od 243). Taj razred brzine češći je u hladnom dijelu godine nego u toplom. Četrnaest slučajeva je zabilježeno iznad 15 m/s. Mjesečni se maksimalni udari vjetrova najčešće javljaju između 15 m/s i 20 m/s (108 slučajeva) i podjednako su raspoređeni

tijekom godine. Deset je slučajeva bilo s udarima iznad 25 m/s od čega samo tri iznad 30 m/s. Osim što se ti najjači udari vjetra javljaju najčešće za vrijeme bure, udar vjetra veći od 25 m/s pojavio se i za vrijeme juga, ali i za vrijeme maestrala.

3.3.4.4. Naoblaka

Srednja godišnja količina naoblake u Sv. Ivanu na pučini iznosi 4,5 desetina (Tablica 37.). Godišnje je prosječno dva mjeseca poluoblačno (naoblaka 5,0 desetina), a tijekom šest mjeseci je manje od polovine neba zastrto oblacima. No, niti u ostalim mjesecima srednja vrijednost naoblake ne prelazi znatno 5 desetina. U studenom, kad je obično najveća, ima vrijednost 5,9 desetina. Od studenog pa do ožujka naoblaka se smanjuje, samo se u travnju povećava (5,1 desetina) te se nastavlja smanjivati do kolovoza. Najmanje ima naoblake u kolovozu (2,8 desetina) i srpnju (2,9 desetina).

Tablica 37. Značajke naoblake lokacije zahvata

	Količina naoblake (desetine)
N _{sr}	4,5
Sd	0,4
N _{maks}	5,3
N _{min}	3,8

Srednja godišnja vrijednost naoblake za razdoblje od 1949-1970. godine iznosila je 4,7 desetina neba. Najoblačniji mjesec je bio prosinac (6,1 desetine neba), a najvedriji je bio srpanj (2,9 desetine neba). Srednja godišnja naoblaka u razdoblju od 1981. do 1992. godine iznosila je 5,4 desetina neba. U odnosu na ranije promatrani vremenski niz to je porast od cca 13% (4,7), pri čemu se maksimum oblačnosti s prosinca (6,1) premjestio na studeni (6,7) dok je najvedriji mjesec sa srednjom mjesečnom naoblakom 3,0 desetina kolovoz.

Lokacija Ivana ima godišnji hod naoblake sa minimumom u toplom dijelu godine i maksimumom u hladnom dijelu godine. Srednja godišnja vrijednost naoblake iznosi 3,4 desetine neba. Najoblačniji mjesec je studeni (4,7 desetine neba), a najvedriji srpanj (2,0 desetine neba).

3.3.4.5. Sijanje sunca

Prosječno godišnje u Rovinju sijanje Sunca traje 2 504 sata. Prosječno je najkraće trajanje sijanja Sunca u prosincu (98 sati), a nije mnogo dulje niti u studenom (103 sata) i u siječnju (107 sati). To prosječno iznosi 3 sata osunčavanja dnevno u prosincu i studenom, te 4 sata dnevno u siječnju. No, dok se obično u veljači i ožujku duljina trajanja sijanja Sunca znatno produlji u odnosu na siječanj, povećanje trajanja sijanja Sunca se ponovno usporava u travnju (Tablica 38.).

Tablica 38. Značajke sisanja sunca na lokaciji zahvata

	Trajanje sunca (sati)
TSS _{sr}	2 503,9
Sd	110,2
TSS _{maks}	2 757,3
TSS _{min}	2 333,3

3.3.4.6. Magla

Pojava magle u Puli nije česta. Ukupni broj dana s maglom varirao je u periodu 1981-1992. godine od 6 do 23 dana, dok je srednji mjesečni broj dana s maglom manji od 4. Najveći broj dana s maglom je u siječnju, kada se može očekivati i do 8 dana s maglom. Iz navedenog je vidljivo da je magla najčešća tijekom zime dok je ljeti gotovo i zanemariva pojava. Na moru je tijekom ljeta česta pojava magle i sumaglice uvjetovana pojačanim isparavanjem mora.

3.3.4.7. Kvaliteta zraka

Na razmatranom području nije utvrđena kategorija kvalitete zraka, ali se pretpostavlja da je kategorija kvalitete zraka na lokaciji zahvata I kategorije (čl. 24 Zakona o zaštiti zraka, NN 130/11).

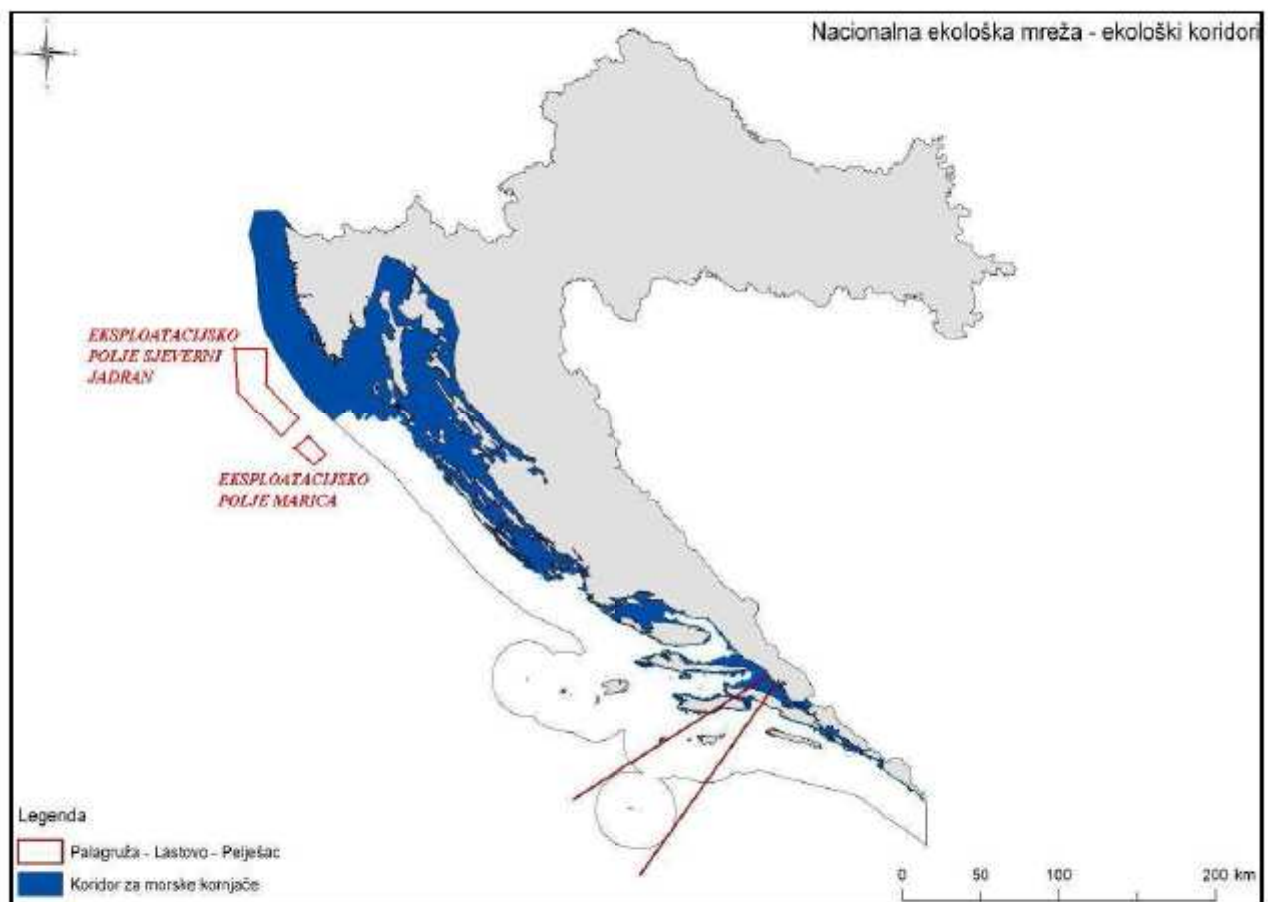
3.4. Analiza odnosa zahvata prema postojećim i planiranim zahvatima te prema zaštićenim i područjima ekološke mreže

3.4.1. Planirane rekonstrukcije postojećih objekata i gradnja novih objekata

Sjeverno od eksploatacijskog polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" smješteno je eksploatacijsko polje ugljikovodika "Izabela" koje predstavlja njegov prirodni produžetak. Na plinskom polju "Izabela" postavljene su dvije platforme - Izabela Sjever i Izabela Jug. Izabela Jug je glavna platforma eksploatacijskog polja ugljikovodika "Izabela", a Izabela Sjever je pomoćna platforma. Platforme su međusobno povezane cjevovodom položenim po morskome dnu, a od platforme Izabela Jug postavljen je cjevovod prema platformi Ivana K odakle će se sav eksploatirani plin otpremati prema kopnu. Ovim plinskim poljem trenutno upravlja tvrtka EDINA, d.o.o., a eksploatacija još nije pokrenuta. Životni vijek polja se procjenjuje na približno 20 godina, koliko bi trebala trajati eksploatacija, a procijenjeno je da bi se iscrpilo 2,8 milijardi Sm³ plina.

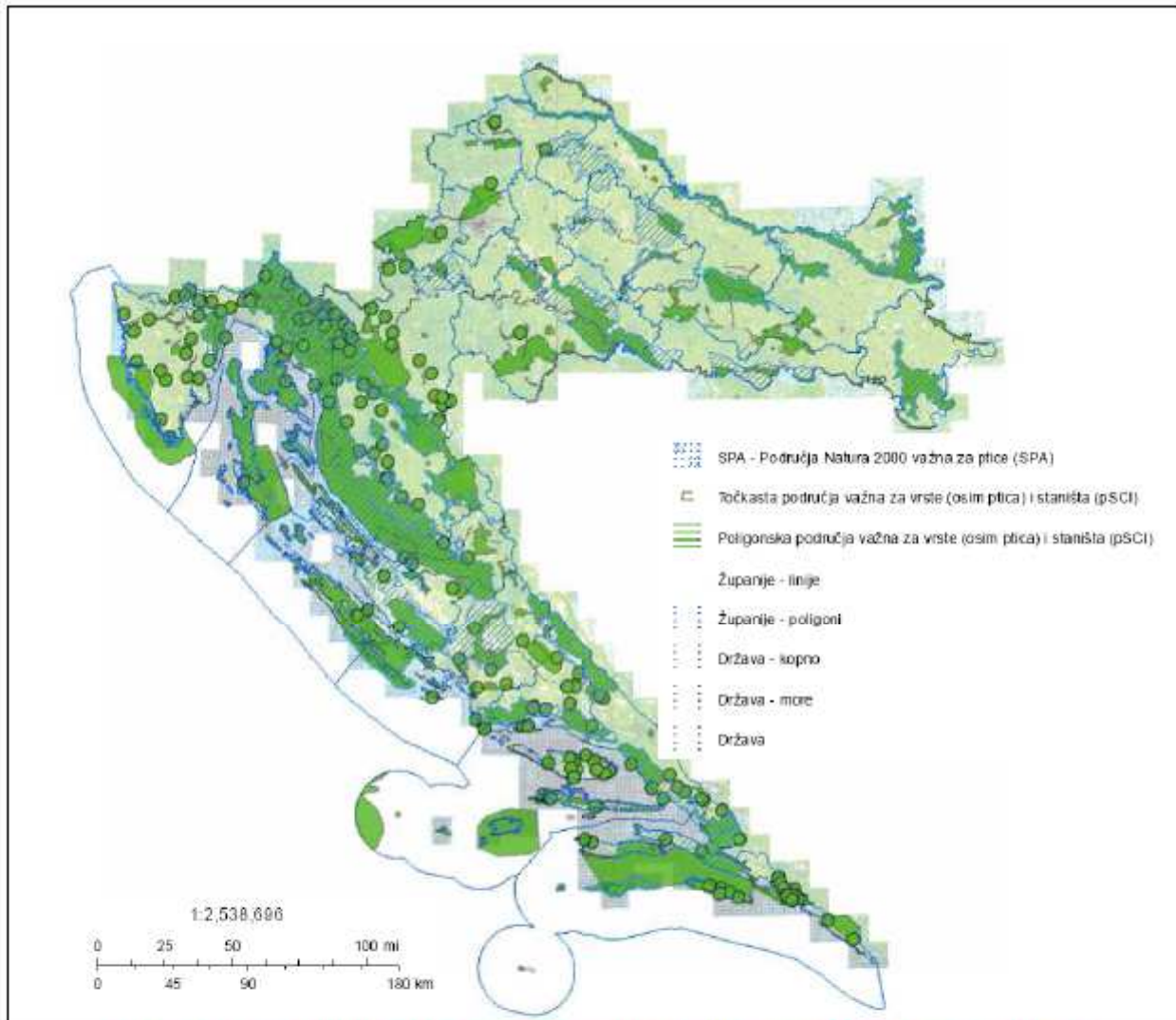
3.4.2. Zaštićena područja i područja ekološke mreže

Eksploatacijska polja ugljikovodika "Sjeverni Jadrani" i "Marica" nalaze se u epikontinentalnom pojasu. Uredbom o proglašenju ekološke mreže Republike Hrvatske ("Narodne novine", br. 109/07) nije obuhvaćeno područje epikontinentalnog pojasu. Najbliže lokacijama zahvata nalazi se ekološki koridor za morske kornjače (cijelo područje teritorijalnog mora RH do dubine 50 m) što je vidljivo iz Pregledne karte područja ekološke mreže, ekološki koridori (Slika 55.) koja je sastavni dio spomenute Uredbe.



Slika 55. Lokacije eksploatacijskih polja ugljikovodika Sjeverni Jadrani i Marica u odnosu na koridor za morske kornjače

Također je potrebno naglasiti da koridor za kornjače nije uključen u *Prijedlog ekološke mreže Natura 2000* (Slika 56., DZZP, 2012.) te ulaskom Hrvatske u EU od srpnja 2013. neće više biti sastavni dio ekološke mreže.



Slika 56. Prijedlog Natura 2000 područja u Hrvatskoj (<http://natura2000.dzpz.hr/natura/>)

3.5. Prikupljeni podaci i provedena mjerenja s interpretacijom

Prikupljeni podaci i provedena mjerenja obuhvaćaju mjerenje sumporovodika u plinu na platformama Ivana K, Ika A i Ika B, kemijske analize vode iz kesona na platformi Ivana A, Katarina, Marica, Annamaria A i Ika A, pregled i analizu obraštaja na platformama Ivana A i Annamaria A, analize toksičnosti/genotoksičnosti morske vode i sedimenta na području platformi Ivana A i Annamaria A i fizikalno-kemijske značajke sedimenta u području oko platforme Annamaria.

3.5.1. Mjerenje sumporovodika (H₂S) u plinu

Mjerenje koncentracije H₂S-a odvija se kvartalno (svaka tri mjeseca) od strane ovlaštenog laboratorija INA-e. Metoda određivanja koncentracije je pipetiranje. Sumporovodik u plinu mjeri se na platformi Ivana K na izlaznom ventilu prema glavnom cjevovodu prema Puli i u plinu dobivenom iz eksploatacijskih nizova na platformama Ika A i Ika B (Tablica 39., *posljednji dostupni podaci*, Prilog 6. Postojeći rezultati mjerenja kakvoće slojne vode i sumporovodika u plinu).

Tablica 39. Mjerenje koncentracija sulfidnih plinova u prirodnom plinu na platformama 28.09.2012. (Izvor: Prilog 6. Postojeći rezultati mjerenja kakvoće slojne vode i sumporovodika u plinu)

Lokacija uzorkovanja	Lokacija mjerenja	Tlak (bar)	Temp. (°C)	H ₂ S (mg/m ³)	Merkaptanski sumpor (mg/m ³)	MDK* za H ₂ S (mg/m ³)	MDK* za ukupni sumpor (mg/m ³)
Ika A	Pr. niz IKA A2L	80	23	5,17	1,00	7	100
Ika A	Pr. niz IKA A3L	30	23	3,39	1,00	7	100
Ika B	Pr. niz IKA B1L	43	20	55,00	0	7	100
Ika B	Pr. niz IKA B2L	45	22	192,80	9,35	7	100
Ivana K	Ispusni ventil prema Puli	63	21	4,42	1,81	7	100

*MDK - Opći uvjeti za opskrbu prirodnim plinom (NN 43/2009, 87/2012)

Izmjerene koncentracije sumporovodika i merkaptanskog sumpora su značajno varirale ovisno o lokaciji mjerenja. Na ispusnom ventilu platforme Ivana K izmjerena je koncentracija od odnosno 4,42 mg/m³ H₂S i 1,81 mg/m³ merkaptana. Kroz ovaj ventil prolazi sav plin koji se eksploatira na eksploatacijskom polju ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i iz tog razloga su te vrijednosti prihvaćene kao prosječne za cijelo eksploatacijsko polje. Izmjerene vrijednosti na platformi Ika B su značajno više od prosjeka i to od 10 do 40 puta. Razlog tome su litofacijsni uvjeti u ležištu, istaložena organska tvar od koje anaerobnom razgradnjom nastaje metan i druge plinovite komponente, uglavnom spojevi sumpora (sumporovodik i merkaptani) i dušika (amonijak). Ukoliko u formaciji postoje minerali koji sadrže metale, posebice željezo (glinovita komponenta), spojevi sumpora reagiraju i stvaraju pirit.

Većina ležišta u Sjevernom Jadranu se nalazi u terigenim klastitima (pijesci do slabovezani pješčenjaci) koji sadrže dosta glinovito prahovite komponente, a koja zbog

relativno velike aktivne površine i značajne količine željezovitih minerala koji uklanjaju sulfidne komponente iz plina stvarajući pirit.

Dublja ležišta plina na polju Ika su u kontaktu s karbonatnim naslagama, odnosno, vapnenac sadrži jako mali postotak terigene komponente, a i reakcijski kontakt plina sa stijenama ležišta je manji, što ima za posljedicu slabije uklanjanje sulfidne komponente iz plina u ležištu.

3.5.2. Praćenje kakvoće slojne vode

Kakvoća slojnih voda redovito se prati na svim platformama na kojima se ista ispušta u more. Za potrebe ove Studije analizirani su postojeći podaci za period 2010.-2012. godine. Nepročišćena otpadna voda uzorkuje se prije postojećih uređaja za pročišćavanje, a pročišćena otpadna voda nakon uređaja, a prije ispuštanja u keson iz kojeg se ispušta u more. Sve dostupne analize nalaze se u prilogima (Prilog 6. Postojeći rezultati mjerenja kakvoće slojne vode i sumporovodika u plinu), a ovdje se daju samo podaci ocijenjeni značajnima za zahvat koji je predmet ove Studije.

Vezano uz koncentraciju BPK₅ (Tablica 40.), može se uočiti trend smanjenja koncentracije s vremenom, što se najuočljivije kad je u pitanju najmlađa platforma Annamaria A (puštena u pogon 2009. godine). Smanjenje koncentracije BPK₅ u pročišćenoj slojnoj vodi nije vezano uz funkcionalnost uređaja za pročišćavanje. Na platformama gdje je funkcionalnost uređaja bitno limitirana zbog velikih količina slojne vode (Ika A, Marica, Katarina), koncentracije BPK₅ nisu povišene.

Tablica 40. Sadržaj BPK₅ u slojnoj vodi (mg O₂/L) (Izvor: Prilog 6. Postojeći rezultati mjerenja kakvoće slojne vode i sumporovodika u plinu)

Datum uzorkovanja	Sadržaj BPK ₅ u slojnoj vodi 2010.-2012. (mg O ₂ /L)										MDK mg O ₂ /L
	Ivana A		Annamaria A		Ika A		Marica		Katarina		
	Ulaz mg O ₂ /L	Izlaz mg O ₂ /L	Ulaz mg O ₂ /L	Izlaz mg O ₂ /L	Ulaz mg O ₂ /L	Izlaz mg O ₂ /L	Ulaz mg O ₂ /L	Izlaz mg O ₂ /L	Ulaz mg O ₂ /L	Izlaz mg O ₂ /L	
08.02.2010.								13			-
26.02.2010.				89							-
15.07.2010.		62		305		37		39		40	-
30.09.2010.		21		149		24		18		273	-
07.10.2010.				160							-
21.02.2011.				24							-
21.02.2011.*		22		111		14		89		14	-
19.07.2011.	16	48	47	14		44		196		11	-
14.11.2011.		40		91		112		18		13	-
09.03.2012.		12		41		61		10		26	-
04.07.2012.		12		55		8		15		23	-
31.07.2012.		18		29		24		26		13	-

*MDK nije određen.

Vežano uz koncentraciju KPK (Tablica 41.), podaci nisu dobiveni (u svim uzorcima je koncentracija veća od 1500 mgO₂/L), odnosno isti su nekonzistentni i nelogični. Pretpostavka je da se radi o interferenciji mjerenja zbog visoke koncentracije klorida.

Tablica 41. Sadržaj KPK u slojnoj vodi (Izvor: Prilog 6. Postojeći rezultati mjerenja kakvoće slojne vode i sumporovodika u plinu)

Sadržaj KPK u slojnoj vodi 2010.-2012. (mg O ₂ /L)											
Datum uzorkovanja	Ivana A		Annamaria A		Ika A		Marica		Katarina		MDK
	Ulaz mg O ₂ /L	Izlaz mg O ₂ /L	Ulaz mg O ₂ /L	Izlaz mg O ₂ /L	Ulaz mg O ₂ /L	Izlaz mg O ₂ /L	Ulaz mg O ₂ /L	Izlaz mg O ₂ /L	Ulaz mg O ₂ /L	Izlaz mg O ₂ /L	
15.07.2010.		>1 500		>1 500		>1 500		>1 500		>1 500	-
30.09.2010.		>1 500		>1 500		>1 500		>1 500		>1 500	-
07.10.2010.				>1 500							-
21.02.2011.				>1 500							-
21.02.2011.*		>1 500		>1 500		>1 500		>1 500		>1 500	-
19.07.2011.	>1 500	>1 500	>1 500	>1 500		>1 500		>1 500		>1 500	-
14.11.2011.		>1 500		>1 500		>1 500		>1 500		>1 500	-
09.03.2012.		>1 500		>1 500		>1 500		>1 500		>1 500	-
04.07.2012.		>1 500		>1 500		>1 500		>1 500		>1 500	-
31.07.2012.		>1 500		>1 500		>1 500		>1 500		>1 500	-

*MDK nije određen.

Vežano uz koncentraciju suspendiranih tvari (Tablica 42.), podaci korespondiraju s podacima o koncentraciji BPK₅, odnosno prisutan ne određeni trend smanjenja koncentracije, iako isti nije bitno izražen. Također se može uočiti, i opet na primjeru platforme Annamaria A, da se visoke koncentracije suspendiranih tvari pojavljuju u prve 2-3 godine rada platformi zbog mogućeg oštećenja pribušotinske zone. Vidljiv je i vrlo ograničeni stupanj uklanjanja suspdendiranih tvari na postojećim uređajima (manje od 20%).

Tablica 42. Sadržaj suspendiranih tvari u slojnoj vodi (Izvor: Prilog 6. Postojeći rezultati mjerenja kakvoće slojne vode i sumporovodika u plinu)

Sadržaj suspendiranih tvari u slojnoj vodi 2010.-2012. (mg/L)											
Datum uzorkovanja	Ivana A		Annamaria A		Ika A		Marica		Katarina		MDK*
	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	
08.02.2010.								69,76			30
26.02.2010.				146,21							30
10.05.2010.								68,55		26,67	30
15.07.2010.		36,7		92,67		39,8		20,6		42,6	30
30.09.2010.		31,78		100		27,9		21,5		32,6	30
07.10.2010.				137,67							30
21.02.2011.				72,73							30
21.02.2011.*		28,9		73,7		31,1		82,3		38,6	30
19.07.2011.	81	70	88	72		59		68		68	30
14.11.2011.		29,5		47,3		23,8		32,56		18,4	30
09.03.2012.		20,9		44,4		88,1		20,2		21,4	30
04.07.2012.		39		75		43		72		45	30
31.07.2012.		10		12		32		53		19	30

*MDK se odnosi samo na platforme Marica i Katarina sukladno važećem Rješenju o prihvatljivosti zahvata za okoliš iz 2003. godine. Ista se kroz ovu Studiju planira uskladiti sa zahtjevom Protokola Barcelonske konvencije o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja, odnosno ukinuti

Vežano uz koncentraciju ukupnih ulja i masti (Tablica 43.), podaci ukazuju na kolebanje sadržaja navedenog parametra između 0,4 i 20,4 mg/L. Parametar niti jednom nije prekoračio graničnu vrijednost od 40 mg/L. Trend smanjenja koncentracije s vremenom rada platforme je također prisutan. Postojeći uređaji za pročišćavanje su po pitanju ovog parametra učinkoviti, naročito na platformi Ivana A, te nešto manje na platformi Annamaria A.

Tablica 43. Sadržaj ukupnih ulja i masti u slojnoj vodi (Izvor: Prilog 6. Postojeći rezultati mjerenja kakvoće slojne vode i sumporovodika u plinu)

Sadržaj ukupnih ulja i masti u slojnoj vodi 2010.-2012. (mg/L)											MDK*
Datum uzorkovanja	Ivana A		Annamaria A		Ika A		Marica		Katarina		
	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	mg/L
08.02.2010.								0,4			15
15.07.2010.		4,8						3,7		3,4	15
30.09.2010.		2,0		9,0		4,5		4,8			15
07.10.2010.				20,4							15
21.02.2011.				13,0							15
21.02.2011.*		8,4		2,8		8,8		7,0		11,2	15
19.07.2011.	19,4	1,8	5,6	3,0		2,6		6,4		3,4	15
14.11.2011.		3,8		6,4		6,2		14,8		1,2	15
09.03.2012.		5,8		3,0		4,8		4,6		3,8	15
04.07.2012.		19,6		14,2		9,2		11,0		6,8	15
31.07.2012.		5,8		3,4		5,8		5,8		5,4	15

*MDK se odnosi na vrijednost određenu važećim Rješenjem o prihvatljivosti zahvata za okoliš iz 1999. godine koja se kroz ovu Studiju planira uskladiti sa zahtjevom Protokola Barcelonske konvencije o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja

Vežano uz koncentraciju mineralnih ulja, a što je glavni pokazatelj kakvoće slojne vode (Tablica 44.), podaci ukazuju na vrlo malo opterećenje slojnih voda mineralnim uljima, kako nakon pročišćavanja, tako i prije pročišćavanja. Osim u dva slučaja (na platformi Annamaria A, 15.07.2010., 35 mg/L, te na platformi Katarina, 30.09.2010., 5 mg/L), maksimalna zabilježena koncentracija mineralnih ulja redovito je manja od 2, odnosno 1 mg/L. Obzirom da glavina toka slojne vode praktično zaoblizazi sustave pročišćavanja na platformama Ika A, Marica i Katarina, može se zaključiti da slojna voda danas praktično ne sadrži mineralna ulja.

Tablica 44. Sadržaj mineralnih ulja u slojnoj vodi (Izvor: Prilog 6. Postojeći rezultati mjerenja kakvoće slojne vode i sumporovodika u plinu)

Sadržaj mineralnih ulja u slojnoj vodi 2010.-2012. (mg/L)											MDK*
Datum uzorkovanja	Ivana A		Annamaria A		Ika A		Marica		Katarina		
	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	mg/L
08.02.2010.								0,08			-
26.02.2010.				<2							-
10.05.2010.								<2		<2	-
15.07.2010.		<2		35		<2		<2		<2	-
30.09.2010.		<2		<2		<2		<2		5	-
07.10.2010.				<2							-
21.02.2011.				<2							-
21.02.2011.*		<2		<2		<2		<2		-	-
19.07.2011.	<2	<2	<2	<2		<2		<2		<2	-
14.11.2011.		<0,2		<0,2		0,5		<0,2		<0,2	-

09.03.2012.		<0,2		<0,2		-		<0,2		<0,2	-
04.07.2012.		0,1		0,1		<0,1		0,1		0,1	-
31.07.2012.		0,9		0,1		0,4		0,1		0,5	-

*MDK nije određen. Isti je određen rješenjem o prihvatljivosti zahvata iz 2010. godine, no navedeno rješenje odnosi se samo na nove objekte koji nisu izgrađeni, a ne na postojeće objekte koji su predmet ove Studije

Vežano uz koncentraciju dušika po Kjeldahlu (Tablica 45.), podaci ukazuju stalnost sadržaja dušika u slojnoj vodi, odnosno da nema promjene koncentracije navedenog parametra obzirom na protok vremena. Koncentracije se kreću u rasponu 16 do 45 mg/L.

Tablica 45. Sadržaj dušika (N_{Kjeldahl}) u slojnoj vodi (Izvor: Prilog 6. Postojeći rezultati mjerenja kakvoće slojne vode i sumporovodika u plinu)

Sadržaj dušika po Kjeldahlu u slojnoj vodi 2010.-2012. (mg/L)											MDK*
Datum uzorkovanja	Ivana A		Annamaria A		Ika A		Marica		Katarina		
	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	Ulaz mg/L	Izlaz mg/L	mg/L
15.07.2010.		22		44,82		21		21,9		30,7	-
30.09.2010.		23,4		39,4		22,8		23,5		34,7	-
07.10.2010.				39,2							-
21.02.2011.				36,3							-
21.02.2011.*		24,2		40,8		26,6		31,4		25,6	-
19.07.2011.	31,2	23,8	34	34,3		25,9		24,7		25,1	-
14.11.2011.		23,8		35,7		37,1		25,5		26,2	-
09.03.2012.		22,7		33,5		22,6		24,4		31,1	-
04.07.2012.		22		36		22		25		36	-
31.07.2012.		16		28		29		34		16	-

*MDK nije određen

Ostali pamatetri koji se stalno ili povremeno mjere su gustoća (između 1,0153 i 1,0322 kg/L), izled, boja i miris, pH (između 6,46 i 7,9, s trendom porasta), salinitet (između 21,92 i 42,9 kg/m³ (g NaCl/L)), ukupni organski ugljik (između 21,77 i 542 mg/L) i fosfor (između 0,08 i 0,71 mg/L). Koncentracije ukupnog organskog ugljika se smanjuju s vremenom sukladno smanjenju parametara BPK₅ i suspendiranih tvari, odnosno vrlo visoke koncentracije zabilježuju se samo na početku rada pojedinih platformi. Isto se odnosi i na parametar salinitet koji se s protokom vremena približava vrijednosti saliniteta okolnog mora.

Dodatna opsežnija ispitivanja nepročišćene slojne vode za potrebe izrade ove Studije bila su provedena 05.12.2012. godine (Tablica 46.). Voda je uzorkovana u cjevovodima ispred postojećih uređaja za pročišćavanje. U prilogima Studije (Prilog 6. Postojeći rezultati mjerenja kakvoće slojne vode i sumporovodika u plinu), date su preslike izvješća o provedenim ispitivanjima. Ispitivanja su proveli Zavod za javno zdravstvo Dr. Andrija Štampar, Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije i Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci.

Tablica 46. Ispitivanja slojne vode (uzorkovanja provedena 05.12.2012. godine) (Izvor: Prilog 6. Postojeći rezultati mjerenja kakvoće slojne vode i sumporovodika u plinu)

Parametar		Ivana A	Annamaria A	Ika A	Marica	Katarina	Min	Max	MDK*
T zraka	oC	9	11	11	11	11	9,00	11,00	-
T vode	oC	9,4	14,1	18,4	13,6	15,2	9,40	18,40	-
pH		7,65	7,42	7,38	7,4	7,37	7,37	7,65	-
T mjerenja pH	oC	22,8	22,2	22,8	23,9	23	22,20	23,90	-
Boja	oPt/Co	30	50	45	40	45	30,00	50,00	-
taloživa tvar	ml/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,00	0,00	-
susp. Tvari	mg/L	5,5	10	10,7	<2	4,7	4,70	10,70	30
KPK bikr.	mgO ₂ /L	173	199	235	212	226	173,00	235,00	-
BPK5	mgO ₂ /L	10	40	25	15	25	10,00	40,00	-
Uk. org. Ugljik	mgC/L	26,7	62,6	47,1	42,8	46	26,70	62,60	-
N-NH ₄	mgN/L	23,6	32,5	22	24,5	35,7	22,00	35,70	-
N-NO ₃	mgN/L	0,63	1,34	1,1	0,58	1,72	0,58	1,72	-
Nuk	mgN/L	25,1	36,5	24,8	27,3	39,4	24,80	39,40	-
Puk.	mgP/L	0,37	0,25	0,25	0,27	0,19	0,19	0,37	-
Uk. ulja i masti	mg/L	2,04	3,11	8,8	2,09	3,31	2,04	8,80	15
Min. Ulja	mg/L	0,54	0,96	3,31	0,68	0,74	0,54	3,31	-
Fenoli	mg/L	0,003	0,004	0,005	0,003	0,005	0,00	0,01	-
Kloridi	mg/L	18 070	19 670	18 340	21 800	20 730	18 070	21 800	-
Dietilen glikol	mg/L	<20	<20	<20	<20	<20	0,00	0,00	-
Toksičnost (V. Fischer)	G	1	1	1	1	1	1,0	1,0	-
Toksičnost (D. Magna)	G	4	4	4	8	4	4,0	8,0	-
PAH	mg/L	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,00	0,00	-
Uk. aromatski uglj.	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,00	0,00	-
Olovo	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,00	0,00	-
Kadmij	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,00	0,00	-
Krom uk.	mg/L	0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,00	0,00	-
Bakar	mg/L	0,034	0,042	0,042	0,05	0,059	0,03	0,06	-
Cink	mg/L	0,067	0,024	0,054	0,074	0,055	0,02	0,07	-
Živa	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,00	0,00	-
Željezo	mg/L	4,314	7,216	4,474	1,105	4,142	1,11	7,22	-
Nikal	mg/L	<0,001	0,001	0,001	<0,001	0,003	0,00	0,00	-
Mangan	mg/L	0,154	0,304	0,206	0,145	0,146	0,15	0,30	-
Arsen	mg/L	0,212	0,02	0,038	0,01	0,037	0,01	0,21	-
Barij	mg/L	2,81	12,114	8,169	9,04	12,106	2,81	12,11	-

*MDK za parametar suspendirane tvari odnosi se samo za platforme Marica i Katarina

Rezultati kemijskih analiza potvrdili su pretpostavke o niskom sadržaju mineralnih ulja u vodi, te o odsustvu aromatskih ugljikovodika i najtoksičnijih teških metala. Obzirom da

su ležišta nastala isključivo bakterijskom anaerobnom aktivnošću na relativno niskim temperaturama (nekoliko desetaka °C), jedini ugljikovodik koji je mogao nastati je metan. Naftni ugljikovodici i plinski kondenzat nastaju u fazama dijageneze kreiranjem makromolekula kerogena, dok metan nastaje u fazama katageneze, ali, kako je ranije opisano, geneza plina na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" nije povezana s ovim mehanizmima.

Analize su pokazale i stvarni sadržaj KPK koji ne prelazi koncentraciju od 235 mg O₂/L, pH, koncentraciju BPK₅ između 10 i 40 mg O₂/L, pH vrijednost koja odgovara PH vrijednosti mora, odsustvo taložive tvari, sve niži sadržaj suspendiranih tvari, te odsustvo ekotoksičnosti (V. Fisher).

U nepročišćenju slojnoj vodi nema dietilen glikola, olova, kadmija, kroma, žive i nikla, a bakar, cink, mangan i arsen nalaze se u koncentracijama u tragovima. Zabilježene su nešto veće koncentracije željeza (1,11 do 7,22 mg/L) i barija (2,81 do 12,11 mg/L)

3.5.3. Pregled i analiza obraštaja na platformama Ivana A i Annamaria A

Pregled i analiza obraštaja platforme Ivana A proveden je tijekom šest ciklusa u razdoblju od 2002. do 2012. Predmetna istraživanja proveo je Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu.

U obraštaju koji se razvio na podvodnim dijelovima plinske platforme Ivana A, biomasom dominiraju dagnje *Mytilus galloprovincialis* i u nešto manjoj mjeri oštrige *Ostrea edulis*. Dagnje prevladavaju na plićim dijelovima, dok dublje ima razmjerno nešto više oštriga.

Ukupno je dosad tijekom svih šest pregleda zabilježeno: 46 taksona u obraštaju, 25 taksona pokretne faune vezane uz obraštaj, 15 vrsta bentoskih riba te 27 vrsta pelagijskih i bentopelagijskih riba koje se zadržavaju uz platformu ili se povremeno tu hrane, kao i morsku kornjaču glavatu želvu (*Caretta caretta*) te dobrog dupina (*Tursiops truncatus*), što sveukupno čini 115 taksona morskih organizama.

Temeljem provedenih pregleda obraštaja nije utvrđen negativan utjecaj platforme, njenih sustava i aktivnosti na obraštaj. S obzirom da je u vodenom stupcu uz platformu, kao i prethodnih godina uočeno 15 različitih vrsta riba (koje ovdje nalaze hranu, a neke i zaklon) može se smatrati da platforma u tom smislu ima pozitivan utjecaj. Nakon svih provedenih bioloških pregleda uočeno je da živi svijet na platformi: obraštajni organizmi i pokretni bentoski organizmi, te ribe na podmorskim dijelovima platforme kao i ribe u stupcu vode privlače, osim morskih ptica, i morske kornjače te dupine. Moglo bi se reći da podmorski dijelovi platformi funkcioniraju kao posebno zaštićeni umjetni podmorski grebeni te time doprinose bioraznolikosti Sjevernog Jadrana (PMF, 2002-2012.).

Pregled i analizu obraštaja platforme Annamaria A proveo je Centar za istraživanje mora, Instituta Ruđer Bošković iz Rovinja tijekom 2012. godine s planiranim nastavkom u 2013. godini u sklopu zajedničkog monitoringa sukladno važećem Rješenju Ministarstva o procjeni utjecaja zahvata na okoliš iz 2010.g.

Obraštaj gotovo u potpunosti prekriva površinu okomitih, vodoravnih i dijagonalnih podvodnih dijelova metalne konstrukcije platforme Annamaria A. Zajednica obraštajnih organizama tipična je za uronjene čvrste strukture i ukazuje na normalno stanje u okolišu, bez poremećaja fizikalne ili kemijske prirode. Obraštajna zajednica je raznolika i vrlo bogata u svim mjerama zajednice (abundancija, diverzitet, biomasa). Dominacija školjkaša u abundanciji i naročito u biomasi je vrlo izražena duž cijelog vertikalnog profila. U najplićem dijelu to dagnja je (*Mytilus galloprovincialis*), a u najdubljem dijelu dubinska oštriga (*Neopycnodonte cochlear*). Diverzitet obraštajne zajednice je također velik, zabilježene su ukupno 72 vrste beskralješnjaka, 2 vrste riba i 4 vrste alga (IRB, 2012.).

3.5.4. Analize toksičnosti/genotoksičnosti morske vode i sedimenta u području platformi Ivana A i Annamaria A

Platforma Ivana A

Kako bi se utvrdio mogući biološki učinak organskih zagađivala, a posebice policikličkih aromatskih ugljikovodika i polikloriranih bifenila na morske organizme obraštaja na platformi Ivana A, te moguća prisutnost mutagenih i premutagenih organskih ksenobiotika u okolnom moru, izvršena su mjerenja odgovarajućih parametara, međunarodno priznatim ekotoksikološkim biotestovima: Ames-testom i EROD biotestom in vitro, korištenjem PLHC-1 trajne stanične linije ribljih hepatoma stanica.

Uzorkovanje i mjerenja proveo je Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu.

Ekotoksikološki testovi izvršeni su na školjkašima vrste *Mytilus galloprovincialis* (dagnja) sakupljenim 11. rujna 2012. godine na platformi Ivana A, na dubinama od 8 i 24,5 metara na cink protektorima; te na površinama podalje od cink protektora.

Uzorci morske vode uzeti su na 3 lokacije: 10 nautičkih milja od obale, s dubine od 10 m; te na platformi Ivana A s dubina od 8, odnosno 24,5 m.

Rezultati dobiveni EROD biotestom testom ukazuju da 4 uzorka morske vode sadržavaju zanemarive koncentracije tvari koje induciraju EROD-aktivnost. Izmjerene vrijednosti statistički se ne razlikuju od bazalne EROD aktivnosti izmjerene u stanicama tretiranima samo otapalom. Na temelju usporedbe tih rezultata s iskustvima, kao i s rezultatima međunarodnih biomonitoring studija, smatra se da izmjerene vrijednosti u ekstraktima morske vode i mekog tkiva školjkaša ne ukazuju na biološki relevantnu, odnosno okolišno rizičnu izloženost organskim zagađivalima (Zaključak PMF, 2012.).

U pogledu određivanja mutagenog i genotoksičnog potencijala obrađenih uzoraka, na temelju dobivenih rezultata također se može tvrditi da niti u jednom testiranom uzorku nije ustanovljena prisutnost premutagenih i/ili mutagenih ksenobiotika (Zaključak PMF, 2012.).

Platforma Annamaria A

Za proučavanje ekotoksikološkog utjecaja i procjene relevantnog utjecaja aktivnosti platforme Annamaria A istraživana je kvaliteta morske vode kao potencijalna toksičnost uzoraka morske vode i kvaliteta morske vode putem određivanja genotoksičnosti uzoraka morske vode u blizini platforme i na udaljenosti 50 m, 100 m, 200 i 2000 m u smjeru strujanja (gradient) te na tri dubine: površina, 10 m i 55 m (pridnena morska voda). Također je istraživana utjecaj aktivnosti platforme na indikatorsku vrstu, dagnju *Mytilus galloprovincialis*, koja obitava na podvodnim dijelovima platforme. Mjerenjem biomarkera izloženosti: stres na stres, stabilnost lizosomalnih membrana te akumulacija lipofuscina, neutralnih lipida i metalotioneina, utvrđivao se biološki učinak platforme na dagnju u svrhu procjene relevantnog utjecaja na morski okoliš. Morska voda je uzorkovana crpcem (5 l kontejner) direktno s broda u siječnju, ožujku, kolovozu i listopadu 2012. godine. Istovremeno su ronjenjem uzorkovane dagnje. Sediment je uzorkovan grabilom u kolovozu i listopadu 2012. godine.

Na osnovi mjerenja potencijalne toksičnosti/genotoksičnosti morske vode i sedimenta u blizini platforme Annamaria A te mjerenja biomarkera izloženosti: stres na stres, stabilnost lizosomalnih membrana te akumulacija lipofuscina, neutralnih lipida i metalotioneina i DNA oštećenja, utvrđeno je da aktivnost na platformi Annamaria A nema relevantni ekotoksikološki utjecaj na morski okoliš tijekom uzorkovanja provedenih od siječnja do listopada 2012. godine (Zaključak IRB Institut za istraživanje mora u Rovinju, 2012.).

3.5.5. Fizikalno-kemijske značajke sedimenta u području oko platforme Annamaria A

Sediment morskog dna u području oko platforme Annamaria A karakterističan je za otvorene pučinske dijelove sjevernog Jadrana. U osnovi se radi o paleo-fluvijalnim nanosima pijeska, uz malu primjesu recentnog detritusnog materijala i nešto malo muljevitih čestica. Na površini nema krupnijih ostataka skeletnih djelova morskih organizama. Izuzetak je postaja AM-6, gdje je uočljiv veći broj dijelova ostataka obraštajnih organizama koji su otpali s metalne konstrukcije platforme. Boja, miris i prozračnost stupca sedimenta odgovaraju sedimentnim dnima otvorenog mora. Izuzetak je postaja AM-6, kojoj su postaji vidljivi tragovi anoksije u sedimentu, što je najvjerojatnije posljedica razgradnje organske tvari otpalih obraštajnih organizama. Na ovoj postaji su u jesen izmjerene i blago povišene vrijednosti ukupnog sadržaja organske tvari (u odnosu na ostale postaje u obje sezone i postaju AM-6 ljeti), no te vrijednosti su se kretale u granicama uobičajenim za pjeskovite sedimente otvorenih voda.

Fizikalne značajke sedimenta, njegova prozračnost i sadržaj organske tvari ne odstupaju od vrijednosti uobičajenih za pjeskovite sedimente otvorenih voda sjevernog Jadrana. Izuzetak je postaja AM-6, koja se nalazi uz samu platformu. Tu dolazi do povremenog otpadanja obraštajnih organizama s metalne konstrukcije, što dovodi do

nakupljanja krutih dijelova organizama na dnu, kao i blagog povećanja sadržaja organske tvari u sedimentu i posljedičnih naznaka anoksičnosti.

3.6. Opis okoliša lokacije zahvata za varijantu »ne činiti ništa«

U slučaju da se ne provede zahvat rekonstrukcije sustava obrade slojne vode, okoliš lokacije zahvata tijekom redovite provedbe eksploatacije plina neće se izmijeniti. Postojeći uređaji činjenično danas zbog premalog hidrauličkog kapaciteta pročišćavanja ne pročišćavaju slojnu vodu, odnosno slojna voda se danas u najvećoj mjeri ispušta u okoliš bez pročišćavanja. Bez obzira provede li se navedeni zahvat ili ne, kakvoća slojne vode je danas takva da se ista može ispuštati u okoliš i bez pročišćavanja, obzirom na propisane granične vrijednosti emisija (ukupna ulja, 40 mg/L). U slučaju neprovođenja planiranog zahvata, zaostati će problemi koji su posljedica nefunkcionalnosti postojećih uređaja za pročišćavanje, a koji su u prvom redu vezani uz sigurnost osoblja i tehnološkog procesa, odnosno rizik od pojave akcidenta biti će veći nego što bi isti bio u slučaju da se zahvat provede.

U slučaju da se ne provede zahvat prilagodbe uklanjanja sumporovodika iz prirodnog plina na platformi Ika B, u plinu koji se s područja plinskog polja Ika transportira dalje u magistralni transportni sustav zaostao bi određeni sadržaj sumporovodika. Isti bi se nakon miješanja s drugim tokovima plina smanjio na prihvatljivu razinu za potrebe transporta i distribucije i u konačnici bi se nakon distribucije potrošačima prirodnog plina i iskorištenja istog preveo u SO_x, i kao SO_x ispustio u atmosferu. Do zatvaranja platforme Ika B (2015. godina), u slučaju da se zahvat ne prilagodbe ne provede u atmosferu bi se, uslijed korištenja prirodnog plina kao energenta od strane krajnjih korisnika, ukupno ispustilo oko 10 t SO_x. Takvo rješenje, međutim, nije prihvatljivo u smislu sigurnosti osoblja i tehnološkog procesa, pa bi jedina alternativa bila isključivanje platforme Ika B iz sustava i zatvaranje iste.

4. OPIS UTJECAJA ZAHVATA NA OKOLIŠ, TIJEKOM GRAĐENJA I/ILI KORIŠTENJA ZAHVATA

U nastavku (Tablica 47.) prikazan je pregled mogućih utjecaja na okoliš obzirom na sastavnicu okoliša, pokazatelj koji se može pratiti, te izvor promjena koji može utjecati na određenu sastavnicu okoliša.

Obzirom na vrstu zahvata, tijekom građenja (rekonstrukcije) ne očekuju se značajniji utjecaji na okoliš.

Tijekom korištenja zahvata očekuju se slijedeći značajniji utjecaji na okoliš:

Zahvat izmjene tehnologije obrade slojne vode utječe:

- direktno na kakvoću mora putem direktnog pokazatelja „ukupna ulja“, i indirektnih pokazatelja „toksičnost/genotoksičnost morske vode“ i „toksičnost mekog tkiva školjkaša“
- indirektno na bioraznolikost putem pokazatelja „morska fauna“ i „obraštaj platformi“
- direktno na razinu buke u okolišu
- direktno na proizvodnju otpada
- direktno na aspekt akcidenta

Zahvat prilagodbe sustava uklanjanja sumporovodika iz plina utječe:

- direktno na koncentraciju sumporovodika u plinu
- indirektno na emisije H₂S u zrak i globalne emisije SO_x u zrak, odnosno atmosferu
- direktno na razinu buke u okolišu
- direktno na proizvodnju otpada
- direktno na aspekt akcidenta

Tablica 47. Pregled mogućih utjecaja na okoliš

Sastavnica okoliša	Pokazatelj	Izvor promjena	
		Tijekom građenja	Tijekom korištenja zahvata
More	<ul style="list-style-type: none"> • Ukupna ulja • Toksičnost/genotoksičnost morske vode • Toksičnost mekog tkiva školjkaša 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Izmjena tehnologije obrade slojne vode
Bioraznolikost	<ul style="list-style-type: none"> • Morska fauna • Obraštaj platformi 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Izmjena tehnologije obrade slojne vode
Zrak	<ul style="list-style-type: none"> • H₂S u plinu • Globalne emisije SO_x 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Prilagodba sustava uklanjanja H₂S iz plina
Buka u okolišu	<ul style="list-style-type: none"> • Razina buke 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Izmjena tehnologije obrade slojne vode • Prilagodba sustava uklanjanja H₂S iz plina
Otpad	<ul style="list-style-type: none"> • Izdvojeni ugljikovodici u kesonu u 		<ul style="list-style-type: none"> • Izmjena tehnologije

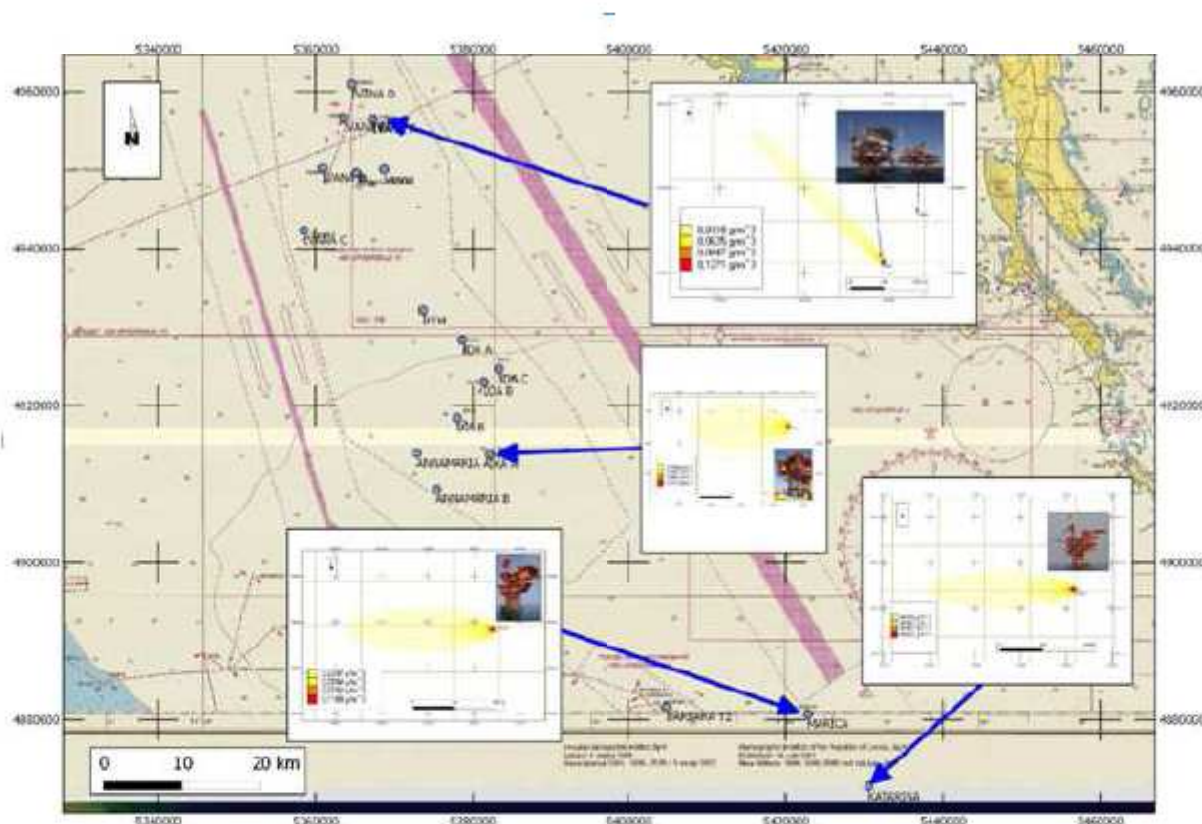
	procesu pročišćavanja slojne vode <ul style="list-style-type: none"> • Otpadni apsorbens iz procesa uklanjanja sumporovodika iz plina 		obrade slojne vode <ul style="list-style-type: none"> • Prilagodba sustava uklanjanja H₂S iz plina
Cjeloviti okoliš u slučaju akcidenta	<ul style="list-style-type: none"> • Emisije u zrak • Emisije u more • Sigurnost osoblja i tehnološkog procesa 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Izmjena tehnologije obrade slojne vode • Prilagodba sustava uklanjanja H₂S iz plina

4.1. Utjecaj na kakvoću mora

Prema analizama ukupni sadržaj ulja u slojnoj vodi iznosi između 2 i 9 mg/L, odnosno četiri do dvadeset puta su niže od koncentracija propisanih Protokolom o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja. Ta voda prije ispuštanja ide na gravitacijsku obradu u keson, gdje joj se još dodatno smanjuju koncentracije ulja.

Model širenja je rađen za ugljikovodike u slojnoj vodi za platforme na kojima se ona ispušta u more: Ivana A, Ika A, Marica i Katarina (Slika 57.). Korišten je softver Descar 2 razvijen za modeliranje širenja onečišćivača u vodi.

Obzirom da su ciljani onečišćivač ugljikovodici, kao dominantni mehanizmi transporta su uzeti: uzgong zbog razlike u gustoći i morske struje.



Slika 57. Lokacije ispusta za koje su rađena modeliranja

4.1.1. Konceptualni model

Početni uvjeti

Gustoća

Za gustoću ugljikovodika su uzete prosječne vrijednosti gustoće nafte koje su u standardnim uvjetima između 800 i 900 kg/m³ (u modelu je korištena vrijednost od 850 kg/m³).

Gustoća mora varira u ovisnosti o termohalnim svojstvima, a najčešće je između 1 020 i 1030 kg/m³ (u modelu je korištena vrijednost od 1 025 kg/m³).

Zbog velike razlike u gustoći mora i ugljikovodika (more je približno 20% gušće od ugljikovodika), neposredno nakon ispuštanja iz kesona dominantan mehanizam kretanja je uzgon (i u uvjetima stratifikacije mora).

Nakon dosezanja površine, ugljikovodici se gibaju pod utjecajem površinskih struja.

Koncentracija ugljikovodika

Za izmjerene koncentracije ugljikovodika u slojnoj vodi prije ulaza u keson su uzete zadnje vrijednosti dobivene prilikom uzorkovanja 05.12.2012. godine. Analize je radio akreditirani laboratorij (Zavod za javno zdravstvo "dr. Andrija Štampar" iz Zagreba). Dobivene vrijednosti su bile između 2,04 mg/L (Ivana A) i 8,8 mg/L (Ika A). U modelu je kao početna koncentracija za sve lokacije korištena maksimalna vrijednost od 9 mg/L ukupnih ulja, što predstavlja najnepovoljniji slučaj.

Karakteristike kesona

Karakteristike kesona za pojedine lokacije ispuštanja dane su u nastavku (Tablica 48.). Keson je pod atmosferskim tlakom, tako da razina vode u kesonu odgovara razini mora prema zakonu spojenih posuda i iz tog razloga je za zapremninu kesona uzet samo uronjeni dio. Za pojedine lokacije uzete su dubine na kojima su uronjeni kesoni.

Tablica 48. Karakteristike kesona za pojedine lokacije ispuštanja

Platforma	Dubina ispusta (m)	Stupac vode (m)	Promjer kesona (m)	Površina presjeka (ispusta) kesona (m ²)	Zapremnina uronjenog dijela kesona (m ³)
Ivana A	31,4	31,4	0,3	0,071	2,23
Ika A	20	20	0,5	0,196	3,92
Marica	26	26	0,5	0,196	5,1
Katarina	26	26	0,5	0,196	5,1

Protok

Za proračun protoka su korištene maksimalne vrijednosti količina slojnih voda kako bi se modelirao najgori mogući slučaj. Parametri protoka su dani u nastavku (Tablica 49.)

Tablica 49. Parametri protoka

Platforma	Maksimalna količina slojnih voda (m ³ /dan)	Izmjerena	Očekivana	Vrijeme zadržavanja u kesonu (s)	Protok (m ³ /s)	Brzina strujanja (m/s)
Ivana A	250	Siječanj 2012		771	0,00289	0,0407
Ika A	200	Siječanj 2012		1 693	0,00231	0,0118
Marica	45	-	Svibanj 2012	9 792	0,00052	0,0027
Katarina	30	Prosinac 2012		14 688	0,00035	0,0018

Morske struje

Za modeliranje su uzete srednje vektorske brzine površinskih struja i to za:

- Platformu Ivana A 0,08 m/s NW 315°
- Platformu Ika A 0,2 m/s W 270°
- Platformu Marica 0,1 m/s W 270°
- Platformu Katarina 0,1 m/s W 270°

Granični uvjeti

Kao granični uvjet modela uzeta je koncentracija od 2 mg/L, koja u najvećem broju slučajeva predstavlja minimalnu granicu pouzdane detekcije metodom spektroskopije, a po standardu DIN 38409:1981 H 18 koju koriste ovlaštene laboratorije koji su radili analize (Zavod za javno zdravstvo "dr Andrija Štampar" iz Zagreba i Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko – goranske županije iz Rijeke).

4.1.2. Matematički model

Za matematički model je uzet model koji opisuje uzgon i strujanje, komercijalni naziv: *Bouyant jet model*. Ovaj model je razvijen za uronjene ispuste kružnog presjeka. Koncentracija onečišćivača u nekoj točki opisana je jednadžbom (1):

$$c = c_c \exp[-(r/b)^2] \quad (1)$$

gdje je

c – koncentracija onečišćivača u nekoj točki

c_c – koncentracija onečišćivača na ispustu (početna koncentracija)

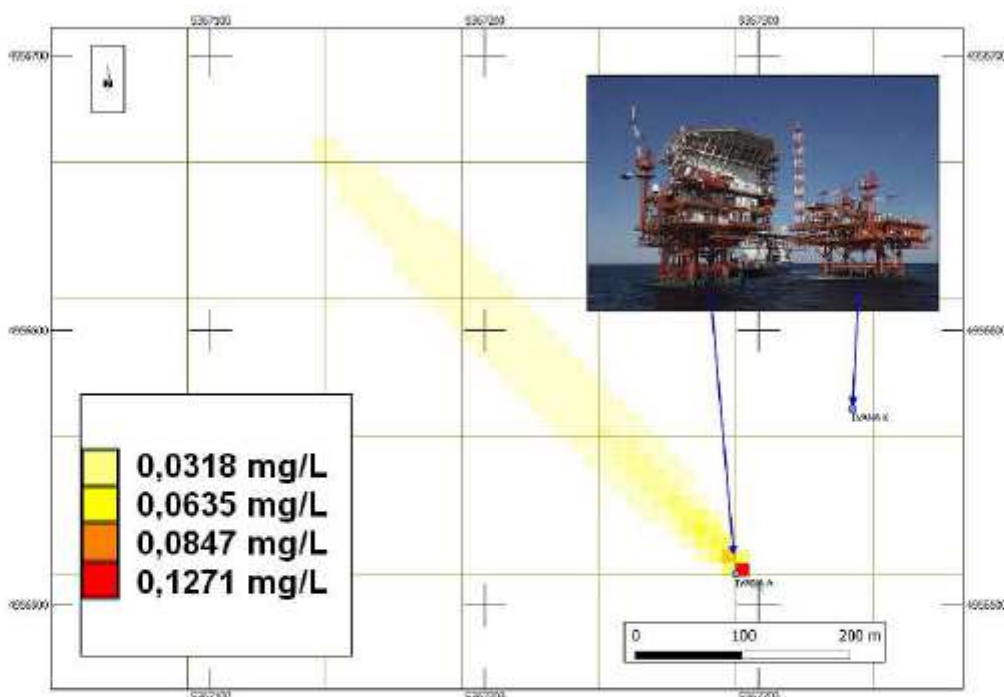
r - udaljenost točke C i Cc
 b – polumjer širine oblaka onečišćenja u točki C.

Ovaj model je zadovoljavajući za uvjete ujednačenog strujanja bez utjecaja dna i primjenjiv je za lokaciju zahvata.

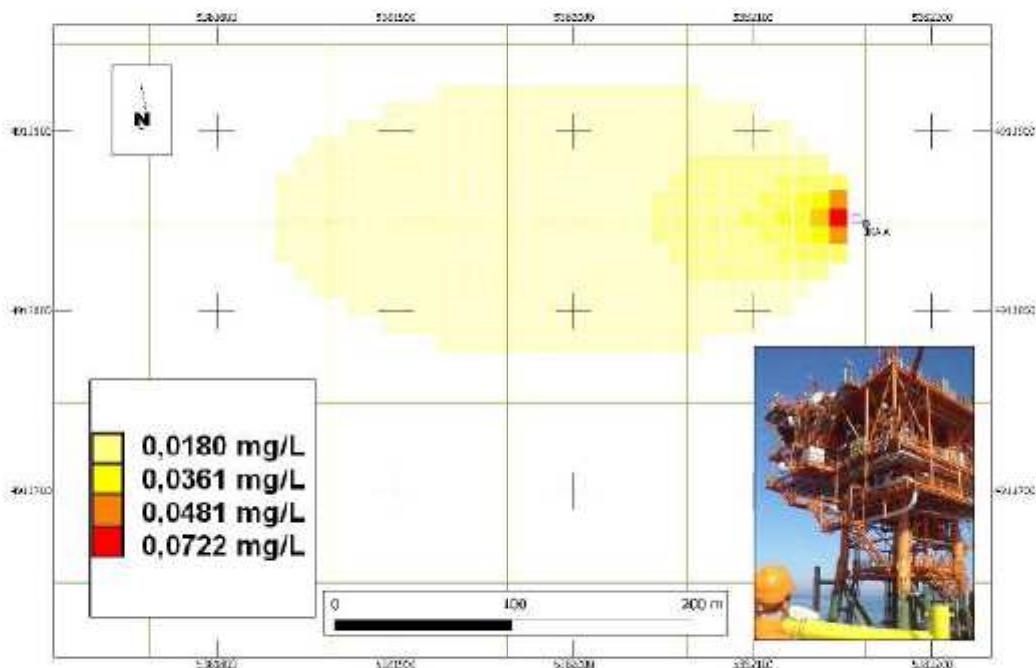
4.1.3. Rezultati

Uz navedene postavke modela, koncentracije u neposrednoj blizini lokacija ispusta na površini biti će niže od granice pouzdane detekcije metodom spektroskopije (DIN 38409:1981 H 18). Tako će na površini mora u neposrednoj blizini platforme Ivana A (Slika 58.) koncentracija biti 0,13 mg/L, a slične vrijednosti su dobivene i u neposrednoj blizini platformi Marica (Slika 60.) i Katarina (Slika 61.), dok su na platformi Ika A (Slika 59.) dobivene vrijednosti još i niže i iznose oko 0,07 mg/L u neposrednoj blizini platforme. Ulazna koncentracija u modelu za sve platforme je bila maksimalno izmjerena koncentracija ukupnih ulja na platformi Ika A prije ulaza u keson. Na ostalim platformama su izmjerene 3 – 4 puta niže koncentracije u slojnoj vodi prije ulaska u keson. Minimalno vrijeme zadržavanja vode u kesonu za vrijeme maksimalnog pridobivanja slojne vode je na platformi Ivana A i iznosi 770 sekundi (oko 13 minuta), što je dovoljno da se gravitacijski izdvoji većina ugljikovodika.

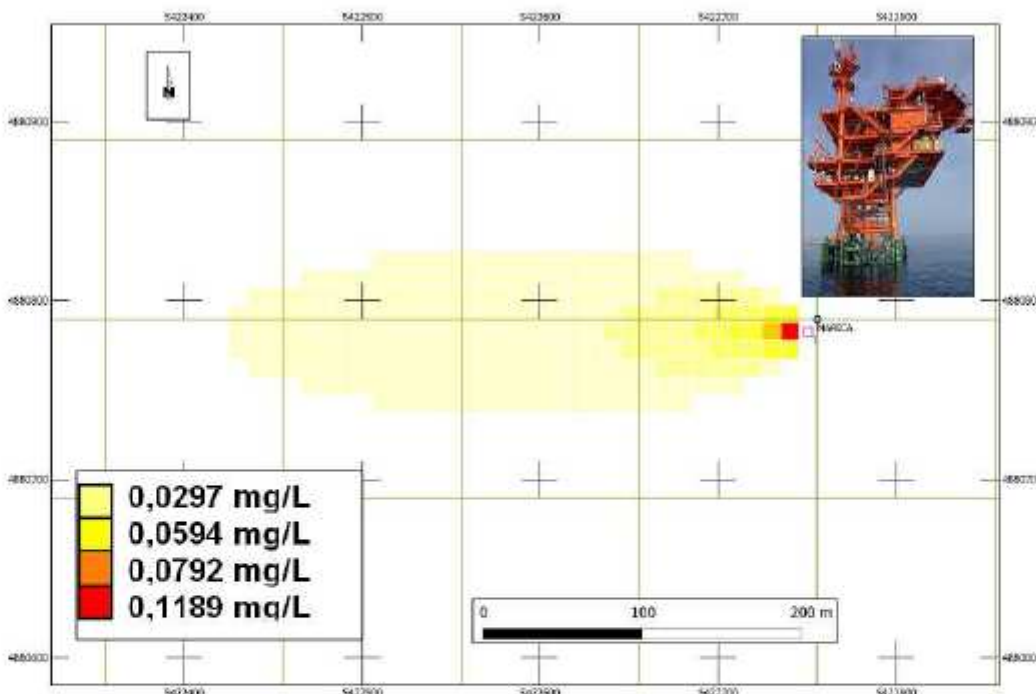
U modelu je uzet samo transport translacijom morskim strujama, a nije uziman u obzir utjecaj valova koji još dodatno utječu na disperziju.



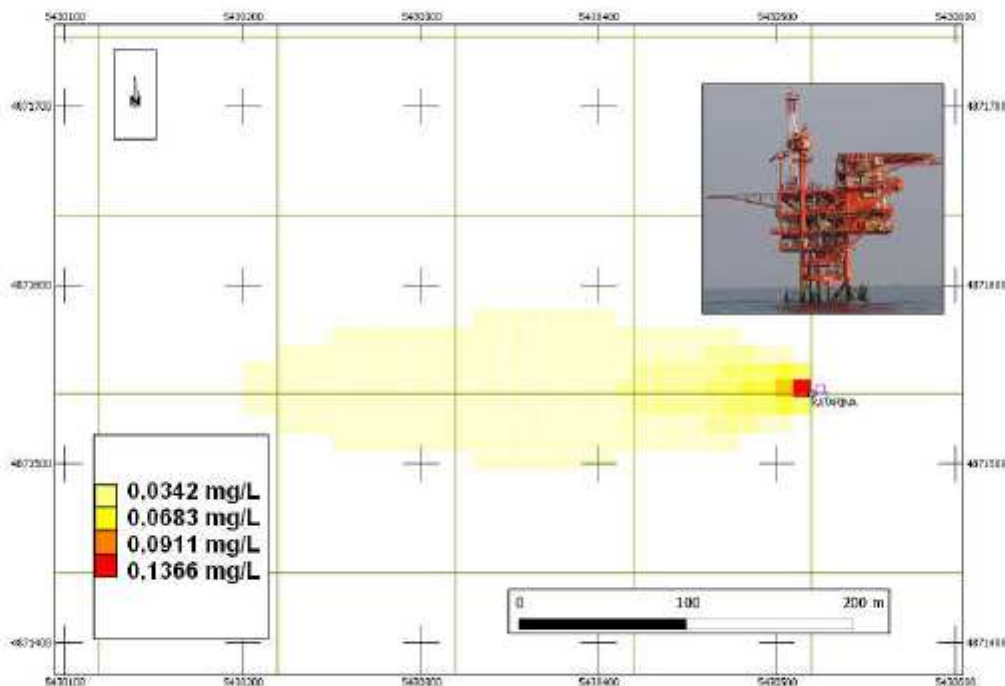
Slika 58. Model širenja emisija slojne vode u more na platformi Ivana A



Slika 59. Model širenja emisija slojne vode u more na platformi Ika A



Slika 60. Model širenja emisija slojne vode u more na platformi Marica



Slika 61. Model širenja emisija slojne vode u more na platformi Katarina

Rezultati modeliranja pokazali su da će na udaljenosti od približno 10 metara od ispusta doći do razrjeđenja i pada koncentracije onečišćujuće tvari na 0,8 - 1,5 % od početne koncentracije (razrjeđenje će biti između 60 i 130 puta), a na udaljenosti od 300 metara koncentracija će pasti na 0,2 – 0,3 % od početne koncentracije (razrjeđenje će biti veće od 300 puta).

Koncentracije ulja u neposrednoj blizini platformi će biti između 0,07 i 0,14 mg/L, odnosno biti će 15 do 30 puta niže od granice pouzdane detekcije (2 mg/L) koja je odabrana kao granični uvjet modela.

Prema rezultatima istraživanja nekoliko desetaka lokacija platformi u svijetu (Somerville, 1987.), na udaljenosti od 10 m od lokacije ispusta dolazi do razrjeđenja od 200 puta (pad koncentracije na 0,5% od početne koncentracije onečišćujuće tvari), a na udaljenosti od 100 m do razrjeđenja od 1000 puta (pad koncentracije na 0,1% od početne koncentracije onečišćujuće tvari). Rezultati modeliranja daju nešto manja razrjeđenja nego Somerville, 1987., ali kako je ranije navedeno, u modelu nije uziman u obzir utjecaj valova koji dodatno utječe na disperziju, odnosno model predstavlja nepovoljniji slučaj.

4.2. Utjecaj na bioraznolikost

Ukupna ulja mogu sadržavati i mineralna ulja koja imaju negativan utjecaj na živi svijet (biokemijske i citološke promjene, manja mogućnost preživljavanja uslijed akumulacije

ugljikovodika u tkivima posebno u periodu mriješćenja i sl.). Mineralna ulja (PAH-ovi) u koncentraciji do 1 mg/L mogu stimulirajuće djelovati na rast fitoplanktona ili inhibirajuće pri većim koncentracijama (do 100 mg/L) (Abbriano i sur., 2011). Rezultati modeliranja su pokazali da će u neposrednoj blizini ispusta koncentracije mineralnih ulja biti ispod granične koncentracije koja bi mogla štetno utjecati na fitoplankton. Kao i fitoplankton, mnoge zooplanktonske vrste su osjetljive na povećane koncentracije mineralnih ulja s tim da je kod zooplanktona utvrđeno povećanje mortaliteta uslijed dužeg izlaganja nego uslijed veće koncentracije mineralnih ulja (Abbriano i sur., 2011). Povišene koncentracije mineralnih ulja uglavnom stimulirajuće djeluju na povećanje brojnosti bakterioplanktona. Međutim, zbog niske koncentracije ne očekuje se povećanje abundancije koje bi moglo utjecati i na ostale članove mikrobne hranidbene mreže.

Potencijalni negativni utjecaji eksploatacije ugljikovodika na morsku faunu rezultatima do sada provedenih istraživanja nisu utvrđeni (IRB, 2012., PMF, 2002 -2012.). Naime temeljem rezultata dosadašnjeg višegodišnjeg monitoringa koji je obuhvaćao pregled i analizu obraštaja platformi, zatim analize toksičnosti/genotoksičnosti morske vode u blizini platformi Ivana A i Annamaria A nije utvrđen ekotoksikološki utjecaj koji bi predstavljao rizičnu izloženost organskim zagađivačima niti je ustanovljena prisutnost premutagenih i/ili mutagenih ksenobiotika (IRB, 2012., PMF, 2002 -2012.).

4.3. Utjecaj na kakvoću zraka

Uz pretpostavku da je zrak na lokaciji zahvata I kategorije (čl. 24 Zakona o zaštiti zraka, NN 130/11), predmetni zahvat neće narušiti kvalitetu zraka, osobito ne do te mjere da se izmijeni kategorija kvalitete zraka. Naprotiv, primjenom planiranog sustava doći će do smanjenja koncentracije H₂S u zraku ispod dopuštene granične vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku obzirom na kvalitetu življenja (dodijavanje mirisom) koja iznosi 5 µg/m³ dnevno na samoj lokaciji platforme Ika B.

Također, uklanjanjem H₂S iz prirodnog plina na platformi Ika B, smanjiti će se nacionalne i globalne emisije SO₂ koji bi nastao energetske iskoristivosti prirodnog plina od strane konačnih potrošača, za oko 10 t u slijedeće dvije godine.

4.4. Opterećenje okoliša bukom

Hrvatski propis koji regulira dozvoljenu razinu buke jest Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04). Navedeni propis uzima u obzir namjenu samog prostora i dijeli ga na više zona (Tablica 50.):

Tablica 50. Dozvoljene razine buke prema hrvatskim propisima (Izvor: Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave NN 145/04)

Namjena prostora	Najviše dopuštene ocjenke razine buke imisije LRAeq u dB(A) za	
	Dan (L _{day})	Noć (L _{night})
Zona namijenjena odmoru, oporavku i liječenju	50	40
Zona namijenjena samo stanovanju i boravku	55	40
Zona mješovite, pretežito stambene namjene	55	45
Zona mješovite, pretežito poslovne namjene sa stanovanjem	65	50
Zona gospodarske namjene (proizvodnja, industrija, skladišta, servisi)	Na granici građevne čestice unutar zone buka ne smije prelaziti 80 dB(A)	
	Na granici ove zone buka ne smije prelaziti dopuštene razine zone s kojom graniči	

Predmetnu lokaciju zahvata možemo tretirati kao zonu gospodarske namjene te za istu najviše dopuštene ocjenke razine buke imisije LRAeq 80 dBa. Tijekom redovite eksploatacije plina razina buke je vrlo niska. Diesel agregati rade samo u slučaju potrebe, a razina buke ne prelazi vrijednost od 80 dBa na limitu postrojenja.

Također, tijekom korištenja izmijenjenih tehnologija obrade slojne vode i prilagodbe uklanjanja H₂S iz plina neće doći do povišenja razine buke.

Dozvoljena razina buke na radnom mjestu iznosi 85 dBa. Buka je problematičnija za djelatnike na platformi nego za okoliš, stoga se mjerama zaštite od buke na radnom mjestu u potpunosti provodi i zaštita od buke koja može štetiti okolišu. Ostali uređaji proizvode vrlo nisku razinu buke, tako da nema štetnih utjecaja po okoliš.

4.5. Utjecaj nastanka i zbrinjavanja otpada

4.5.1. Proces pročišćavanja slojne vode

Nakon procesa pročišćavanja slojne vode zaostaje zauljeni otpad, odnosno ugljikovodici odvojeni postupkom gravitacijske separacije u kesonima. S obzirom na vrlo niske koncentracije ulja u slojnoj vodi, Maksimalna godišnja količina ulja izdvojenih na svim platformama može se procijeniti na oko 0,3 m³. S otpadom se gospodari na sljedeći način: prilikom obilaska platforme, operater provjerava postojanje nakupljenog površinskog taloga u kesonu pomoću ručnog mjerača. U slučaju da u kesonu ima nakupljene uljne faze, ista se priručnom pumpom ispumpava i prazni u spremnik ugljikovodika. U isti spremnik se također odvođe i tokovi drenažnih voda, a u spremniku se odvija postupak dodatne gravitacijske separacije. Kada se u spremniku nakupi

dovoljno izdvojene uljne faze istu je potrebno odvesti na zbrinjavanje. Ključni broj navedenog otpada jest 13 05 07* (zauljena voda iz separatora ulje/voda). Otpad je klasificiran kao opasni otpad te se brodom odvozi na kopno i predaje ovlaštenom sakupljaču uz ispunjavanje zakonom propisane prateće dokumentacije. O proizvedenim količinama otpada tvrtka vodi očevidnik te, sukladno Pravilniku o registru onečišćavanja okoliša (NN br. 35/08), ukoliko je godišnja količina proizvedenog opasnog otpada veća od 50 kg tvrtka je obavezna količine prijaviti u bazu onečišćavanja okoliša koju vodi Agencija za zaštitu okoliša.

4.5.2. Proces uklanjanja sumporovodika

Nakon procesa uklanjanja sumporovodika zaostaje otpadni apsorbens na bazi triazina. Procijenjena godišnja količina otpadnog apsorbensa iznosi oko 30 m³, s tendencijom smanjenja, sukladno smanjenju eksploatacije plina na platformi Ika B. Otpad se na platformi Ika A privremeno skladišti u spremniku otpadnog apsorbensa, volumena 22 m³. Ključni broj navedenog otpada jest 05 07 02 (otpad koji sadrži sumpor). Otpad nije klasificiran kao opasni otpad i nema značajke koje bi ga svrstale u opasni otpad. Otpad predstavlja smjesu triazina, bis-ditiazina, ditiazina, metanola i vode i ima biorazgradiva svojstva. Otpad se brodom odvozi do kopna i predaje ovlaštenom sakupljaču na konačno zbrinjavanje uz ispunjavanje potrebne zakonom propisane dokumentacije. O proizvedenim količinama otpada tvrtka vodi očevidnik te, sukladno Pravilniku o registru onečišćavanja okoliša (NN br. 35/08), ukoliko je godišnja količina proizvedenog neopasnog otpada veća od 2000 kg tvrtka je obavezna količine prijaviti u bazu onečišćavanja okoliša koju vodi Agencija za zaštitu okoliša.

4.6. Utjecaj na okoliš u slučaju akcidenta

4.6.1. Mogući i vjerojatni akcidenti na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni Jadrani“ i „Marica“

Tijekom provedbe postupka procjene utjecaja zahvata na okoliš 2010. godine obrađeni su moguće akcidentne situacije koje su uključile istjecanje plina uslijed oštećenja platforme i istjecanje plina uslijed oštećenja cjevovoda. Statistički podaci govore o riziku pucanja podmorskog cjevovoda između $9,3 \times 10^{-4}$ i $6,4 \times 10^{-4}$ po km godišnje. Primjerice, na području Sjevernog mora u kojem je smješteno nekoliko tisuća kilometara podmorskih cjevovoda za transport ugljikovodika, u posljednjih 20 godina dogodila su se samo 2 ozbiljnija akcidenta (podatak iz 2010. godine). Jedan se odnosio na udar sidra s broda koji se zaustavio u zabranjenom području, a drugi na oštećenje opreme.

4.6.2. Očekivana učestalost, odnosno vjerojatnost nastanka akcidenata na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni Jadran“ i „Marica“

Sustavi pročišćavanja slojne vode ne spadaju u dijelove rudarskih objekata koji bi mogli na bilo koji način utjecati na učestalost, odnosno vjerojatnost nastanka akcidenta koji bi imao ozbiljnije posljedice po okoliš.

Realna ocjena jest da postojanje uvećane koncentracije sumporovodika u prirodnom plinu koji se transportira podmorskim cjevovodima može povećati rizik pucanja podmorskih cjevovoda, naročito cjevovoda između platformi Ika B i Ika A, između platformi Ika A i Ika C i između platformi Ika C i Ivana A. Naime, sumporovodik u sustavu može uzrokovati lomove zbog sulfidnog naprezanja i točkastu koroziju. Visoko napregnuti čelik visoke čvrstoće pod velikim opterećenjem može se slomiti za nekoliko minuta pri koncentraciji od 75 mg/m³ sumporovodika u sustavu. Pri visokom tlaku, dovoljno je 0,15 mg/m³ H₂S da bi se znatno smanjilo vrijeme loma čelika visoke čvrstoće.

Zahvati koji su predmet ove Studije su rekonstrukcija uređaja za pročišćavanje slojne vode na platformama Ivana A, Ika A, Marica i Katarina i prilagodba uklanjanja sumporovodika iz prirodnog plina pridobivenog na platformi Ika B. Sustavi pročišćavanja slojne vode ne spadaju u dijelove rudarskih objekata koji bi mogli uzrokovati akcident na predmetnim eksploatacijskim poljima ugljikovodika. Zahvat prilagodbe uklanjanja sumporovodika smanjuje prethodno navedene mogućnosti akcidenata. Očekivana koncentracija sumporovodika u prirodnom plinu prilikom polja Ika je bila do 7,5 mg/m³ (Poglavlje 1.2.3.2.) i rizik je računat obzirom na tu koncentraciju. Nakon što su u prirodnom plinu eksploatiranom na platformi Ika B utvrđene povišene koncentracije sumporovodika (do 195 mg/L), iz plina se prije otpreme uklanja sumporovodik. Obradeni plin će sadržavati manje od 6 mg/m³ (Poglavlje 1.3.3.2.) odnosno, koncentracija sumporovodika u plinu je nakon pročišćavanja oko 20% niža od očekivane. To znači da se nakon obrade dodatno smanjuje rizik akcidenata ovih postrojenja po okoliš, uključivo domino efekt (havarija cjevovoda, bušotina i platformi), pa se može zaključiti da je ugradnja sustava uklanjanja H₂S iz plina prihvatljiva po okoliš.

U ovoj procjeni nisu uzimani u obzir podaci o dimenzioniranju zacjevljenja u bušotini te korozijskoj zaštiti cjevovoda, a koji su svi dimenzionirani na koncentraciju sumporovodika od 700 mg/m³, kao i činjenica da se u slučaju pojave sumporovodika u koncentraciji od 500 mg/m³ zaustavlja eksploatacija prirodnog plina.

4.6.3. Moguće i očekivane štetne posljedice po okoliš akcidenata na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni Jadran“ i „Marica“

Prema nekim navodima (Moore, 1993.) gotovo polovica akcidenata vezanih uz naglo istjecanje velikih količina plina uzrokuje oštećenja same platforme. Šanse za sanaciju bušotine u roku od 24 sata su 99%, a količina isteklog plina ovisi o vrsti oštećenja i karakteristikama bušotine. Najveće količine mogu se očekivati na lokaciji platforme na kojoj je u određenom trenutku najveća eksploatacija, a izračunata je količina od 216 000 m³

pri tlaku od 50 bar. Danas je to platforma Annamaria A. Prirodni plin će brzo proći kroz stupac vode i dospjeti u atmosferu i povećati ukupne emisije stakleničkih plinova .

Najgori mogući slučaj predstavlja pucanje otpremnog cjevovoda, pri čemu dolazi do nagle erupcije prirodnog plina i (eventualnog) pomora morskih organizama, i to uglavnom uslijed tlačnog udara, a manje (ili uopće ne) uslijed trovanja.

Može postojati određeni utjecaj na bentičke i pelagijske zajednice od strane prirodnog plina pri vrlo visokim koncentracijama, no metan se u posebnim uvjetima može zadržati otopljen u moru duže vrijeme i prodrijeti na relativno velike udaljenosti (do 500 m).

Štetne posljedice postoje i za osoblje platformi Ika B i Ika A, obzirom da eventualno istekli plin iz sustava sadrži sumporovodik koji je otrovan plin i izlaganje koncentracijama većim od 150 mg/m³ u trajanju od 8 sati uzrokuje krvarenje i smrt, dok Koncentracije iznad 900 mg/m³ mogu biti smrtonosne za 3 do 5 minuta (Tablica 51.).

Tablica 51. Zdrastveni učinak nakon kratkotrajne izloženosti sumporovodiku

Koncentracija (mg/m ³)	Zdrastveni učinak
0,015 – 0,45	Prag osjeta njuha
1,5 – 30	Neugodan miris, moguća mučnina, suzenje očiju ili glavobolja u slučaju dulje izloženosti
30 – 75	Dugotrajna iritacija nosa i grla, probavne smetnje i gubitak apetita, osjetilo njuha postaje zasićeno, akutni konjuktivitis (bol, suzenje i osjetljivost na svjetlo)
150 – 300	Jaka i dugotrajna iritacija nosa i grla, potpuni gubitak osjeta mirisa
375 – 750	Plućni edem (skupljanje tekućine u plućima)
750	Jaka iritacija pluća, uzbuđenje, glavobolja, vrtoglavica, ošamućenost, iznenadni kolaps, nesvjestica i gubitak pamćenja za vrijeme izloženosti (ima za posljedicu trajno oštećenje mozga uslijed duže izloženosti), smrt u roku od nekoliko sati
750 – 1.500	Paraliza dišnog sustava, nepravilni otkucaji srca, kolaps i smrt
>1.500	Brzi kolaps i smrt

Utjecaj otopljenog sumporovodika na more i posljedice po biljni i životinjski svijet su opisani u idućem poglavlju.

Sustavi pročišćavanja slojne vode ne spadaju u dijelove rudarskih objekata koji bi mogli na bilo koji način utjecati na opseg štetnih posljedica u slučaju akcidenta.

4.6.4. Procjena i ocjena rizika po okoliš pojedinog akcidenata na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ i „Marica“

Najgori mogući slučaj, kako je ocijenjeno prethodnim postupcima procjene utjecaja na okoliš, jest pucanje podmorskog cjevovoda. U tom slučaju dolazi do oslobađanja prirodnog plina u podmorju. Obzirom da je danas, u odnosu na prethodnu procjenu utjecaja na okoliš, količina eksploatiranog plina danas manja i da su transportni tlakovi manji, zaključci iz prethodne procjene (2010. godina) mogu se primijeniti i danas. U ovom slučaju moguće je brzo zapaljenje približnog trajanja 1 do 3 sekunde. U slučaju akcidentnog istjecanja plina iz spojnog cjevovoda Ivana K – kopno, predviđeno je maksimalno vrijeme istjecanja plina u trajanju od 50 minuta. Modelom je proračunata ukupna količina isteklog plina iz cjevovoda od 103 185 kg. Istekla količina plina bi ekspandirala na putu prema površini.

Biogeokemijsko ponašanje, koncentracija i distribucija metana i njegovih derivata u vodenoj sredini ovisi o brojnim faktorima. Prvo, ovaj plin ima slabu topivost u destiliranoj vodi. U morskoj vodi kod saliniteta od 36 kg/m³ topivost se značajno smanjuje i dodatno opada pri porastu temperature od 0°C do 30°C. Zbog velike brzine migracije slobodnog metana kroz vodeni stupac nije realno očekivati otapanje značajnih količina plina u moru. Svjetska iskustva pokazuju da koncentracija metana i uz samu lokaciju istjecanja ne prelazi koncentraciju od 6 mg/L što se smatra netoksičnom koncentracijom. Pretpostavka je da bi došlo do prostorno ograničenog pomora morskih organizama, i to uglavnom uslijed tlačnog udara, a manje (ili uopće ne) uslijed trovanja.

Izlijevanje kemikalija i goriva (diesel, ulja i maziva) je od manje važnosti po pitanju akcidenata. Radi se o malim uskladištenim količinama, uz kvalitetne mjere zaštite.

Sumporovodik je znatno topiviji u vodi od metana i može imati izraženije biogeokemijsko djelovanje u okolišu, međutim zbog velike brzine migracije plinovite faze H₂S kroz vodeni stupac, kao i u slučaju metana, nije realno očekivati otapanje značajnih količina plina u moru. Sumporovodik se otapa u vodi na sličan način kao i CO₂ i tako se stvara nekoliko sulfidnih vrsta (H₂S, HS⁻, S²⁻). Raspodjela koncentracija tih vrsta ovisi o pH vrijednosti. Ipak morska voda bi zbog ionskog sastava u kratkom vremenu mogla vezati anione sumpora.

Simulacija otapanja H₂S u moru i interakcije otopljenih aniona sumpora sa otopljenim ionima u morskoj vodi je napravljena korištenjem softvera za hidrogeokemijsko modeliranje PHREEQC koji je razvio Institut za geološka istraživanja Sjedinjenih Američkih Država (USGS *United States Geology Survey*) i njihov je standardni alat. Prve verzije softvera (raniji nazivi PHREEQE, PHREEQM) su razvijene i uspješno korištene još krajem sedamdesetih godina prošlog stoljeća (Parkhurst i sur., 1980.), a od kraja osamdesetih je prepoznat kao softver za efikasno modeliranje i rješavanje mnogih hidrogeokemijskih problema (Appelo, Postma, 1994., <http://www.hydrochemistry.eu/>).

Simulacija je napravljena za statičke uvjete (zatvoreni sustav) gdje se u jedinici volumena morske vode (1 l) otapa jedinica plina (1 l) koji sadrži 100 mg/m³ H₂S, odnosno 0,1 mg/L H₂S (3 x 10⁻³ mol/m³, odnosno 3 x 10⁻³ mmol/l).

Kao ulazni parametri za morsku vodu su korištene sljedeće vrijednosti:

Fizikalno kemijska svojstva morske vode:

• pH	8.22
• gustoća	1.023 kg/L
• pros.temperatura	12 °C
• Ca ²⁺	400 mg/L
• Mg ²⁺	1 290 mg/L
• Na ⁺	10 800 mg/L
• K ⁺	400 mg/L
• Fe ³⁺	0,002 mg/L
• Mn ³⁺	0,0002 mg/L
• Silikati	4 mg/L
• Kloridi	19 400 mg/L
• Sulfati	2 700 mg/L

Prema rezultatima simulacije većina otopljenog trovalentnog željeza bi prešla u dvovalentnu formu u kojoj bi se željezo vezalo u hidrokside koji sadrže sulfat.

U prirodnim uvjetima sumpor se u morskoj vodi nalazi u obliku ionskih sulfata i to najčešće vezan u ione kalcijeva sulfata i kalcijeva hidrogen sulfata. Također, relativno su brojni ioni željeznog sulfata i željeznog hidrogen sulfata. Ovo ima za posljedicu da u sustavu dominiraju kalcijev sulfat - anhidrit CaSO₄ i sulfat željeza, melanterit FeSO₄·7H₂O.

Prilikom otapanja sumporovodika u zatvorenom sustavu, značajnije se povećava koncentracija iona kalcijeva hidrogensulfata (CaHSO⁴⁺) dok većina željeza prelazi iz trovalentnog u dvovalentno, a osim anhidrita i melanterita su još stabilni gips CaSO₄ x 2H₂O i kalijev jarozit KFe₃(SO₄)₂(OH)₆. Iz razloga što je simulacija napravljena za zatvoreni sustav, bez strujanja i donosa kisika, dodatne stabilne faze još mogu biti željezov makinavit FeS i pirit FeS₂.

Međutim, zbog kontinuiranog strujanja mora, dolazi do miješanja morske vode i vode u kojoj je otopljen sumporovodik. U tom slučaju se smanjuje broj ionskih vrsta sulfata i hidrogen sulfata, te dolazi do prelaska dvovalentnog u trovalentno željezo. U ovakvom sustavu dominiraju gips, anhidrit, melanterit i kalijev jarozit, dok sulfidni minerali makinavit i pirit više nisu stabilni i otapaju se.

Model je bio napravljen za laboratorijske uvjete, dok bi u prirodnim uvjetima mogućnost otapanja sumporovodika u moru bila znatno manja, a zbog kontinuiranog strujanja i donosa vode bogate kisikom, mineralne faze željeznog makinavita FeS i pirit FeS₂ ne bi mogle egzistirati.

Simulacijom je potvrđeno da se otopljeni ioni HS⁻ i S²⁻ brzo vežu za ione kalcija i željeza, stvarajući otopljene mineralne faze koje su prirodno prisutne u okolišu i nisu toksične. U stupcu morske vode pirit nije stabilna faza, međutim u pridnenim slojevima posebno sa muljevito pjeskovitim dnom, na samom dnu može doći do stvaranja pirit

redukcijom sulfata organskom materijom (Halle, 2004.), a to se može desiti tijekom stratifikacijskih uvjeta u ljetnim mjesecima.

4.6.5. Ocjena stanja rizika po okoliš na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ i „Marica“ obzirom na potrebu povećanja sigurnosti

U odnosu na prethodno provedene postupke procjene utjecaja na okoliš, današnje stanje obzirom na rizik po okoliš je pogoršano. Ocjena stanja rizika je rađena za dva parametra: povećanu proizvodnju slojne vode i povećanje koncentracije sumporovodika.

Povećana proizvodnja slojne vode može uzrokovati nakupljanje slojne vode u cjevovodima, začepijivanje podmorskih cjevovoda, začepijivanje usisnih filtera na prihvatnim kompresorskim jedinicama, oštećenje generatorskih jedinica i interventno prelijevanje slojne vode kroz oduške. Rizik po okoliš akcidenta koji bi bio posljedica nabrojanih događaja nije značajan jer je sastav slojne vode takav da se ista može ispuštati u more, no prisutan je rizik po osoblje i sigurnost tehnološkog procesa.

Uvećane koncentracije sumporovodika u prirodnom plinu na plinskom polju Ika, osim što predstavljaju značajan rizik po osoblje i sigurnost tehnološkog procesa, povećavaju i rizik pojave akcidenta koji bi štetno djelovao po okoliš, kao što je pucanje podmorskih cjevovoda. Koncentracija sumporovodika u prirodnom plinu prilikom polja Ika je porasla od očekivanih 7,5 mg/m³ na 195 mg/m³, što je proporcionalno povećalo i rizike. Odmah po utvrđivanju porasta koncentracija prirodnog plina je prije distribucije pročišćen do razine sadržaja H₂S od 6 mg/m³, odnosno, koncentracija sumporovodika u plinu je nakon pročišćavanja oko 20% niža od očekivane koncentracije (7,5 mg/m³). To znači da se nakon obrade dodatno smanjuje rizik akcidenta svih postrojenja po okoliš. Dodatni faktor sigurnosti su još dimenzioniranje na koncentraciju sumporovodika od 700 mg/m³ i prekid eksploatacije prirodnog plina u slučaju pojave sumporovodika u koncentraciji od 500 mg/m³.

4.6.6. Ocjena (evaluacija) rizika po okoliš na eksploatacijskim poljima ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ i „Marica“ nakon poboljšanja stanja - povećanja sigurnosti tehnološkog procesa

Sukladno navedenom, može se zaključiti da predloženi zahvat izmjene tehnologije obrade slojne vode i prilagodbe sustava uklanjanja H₂S iz plina na eksploatacijskim platformama eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" djeluje povoljno u smislu povećanja sigurnosti tehnološkog procesa.

Zahvat izmjene tehnologije obrade slojne vode praktično otklanja mogućnost nakupljanja slojne vode u cjevovodima, začepijivanja podmorskih cjevovoda, začepijivanja usisnih filtera na prihvatnim kompresorskim jedinicama i dr. i na taj način uvećava sigurnost osoblja i procesa. Zaključno, izmjenom tehnologije obrade slojne vode smanjuje se i rizik akcidenta što ovaj zahvat čini prihvatljivim.

Zahvat prilagodbe uklanjanja sumporovodika značajno uvećava sigurnost osoblja i procesa, budući da iz prirodnog plina uklanja sumporovodik koji djeluje korozivno na

opremu i cjevovode. Očekivana koncentracija sumporovodika u plinu polja Ika je bila do 7,5 mg/m³ i rizik je računat obzirom na tu koncentraciju. Obrađeni plin će sadržavati manje od 6 mg/m³ odnosno, koncentracija sumporovodika u plinu će nakon pročišćavanja biti oko 20% niža od očekivane. To znači da se nakon obrade dodatno smanjuje rizik akcidenata ovih postrojenja po okoliš, pa se može zaključiti da je ugradnja sustava uklanjanja H₂S iz plina prihvatljiva po okoliš.

4.7. Utjecaji nakon prestanka korištenja zahvata

Utjecaji nakon prestanka korištenja zahvata odnose se na prestanak eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica". Naime, uklanjanjem objekata, nastati će građevinski (uglavnom metalni) otpad, koji će se odvoziti na kopno i zbrinjavati kao sekundarna sirovina. Tijekom demontaže pojavit će se određene količine komunalnog otpada i sanitarnih otpadnih voda, koji će se zbrinjavati u skladu s zakonskim propisima. Budući da se za uklanjanje objekata neće koristiti eksploziv, neće doći do bitnog povećanja razine buke koja bi negativno utjecala na živi svijet, osim uznemiravanja riba. Navedeni utjecaj sličan je utjecaju buke od brodova.

4.8. Ocjena utjecaja zahvata na okoliš

Temeljem provedenih analiza, utvrđenog stanja kvalitete okoliša područja utjecaja zahvata koji obuhvaća izmjenu tehnologije obrade slojne vode i uklanjanja H₂S iz plina na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica", u nastavku je provedeno vrednovanje gore razmatranih utjecaja na okoliš tijekom građenja i tijekom korištenja zahvata. Za vrednovanje mogućih utjecaja na pojedine komponente okoliša i prihvatljivost opterećenja na okoliš u obzir su uzete njegove najvažnije komponente kao što su intenzitet utjecaja, duljina trajanja i učestalost utjecaja te rasprostranjenost utjecaja (Tablica 52.). U donjim tablicama su priložene skale vrednovanja procjene utjecaja na okoliš.

Tablica 52. Skala vrednovanja procjene utjecaja na okoliš - intenzitet utjecaja

Intenzitet utjecaja	Duljina trajanja i učestalost	Rasprostranjenost	Skala vrednovanja
Vrlo jaki	Trajno, stalno	Više od 1000 m od lokacije zahvata	5
Jaki	Dugoročno, povremeno	500-1000 m od lokacije zahvata	4
Srednji	Srednjoročno, povremeno	200-500 m od lokacije zahvata	3
Slabi	Srednjoročno, privremeno	100-200 m od lokacije zahvata	2
Vrlo slabi	Kratkoročno	Unutar same lokacije zahvata	1
Nema utjecaja	Ne odvija se	Nema utjecaja	0

Ukupna numerička vrijednost utjecaja dobije se kao umnožak iz skale vrednovanja (Tablica 53.). Prema gore pretpostavljenoj skali vrednovanja, numeričke vrijednosti skale utjecaja mogu se teorijski kretati od 0-5x5x5 (0-125). Procjena utjecaja na okoliš, temeljena je na zakonskim odredbama kojima se limitiraju odgovarajuće emisije u pojedinu sastavnicu okoliša, a tamo gdje to nije slučaj primijenjena je stručna procjena utjecaja od strane ekspertnog tima. Numeričke vrijednosti koje oslikavaju pojedini utjecaj na okoliš dane su tablično.

Tablica 53. Skala vrednovanja procjene utjecaja na okoliš – moguće numeričke vrijednosti i karakteristike utjecaja

Numerička vrijednost	Karakteristika utjecaja	Opis
0	Nema utjecaja	Nema promjene okoliša
1-9	Zanemariv utjecaj	Promjene okoliša su zanemarive
10-24	Mali utjecaj	Promjene okoliša su male
25-49	Umjeren utjecaj	Promjene okoliša su umjerene i prihvatljive
Više od 50	Značajan utjecaj	Promjene okoliša su značajne i prekoračuju se zakonski propisane vrijednosti
+	Pozitivan utjecaj	Promjene okoliša su pozitivne

U nastavku (Tablica 54.) prikazani su rezultati vrednovanja utjecaja tijekom korištenja gravitacijske obrade slojne vode na platformama Ika A, Ivana A, Marica i Katarina tijekom rada sustava za uklanjanje sumporovodika iz prirodnog plina na platformi Ika A. Na temelju provedene analize obavljeno je vrednovanje utjecaja zahvata i njihovog načina djelovanja koji može biti izravan, neizravan ili kumulativan.

Tablica 54. Vrednovanje utjecaja zahvata

Vrednovanje utjecaja tijekom korištenja zahvata						
Utjecaj	Intenzitet	Duljina	Rasprostranjenost	Vrijednost	Karakteristika utjecaja	Način djelovanja
Kakvoća mora	1	4	2	8	Zanemariv	Izravan
Bioraznolikost	1	4	2	8	Zanemariv	Izravan
Zrak	1	4	1	4/+	Mali/Pozitivan	Izravan
Buka	1	4	1	4	Zanemariv	Izravan
Otpad	2	4	1	8	Zanemariv	Izravan
Akcidenti	5	2	2	20/+	Mali/Pozitivan	Izravan
Ukupno				6	Zanemariv	

Konačna ocjena utjecaja ukazuje da je utjecaj zahvata na okoliš zanemariv, odnosno zahvat se uz primjenu predviđenih mjera zaštite okoliša može ocijeniti prihvatljivim za okoliš.

4.9. Opis potreba za prirodnim resursima

Za provedbu predmetnog zahvata izmjene tehnologije obrade slojne vode i prilagodbe uklanjanja H₂S iz plina na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" nije planirano korištenje dodatnih prirodnih resursa.

Glavni prirodni resurs koji će se koristiti u okviru eksploatacije plina na području koje je predmet zahvata će i dalje biti prirodni plin, koji se eksploatira iz ležišta u podzemlju. Njegova potrošnja je jednaka eksploataciji, umanjena za oko 0,2% gubitaka tijekom eksploatacije. Ukupno će se iz podmorja eksploatirati oko 20 milijardi prostornih metara prirodnog plina tijekom cijelog perioda eksploatacije prirodnog plina s područja navedenih eksploatacijskih polja.

4.10. Opis možebitnih značajnih prekograničnih utjecaja

Objekti na kojima se planiraju provoditi aktivnosti rekonstrukcije, a koji su najbliži granici epikontinentalnog pojasa R.Hrvatske i R.Italiije, su platforme Marica (5.134 m od granice) i Katarina (3.220 m od granice) (Prilog 3. Pregledna karta položaja platformi i podmorskih cjevovoda eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i „Marica“). Platforma Ika A i Ivana A su znatno udaljenije od granice.

Na temelju analiza slojne vode utvrđeno je da nije ekotoksična. Najznačajniji prostorni utjecaj zahvata jest onečišćenje mora uljem. Maksimalni iznos koncentracije ukupnih ulja u moru od 2 mg/l je unutar radijusa od desetak metara od platforme, što u većini slučajeva predstavlja granicu pouzdane detekcije.

Iz navedenog se može zaključiti da planirani zahvat ne može prouzročiti prekogranične utjecaje.

4.11. Opis umanjenih prirodnih vrijednosti okoliša u odnosu na moguće koristi

Provedbom zahvata izmjene tehnologije obrade slojne vode i prilagodbe uklanjanja H₂S iz plina na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" neće doći do onečišćenja okoliša koji bi bio takvog opsega da prouzroči umanjenje prirodnih vrijednosti okoliša.

Provedba zahvata izmjene tehnologije obrade slojne vode ujedno neće ostvariti neku posebnu korist za okoliš, a provedba zahvata prilagodbe uklanjanja H₂S iz plina donijeti će korist smanjenja globalne emisije SO_x u atmosferu, za oko 10 tona do 2015. godine, kada se planira zatvaranje platforme Ika B koja je i razlog provedbe predmetnog zahvata.

Načelno, postojeći zahvat eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" su ostvaruje značajne koristi:

a) Državni prihodi

Najvažnija direktno vidljiva korist je porezni prihod Republike Hrvatske, računat na tržišnu cijenu plina u maloprodaji. Uz pretpostavku da će se samo 50% eksploatiranog plina distribuirati u Hrvatskoj, prosječni godišnji prihod RH (npr., u 2013. godini) samo od PDV-a od prodaje plina, može se očekivati prihod između 150 i 200 milijuna kuna. Navedenom je potrebno dodati i ostalu vrijednost koja se ne može direktno izračunati. Iako su cijene dionica na tržištu volatilne, dobit od eksploatiranja plina može održati ili povećati vrijednost (*Intrinsic value*) dionica INA d.d. koje su polovično u državnom vlasništvu. Osim direktne dobiti od eksploatiranja plina, država će imati koristi od poreznih davanja vanjskih izvođača radova, koncesionara, službi sustava proizvodnje, transporta, distribucije, održavanja, porez na ostvarenu dobit, ostale poreze i dr., a mogu se procijeniti na 50% prihoda od PDV-a, čime se ukupni državni prihodi kao posljedica provedbe zahvata procjenjuju na približno 300 milijuna kuna.

b) Zapošljavanje

Eksploatacija plina osigurava stalna radna mjesta tijekom rada polja.

c) Nacionalno gospodarstvo

Daljnji razvoj eksploatiranja prirodnog plina na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica", u vrijeme energetske krize, predstavlja značajni stratešku korist za Republiku Hrvatsku. Nije moguće jednostavno numerički utvrditi koliko povećanje energetske stabilnosti znači za razvoj nacionalnog gospodarstva kroz razvoj sveukupne infrastrukture, prometa dobara i usluga, rasta domaće proizvodnje, povećanje ukupne financijske stabilnosti, bolji kreditni rejting i dr., no sasvim sigurno činjenica je da će zahvat u određenoj mjeri pokrivati nacionalne potrebe za prirodnim plinom kao najznačajnijim energentom u slijedećih 10-15 godina. Sasvim je sigurno da

su posredne koristi za nacionalno gospodarstvo, koje se ne mogu točno utvrditi, nekoliko puta veće od direktno vidljivih koristi.

4.12. Opis metoda predviđanja utjecaja koje su korištene u izradi studije

Utjecaj na kakvoću mora i utjecaj na bioraznolikost predviđeni su stručnom prosudbom na temelju analize postojećih rezultata istraživanja koja se provode na predmetnom području u okviru postojećeg programa praćenja stanja okoliša, te korištenjem računalnog programa *Descar 2.0 Software for analysis of pollutant discharges into diverse water bodies*.

Utjecaj na kakvoću zraka i utjecaj na rizik od pojave akcidenta su pozitivni obzirom na samu prirodu zahvata, te stoga utjecaj nije posebno predviđan.

Utjecaj nastanka otpada predviđen je sukladno procesnim podacima Nositelja zahvata.

Zahvat nije tipa koji bi dodatno opteretio okoliš bukom, stoga utjecaj od povećanog opterećenja okoliša bukom nije posebno predviđan.

5. PRIJEDLOG MJERA ZAŠTITE OKOLIŠA I PROGRAMA PRAĆENJA STANJA OKOLIŠA, TIJEKOM PRIPREME, GRAĐENJA I/ILI KORIŠTENJA ZAHVATA

5.1. Uvod

Za predmetno područje važeće mjere zaštite okoliša i mjere praćenja stanja okoliša propisane su slijedećim rješenjima (Prilog 1. Važeća Rješenja o prihvatljivosti zahvata za okoliš):

- Rješenje o prihvatljivosti zahvata eksploatacijskog polja ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ i plinovoda do kopna (1999.)
- Rješenje o prihvatljivosti zahvata izgradnje plinskih polja Marica i Katarina (2003. godine). Navedena plinska polja su sastavni dio Eksploatacijskog polja „Marica“
- Rješenje o prihvatljivosti zahvata eksploatacije plina iz Eksploatacijskog polja "Sjeverni Jadrani" (2010. godine)

U navedenim rješenjima propisane su slijedeće mjere vezane uz gospodarenje slojnim vodama:

- (1999.) *II.2.7. Ugradnja uređaja za obradu zauljenih voda na proizvodnoj platformi radi osiguranja kvalitete ispusta prema MARPOL 73/78*
- (2003.) *A 2.5. Slojnu vodu ispuštati u more prema projektnim vrijednostima jedinice za obradu slojne vode preko kesona preko kesona s otvorenim dnom na dubini od 31,4 m. Projektom je predviđena obrada slojne vode na izlazu s maksimalnim sadržajem ulja 15 mg/L, odnosno 30 mg/L suspendiranih tvari. U slučaju prekoračenja postavljenih graničnih vrijednosti vrši se povrat i naknadna obrada prelazom na drugu liniju*
- (2010.) *Slojnu vodu transportirati posebnim cjevovodima do postojećih platformi koje imaju ugrađene uređaje za pročišćavanje slojne vode do razine mineralnih ulja od 15 mg/L. Pročišćenu vodu preko kesona ispuštati u more.*

Program praćenja stanja okoliša za eksploatacijsko polje ugljikovodika "Marica" propisan je Rješenjem o prihvatljivosti zahvata izgradnje plinskih polja Marica i Katarina (2003. godine), a integralni program praćenja stanja okoliša za eksploatacijsko polje ugljikovodika "Sjeverni jadrani" propisan je Rješenjem o prihvatljivosti zahvata eksploatacije plina iz eksploatacijskog polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" (2010. godine).

Postojeći program monitoringa za eksploatacijsko polje ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ predložen je tijekom postupka procjene utjecaja zahvata na okoliš za eksploatacijsko polje ugljikovodika "Sjeverni jadrani" (ECOINA, 2009. godine) i isti je potvrđen rezultatima istražnih radova provedenih od strane Prirodoslovno-matematičkog fakulteta 2008. godine, te Instituta Ruđer Bošković 2009. godine. Isti je usvojen tijekom 2010. godine međudržavnim dogovorom Republike Hrvatske i Republike Italije, sukladno Espoo konvenciji.

5.2. Obrazloženje promjene zahtijevane kakvoće slojne vode

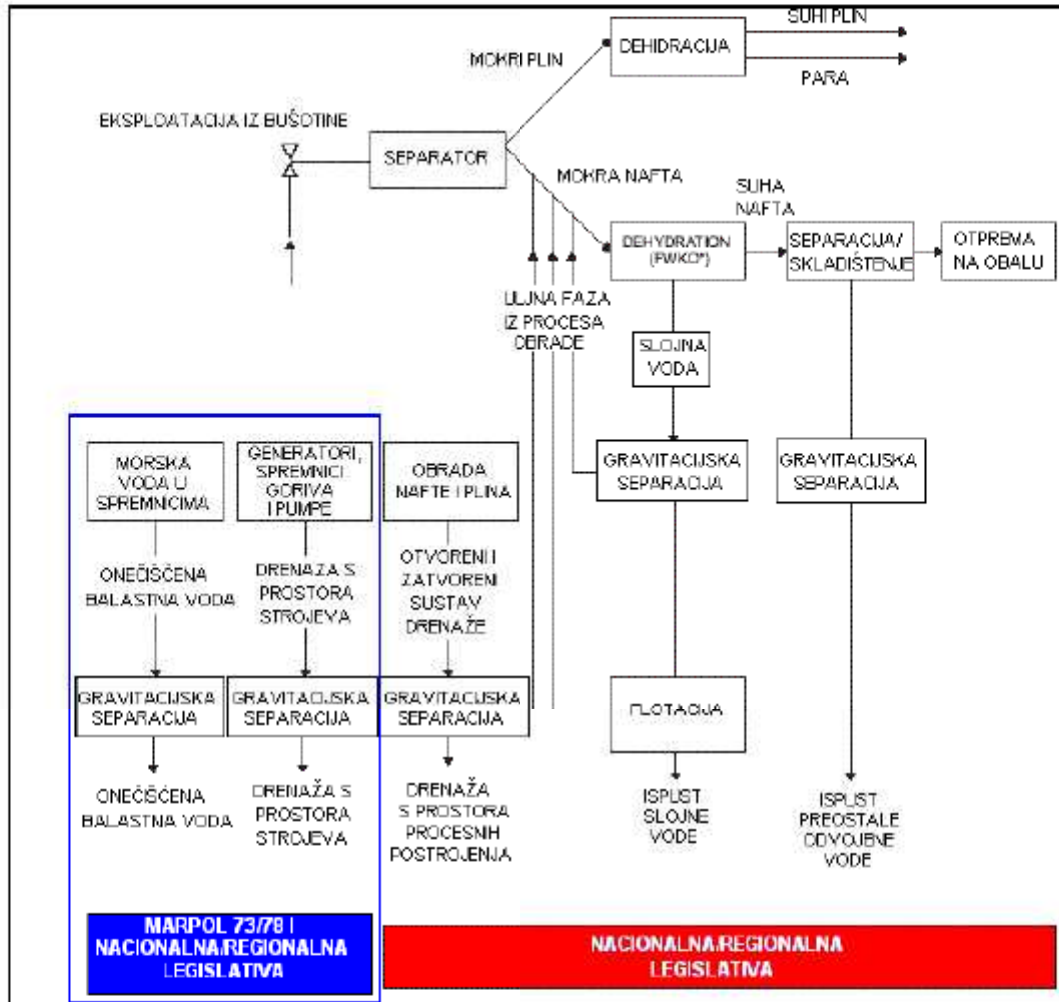
Granična vrijednost emisija ukupnih ulja i masti u slojnoj vodi se ovom Studijom usklađuje s mjerodavnim propisom (Pravilnik o zaštiti morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske (NN 47/08), odnosno Protokol o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja). Ista iznosi 40 mg/L za parametar ukupna ulja i masti. Uporište u navedenom jest ispravno tumačenje mjerodavnosti MARPOL Konvencije i Barcelonske konvencije, odnosno Protokola o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja za ovu problematiku.

Uporište za navedeno tumačenje izrađivač Studije nalazi u:

- Prilogu 5. Unificiranih tumačenja Dodatka I MARPOL Konvencije (prilagođeni dijagram prikazan je u nastavku (Slika 62.) iz kojeg je razvidno da su samo ispušni s drenažnog prostora strojne opreme i balastne vode podložne MARPOL 73/78 Konvenciji, dok je za tokove tehnološke otpadne vode mjerodavna nacionalna i regionalna direktiva (u ovom slučaju Protokol o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćenja zbog istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja, 1994. i Pravilnik o zaštiti morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske (NN 47/08), pri čemu se i sam Pravilnik u Članku 4. poziva na navedeni Protokol.)
- Točki 56. Unificiranih tumačenja Dodatka I MARPOL Konvencije (Reg. 39 Art. 2(3)(b)(ii)) koja se odnosi na zahtjeve za stabilne i plutajuće platforme u kojoj se izričito navodi da su samo ispušni s drenažnog prostora strojeva i ispušni balastnih voda podložni MARPOL 73/78 Konvenciji, dok ostala tri navedena toka (uključivo i tok slojne vode; „production water discharge“) nisu podložni MARPOL 73/78 Konvenciji
- Članku 4. Pravilnika o zaštiti morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske (NN 47/08) koji se odnosi na objekte koji su predmet ove Studije, koji moraju udovoljavati zahtjevima Pravila 39. Poglavlja 7. Priloga I MARPOL Konvencije, te Protokola Barcelonske konvencije o odobalnim objektima, pri čemu se Pravilo 39. Priloga I MARPOL Konvencije odnosi na ulje i uljne mješavine, dok se Protokol Barcelonske konvencije o odobalnim objektima odnosi na slojnu vodu („production water“).

Stoga je za pitanje određivanja granične vrijednosti emisija onečišćujućih tvari u slojnoj vodi na predmetnom području, obzirom da se isto nalazi izvan područja Republike Hrvatske, mjerodavan Protokol Barcelonske konvencije o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja, koji u Članku 10. Stavak 1. točka b, alineja ii definira graničnu vrijednost emisija ulja i masti od 40 mg/L kao mjesečni prosjek, odnosno 100 mg/L kao jedinični uzorak.

Na temelju navedenog, ovom Studijom se konačno predlaže granična vrijednost emisije ukupnih ulja i masti iz procesa pročišćavanja slojne vode od 40 mg/L kao jedinični uzorak.



Slika 62. Ispusti sa stabilnih i plutajućih platformi (izvor: MARPOL 73/78 Konvencija, Prilog 5. Unificiranih tumačenja Dodatka I)

Važno je napomenuti i slijedeće: na objektima koji su predmet ovog zahvata postoje dva načelna toka otpadnih voda, tok slojne vode i tok drenažne vode, koji se ispuštaju u more putem zajedničkog uronjenog kesona. Pri tome je za tok slojne vode mjerodavan Protokol Barcelonske konvencije o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja, u kojem je propisana granična vrijednost za ukupna ulja od 40 mg/L, dok je za tok drenažne vode mjerodavan Dodatak I MARPOL 63/78 Konvencije u kojem je propisana granična vrijednost za ulja od 15 ppm (mg/L). Obzirom na koncept gospodarenja otpadnim vodama na platformama, odnosno postojanje jedinstvenog ispusta, uzorkovanje oba toka otpadnih voda u okviru praćenja kakvoće neophodno je provoditi prije miješanja navedenih tokova, odnosno prije ispuštanja u keson.

5.3. Prijedlog mjera zaštite okoliša

U nastavku se navode mjere zaštite okoliša koje proizlaze iz analize utjecaja zahvata koji je predmet ove Studije (gospodarenje slojnim vodama i izdvajanje H₂S iz prirodnog plina). Navedene mjere se odnose na oba eksploatacijska polja, "Sjeverni jadrani" i „Marica“.

Otpadne vode

- Slojnu vodu transportirati posebnim cjevovodima do postojećih platformi Ivana A, Ika A, Marica i Katarina i obrađivati postupkom gravitacijske separacije u kesonu do razine ukupnih ulja od 40 mg/L. Provoditi stalnu on-line kontrolu sadržaja ulja u slojnoj vodi i o navedenom voditi evidenciju. Pročišćenu slojnu vodu ispuštati u more kroz kesonu.

Mjera vezana uz gospodarenje otpadnim vodama u skladu je s člankom 4. Pravilnika o zaštiti morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske (NN 47/08) kojim je utvrđeno da platforme za proizvodnju plina moraju udovoljavati zahtjevima Protokola Barcelonske konvencije o odobalnim objektima i člankom 10. Stavak 1. točka b, alineja ii Protokola o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja (Protokol Barcelonske konvencije o odobalnim objektima) kojim je utvrđeno da je maksimalni sadržaj ulja u slojnoj vodi, izražen kao mjesečni prosjek, 40 mg/L.

Zrak

- pri svakom obilasku platformi Ika A i Ika B mjeriti koncentraciju H₂S osobnim detektorom H₂S u atmosferi
- redovito provjeravati ispravnost rada sustava za uklanjanje H₂S-a iz prirodnog plina na platformi Ika A
- redovito provjeravati ispravnost erupcijskih uređaja i separatora plina na platformama Ika A i Ika B
- redovito provjeravati ispravnost rada lokalnih stabilnih H₂S detektora na platformama Ika A i Ika B

Mjere zaštite zraka u skladu su člankom 3. Uredbe o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12), kojim su propisane granične vrijednosti (GV) i ciljne vrijednosti (CV) u zraku za sumporovodik.

Otpad

- zauljeni otpad iz procesa pročišćavanja slojne vode prikupljati u posebne spremnike na platformama Ivana A, Ika A, Marica i Katarina, po potrebi odvoziti na kopno, te ga predavati ovlaštenom sakupljaču uz ispunjavanje propisane dokumentacije

- Iskorišteni apsorbens iz procesa pročišćavanja H₂S prikupljati u posebni spremnik na platformi Ika A, po potrebi odvoziti na kopno, te ga predavati ovlaštenom sakupljaču, uz ispunjavanje propisane dokumentacije
- Voditi evidenciju o proizvedenom i zbrinutom otpadu, i podatke dostavljati nadležnom upravnom tijelu županije.

Mjere zaštite vezane za prijevoz otpada u skladu su s Pravilnikom o načinu obavljanja prijevoza opasnih tvari u pomorskom prometu (NN 79/96, 76/02), Pravilnikom rukovanju opasnim tvarima, uvjetima i načinu obavljanja prijevoza u pomorskom prometu, ukrcavanja i iskrcavanja opasnih tvari, rasutog i ostalog tereta u lukama, te načinu sprječavanja širenja isteklih ulja u lukama (NN 51/05, 34/13), Pravilnikom o prijevozu opasnih tvari u unutarnjim vodama (NN 106/08) i člankom 9. Pravilnika o zaštiti morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske (NN 47/08).

Mjere zaštite vezane za zbrinjavanje otpada u skladu su s člancima 26., 27., 28. i 28a. Zakona o otpadu (NN 178/04, 153/05, 111/06, 60/08 i 87/09), člankom 6. Uredbe o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada (NN 50/05, 39/09), Pravilnikom o gospodarenju otpadom (NN 23/07, 111/07) i Pravilnikom o gospodarenju otpadom od istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina (NN 128/08).

Mjera zaštite vezana za vođenje evidencije u skladu je s člankom 7. Pravilnika o registru onečišćavanja okoliša (NN 35/08).

5.4. Program praćenja stanja okoliša

Sukladno procjeni utjecaja na okoliš za zahvat koji je predmet ove Studije, predlaže se sljedeći program praćenja stanja okoliša (kojim se ujedno dopunjuje do sada važeći program propisan Rješenjem iz 2010. za područje eksploatacijskog polja ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ (Prilog 1. Važeća Rješenja o prihvatljivosti zahvata za okoliš)

1. Na platformama Ika A i Ika B svaka tri mjeseca provoditi uzorkovanje prirodnog plina radi određivanja koncentracije H₂S-a. Uzorkovanje provoditi na ušćima bušotina prije miješanja plina iz različitih bušotina, te u separatorima plina nakon miješanja.

Mjera praćenja sastava prirodnog plina u skladu je s člankom 3. Uredbe o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12) kojim su propisane granične vrijednosti (GV) i ciljne vrijednosti (CV) u zraku za sumporovodik

2. Na platformama Ivana A, Ika A, Marica i Katarina najmanje jedanput u pet godina analizirati obraštaje nogu platformi i provoditi biološko-toksikološke analize uzoraka dagnji

Mjera praćenja obraštaja i biološko-toksikološkog utjecaja u skladu je s člancima 120. i 121. Zakona o zaštiti okoliša (NN 110/07). Obzirom da su dosadašnja ispitivanja pokazala da aktivnosti eksploatacije plina ne djeluju negativno na obraštaj, uz proširenje programa praćenja na objekte eksploatacijskog polja „Marica“, predlaže se smanjenje učestalosti praćenja na jednom u pet godina za svaku od četiri navedene platforme.

3. Pratiti kakvoću pročišćene slojne vode četiri puta godišnje na platformama Ivana A, Ika A, Marica i Katarina i to na sljedeće parametre: ukupna ulja i masnoće, mineralna ulja i ekotoksičnost (Toksičnost na svjetleće bakterije). Uzorkovanje je potrebno provoditi prije ispuštanja pročišćene slojne vode u kesone.

Mjera praćenja kakvoće slojne vode u skladu je s člankom 4. Pravilnika o zaštiti morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske (NN 47/08) kojim je utvrđeno da platforme za proizvodnju plina moraju udovoljavati zahtjevima Protokola Barcelonske konvencije o odobalnim objektima i člankom 10. stavak 1. točka b, alineja ii Protokola o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja (Protokol Barcelonske konvencije o odobalnim objektima) kojim je utvrđeno da je maksimalni sadržaj ulja u slojnoj vodi, izražen kao mjesečni prosjek, 40 mg/L. Parametari mineralna ulja i ekotoksičnost (toksičnost na svjetleće bakterije) služe kao kontrolni parametri. Učestalost mjerenja se povećava zbog izmjene tehnologije pročišćavanja.

5.5. Prijedlog plana provedbe mjera zaštite okoliša i praćenja stanja okoliša

Nositelj zahvata obvezuje se usvojiti predložene mjere zaštite okoliša. Provođenje mjera zaštite okoliša nadzirat će nadležno tijelo inspeksijskim nadzorom. U slučaju da se mjere zaštite okoliša ne provode, nadležno tijelo može poduzeti zakonske korake zbog nepoštivanja uvjeta iz rješenja, prema postupku propisanom kod izdavanja rješenja za zahvat.

Predloženi program praćenja stanja okoliša će se provoditi prema predloženom planu i dinamici (Tablica 55.). Provođenje i uzimanje uzoraka u svrhu praćenja stanja okoliša nadzirat će inspeksijske službe nadležnog tijela. Rezultati praćenja stanja okoliša će se dostavljati Agenciji za zaštitu okoliša i ministarstvu nadležnom za more.

Tablica 55. Prijedlog plana provedbe programa praćenja stanja okoliša

Sastavnica okoliša	Platforme	Parametri	Učestalost provođenja
Zrak	Ika A, Ika B	H ₂ S u atmosferi mjerenjem osobnim detektorom	Pri svakom obilasku
		H ₂ S u plinu uzorkovanem na ušćima bušotina i separatorima plina i mjerenjem u laboratoriju	Četiri puta godišnje
More, flora i fauna	Ivana A, Ika A, Marica i Katarina	Obraštaj platformi i populacije morskih organizama s naglaskom na ribe Biološko – toksikološki učinci platformi	Jedanput u pet godina
Otpadne vode	Ivana A, Ika A, Marica i Katarina	Ukupna ulja, mineralna ulja, toksičnost na svijetleće bakterije Uzorkovanje je potrebno provoditi prije ispuštanja slojne vode u kesone	Četiri puta godišnje

5.6. Prijedlog ocjene prihvatljivosti zahvata za okoliš

Ispuštanje slojnih voda nakon gravitacijske obrade u kesonima na platformama Ivana A, Ika A, Marica i Katarina imati će zanemariv, prostorno ograničen i prihvatljiv negativni utjecaj na okoliš. Razlog tome je niska opterećenost slojne vode ukupnim uljima (5 do 20 puta manje od granične vrijednosti propisane Protokolom Barcelonske konvencije o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja.)

Postupak uklanjanja sumporovodika iz prirodnog plina prihvatljiv je za okoliš i na isti djeluje pozitivno, ali je isto tako prihvatljiv i za ljude jer neće doći do štetnog djelovanja sumporovodika na zdravlje ljudi, ni do povećanja imisija sumporovodika u zraku.

Sukladno gore navedenom može se zaključiti da su planirani zahvati izmjene tehnologije obrade slojne vode i prilagodbe uklanjanja H₂S iz plina na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" prihvatljivi za okoliš.

6. SAŽETAK STUDIJE

6.1. Opis najprihvatljivije varijante zahvata za okoliš s obrazloženjem

Planirani zahvat obuhvaća izmjenu tehnologije obrade slojne vode i prilagodbu sustava uklanjanja sumporovodika iz plina na eksploatacijskim platformama eksploatacijskih polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica". Eksploatacijska polja smještena su na području epikontinentalnog pojasa Republike Hrvatske i usklađena su sa Strategijom prostornog uređenja Republike Hrvatske (srpanj 1997. godine) i Programom prostornog uređenja Republike Hrvatske (NN 50/99).

Eksploatacijsko polje ugljikovodika "Sjeverni jadrani" obuhvaća plinska polja Ivana, Ika, Ida, Ana, Vesna, Annamaria i Irina, a eksploatacijsko polje ugljikovodika "Marica" obuhvaća plinska polja Marica i Katarina. Radi se o postojećim eksploatacijskim poljima ugljikovodika na kojima se prirodni plin eksploatira i otprema na kopno od 1999., odnosno od 2004. godine. Na plinskom polju Ivana nalaze se eksploatacijske platforme Ivana A, Ivana B, Ivana C, Ivana D i Ivana E, na plinskom polju Ika eksploatacijske platforme Ika A i Ika B, na plinskom polju Ida eksploatacijske platforme Ida A, Ida B i Ida C, na plinskom polju Ana eksploatacijska platforma Ana, na plinskom polju Vesna eksploatacijska platforma Vesna, na plinskom polju Annamaria eksploatacijska platforma Annamaria A, na plinskom polju Irina eksploatacijska platforma Irina, na plinskom polju Marica eksploatacijska platforma Marica i na plinskom polju Katarina eksploatacijska platforma Katarina. Na plinskom polju Ivana smještena je i kompresorska platforma Ivana K. Platforme su međusobno povezane podzemnim cjevovodima za otpremu plina.

Tijekom eksploatacije prirodnog plina na navedenim plinskim poljima došlo je do smanjenja pridobivenih količina plina i povećanja pridobivenih količina slojne vode, te do porasta koncentracije sumporovodika u prirodnom plinu na plinskom polju Ika. Navedeno je posljedica smanjenja ležišnog tlaka što predstavlja prirodni tijek eksploatacije prirodnog plina. Takvo stanje nastupilo je nedavno što je dovelo do teškoća u ispunjavanju uvjeta propisanih važećim Rješenjem o prihvatljivosti zahvata eksploatacije plina na eksploatacijskom polju ugljikovodika "Sjeverni jadrani" (Klasa UP/I-351-03/08-02/106, Urbroj 531-14-1-1-06/03-10-18 od 26.07.2010.) i Rješenjem o prihvatljivosti zahvata eksploatacije plina na eksploatacijskom polju ugljikovodika "Marica" (Klasa UP/I 351-02/02-06/0071, Urbroj 531-05/1-NM-02-08 od 22.05.2003.).

Zbog povećanja pridobivenih količina slojne vode neophodna je izmjena tehnologije obrade slojne vode na eksploatacijskim platformama ugljikovodika Ivana A, Ika A, Marica i Katarina, a zbog porasta koncentracije sumporovodika neophodna je prilagodba sustava uklanjanja sumporovodika iz plina na eksploatacijskim platformama ugljikovodika Ika A i Ika B.

Postojeći uređaji za pročišćavanje slojne vode mogu maksimalno obraditi sljedeće količine slojne vode:

- uređaj na eksploatacijskoj platformi ugljikovodika Ivana A, na kojem se obrađuju slojne vode pridobivene na eksploatacijskim platformama Ivana A, Ivana B, Ivana C, Ivana D, Ivana E, Ana i Vesna (sustav Ivana A) - 48 m³/dan,
- uređaj na eksploatacijskoj platformi ugljikovodika Ika A, na kojem se obrađuju slojne vode pridobivene na eksploatacijskim platformama Ika A, Ika B, Ida A, Ida B, Ida C i Irina (sustav Ika A) - 48 m³/dan, te
- uređaji na eksploatacijskim platformama ugljikovodika Marica i Katarina - 12 m³/dan.

Nakon pročišćavanja na uređajima, slojna voda se u more ispušta kroz uronjene kesone. Sadašnja količina pridobivene slojne vode na sustavu Ivana A iznosi oko 250 m³/dan, na sustavu Ika A oko 200 m³/dan, na platformi Marica oko 30 m³/dan i na platformi Katarina također oko 30 m³/dan. Koncentracija ukupnih ulja u nepročišćenoj slojnoj vodi iz pridobivenog prirodnog plina iznosi 2 do 9 mg/L (jednokratno mjerenje) i zadovoljava zahtjeve *Protokola o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja*, kojim su propisane granične vrijednosti od 100 mg/L (jednokratno mjerenje) i 40 mg/L (mjesečni prosjek). Mjerenja su također pokazala da pridobivena nepročišćena slojna voda, prema metodi HRN EN ISO 11348-2:2000 (Određivanje inhibitornog učinka vodenih uzoraka na emisiju svjetla bakterije *Vibrio fischeri*), nije ekotoksična. Obzirom da su postojeće koncentracije ukupnih ulja u nepročišćenoj slojnoj vodi niske predlaže se rekonstrukcija na način da se prespoje cjevovodi nepročišćene slojne vode iz posuda za otplinjavanje na platformama Ivana A, Ika A, Marica i Katarina direktno u kesone u kojima je ugrađen sustav kontinuiranog praćenja koncentracije ukupnih ulja putem turbidimetra. „Online“ praćenje koncentracija ukupnih ulja omogućuje brze intervencije u slučaju da se u slojnoj vodi pojave povišene koncentracije ulja iznad 40 mg/L. U samom kesonu će, uslijed gravitacije, doći do djelomičnog izdvajanja ulja iz slojne vode prije njenog ispuštanja u more.

Sustav za uklanjanje sumporovodika iz pridobivenog prirodnog plina, koji koristi triazin kao apsorbens instaliran je na platformi Ika A tijekom izgradnje eksploatacijske platforme 2006. godine. Zbog niskog sadržaja H₂S (do 7,5 mg/m³) u pridobivenom plinu sustav do 2011. godine nije bio u funkciji. Kako je, uslijed normalnog tijeka eksploatacije, došlo do povećanih koncentracija sumporovodika u prirodnom plinu na bušotinama platforme Ika B (na bušotini Ika B2 90 mg/m³, a na bušotini Ika B1 195 mg/m³), pridobiveni plin na platformi Ika B se danas, u cilju nesmetanog i sigurnog vođenja procesa otprema na platformu Ika A radi pročišćavanja prije otpreme za korištenje. U cilju smanjenja koncentracije H₂S na vrijednost od 6 mg/m³ potrebno je provesti prilagodbu postojećeg sustava na platformi Ika A kako bi isti mogao ukloniti H₂S iz plina pridobivenog na platformi Ika B. Prilagodba sustava uključuje razdvajanje tokova pridobivenog plina na platformama Ika A i Ika B na način da se pridobiveni plin koji ne sadrži povišene koncentracije H₂S nakon uklanjanja slojne vode direktno šalje u

otpremni cjevovod, dok se pridobiveni plin koji sadrži povišene koncentracije H₂S odvodi na postojeći sustav uklanjanja H₂S.

Ukupni sadržaj ulja u slojnoj vodi koja će se ispuštati u more iznositi će od 2 do 9 mg/L a rezultati modeliranja su pokazali da će na udaljenosti od približno 10 metara od ispusta doći do razrjeđenja i pada koncentracije onečišćujuće tvari (ukupnih ulja) na 0,8 - 1,5 % od početne koncentracije, odnosno na udaljenosti od 300 metara na 0,2 - 0,3 % od početne koncentracije što ukazuje da će u neposrednoj blizini ispusta koncentracije mineralnih ulja biti ispod granične koncentracije koja bi mogla štetno utjecati na fitoplankton i zooplankton. Naime, povišene koncentracije mineralnih ulja uglavnom stimulirajuće djeluju na povećanje brojnosti bakterioplanktona, ali se zbog niske koncentracije ne očekuje povećanje abundancije koje bi moglo utjecati i na ostale članove hranidbenog lanca.

Prema dosadašnjim praćenjima obraštaja na platformama (koja se provode od 2002. godine) te analizama na toksičnost/genotoksičnost morske vode u blizini platformi Ivana A i Anamarija A nisu utvrđeni negativni utjecaji kao i ekotoksični utjecaji na morsku faunu.

Predmetni zahvat neće narušiti kvalitetu zraka, osobito ne do te mjere da se izmijeni kategorija kvalitete zraka. Naprotiv, primjenom planiranog sustava doći će do smanjenja mogućnosti pojave povišene koncentracije H₂S u zraku te će ista ostati ispod dopuštene granične vrijednosti s obzirom na kvalitetu življenja (dodijavanje mirisom) koja iznosi 5 µg/m³ dnevno na samoj lokaciji platforme Ika B. Također, uklanjanjem H₂S iz prirodnog plina na platformi Ika B, smanjiti će se nacionalne i globalne emisije SO₂ koji bi nastao korištenjem prirodnog plina u energetske svrhe konačnih potrošača, za oko 10 t u sljedeće dvije godine.

Predmetna lokacija zahvata može se tretirati kao zona gospodarske namjene, te je za istu najviša dopuštena ocjenska razina buke emisije LRAeq 80 dBA. Tijekom redovite eksploatacije plina razina buke je vrlo niska. Diesel agregati rade samo u slučaju potrebe, a razina buke ne prelazi vrijednost od 80 dBA na granici postrojenja. Tijekom korištenja izmijenjenih tehnologija obrade slojne vode i prilagodbe uklanjanja H₂S iz plina neće doći do povišenja razine buke.

Nakon procesa pročišćavanja slojne vode zaostaje zauljeni otpad, odnosno ugljikovodici odvojeni postupkom gravitacijske separacije u kesonima. S obzirom na vrlo niske koncentracije ulja u slojnoj vodi, Maksimalna godišnja količina ulja izdvojenih na svim platformama može se procijeniti na oko 0,3 m³. S otpadom se gospodari na sljedeći način: prilikom obilaska platforme, operater provjerava postojanje nakupljenog površinskog taloga u kesonu pomoću ručnog mjerača. U slučaju da u kesonu ima nakupljene uljne faze, ista se priručnom pumpom ispumpava i prazni u spremnik ugljikovodika. U isti spremnik se također odvođe i tokovi drenažnih voda, a u spremniku se odvija postupak dodatne gravitacijske separacije. Kada se u spremniku nakupi dovoljno izdvojene uljne faze istu je potrebno odvesti na zbrinjavanje. Ključni broj navedenog otpada jest 13 05 07* (zauljena voda iz separatora ulje/voda). Otpad je klasificiran kao opasni otpad te se brodom odvozi na kopno i predaje ovlaštenom sakupljaču uz ispunjavanje zakonom propisane prateće dokumentacije. O proizvedenim

količinama otpada tvrtka vodi očevidnik te, sukladno Pravilniku o registru onečišćavanja okoliša (NN br. 35/08), ukoliko je godišnja količina proizvedenog opasnog otpada veća od 50 kg tvrtka je obavezna količine prijaviti u bazu onečišćavanja okoliša koju vodi Agencija za zaštitu okoliša.

Nakon procesa uklanjanja sumporovodika zaostaje otpadni apsorbens na bazi triazina. Procijenjena godišnja količina otpadnog apsorbensa iznosi oko 30 m³, s tendencijom smanjenja, sukladno smanjenju eksploatacije plina na platformi Ika B. Otpad se na platformi Ika A privremeno skladišti u spremniku otpadnog apsorbensa, volumena 22 m³. Ključni broj navedenog otpada jest 05 07 02 (otpad koji sadrži sumpor). Otpad nije klasificiran kao opasni otpad i nema značajke koje bi ga svrstale u opasni otpad. Otpad predstavlja smjesu triazina, bis-ditiazina, ditiazina, metanola i vode i ima biorazgradiva svojstva. Otpad se brodom odvozi do kopna i predaje ovlaštenom sakupljaču na konačno zbrinjavanje uz ispunjavanje potrebne zakonom propisane dokumentacije. O proizvedenim količinama otpada tvrtka vodi očevidnik te, sukladno Pravilniku o registru onečišćavanja okoliša (NN br. 35/08), ukoliko je godišnja količina proizvedenog neopasnog otpada veća od 2000 kg tvrtka je obavezna količine prijaviti u bazu onečišćavanja okoliša koju vodi Agencija za zaštitu okoliša.

Vežano uz moguće akcidentne situacije, planiranim zahtvatom se povećava sigurnost tehnološkog procesa i praktično otklanja mogućnost nakupljanja slojne vode u cjevovodima, začepijivanja podmorskih cjevovoda, začepijivanja usisnih filtera na prihvatnim kompresorskim jedinicama i dr. Zahvat prilagodbe uklanjanja sumporovodika značajno uvećava sigurnost osoblja i procesa, budući da se iz prirodnog plina uklanja sumporovodik koji djeluje korozivno na opremu i cjevovode, čime se smanjuje rizik i od pojave akcidenta koji bi imao ozbiljne posljedice po okoliš.

Nakon prestanka korištenja zahvata (prestanak eksploatacije), uklanjanjem objekata nastati će građevinski (uglavnom metalni) otpad, koji će se odvoziti na kopno na konačno zbrinjavanje. Tijekom demontaže pojaviti će se određene količine komunalnog otpada i sanitarnih otpadnih voda, koji će se zbrinjavati u skladu s zakonskim propisima. Budući da se za uklanjanje objekata neće koristiti eksploziv, neće doći do bitnog povećanja razine buke koja bi negativno utjecala na živi svijet, osim uznemiravanja riba.

Za provedbu predmetnog zahvata nije planirano korištenje dodatnih prirodnih resursa. Provedbom zahvata neće doći do onečišćenja okoliša koji bi bio takvog opsega da prouzroči umanjeње prirodnih vrijednosti okoliša.

Objekti na kojima se planiraju provoditi aktivnosti rekonstrukcije, a koji su najbliži granici epikontinentalnog pojasa R. Hrvatske i R. Italije, su platforme Marica (5 134 m od granice) i Katarina (3 220 m od granice). Platforma Ika A i Ivana A su znatno udaljenije od granice. Na temelju analiza slojne vode utvrđeno je da nije ekotoksična. Najznačajniji prostorni utjecaj zahvata jest onečišćenje mora uljem. Maksimalni iznos koncentracije ukupnih ulja u moru od 2 mg/L je unutar radijusa od desetak metara od platforme, što u većini slučajeva predstavlja granicu pouzdane detekcije.

Iz navedenog se može zaključiti da planirani zahvat ne može prouzročiti prekogranične utjecaje.

6.2. Mjere zaštite okoliša

Otpadne vode

- Slojnu vodu transportirati posebnim cjevovodima do postojećih platformi Ivana A, Ika A, Marica i Katarina i obrađivati postupkom gravitacijske separacije u kesonu do razine ukupnih ulja od 40 mg/L. Provoditi stalnu on-line kontrolu sadržaja ulja u slojnoj vodi i o navedenom voditi evidenciju. Pročišćenu slojnu vodu ispuštati u more kroz keson.

Mjera vezana uz gospodarenje otpadnim vodama u skladu je s člankom 4. Pravilnika o zaštiti morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske (NN 47/08) kojim je utvrđeno da platforme za proizvodnju plina moraju udovoljavati zahtjevima Protokola Barcelonske konvencije o odobalnim objektima i člankom 10. Stavak 1. točka b, alineja ii Protokola o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja (Protokol Barcelonske konvencije o odobalnim objektima) kojim je utvrđeno da je maksimalni sadržaj ulja u slojnoj vodi, izražen kao mjesečni prosjek, 40 mg/L.

Zrak

- pri svakom obilasku platformi Ika A i Ika B mjeriti koncentraciju H₂S osobnim detektorom H₂S u atmosferi
- redovito provjeravati ispravnost rada sustava za uklanjanje H₂S-a iz prirodnog plina na platformi Ika A
- redovito provjeravati ispravnost erupcijskih uređaja i separatora plina na platformama Ika A i Ika B
- redovito provjeravati ispravnost rada lokalnih stabilnih H₂S detektora na platformama Ika A i Ika B

Mjere zaštite zraka u skladu su člankom 3. Uredbe o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12), kojim su propisane granične vrijednosti (GV) i ciljne vrijednosti (CV) u zraku za sumporovodik.

Otpad

- zauljeni otpad iz procesa pročišćavanja slojne vode prikupljati u posebne spremnike na platformama Ivana A, Ika A, Marica i Katarina, po potrebi odvoziti na kopno, te ga predavati ovlaštenom sakupljaču uz ispunjavanje propisane dokumentacije
- Iskorišteni apsorbens iz procesa pročišćavanja H₂S prikupljati u posebni spremnik na platformi Ika A, po potrebi odvoziti na kopno, te ga predavati ovlaštenom sakupljaču, uz ispunjavanje propisane dokumentacije
- Voditi evidenciju o proizvedenom i zbrinutom otpadu, i podatke dostavljati nadležnom upravnom tijelu županije.

Mjere zaštite vezane za prijevoz otpada u skladu su s Pravilnikom o načinu obavljanja prijevoza opasnih tvari u pomorskom prometu (NN 79/96, 76/02), Pravilnikom rukovanju opasnim tvarima, uvjetima i načinu obavljanja prijevoza u pomorskom prometu, ukrcavanja i iskrcavanja opasnih tvari, rasutog i ostalog tereta u lukama, te načinu sprječavanja širenja isteklih ulja u lukama (NN 51/05, 34/13), Pravilnikom o prijevozu opasnih tvari u unutarnjim vodama (NN 106/08) i člankom 9. Pravilnika o zaštiti morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske (NN 47/08).

Mjere zaštite vezane za zbrinjavanje otpada u skladu su s člancima 26., 27., 28. i 28a. Zakona o otpadu (NN 178/04, 153/05, 111/06, 60/08 i 87/09), člankom 6. Uredbe o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada (NN 50/05, 39/09), Pravilnikom o gospodarenju otpadom (NN 23/07, 111/07) i Pravilnikom o gospodarenju otpadom od istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina (NN 128/08).

Mjera zaštite vezana za vođenje evidencije u skladu je s člankom 7. Pravilnika o registru onečišćavanja okoliša (NN 35/08).

6.3. Program praćenja stanja okoliša

Sukladno procjeni utjecaja na okoliš za zahvat koji je predmet ove Studije, predlaže se sljedeći program praćenja stanja okoliša (kojim se ujedno dopunjuje do sada važeći program propisan Rješenjem iz 2010. za područje eksploatacijskog polja ugljikovodika „Sjeverni jadrani“ (Prilog 1. Važeća Rješenja o prihvatljivosti zahvata za okoliš)

4. Na platformama Ika A i Ika B svaka tri mjeseca provoditi uzorkovanje prirodnog plina radi određivanja koncentracije H₂S-a. Uzorkovanje provoditi na ušćima bušotina prije miješanja plina iz različitih bušotina, te u separatorima plina nakon miješanja.

Mjera praćenja sastava prirodnog plina u skladu je s člankom 3. Uredbe o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12) kojim su propisane granične vrijednosti (GV) i ciljne vrijednosti (CV) u zraku za sumporovodik

5. Na platformama Ivana A, Ika A, Marica i Katarina najmanje jedanput u pet godina analizirati obraštaje nogu platformi i provoditi biološko-toksikološke analize uzoraka dagnji

Mjera praćenja obraštaja i biološko-toksikološkog utjecaja u skladu je s člancima 120. i 121. Zakona o zaštiti okoliša (NN 110/07). Obzirom da su dosadašnja ispitivanja pokazala da aktivnosti eksploatacije plina ne djeluju negativno na obraštaj, uz proširenje programa praćenja na objekte eksploatacijskog polja „Marica“, predlaže se smanjenje učestalosti praćenja na jednom u pet godina za svaku od četiri navedene platforme.

6. Pratiti kakvoću pročišćene slojne vode četiri puta godišnje na platformama Ivana A, Ika A, Marica i Katarina i to na sljedeće parametre: ukupna ulja i masnoće, mineralna ulja i ekotoksičnost (Toksičnost na svjetleće bakterije). Uzorkovanje je potrebno provoditi prije ispuštanja pročišćene slojne vode u kesone.

Mjera praćenja kakvoće slojne vode u skladu je s člankom 4. Pravilnika o zaštiti morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske (NN 47/08) kojim je utvrđeno da platforme za proizvodnju plina moraju udovoljavati zahtjevima Protokola Barcelonske konvencije o odobalnim objektima i člankom 10. stavak 1. točka b, alineja ii Protokola o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja (Protokol Barcelonske konvencije o odobalnim objektima) kojim je utvrđeno da je maksimalni sadržaj ulja u slojnoj vodi, izražen kao mjesečni prosjek, 40 mg/L. Parametari mineralna ulja i ekotoksičnost (toksičnost na svjetleće bakterije) služe kao kontrolni parametri. Učestalost mjerenja se povećava zbog izmjene tehnologije pročišćavanja.

6.4. Prijedlog ocjene prihvatljivosti zahvata za okoliš

Ispuštanje slojnih voda nakon gravitacijske obrade u kesonima na platformama Ivana A, Ika A, Marica i Katarina imati će zanemariv, prostorno ograničen i prihvatljiv negativni utjecaj na okoliš. Razlog tome je niska opterećenost slojne vode ukupnim uljima (5 do 20 puta manje od granične vrijednosti propisane Protokolom Barcelonske konvencije o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja.)

Postupak uklanjanja sumporovodika iz prirodnog plina prihvatljiv je za okoliš i na isti djeluje pozitivno, ali je isto tako prihvatljiv i za ljude jer neće doći do štetnog djelovanja sumporovodika na zdravlje ljudi, ni do povećanja imisija sumporovodika u zraku.

Sukladno gore navedenom može se zaključiti da su planirani zahvati izmjene tehnologije obrade slojne vode i prilagodbe uklanjanja H₂S iz plina na eksploatacijskim poljima ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i "Marica" prihvatljivi za okoliš.

7. NAZNAKA BILO KAKVIH POTEŠKOĆA

Tijekom izrade Studije, na raspolaganju je bila tehnička dokumentacija kojom su dana tehnološka obilježja obrade slojne vode i tehnologija smanjenja sumporovodika, a također su korišteni i svi postojeći podaci koji su bili na raspolaganju te na temelju kojih su se procijenili utjecaji na pripadajuće sastavnice okoliša, te predložile mjere zaštite okoliša i dopuna programa praćenja stanja okoliša za planirani zahvat. Poteškoće nisu zabilježene.

8. POPIS LITERATURE

1. Abbriano, R.M., Carranza, M.M., Hogle, S.L., Levin, R.A., Netburn, A.N., Seto, K.L., Snyder, S.M. SIO280, Franks, P.J.S. (2011): Deepwater Horizon oil spill: A review of the planktonic response, *Oceanography* 24(3):294–301.
2. Amosa, M.K., Mohammed, I.A. i Yaro, S.A. (2010.): Čistači sulfida u industriji nafte i plina – pregled, *Nafta* (61), 93-99., Zagreb
3. Bakran –Petricioli, T., 2007. Morska staništa, priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja, DZZP, Zagreb
4. Barić, G. (2006): Naftna geokemija, INA Industrija nafte d.d. Zagreb, 208, 222, 223.
5. Bašić, T., Bačić, Ž., Marjanović, M. & Benetta, R. (2008). Večernji list, Zagreb, 24. siječanj, 2008.
6. Branica, M., Sipos, L., Bubić, S., Kozar, S. (1974.): Electroanalytical Determination And Characterization Of Some Heavy Metals In Seawater, Accuracy in Trace Analysis: Sampling, Sample Handling, Analysis – Volume II, Proceedings of the 7th Materials Research Symposium, Held at the National Bureau of Standards, Gaithersburg, Md. October 2-11, 1974., pp. 917 – 928.
7. Brdarević, N., Oluić, M. (1979.): Prilog poznavanju tektonske građe jadranskog podmorja, Zbornik radova Rudarsko – geološko – naftnog fakulteta u povodu 40 godina rada, 1939 – 1979. pp 318 – 332. Casero, P. (2004.): Structural Setting of Petroleum Exploration Plays In Italy, Special Volume of the Italian Geological Society for the IGC 32 Florence-2004, pp 189 – 199.
8. Casero, P., Bigi, S. (2013.): Structural setting of the Adriatic basin and the main related petroleum exploration plays, *Marine and Petroleum Geology*, Special Issue: The Geology of the Periadriatic Basin and of the Adriatic Sea, Volume 42, April 2013, Pages 135–147
9. Cattaneo, A., Steel, R.J., (2003.): Transgressive deposits: a review of their variability. *Earth-Science Reviews*, 62 (2003) 187–228
10. Colantoni P., Gallignani P. Lenaz R., (1979.) Late Pleistocene and Holocene evolution of the North Adriatic continental shelf. *Marine Geology*, 33, 41-50.
11. Cattaneo A., Correggiari A., Trincardi F., (2002.) Recognition of turbidite elements in the late-Quaternary Adriatic basin: where are they and what do they tell us? In:

- Masche J., Briand F. (Eds.), Turbidite systems and deep-sea fans in the Mediterranean and Black seas. – CIESM Workshop Series n.17, Monaco, <www.ciesm.org/publications/Bucharest02.pdf>, 27-32.
12. Cozzi, S., Giani, M. (2011.): River water and nutrient discharges in the Northern Adriatic Sea: Current importance and long term changes, *Continental Shelf Research* 31 (2011) pp. 1881 – 1893
 13. Di Bucci, D., Angeloni, P. (2013.): Adria seismicity and seismotectonics: Review and critical discussion, *Marine and Petroleum Geology, Special Issue: The Geology of the Periadriatic Basin and of the Adriatic Sea, Volume 42, April 2013.*, pp. 182 – 190.
 14. Državni zavod za zaštitu prirode (2012.): Prijedlog ekološke mreže Natura 2000, stručna podloga, DZZP, studeni 2012., Zagreb.
 15. Ecoina (2009.): Studija o utjecaju na okoliš eksploatacije plina iz eksploatacijskog polja ugljikovodika "Sjeverni jadrani" – dopuna
 16. Franco P., Jeftić L., Malanotte-Rizzoli P., Michelato A., Orlić M. (1982.): Descriptive model of the Northern Adriatic", *Oceanol. Acta* 5(3), 1982, str. 379-389.
 17. Fuks, D., Radić, J., Radić, T., Najdek, M., Blažina, M., Degobbis, D., Smoljaka, N. (2005): Relationships between heterotrophic bacteria and cyanobacteria in the northern Adriatic in relation to the mucilage phenomenon, *Science of the Total Environment* 353:178-188.
 18. Gamulin Brida, H., Peres, J-M, 1973. *Biološka oceanografija*, Školska knjiga, Zagreb
 19. Ghidini, S., Delbono, G., Campanini, G. (2003.): Cd, Hg and As Concentrations in Fish Caught in the North Adriatic Sea, *Veterinary Research Communications*, 27 Suppl. 1 (2003) 297–299
 20. Gibbard, P.L.; Boreham, S.; Cohen, K.M.; Moscardiello, A. (2007): Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years. Cambridge UK: Subcommission on Quaternary Stratigraphy, Department of Geography, University of Cambridge.
 21. Hunt, J.M. (1996): *Petroleum Geochemistry and Geology*. 2nd ed., Freeman, San Francisco.
 22. IRB (2009.): Utjecaj izbušenog materijala na more, Završni izvještaj, Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Siječanj, 2009.
 23. IRB (2012.): Usluge praćenja mora, flore i faune u okruženju platforme Annamaria A (*preliminarno izvješće*), Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj, studeni, 2012.
 24. ISGOTT International Safety Guide For Oil Tankers And Terminals 5th edition
 25. Ivančić, I., Fuks, D., Najdek, M., Blažina, M., Devescovi, M., Šilović, T., Paliaga, P., Orlić, S. (2010): Long-term changes in heterotrophic prokaryotes abundance and growth characteristic in northern Adriatic Sea, *J.Mar.Syst.*82:206-213.

26. IZOR (2010): Monitoring pelagičkih naselja u jadranskom moru (PELMON-VPA, 2010.) Izvještaj
27. Jolić, S. (1995.): Želje, živić dinosauri, Morske komjače: stručni i istraživački izazov Jadrana, Orka, Popularna znanost, sport i avantura, studeni/prosinac, 1995., pp. 60-63
28. Kastelic, V., Vannoli, P., Burrato, P., Fracassi, U., Monica, M. (2013.): Seismogenic Sources In The Adriatic Domain, Marine and Petroleum Geology, Special Issue: The Geology of the Periadriatic Basin and of the Adriatic Sea, Volume 42, April 2013, Pages 191–213
29. Kršinić, F., Bojanić, D., Precali, R., Kraus, R., (2007): Quantitative variability of the copepod assemblages in the northern Adriatic Sea from 1993 to 1997, Estuarine, Coastal and Shelf Science 74, 528-538.
30. Lazar B, Casale P, Tvrtković N, Kožul V, Tutman P, Glavić N, (2004.): The presence of green sea turtle *Chelonia mydas* in the Adriatic Sea. *Herpetol J* 14: 143-147. (Iz Lazar i sur., 2008.).
31. Lazar, B., Lipej, L., Holcer, D., Onofri, V., Žiža, V., Tutman, P., Marčelja, E., Tvrtković, N. (2008.): New Data On The Occurrence Of Leatherback Turtles *Dermochelys coriacea* In The Eastern Adriatic Sea, *Vie et milieu - life and environment*, 2008, 58 (3/4): 237-241
32. Lazar, B., Gračan, R. (2011.): Ingestion of marine debris by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the Adriatic Sea, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 62, Issue 1, January 2011, Pages 43–47.
33. Lazar, B., Gračan, R., Tvrtković, N., Lacković, G. (2012.): Loggerhead sea turtles bycatch with bottom trawls in the northeastern Adriatic Sea, *Book of abstracts / Bentivegna, Flegra ; Maffucci, Fulvio ; Mauriello, Valentina (ur.)*. –Naples, 2011:106
34. Ludwig, W., Dumont, E., Meybeck, M., Heussner, S., 2009. River discharges of water and nutrients to the Mediterranean and Black Sea: major drivers for ecosystem changes during past and future decades? *Progress in Oceanography* 80, 199–217. (Iz: Cozzi, Giani, 2011.).
35. Lucchetti, A., Antonello, S. (2010.): An overview of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) bycatch and technical mitigation measures in the Mediterranean Sea, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, (2010.) 20, pp. 141 – 161
36. Marić, D., Kraus, R., Godrijan, J., Supić, N., Đakovac, T. Precali, R. (2012): Phytoplankton response to climatic and anthropogenic influences in the north-eastern Adriatic during the last four decades, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volume 115, p. 98-112.
37. Miljuš, P. (1972): Naftoplinonosni baseni Cirkumjadranske oblasti. *Nafta* 22, 4-5. pp. 347-355. (iz Brdarević, Oluić, 1979.).
38. Morigi, C., Jorissen, F. J., Fraticelli, S., Horton, B. P., Principi, M., Sabbatini, A., Capotondi, L., Curzi, P.V., Negri, A. (2005): Benthic foraminiferal evidence for the

- formation of the Holocene mud – belt and bathymetrical evolution in the central Adriatic Sea, *Marine Micropaleontology* 57 (2005), Elsevier, pp. 25 - 49
39. OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), 1994. Cadmium, Background and National Experience with Reducing Risk, (OECD, Paris)
 40. Oikon (2011.): Elaborat o utjecaju zahvata na okoliš za izgradnju novih platformi na postojećem polju za eksploataciju ugljikovodika "Sjeverni jadrani"
 41. Oluić, M., Grandić, S., Haček, M., Hanich, M. (1972.): Tektonska građa vanjskih dinarida Jugoslavije, *Nafta* 23, 1-2. pp. 3-16. (iz Brdarević, Oluić, 1979.).
 42. Oluić, M., (2013.): Potresi u Hrvatskoj, radni materijali, Iz arhiva stručne dokumentacije tvrtke GEOSAT, d.o.o.
 43. Piria, M., Tomljanović, T. (2006.): Hidrokemija, Skripta za vježbe, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, pp. 69.
 44. PMF (2002 -2012.): Pregled obraštaja na platformi Ivana A i njen utjecaj na okoliš, Izvješće, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno – Matematički fakultet, Biološki Odsjek i Institut Ruđer Bošković Zagreb
 45. Poulain, P.M. (1999.): Drifter observations of surface circulation in the Adriatic Sea between December 1994 and March 1996, *Journal of Marine Systems* Volume 20, Issues 1–4, April 1999, pp. 231–253
 46. Poulain, P.M.; Lee, C., Mauri E., Notarstefano G., Ursella L. (2011.): Observations of currents and temperature-salinity-pigment fields in the northern Adriatic Sea in winter 2003, *Bolletino di Geofisica Teorica e Applicata, Istituto Nazionale Di Oceanografia E Di Geofisica Sperimentale (OGS)*, Vol. 52, n.1, March 2011, pp. 149-174
 47. Saager, P. (1994). On the relationships between dissolved trace metals and nutrients in seawater. PhD Thesis, Vrije Universiteit Amsterdam, pp. 240. (iz Tankere, Statham, 1996.).
 48. Studija nultog stanja okoliša Sjeverni Jadrani - polje Ivana, 1986, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Institut Jože Štefan, Ljubljana, Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Zagreb, Državni hidrografski institut, Split.
 49. Tacker Madsen, H. (2011.): Investigation of Fouling Formation during H₂S Scavenging with 1,3,5-tri-(2-hydroxyethyl)-hexahydro-s-triazine, Esbjerg Institute of Technology-Aalborg University, Esbjerg
 50. Tankere, S. P. C., Morley, N. H. & Burton, J. D. (1995). Spatial and temporal variations in concentrations of trace metals in the regions of the Straits of Sicily and Gibraltar. *Wat. Pollut. Res. Reports* 32, 205-219. (iz Tankere, Statham, 1996.).
 51. Tankere, S.P.C., Statham, P.J. (1996.): Distribution of Dissolved Cd, Cu, Ni and Zn in the Adriatic Sea, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 32, Nos 8/9, pp. 623 – 630.
 52. Turk, M. (1972.): Građa terciarnog bazena u sjeveroistočnom dijelu Jadranskog mora, *Nafta* 22, 4-5. pp. 275-282. (iz Brdarević, Oluić, 1979.).

53. Ursella, L., Poulain, P.M. Signell, R.P. (2006.): Surface drifter derived circulation in the northern and middle Adriatic Sea: Response to wind regime and season, *Journal of Geophysical Research: Oceans* (1978–2012) Volume 111, Issue C3, March 2006,
54. Vasiljević R. (1998): Geokemijske značajke badenskih i panonskih taložina te ugljikovodika u bušotini Žutica –1 zapad, diplomski rad, Rudarsko-Geološko-Naftni Fakultet, Sveučilišta u Zagrebu
55. Velić, J., Malvić, T. (2011.): Depositional conditions during Pliocene and Pleistocene in Northern Adriatic and possible lithostratigraphic division of these rocks, *Nafta* 62 (1–2) 25-32 (2011).
56. WET, d.o.o. (1996.): Studija o utjecaju na okolinu, eksploatacijsko polje ugljikovodika "Sjeverni jadrani" i plinovod do kopna.
57. WET – Water and Environmental Technology d.o.o., Zagreb (2002.): Environmental Impact Study for Marica and Katarina Gas Field (Offshore Croatia). INAgip, d.o.o., Fond stručne dokumentacije.
58. Wet (2003.): Studija o utjecaju na okoliš plinska polja Marica i Katarina s pripadajućim plinovodima (Offshore Hrvatska)
59. Viličić, D. (1989.): Phytoplankton population density and volume as indicators of eutrophication in the eastern part of the Adriatic Sea. *Hydrobiologia*, 174, 117-132.
60. Viličić, D. (2002.): Fitoplankton Jadranskog mora, Školska knjiga, Zagreb.
61. Viličić, D. (2003.): Fitoplankton u ekološkom sustavu mora, Školska knjiga, Zagreb.
62. Zago, C., Capodaglio, G., Ceradini, S., Ciceri, G., Abelmoschi, L., Soggia, F., Cescon, P., Scarponi, G. (2000.): Benthic fluxes of cadmium, lead, copper and nitrogen species in the northern Adriatic Sea in front of the River Po outflow, Italy, *The Science of the Total Environment*, 246 (2000), pp. 121 - 137
63. Zore-Armanda M., Bone M., Dadić V., Vučak Z. (1995.): Neka novija saznanja o strujanju u sjevernom Jadranu, *Pomorski zbornik* 33, 1995, str. 305-328.
64. Zore-Armanda M. (2000.): Razvoj fizičke oceanografije na Jadranu, *Pomorski zbornik* 38 (2000)1, 301-331.
65. Zuschin, M., Stachowitsch, M. (2009): Epifauna-dominated Benthic Shelf Assemblages: Lessons from the Modern Adriatic Sea, *Palaios*, v 24, p.211-221
66. McKay, D. *Oil in the Beaufort and Mediterranean Seas* (1993.)
67. AZO (2011.): Okoliš na dlanu 1 - 2010, Agencija za zaštitu okoliša, pp 44
68. IRB (01.2009.): Projekt WICOS (Implementation of the water quality monitoring in the Western Istrian Coastal Sea), bilten za siječanj 2009., Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj, pp. 3
69. IRB (1998.): Projekt Jadran, Hrvatski nacionalni monitoring program, Sustavno istraživanje Jadranskog mora kao osnova održivog razvitka Republike Hrvatske, prijedlog, Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj, pp. 39

70. IRB (1998.-2000.): Projekt Jadran, Hrvatski nacionalni monitoring program, Sustavno istraživanje Jadranskog mora kao osnova održivog razvitka Republike Hrvatske, izvještaj 1998.-2000., Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj, pp. 101
71. IRB, IZOR, PMF, HIS (2002. – 2003.): Projekt Jadran, Izvještaj, Institut "Ruđer Bošković" Centar za istraživanje mora Rovinj, Zavod za istraživanje mora i okoliša Zagreb, Institut za oceanografiju i ribarstvo Split, Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb, Hidrografski institut Split, pp., 136
72. IRB, IZOR, PMF, HIS (2004.): Projekt Jadran, Izvještaj, Institut "Ruđer Bošković" Centar za istraživanje mora Rovinj, Zavod za istraživanje mora i okoliša Zagreb, Institut za oceanografiju i ribarstvo Split, Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb, Hidrografski institut Split, pp., 194
73. IRB, IZOR, PMF, HIS (2005.): Projekt Jadran, Izvještaj, Institut "Ruđer Bošković" Centar za istraživanje mora Rovinj, Zavod za istraživanje mora i okoliša Zagreb, Institut za oceanografiju i ribarstvo Split, Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb, Hidrografski institut Split, pp., 194
74. IRB (09.2008.): Projekt WICOS (Implementation of the water quality monitoring in the Western Istrian Coastal Sea), bilten za rujan 2008. , Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj, pp. 3
75. IRB (10.2008.): Projekt WICOS (Implementation of the water quality monitoring in the Western Istrian Coastal Sea), bilten za listopad 2008. , Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj, pp. 3
76. IRB (11.2008.): Projekt WICOS (Implementation of the water quality monitoring in the Western Istrian Coastal Sea), bilten za studeni 2008. , Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj, pp. 3
77. IRB (02.2009.): Projekt WICOS (Implementation of the water quality monitoring in the Western Istrian Coastal Sea), bilten za veljaču 2009. , Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj, pp. 3
78. IRB (03.2009.): Projekt WICOS (Implementation of the water quality monitoring in the Western Istrian Coastal Sea), bilten za ožujak 2009. , Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj, pp. 3
79. IRB (04.2009.): Projekt WICOS (Implementation of the water quality monitoring in the Western Istrian Coastal Sea), bilten za travanj 2009. , Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj, pp. 3
80. IRB (06.2009.): Projekt WICOS (Implementation of the water quality monitoring in the Western Istrian Coastal Sea), bilten za lipanj 2009. , Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj, pp. 3
81. IRB (07.2009.): Projekt WICOS (Implementation of the water quality monitoring in the Western Istrian Coastal Sea), bilten za srpanj 2009. , Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj, pp. 3

82. IRB (08.2009.): Projekt WICOS (Implementation of the water quality monitoring in the Western Istrian Coastal Sea), bilten za kolovoz 2009. , Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj, pp. 3
83. IZOR (2012.): Početna procjena stanja i morskog okoliša hrvatskog dijela Jadrana, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Zagreb, pp. 396
84. Ministarstvo poljoprivrede, Ribolov, <http://www.mps.hr/ribarstvo/default.aspx?id=13> (12.06.2013.)
85. Lazar, B. (2007.): Slučajni ulov: morske kornjače, morski sisavci, ptice, Baza podataka i pokazatelja stanja morskog okoliša, marikulture i ribarstva (<http://www.izor.hr/azo/>) (13.06.2013.)
86. Precali, R., Ninčević Gladan, Ž (2006.): Koncentracija klorofila a u prijelaznim i priobalnim vodama i moru WEU13, Baza podataka i pokazatelja stanja morskog okoliša, marikulture i ribarstva (<http://www.izor.hr/azo/>) (13.06.2013.)
87. Slišković, M., Jelić Mrčelić, G. (2011.): Ekologija mora, Pomorski fakultet u Splitu, pp. 414. [http://www.pfst.hr/old/data/ebooks/Ekologija_mora - Sliskovic Jelic-Mrcelic.pdf](http://www.pfst.hr/old/data/ebooks/Ekologija_mora_-_Sliskovic_Jelic-Mrcelic.pdf) (13.06.2013.)
88. Viličić, D., Đakovac, T., Burić, Z., Bosak, S. (2009.): Composition and annual cycle of phytoplankton assemblage in the northeast Adriatic Sea. Bot. Mar. 52: 291-305. Iz IZOR, 2012.
89. Vrgoč, N. (2005.): Slučajni ulov: morske kornjače, morski sisavci, ptice, Baza podataka i pokazatelja stanja morskog okoliša, marikulture i ribarstva (<http://www.izor.hr/azo/>) (13.06.2013.)
90. Vrgoč, N. (2006.): Kretanje indeksa biomase morskih organizama, iz: AZO, IZOR (2003. - 2011.): Baza podataka i pokazatelja stanja morskog okoliša, marikulture i ribarstva <http://www.izor.hr/azo/> (14.06.2013.)
91. Vrgoč, N. (2010.): Stok (ribarstvena biologija), iz: AZO, IZOR (2003. - 2011.): Baza podataka i pokazatelja stanja morskog okoliša, marikulture i ribarstva <http://www.izor.hr/azo/> (22.06.2013.)
92. Appelo, C.A.J., Postma, D. (1994.): Geochemistry, Groundwater and Pollution, A.A.Balkema/Rotterdam/Brookfield/1994., pp. 536.
93. Appelo, Dr C.A.J., Consulting and Educating for Water Resources, Water Quality and Water Pollution <http://www.hydrochemistry.eu/> (23.07.2013.)
94. Halle, R. (2004.): Kemizam i obradba vode, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko – geološko naftni fakultet, Zagreb, 2004., pp. 280.
95. Parkhurst, D.L., Thorstenson, D.C., Plummer, L.N. (1980.): PHREEQE – a computer program for geochemical calculations. USGS. Water Resources, INV.80-96, 210 p., Iz Appelo, Postma (1994.).
96. USGS: PHREEQC (Version 3) – A Computer Program for Speciation, Batch-Reaction, One-Dimensional Transport, and Inverse Geochemical Calculations http://www.brr.cr.usgs.gov/projects/GWC_coupled/phreeqc/ (24.07.2013.)

WEB Stranice

1. info@sibenik-meteo.com (20.11.2012.).
2. <http://www.imo.org/> IMO - *International Maritime Organization* (20.11.2012.).
3. <http://www.izor.hr/azo/> - Baza podataka i pokazatelja stanja morskog okoliša, marikulture i ribarstva
4. <http://www.plavi-svijet.org/hr>
5. <http://natura2000.dzrp.hr/natura/>

9. POPIS PROPISA

Rudarstvo i gospodarenje mineralnim sirovinama

- Zakon o rudarstvu (NN 56/13)
- Pravilnik o bitnim tehničkim zahtjevima, sigurnosti i zaštiti pri istraživanju i eksploataciji ugljikovodika iz podmorja Republike Hrvatske (NN 52/10)
- Opći uvjeti za opskrbu prirodnim plinom (NN 43/2009, 87/2012)

Okoliš

- Zakon o zaštiti okoliša (NN 110/07)
- Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN 64/08, 67/09)
- Uredba o načinu utvrđivanja šteta u okolišu (NN 139/08)
- Pravilnik o registru onečišćavanja okoliša (NN 35/08)
- Pravilnik o mjerama otklanjanja štete u okolišu i sanacijskim programima (NN 145/08)

Otpad

- Zakon o otpadu (NN 178/04, 111/06, 60/08, 87/09)
- Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 23/07, 111/07)
- Pravilnik o gospodarenju otpadom od istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina (NN 128/08)
- Uredba o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada (NN 50/05, 39/09)

Zrak

- Zakon o zaštiti zraka (NN 130/11)
- Uredba o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora (NN 117/12)
- Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12)

Pomorstvo i more

- Pomorski zakonik (NN 181/04, 76/07, 146/08, 61/11, 56/13)
- Zakon o hrvatskom registru brodova (NN 81/96)

- Pravilnik o zaštiti morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske (NN 47/08).
- Pravilnik o načinu obavljanja prijevoza opasnih tvari u pomorskom prometu (NN 79/96, 76/02)
- Pravilnik o rukovanju opasnim tvarima, uvjetima i načinu obavljanja prijevoza u pomorskom prometu, ukrcavanja i iskrcavanja opasnih tvari, rasutog i ostalog tereta u lukama, te načinu sprječavanja širenja isteklih ulja u lukama (NN 51/05, 34/13)
- Pravilnik o prijevozu opasnih tvari u unutarnjim vodama (NN 106/08)
- Plan intervencija kod iznenadnih onečišćenja mora (NN 92/08)
- Uredba o uspostavi okvira za djelovanje Republike Hrvatske u zaštiti morskog okoliša (NN 136/11)
- Odluka o proširenju jurisdikcije Republike Hrvatske na Jadranskom moru (NN 157/03, 77/04, 138/06)

Prostorno uređenje i gradnja

- Zakon o prostornom uređenju i gradnji (NN 76/07, 38/09, 55/11, 90/11, 50/12, 55/12)

Priroda

- Zakon o zaštiti prirode (NN 70/05, 139/08, 57/11)
- Zakon o potvrđivanju Konvencije o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa (Bernska konvencija) (NN 06/00)
- Pravilnik o ocjeni prihvatljivosti plana, programa i zahvata za ekološku mrežu (NN 118/09)
- Pravilnik o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim (NN 99/09)
- Uredba o proglašenju ekološke mreže (NN 109/07)

Buka

- Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13)
- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04)

Zaštita od požara i sigurnost na radu

- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
- Zakon o zaštiti na radu (NN 59/96, 94/96, 114/03, 100/04, 86/08, 116/08, 75/09, 143/12)
- Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava (NN 39/06)

Dokumenti prostornog uređenja

- Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (NN 50/99)

Državne strategije i izvješća

- Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske (1997.)
- Izvješće o stanju u prostoru Republike Hrvatske 2008.-2012. (NN 61/13)

- Strategija gospodarenja mineralnim sirovinama (2008.)
- Strategija energetskega razvoja Republike Hrvatske (NN 130/09)
- Strategija održivog razvitka Republike Hrvatske (NN 30/09)

Međunarodni ugovori i norme EU

- Konvencija o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja (Barcelona 1976); ("Narodne novine-Međunarodni ugovori", br. 12/93)
- Protokol o sprječavanju onečišćavanja Sredozemnog mora potapanjem otpadnih i drugih tvari s brodova iz zrakoplova (Barcelona 1976.) ("Narodne novine-Međunarodni ugovori", br. 12/93)
- Konvencija o zaštiti morskog okoliša i obalnog područja Sredozemlja ("Narodne novine-Međunarodni ugovori", br. 17/98, 11/04)
- Protokol iz 1995. o sprječavanju onečišćenja Sredozemnog mora potapanjem otpadnih i drugih tvari s brodova i zrakoplova ili spaljivanjem na moru («Narodne novine – Međunarodni ugovori», br. 17/98.)
- Protokol o suradnji u sprječavanju onečišćenja s brodova i u slučajevima opasnosti u suzbijanju onečišćenja Sredozemnog mora, 1995. («Narodne novine – Međunarodni ugovori», br. 12/03.)
- Protokol o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćenja zbog istraživanja i iskorištavanje epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja, 1994.
- Međunarodna konvencija o sprječavanju onečišćenja mora s brodova iz 1973. kako je izmijenjena Protokolom iz 1978. («Narodne novine – Međunarodni ugovori», br. 1/92.)
- Protokol iz 1997. godine kojim se mijenja i dopunjuje Međunarodna konvencija o sprečavanju onečišćenja s brodova iz 1973, kako je preinačena protokolom iz 1978. ("Narodne novine-Međunarodni ugovori", br. 4/05)
- Međunarodna konvencija o pripravnosti, akciji i suradnji za slučaj onečišćenja uljem iz 1990. («Narodne novine – Međunarodni ugovori», br. 2/97.)
- Protokol o pripravnosti, akciji i suradnji za slučaj onečišćenja opasnim i štetnim tvarima, 2000.
- Konvencija o sprječavanju onečišćenja mora potapanjem otpadaka i drugih tvari, 1972. («Narodne novine – Međunarodni ugovori», br. 3/95.)
- Protokol iz 1996. uz Londonsku konvenciju iz 1972. o sprječavanju onečišćenja mora potapanjem otpadaka i drugih tvari
- Direktiva 92/43/EEC o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore
- Direktiva 2000/14/EC Europskog parlamenta i Vijeća od 08.05.2000.

- Konvencija Ujedinjenih Naroda o pravu mora ("Narodne novine-Međunarodni ugovori", br. 9/00)
- Konvencija o procjeni utjecaja na okoliš preko državnih granica (Espoo Konvencija) ("Narodne novine-Međunarodni ugovori", br.6/96, 7/08, 1/09)
- Okvirna konvencija Ujedinjenih naroda o promjeni klime (Rio de Janeiro 1992.)
- Kyoto protokol uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih naroda o promjeni klime (Kyoto 1999.)

10. OSTALI PODACI I INFORMACIJE

10.1. Politika zaštite okoliša Nositelja zahvata

Eksploatacija plina predstavlja proces u kojem se okoliš mijenja i koji zahtjeva stalnu zaštitu i monitoring okoliša kako bi se spriječili i sveli na minimum potencijalni negativni utjecaji na okoliš.

INA, kao kompanija redovito objavljuje godišnja izvješća o zaštiti okoliša (prvo je objavljeno 1997. godine). Prvo korporativno izvješće o održivom razvoju temeljeno na GRI smjernicama objavljeno je 2004. godine.

INA d.d. članica je Global Compacta, svjetske mreže za društveno-odgovorno poslovanje. Implementacijom 10 načela Global Compacta, INA podržava i promiče u svom poslovanju temeljne društvene vrijednosti s područja ljudskih prava, radnih prava, zaštite okoliša i borbe protiv korupcije.

Početkom 2010. godine Uprava Ine usvojila je Politiku upravljanja zaštitom zdravlja, sigurnosti i zaštitom okoliša (Slika 63). Sve makroorganizacijske jedinice, koje imaju potencijalni ili stvarni značajan utjecaj na okoliš, imaju certificirane sustave upravljanja okolišem prema normi ISO 14001 kao i svoje Politike upravljanja okolišem.

Priručnik sustava upravljanja zaštitom zdravlja, sigurnosti i zaštitom okoliša uveden je kako bi se pružile konceptualne smjernice za menadžere o ugradnji načela zaštite zdravlja, sigurnosti i zaštite okoliša u poslovanje, a opisuju osnovne elemente funkcija zaštite zdravlja, sigurnosti i okoliša i sustav upravljanja.

Središnji Sektor održivog razvoja i zaštite zdravlja, sigurnosti i okoliša pokriva i koordinira sve poslovne aktivnosti zaštite zdravlja, sigurnosti i zaštite okoliša te zastupa INA Grupu u pitanjima koja se na to odnose.

Politika ZZSO INA Grupe

Predani smo:

- pridonositi održivom razvoju djelujući odgovorno, uzimajući u obzir utjecaj našeg svakodnevnog poslovanja na okoliš te sigurnost i zdravlje ljudi
- postizanju najveće moguće razine ZZSO kulture kako bismo spriječili nesreće i smanjili utjecaj na okoliš, a u isto vrijeme povećali pozitivan utjecaj na društvo u cjelini



Upravljam sustavom kako bismo:

- bili u skladu sa zakonskim zahtjevima, internim standardima i najboljom industrijskom praksom
- poboljšali cjelokupno zdravstveno stanje svih naših zaposlenika
- kontrolirali ZZSO, socijalne rizike i utjecaj našeg poslovanja i proizvoda
- unaprijedili naše visoke standarde sposobnosti djelovanja u izvanrednim situacijama
- podržali inicijative vezane uz klimatske promjene
- vodili brigu o prirodnim vrijednostima i bioraznolikosti
- osigurali da ugovarači posluju u skladu s našim standardima ZZSO
- ocijenili i nagradili zaposlenike i ugovarače s obzirom na djelovanje u skladu s načelima ZZSO
- procijenili i poboljšali naše rezultate u domeni ZZSO i otvoreno ih prikazali

Svi zaposlenici i ugovarači imaju odgovornost održavati visoke ZZSO standarde pri čemu linija rukovođenja mora preuzeti vodeću ulogu.

Politika ZZSO INA Grupe usklađena je s Politikom ZZSO i društvenog utjecaja MOL Grupe Zagreb, siječanj 2012.

Predsjednik Uprave

Zoltán Sandor Ákdott

ZZSO: Zaštita zdravlja, sigurnosti i okoliša

Načela ove politike primjenjuju se na tvrtke članice INA Grupe: INA d.d., Croscio Grupa, STSI d.o.o., Maziva Zagreb d.o.o., Osijek Petrol d.o.o., Holdina Sarajevo, Interina Ljubljana, HPC Syrta, Edina, INAgip

Slika 63. Politiku upravljanja zaštitom zdravlja, sigurnosti i zaštitom okoliša INA d.d.Zagreb