

Radoslav Radonja, mag. ing.
Aleksandar Cuculić, mag. ing.
Marko Valčić, mag. ing.
Sveučilište u Rijeci / *University of Rijeka*
Pomorski fakultet u Rijeci /
Faculty of Maritime Studies Rijeka
Studentska 2
51000 Rijeka
Hrvatska / *Croatia*

Izvorni znanstveni rad
Original scientific paper

UDK / *UDC*:
504.42.064(262.3)

Primljeno / *Received*:
11. studenoga 2011. / *11th November 2011*

Odobreno / *Accepted*:
18. prosinca 2011. / *Accepted: 18th December 2011*

UVOD U PROJEKT ASAP (Zaštita područja Jadranskog mora)

INTRODUCING THE ASAP PROJECT (*Adriatic Sea Area Protection*)

SAŽETAK

Područje Jadranskog mora ima različite prednosti za špeditere (otpremnike) i brodovlasnike uzimajući u obzir prijevoz tereta i atraktivnost obale. Ono nudi veliki potencijal kompanijama za kružna putovanja i nautički turizam uzrokujući nagli rast pomorskog prijevoza u posljednjih deset godina, što je uzrokovalo povećanu zabrinutost za zdravlje i okoliš, namećući potragu za rješenjem koje bi uravnotežilo učinke onečišćenja i održivost u razvoju.

Ovaj članak je pregled preliminarnih rezultata autora prikupljenih kroz nekoliko istraživanja u tijeku, koja su rezultirala prijedlogom ASAP projekta (Zaštita područja Jadranskog mora). Cilj je utvrditi skladište brodskih emisija za Jadransko more čiji nalazi će biti osnova za Registar emisija koji će biti ujedinjen u učinkoviti informacijski sustav za nadzor brodskih emisija i sprječavanje onečišćenja zraka (EMIS). Na osnovi rezultata, zainteresirane stranke imaju mogućnost zahtjeva zaštite IMO-a za to područje.

Istraživanja autora usmjerena su na sprječavanje onečišćenja zraka koje dolazi iz brodskih emisija, zaključno s učinkovitim rješenjima koja se mogu postići kroz integrirano upravljanje priobalnim područjem između zainteresiranih stranaka.

Ključne riječi: skladište brodskih emisija, Registar brodskih emisija, IS – nadzora brodskih emisija, ECA (područje nadzirane emisije), visokonaponski kopneni priključak

SUMMARY

The Adriatic Sea Area has several advantages for shippers and ship owners considering cargo transport and attractiveness of the coast. It offers great potential for the cruising companies and nautical tourism causing the rapid growth in shipping during the last decade. This causes the rising health and environmental concerns, imposing the search for the solutions to counterbalance the pollution effects and sustainability in development.

This paper is an overview of the authors' preliminary results obtained during several ongoing researches which have resulted in the proposal of ASAP (Adriatic Sea Area Protection) project. The goal is to establish the ship emission inventory for the Adriatic Sea which findings will be the base for the Emission register that will be incorporated in an effective Emission Monitoring Information System (EMIS). Based on the results, the interested parties have the possibility to request the IMO protection of the Area.

The authors' researches are focused on the prevention of air pollution coming from the ship emissions, concluding with the effective solutions that should be accomplished through the Integrated Coastal Zone Management between the interested parties.

Key words: ship emissions inventory, Emissions register, IS - ship emission monitoring, ECA, cold ironing

1. UVOD

Na osnovi objavljenih rezultata studija skladišta brodskih emisija na području Sredozemnog mora [1], [2] i EMEP/EEA¹ vodiča za izradu skladišta emisija onečišćivača zraka [3], postoji potreba za ažuriranjem skladišta s najtočnijim podacima dobivenim direktno od zainteresiranih stranaka² pripremajući njihova nacionalna skladišta emisija kao doprinos Europskom kooperativnom programu za nadzor i ocjenu dalekosežne transmisije onečišćivača zraka.

Područje Jadranskog mora suočeno je s naglim porastom prijevoza tereta i kružnih putovanja te stoga, kao jako zatvoreno more, zahtijeva posebnu pozornost glede daljnje ekspanzije. Prirodno i povijesno naslijeđe, kao i vrlo osjetljiv okoliš za ljudski opstanak na tisuću otoka zahtijevaju posebno osjetljiv pristup zaštiti uvažavajući razvoj brodarstva, kružnih putovanja, turizma i ostalih gospodarstava. Jedan od pristupa zaštiti je kroz učinkoviti nadzor brodskih emisija.

Poznavajući značaj pomorstva i kružnih putovanja za lokalne zajednice teško je uravnotežiti njihov razvoj s rastućom potrebom za sprječavanje onečišćenja zraka uvedenom s nastupajućim zakonodavstvom (MARPOL 73/78 – Prilog VI). Stoga, autori u ovome radu predstavljaju i predlažu osnovni koncept projekta pod nazivom ASAP (Zaštita područja Jadranskog mora - čim prije moguće³), koji prema njihovom mišljenju nudi uravnoteženje između naglog porasta u brodarstvu/kružnim putovanjima/nautičkom turizmu i brige o zdravlju/okolišu.

2. PRIPREMA NACIONALNIH INVENTARA (SKLADIŠTA) EMISIJA

Tijekom posljednja dva desetljeća predloženo je i korišteno nekoliko metoda za procjenu brodskih emisija [4], [5], [6]. Da bi se izbjegle

¹ EMEP – engl. European Monitoring and Evaluation Programme – Europski program nadzora i procjena (emisija, o.a.); EEA- engl. European Environment Agency – Europska okolišna agencija.

² Zainteresirane stranke u ovom kontekstu su države koje okružuju Jadransko more: Italija, Slovenija, Hrvatska, Bosna i Hercegovina, Crna Gora i Albanija.

³ ASAP – engl. Adriatic Sea Area Protection - As soon As Possible - akronim naziva na engleskom jeziku zbog potrebe uključivanja različitih zainteresiranih stranaka, o.a.

1. INTRODUCTION

Based on the results of the studies being published regarding the ship emission inventory on the Mediterranean Sea [1], [2] and the EMEP/EEA¹ air pollutant emission inventory guidebook [3], there is a need for updating the inventory with the most accurate data obtained directly from the interested parties² preparing their national emissions inventories as a contribute to the European Cooperative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants.

The Adriatic Sea Area has faced the rapid growth in the shipping of cargo and cruising thus, being so closed sea, requires a special attention considering further expansion. The natural and historical inheritance, so the most sensitive environment for human surviving on the thousand of islands requires a particularly sensitive approach for the protection respecting the development in shipping, cruising, tourism or other industries. An approach to protection is through effective monitoring of the ship emissions.

Knowing the importance of the shipping industry and cruising for the local communities it is difficult to balance their development with the growing need for the air pollution prevention introduced with the oncoming environmental legislations (MARPOL 73/78 – Annex VI). So, the authors are proposing a project called ASAP³, that, in their opinion, offers the balance between the rapid growth in shipping/cruising/nautical tourism and health/environmental concerns introduced in this paper.

2. PREPARING THE NATIONAL EMISSIONS INVENTORIES

In the last two decades, there are several methods proposed and used for estimating the ship emissions [4], [5], [6]. To avoid the difference of approach and the use of different methodologies, EMEP/EEA published the 'Technical guidance to prepare national emission inventories' [3].

¹ EMEP – European Monitoring and Evaluation Programme
^{EEA} – European Environment Agency

² The interested parties in this context are the states surrounding the Adriatic Sea: Italy, Slovenia, Croatia, Bosnia and Herzegovina, Montenegro and Albania.

³ ASAP – Adriatic Sea Area Protection - As soon As Possible

različitosti u pristupu i uporabi pojedinih metodologija EMEP/EEA je objavila Tehnički vodič za pripremu nacionalnih inventara (skladišta) emisija [3].

Prema objavljenim rezultatima studija u svezi procjena emisija onečišćivača zraka na Sredozemnom moru [1], [2] ili između europskih luka [7] ili globalno [8], brodske emisije su značajan izvor onečišćenja zraka. Provedene istraživačke studije koje su uzele u obzir najveće luke na Sredozemnom moru ukazuju na rast pomorskog prometa i posljedično onečišćenje zraka gdje Jadransko more nije iznimka (posebno u kontejnerskom prometu i kružnim putovanjima). Zdravstveni problemi i negativan utjecaj na okoliš koji dolazi od brodskih emisija prepoznati su globalno, i posljedično su uzrokovali strogo 'okolišno' zakonodavstvo. Neke odredbe zahtijevaju od brodoglasnika potražnju za modifikacijama na njihovim brodovima ukoliko žele nastaviti sa svjetskom plovidbom.

Procjena brodskih emisija u području je osnova projekta i trebala bi biti provedena kroz sljedeće korake:

- Priprema nacionalnih inventara (skladišta) emisija u skladu s EMEP/EEA vodičem; Autori predlažu metodu 'odozdo prema gore' za brodove (na osnovi brodskih karakteristika) i metodu 'odozgo prema dolje' za jahte, brodice za razonodu i ribarske brodove (na osnovi prodanog goriva na nacionalnoj razini);
- Priprema Registra emisija omogućujući modifikacije regulacijskih limita, dodavanje onečišćivača koje treba mjeriti, promjenu opreme ili korištene metodologije;
- Uspoređivanje dobivenih podataka s drugim studijama i inventarom (skladištem) kopnenih emisija;
- Priprema prijedloga za traženje IMO zaštite područja (ECA⁴) u skladu s dobivenim podacima⁵ (uključujući napore 'Stranaka' za sprječavanjem onečišćenja zraka na kopnu i moru);

⁴ ECA – engl. emission controlled area – područje nadzirane emisije;

SECA – engl. sulphur emission controlled area – područje nadzirane emisije sumpora;

NECA – engl. nitrogen emission controlled area – područje nadzirane emisije dušika.

⁵ Preliminarni nalazi ukazuju da je takva zaštita već potrebna, o.a.

In the reference of the results of the studies being published respecting the air pollution estimation on the Mediterranean Sea [1], [2] or between European ports [7] or worldwide [8] ship emissions are a significant source of air pollution. The research studies conducted, considering the largest ports on the Mediterranean Sea, indicate the growth of sea-traffic and, consequently, air pollution where the Adriatic Sea is not an exemption (especially in container traffic and cruising). Health problems and negative influence on the environment coming from the ship emissions were globally recognized and caused strict environmental legislations as a consequence. Some of the regulations are requesting from ship-owners to search for modifications on their vessels if they want to continue with worldwide shipping.

An estimation of the emission coming from the ship in the area is the basic point for the project that has to be conducted through the following steps:

- Preparing the national emissions inventories in accordance with the EMEP/EEA guidelines; the authors suggest the *bottom-up* method for vessels (based on the vessels' characteristics) and the *top-down* method for yachts, pleasure crafts, fishing vessels (based on the fuel sold nationally);
- Preparing the Emission register allowing: the modifications of the regulation limits, addition of the pollutants need to be measured, changes of equipment or methodology used;
- Comparing the data obtained with other studies and with shore emission inventories;
- Preparing the proposal for searching IMO protection of the Area (ECA⁴) in accordance with the data obtained⁵ (including the efforts engaged by the Parties for the shore and sea air pollution prevention);
- Organizing the system of a continuous monitoring (locations, methods, equipment, staff) that should be finalized with the preparation of the AIS based information system that should be able to trace and monitor the *vessel's emissions* from entering the Adriatic Sea through the operational movement until

⁴ ECA – emission controlled area;

SECA – sulphur emission controlled area;

NECA – nitrogen emission controlled area.

⁵ The preliminary findings show that such protection has already been needed (authors' remark).

- Organiziranje sustava kontinuiranog motrenja (lokacije, metode, oprema, osoblje) koje treba biti okončano pripremom informacijskog sustava zasnovanog na AIS-u koji bi trebao omogućiti praćenje i nadzor *brodskih emisija* od ulaska u Jadransko more, kroz operacijska kretanja do izlaska iz Jadranskog mora (uključujući mogućnosti planiranja plovidbe prema vremenskim uvjetima, plovidbu smanjenom brzinom, različite uvjete nakrcanosti broda, itd.). U tom kontekstu, očekuje se uska suradnja s hrvatskim VTMISS-om.

Postoji nekoliko objavljenih studija u svezi uporabe AIS-a u tu svrhu [9], [10] koji nudi praćenje u realnom vremenu što omogućuje matematičko modeliranje uz primjenu hidrometeoroloških uvjeta i/ili stvarnih uvjeta prometa, itd. Predloženi model bit će objašnjen u sljedećem poglavlju.

Zahtjev za IMO zaštitom (SECA/NECA) treba obuhvatiti sve uložene napore 'Stranaka' na sprječavanju onečišćenja i na kopnu i na moru. Autori predlažu da se napori na kopnu usmjere prema implementaciji 'hladnog pogona' zbog obostranih koristi za brodovlasnike i lokalnu zajednicu.

3. INFORMACIJSKI SUSTAV ZA NADZIRANJE I NADOGRADNJU REGISTRA EMISIJA KOJI SE BAZIRA NA PODACIMA AIS-a

Da bi se Registar emisija za Jadransko more mogao adekvatno i pravovremeno ažurirati, potrebno je osigurati odgovarajući informacijski sustav (IS) pomoću kojeg bi se motrili svi brodovi koji plovo Jadranom, a koji su od posebnog značenja kada je riječ o onečišćenju atmosfere. Takav IS bi mogao biti nezavisan od svih do sada postojećih, ali valja naglasiti da bi puno ekonomičnije i brže rješenje bila nadogradnja već postojećeg sustava za automatsku identifikaciju plovih objekata (AIS) [10]. Time se nameće potreba da se prije svega ispituju mogućnosti korištenja AIS sustava za monitoring emisija brodova. Drugim riječima, trebalo bi ispitati zadovoljavaju li trenutni kapaciteti AIS-a sve potrebe koje proizlaze iz identifikacije parametara koji definiraju količinu emisije. Ako ne, trebalo bi definirati prijedloge za njegovo poboljšanje.

leaving the Adriatic Sea (including possibilities for weather routing, slow steaming, vessels' different load conditions, etc.). In that context, a close collaboration with the Croatian VTMISS system is expected.

There are several studies published regarding the use of the AIS for such purpose [9], [10] which offers the tracing in the real time that allows the mathematical modelling by applying the influence of the weather/sea conditions, sea currents or actual traffic conditions, etc. The suggested model will be explained in the following chapter.

The request for the IMO protection (SECA/NECA) should comprehend all the efforts engaged by the Parties to prevent pollution: on shore and at sea. The authors are suggesting to direct the efforts on the coast towards the implementation of 'cold ironing' due to mutual benefits for shipowners and the local community.

3. INFORMATION SYSTEM FOR MONITORING AND UPDATING THE EMISSION REGISTER BASED ON AIS DATA

In order to provide an accurate and timely update of the Adriatic Sea *Emission register*, it is necessary to create an adequate information system (IS) for monitoring all ships' emissions which are in particular important when it comes to air pollution. Such IS can be realized as a completely independent one, but it should be emphasized that the upgrading of the existing Automatic Identification System (AIS) presents a more efficient and faster solution [10]. This imposes the need of examining the AIS system possibilities for the ship emission monitoring. In other words, it should be determined whether the current capacities of AIS are satisfying all needs arising from the identification of parameters required for ship emissions estimation, or not. If not, solutions for the system improvement should be proposed.

Estimates of ship emissions are nowadays commonly performed by using bottom-up or top-down methods. The existing regulations still do not require from shipowners to use the equipment for a direct pollutant measurement, so the accurate results from a continuous emis-

Procjena brodskih emisija danas se uglavnom provodi pomoću metoda ‘odozdo prema gore’ (bottom-up) ili ‘odozgo prema dolje’ (top-down). Postojeća regulativa još ne zahtijeva od brodovlasnika da koriste opremu za direktno mjerenje količine onečišćivača, te su rezultati kontinuiranog mjerenja teško dostupni. Iz tog razloga, osnovna pozornost bi se posvetila parametrima koji su dostupni na brodu, a s ukupnom emisijom značajno koreliraju, te bi se lako mogli dostaviti u IS putem AIS-a i mogu se koristiti za predikciju budućih emisija. Prethodno napravljena mjerenja mogla bi se koristiti za različite statističke analize, analize vremenskih serija po različitim vremenskim intervalima, i sl., a uz istovremenu dinamičku nadopunu baze novim podacima iz AIS-a. To bi omogućilo i razvoj bitno preciznijih i pouzdanijih matematičkih modela za emisiju od onih postojećih [9].

Buduća mjerenja bi se koristila za dinamičku analizu ovisnosti između količine emisije i svih ostalih značajnih parametara koji bi putem AIS-a dolazili s broda u IS, te za daljnje kontinuirano ažuriranje Registra emisija. Na taj način bi se osigurali svi potrebni preduvjeti za razvoj takvog dinamičkog modela, pomoću kojeg bi se za svaki brod tijekom plovidbe Jadranskim morem mogla napraviti vrlo precizna predikcija količine emisije.

4. UVOĐENJE VISOKONAPONSKIH KOPNENIH PRIKLJUČAKA

Jedna od ključnih metoda za zaštitu obalnih ekosustava i populacije u blizini lučkih terminala, a koja je predložena u ASAP projektu, je uvođenje visokonaponskih kopnenih priključaka. Ta tehnologija omogućuje brodovima koji borave u luci upotrebu električne energije iz nacionalne kopnene mreže putem visokonaponskih priključaka koji su smješteni direktno na operativnoj obali (Slika 1). Nakon što se sabirnice glavne brodske rasklopne ploče sinkroniziraju i spoje s kopnenom mrežom, brodski pomoćni motori mogu se zaustaviti, čime se količina emisija praktički smanjuje na nulu [11].

Postoji više dobrih razloga za prijedlog (odabir) upravo ove metode. Luke koje već koriste ovu tehnologiju imaju vrlo pozitivna iskustva u pogledu njene učinkovitosti, poglavito luka

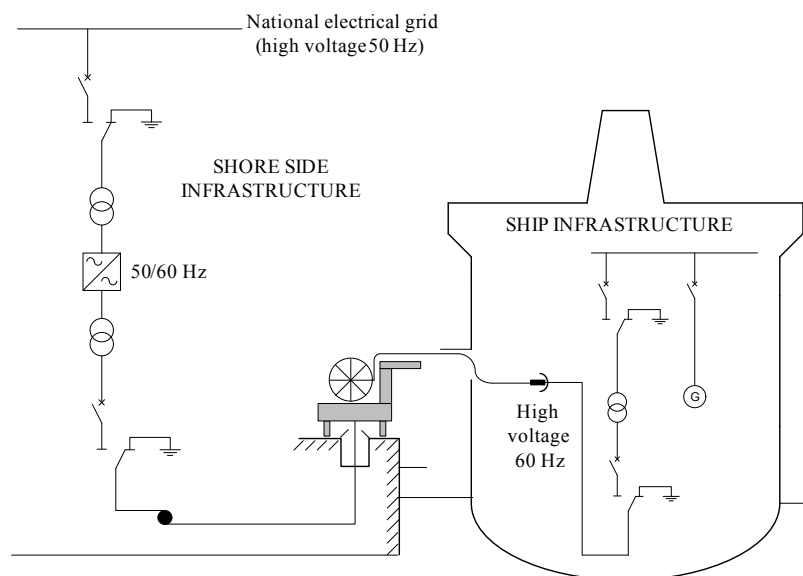
sičnost mjerenja emisija. Mjerenja emisija i mjerenja emisija su teško dostupna. Za ovaj razlog, glavni fokus treba biti na parametrima koji su dostupni na brodu i koji su u jakom korelaciji s ukupnom emisijom, te se mogu lako dostaviti u IS putem AIS-a i koristiti za buduću procjenu emisija. Prethodna mjerenja mogu se koristiti za različite statističke analize, analize vremenskih serija po različitim vremenskim intervalima, i sl., a uz istovremenu dinamičku nadopunu baze novim podacima iz AIS-a. To bi omogućilo i razvoj bitno preciznijih i pouzdanijih matematičkih modela za emisiju od onih postojećih [9].

Buduća mjerenja treba koristiti za dinamičku analizu ovisnosti između količine emisije i svih ostalih značajnih parametara koji bi putem AIS-a dolazili s broda u IS, te za daljnje kontinuirano ažuriranje Registra emisija. Na taj način bi se osigurali svi potrebni preduvjeti za razvoj takvog dinamičkog modela, pomoću kojeg bi se za svaki brod tijekom plovidbe Jadranskim morem mogla napraviti vrlo precizna predikcija količine emisije.

4. IMPLEMENTATION OF COLD IRONING

One of the key methods proposed in the ASAP project, which should be used for the protection of coastal ecosystems and for the population of near cargo ports and cruise terminals, is the implementation of Cold Ironing. This technology allows the use of shore side electricity by ships at berth, providing high voltage connection points directly on the operational quay (Figure 1). After the ship's main switchboard is connected to the land grid, its auxiliary engines can be shut down, thus reducing the emissions to almost zero [11].

There are several good reasons for proposing this method. A strong positive feedback from ports that are already using it is present, especially from the port of Göteborg where the Cold Ironing has been successfully implemented back in 2001, giving a sufficient timeframe for its proper evaluation [12]. The economic benefit over using expensive low sulphur marine gas according to EU Directive 2005/33/EC is very clear, especially nowadays when the average price of marine gas oil is over 1,000 US\$/MT, with a continuous rising trend [13]. The in-



Slika 1. Visokonaponski kopneni priključak
Figure 1 Cold Ironing

Izvor / Source: authors/autori

Göteborg gdje su visokonaponski kopneni priključci uvedeni još 2001., što daje dovoljno dug vremenski okvir za njeno pravilno vrednovanje [12]. Ekonomska korist u odnosu na korištenje skupog goriva s niskim udjelom sumpora za vrijeme boravka u lukama Europske unije (prema uredbi 2005/33/EC) vrlo je jasna, znajući da je prosječna cijena brodskog dizelskog goriva iznad 1,000 US\$/MT uz stalno prisutan trend rasta [13]. Međunarodni standard razvijen od strane IEEE, IEC i ISO organizacija koji bi uskoro trebao stupiti na snagu, zasigurno će znatno pojednostaviti proces uvođenja visokonaponskih kopnenih priključaka u lukama. Posljednji, ali isto jako važan čimbenik koji ide u prilog korištenju električne energije s kopna za vrijeme boravka u luci je i odluka Europske komisije o ukidanju poreza na električnu energiju za sve brodare i lučke operatore čiji brodovi koriste ovu tehnologiju [14].

Prvi koraci koji je potrebno poduzeti u procesu uvođenja visokonaponskih kopnenih priključaka su određivanje kritičnih luka i definiranje nužnih preduvjeta koje te luke moraju zadovoljavati. Pri tome je svakako najvažniji čimbenik dostupnost potrebne električne snage kojom se može snabdijevati luka bez negativnih utjecaja na ostale potrošače spojene na lokalnu električnu mrežu. Ostala dva važna čimbenika, pogotovo sa stanovišta ekonomske isplativosti, su stanje postojećih napojnih vodova za napaja-

coming global standards from the IEEE, ISO and IEC that will soon come in force, will most certainly simplify the Cold Ironing implementation process in ports. The last, but also very important factor that goes in favour of using the shore-side electricity is the EC decision to cancel electrical taxes for port operators and ship-owners with Cold Ironing [14].

The first steps that should be taken in the process of the Cold Ironing implementation, are to determine critical ports and to define necessary preconditions that each port has to satisfy. The most important factor is definitely the availability of the required amount of electrical power that can be supplied to the port without interruptions and negative influences on other consumers connected to the local grid. The other two important factors, especially from the economic aspect, are the condition of the existing of harbour power supply lines, and the availability of space needed for placing the electrical substation with transformers and frequency converters.

After the existing resources are determined, a feasibility study for each critical port should be made. This study must include all relevant parties, primarily academic institutions, port operators, national electric grid operators and government institutions, both on the local and national level. What should also be considered

nje lučkog elektroenergetskog sustava i dostupnost slobodnog zemljišta za smještaj podstanica s pretvaračima frekvencije i transformatorima.

Nakon što se dobije uvid u stanje postojećih resursa, potrebno je sprovesti studiju izvedivosti za kritične luke. Ta studija trebala bi uključiti sve mjerodavne stranke, u prvom redu akademske institucije, lučke uprave, nacionalnog operatera električne mreže, te nadležne vladine institucije na lokalnoj i nacionalnoj razini. Trebalo bi također razmotriti pored direktnih troškova implementacije i tzv. posredne troškove koji nastaju zbog štete koju brodske emisije uzrokuju lokalnoj zajednici i ekosustavima na godišnjoj razini.

Direktni troškovi mogu se lako izračunati jednom kad su poznati svi gore navedeni uvjeti i obično se svode na odabir najpovoljnije ponude od strane proizvođača opreme i izvođača radova. S druge strane, posredni troškovi ovise o više čimbenika i ne mogu se odrediti bez preciznih podataka iz Registra emisija. Slična studija o utjecaju brodova za kružna putovanja na zagađenje zraka, naručena od strane Europske komisije 2009. godine [15], pokazala je da posredni troškovi mogu biti vrlo visoki, posebno za luke koje se nalaze u blizini gradskih središta i područja s razvijenim turizmom. Što su posredni troškovi veći, to je veća i ekonomska isplativost uvođenja napajanja s kopna.

Uvođenje visokonaponskih kopnenih priključaka nije jednostavan zadatak, pogotovo u lukama gdje je potrebno izvršiti značajne modifikacije postojećih resursa, stoga njegovo planiranje može predstavljati dugotrajan proces. Iz tog razloga, dio studije izvedivosti koji uključuje evaluaciju postojećih resursa i izračun posrednih troškova trebalo bi sprovesti neovisno kako bi se dobili preliminarni rezultati prije nego baza podataka o emisijama bude u funkciji. Nakon što i podaci iz te baze budu dostupni, mogu se izračunati posredni troškovi te uključiti u postojeći dio studije izvedivosti kako bi se mogla donijeti konačna odluka o ekonomskoj isplativosti takve instalacije.

Ukoliko se u određenim lukama ne bi mogla osigurati odgovarajuća elektroenergetska podrška za HVSC (engl. High Voltage Shore Connection – visokonaponski kopneni priključak) od strane pojedine države, tj. od nacionalnog distributera električne energije, trebalo bi svakako razmotriti i ostale alternativne pristu-

are both the direct implementation costs and the so called external costs which present cost to the society, or equivalent monetary value to the harm done by the ship's emissions to the local community and to the ecosystems during one year period.

Direct costs are easy to calculate when all the above mentioned conditions are determined and are usually based on the most favourable offer from the equipment manufacturers and contractors. On the other hand, external costs are depending on many factors and cannot be determined without the data collected in the Emission register. A similar study on the influence of cruise ships on air pollution, ordered by the European Commission in 2009 [15] showed that external costs can be very high, especially for ports close to the city centers and tourist areas. The higher external costs are - the implementation of Cold Ironing is more economically justified.

The implementation of Cold Ironing is not a simple task, especially in ports where the existing infrastructure requires modification and reconstruction; so its planning may be a long time process. Therefore, the part of the feasibility study which includes the evaluation of the needed resources and determination of direct implementation costs, should be done independently in order to have a preliminary results by the time the emission database will be in function. Once the results from the emission database will be available, the external costs can be calculated and included in the existing part of the feasibility study, thus enabling the final decision about the feasibility of the Cold Ironing implementation.

If, in certain ports, the national distributor of the electrical energy cannot provide power required for the Cold Ironing, alternative approaches for the production and distribution of the electrical energy in those ports should be considered. Such approaches primarily assume the use of liquefied natural gas (LNG) as a primary energy source in the so called coastal LNG power plants. In this way, the ecologically unacceptable coal and liquid fuel is replaced with a significantly more sustainable source of energy. The supply of natural gas to those ports can be ensured with coastal pipelines after the realization of the planned LNG terminals in the Adriatic Sea (Omišalj LNG – Croatia, Trieste LNG – Italy). The possibility of designing

pe proizvodnje i distribucije električne energije u takvim lukama. Takvi alternativni pristupi prije svega pretpostavljaju korištenje ukapljenog prirodnog plina (LNG) kao primarnog energenta u tzv. obalnim LNG električnim centralama. Na taj se način ekološki neprihvatljivi ugljen i tekuće gorivo zamjenjuju sa značajno prihvatljivijim energentom. Dobava prirodnog plina prema takvim lukama bi se mogla osigurati odgovarajućim dužobalnim plinovodima nakon realizacije i početka eksploatacije nekoliko LNG terminala na Jadranu koji su u planu (Omišalj, LNG – Croatia, Trieste LNG – Italy). Također bi se mogla razmotriti i mogućnost projektiranja manjih mobilnih (engl. Mobile Offshore Base, MOB) LNG terminala u takvim lukama.

5. PRIJEDLOG PROJEKTA ASAP

Projekt ASAP je u cjelini prikazan kao blok-dijagram na slici 2. Iako je uglavnom temeljen na prethodnim istraživanjima autora, projekt je otvoren za bilo kakve korisne sugestije i modifikacije u skladu s daljnjim istraživanjem autora, kao i u skladu s općim znanstvenim, stručnim ili javnim mnijenjem.

Autori predlažu i smatraju da bi projekt trebao biti proveden kroz najužu suradnju između zainteresiranih strana i njihovog integriranog upravljanja priobalnim područjem uz potporu Europske unije (unutar koje već postoje razvijeni sustavi i metodologije) uvažavajući činjenicu da je nacionalna strategija svake zainteresirane zemlje usmjerena prema pridruživanju.

Nekoliko je ključnih koraka koje treba pratiti:

- Priprema nacionalnih inventara (skladišta) emisija koji trebaju rezultirati Registrom brodskih emisija;
- Priprema informacijskog sustava za motrenje i procjenu brodskih emisija temeljenu na dinamičkoj analizi i matematičkim modelima;
- Prepoznavanje potrebe za IMO zaštitom područja i zahtijevanje takve zaštite (postoji nekoliko objavljenih znanstvenih studija na tu temu) [16], [17];
- Priprema rješenja: obalnih, odobalnih, naknade za onečišćenje okoliša.

Autori predlažu da se odobalna rješenja realiziraju uspostavom tzv. ECA područja, tj. po-

smaller mobile LNG terminals (Mobile Offshore Base, MOB) in these terminals can be considered as well.

5. PROPOSING THE ASAP PROJECT

The whole of the ASAP Project is summarized in the schematic diagram in Figure 2 based on the preliminary findings of authors' researches, but it is open for suggestions and modifications in accordance with the authors' further research results as well to scientific, expert or public opinions.

The authors are suggesting that the project shall be accomplished through the closest cooperation between the interested parties and their Integrated Coastal Zone Management supported by the European Community (that has already developed systems and methodologies) and knowing the facts that each national strategy of the states concerned is directed towards association.

There are several steps that have to be followed:

- Preparing the national emission inventories that have to result with the Ship Emission register;
- Preparing the Information System for the monitoring and evaluation of the ship emissions based on the dynamic analysis and mathematical models;
- Recognizing the need for the IMO protection of the Area and requesting such protection (there are several scientific researches done regarding that issue) [16], [17];
- Preparing the solutions: shore-based, sea-based, environmental taxes.

The authors are proposing that the sea-based solutions can be accomplished through establishing the ECA (in accordance with the IMO requirements and MARPOL 73/78 – Annex VI regulations).

The national emission inventories and the Ship Emission register, beside their use as the input data for the information system, will be the basis for calculating the external costs caused by pollutant coming from the ship emissions.

družja nadzirane emisije (u skladu s IMO zahtjevima i MARPOL 73/78 – Prilog VI odredbama).

Nacionalni inventari (skladišta) emisija i Registar brodskih emisija, osim njihove uporabe kao ulaznih podataka za informacijski sustav, bili bi osnova za izračun eksternih (posrednih) troškova uzrokovanih onečišćivačima iz brodskih emisija.

Jednom utemeljeni, kontinuirani nadzor kroz 'Informacijski sustav nadzora emisija' (engl. Emission Monitoring Information System – EMIS) ponudit će najtočnije skupine podataka s obzirom na onečišćivače iz brodskih emisija kao i modifikaciju u postavljanju emisijskih limita omogućujući predikciju i daljnji razvoj predloženih mjera (ukoliko bude potrebno).

Trebalo bi uvesti 'okolišne naknade' za brodove koji nisu usklađeni sa zakonodavstvom.

S obzirom na predložena obalna rješenja, nekoliko je aspekata koje treba uzeti u obzir:

- Utjecaj na ljudsko zdravlje i okoliš;
- Utjecaj na gospodarstvo (brodarstvo, kružna putovanja, turizam, itd.);
- Utjecaj na lokalni društveni i tehnološki razvoj.

U skladu s IMO i EC regulativom, od brodova na privezu u lukama Europske unije zahtijeva se uporaba goriva sa smanjenim sadržajem sumpora (0.1% od 1. 1. 2010.) čija je cijena znatno viša od uobičajenog ostatnog goriva (sadržaj sumpora u HFO gorivu bit će globalno limitiran na 3.5% od 1. 1. 2012.).

Rješenje koje može uravnotežiti ove novonastale troškove za brodare, te koristiti lokalnoj zajednici, jest omogućavanje viskonaponskih kopnenih priključaka za brodove na privezu u lukama. Uzimajući u obzir da električna energija proizvedena na brodovima znači više troškove od bilo koje dobavljane s kopna, za pretpostaviti je da bi takvo postrojenje trebalo biti dobrodošlo za brodare, a ujedno nudi dobrobit za zdravlje i okoliš kao i za lokalnu zajednicu kroz dodatni prihod. Problem s viskonaponskim kopnenim priključcima postoji na starijim brodovima koji obično nemaju priključak za kopno na brodu dovoljne snage za opskrbu svih dnevnih potreba (na velikim putničkim brodovima za kružna putovanja to može biti i do 15

Ones established, a continuous monitoring through the Emission Monitoring Information System (EMIS) will offer the most accurate set of data regarding air pollutants coming from the ship emissions as well as modifications in setting emission limits allowing predictions and further development of the proposed measures (if found necessary).

Environmental taxes should be enforced considering ships that do not comply with legislation.

Regarding the shore-based solutions, there are several aspects needed to be considered:

- The effect on the human health and environment;
- The impact on the shipping/cruising/tourist industry;
- The effect on the local social and technological development.

In accordance with the IMO and EC regulations, the ships berthed at the EC ports are requested to use fuel oil with decreased levels of sulphur content (0.1% as from 1st January 2010) which price is high above the common HFO (the sulphur content in the HFO will be limited globally on 3.5% from 1st January 2012).

The solution that can balance such developed costs for the shipowners and benefits for the local community is by allowing 'high voltage shore connections' (*cold ironing*) for the vessels at berth in ports. Knowing that the electrical power produced on board implies higher costs than any shore connections supply, it is to be assumed that such facility should be welcomed from the shipowner and, in the same time, offers the benefit for the health and environmental effects and for the local communities through an extra income. The problem with the cold ironing exists on board older vessels that usually do not have shore connections on board designed large enough to supply all of their daily power consumption (on the large cruisers it can be up to 15 MVA), but some of the shipowners have recognized the problem searching for modifications on the existing vessels electrical grid and building new vessels that have that possibility right from the shipyard.

The local communities have to search for such new environmentally friendly and energy efficient ships for their future allowing them shore connections they request. To perform

MVA), no neki brodovlasnici su prepoznali taj problem tražeći mogućnosti modifikacije na električnoj mreži postojećih brodova, te konstrukcijom novih brodova koji tu mogućnost imaju odmah po napuštanju brodogradilišta.

Lokalne zajednice trebaju tražiti takve nove ekološki prihvatljive i energetske učinkovite brodove za njihovu budućnost omogućujući im kopnene priključke koje zahtijevaju. Da bi to postigle, mnoge luke će morati rekonstruirati svoje priveze, no lokalne električne mreže u nekim slučajevima nemaju električne stanice (centrale) dovoljno velike za takvu proizvodnju. Na osnovi nekoliko projekata LNG terminala na Jadranskom moru koji su u tijeku (Trst – Italija, Omišalj – Hrvatska) i sjevernoeuropskog infrastrukturnog LNG projekta, LNG je razvidan kao buduće ekološki najprihvatljivije gorivo. Stoga, izgleda da je dobra prilika izgraditi odgovarajuće LNG terminale uzduž područja i udaljene električne stanice s LNG-jem kao gorivom, te organizirati distribuciju za njihova lokalna skladišta. Takve električne stanice mogle bi se koristiti pri visokom zahtjevu opterećenja s brodova na vezu ili dobavljati električnu energiju u lokalnu mrežu ako je potrebno.

Projekt bi trebao uključiti tri vrste učesnika:

- Operacijska tijela (glavni partner sa suradnicima koji rade na problematici onečišćenja i procesu prevencije i nadzora);
- Institucionalna tijela, javni/državni subjekti s dužnostima / ovlastima obrane teritorija (npr. regije, ili obalna straža) ili sa zadatkom uvođenja /promocije međunarodnih protokola (npr. ministarstva)
- Subjekti s potrebnim znanjem za podršku u fazi analize, studije protokola, specifikaciji tehnoloških zahtjeva, raspodjeli i kapitalizaciji (sveučilišta – fakulteti, istraživački centri).

Očigledno, takav projekt zahtijeva velike investicije i treba podršku i pažljivu strategiju za realizaciju, ali koristi koje nudi predstavljaju izazov.

6. ZAKLJUČAK

Predloženi koncept ASAP projekta temeljen je na preliminarnim rezultatima istraživanja autora usmjerenim prema sprječavanju onečišćenja zraka iz brodskih emisija, pri čemu su bili

this, many of the ports have to reconstruct their berths, but the local electrical grids in some cases do not have the power stations large enough for such production. Based on few on-going LNG terminal projects on the Adriatic Sea Area (Trieste – Italy, Omišalj – Croatia) and on the North European LNG Infrastructure Project, the LNG has been seen as a future environmentally more friendly fuel. So, it seems as a good opportunity to built appropriate LNG terminals throughout the Area, arrange the remote electrical power stations with LNG as a fuel and organize distributions for their local stocks. Such power stations can be engaged on the high loads request from the vessels at berth or deliver the power to the local grid if necessary.

The project should involve three types of partners:

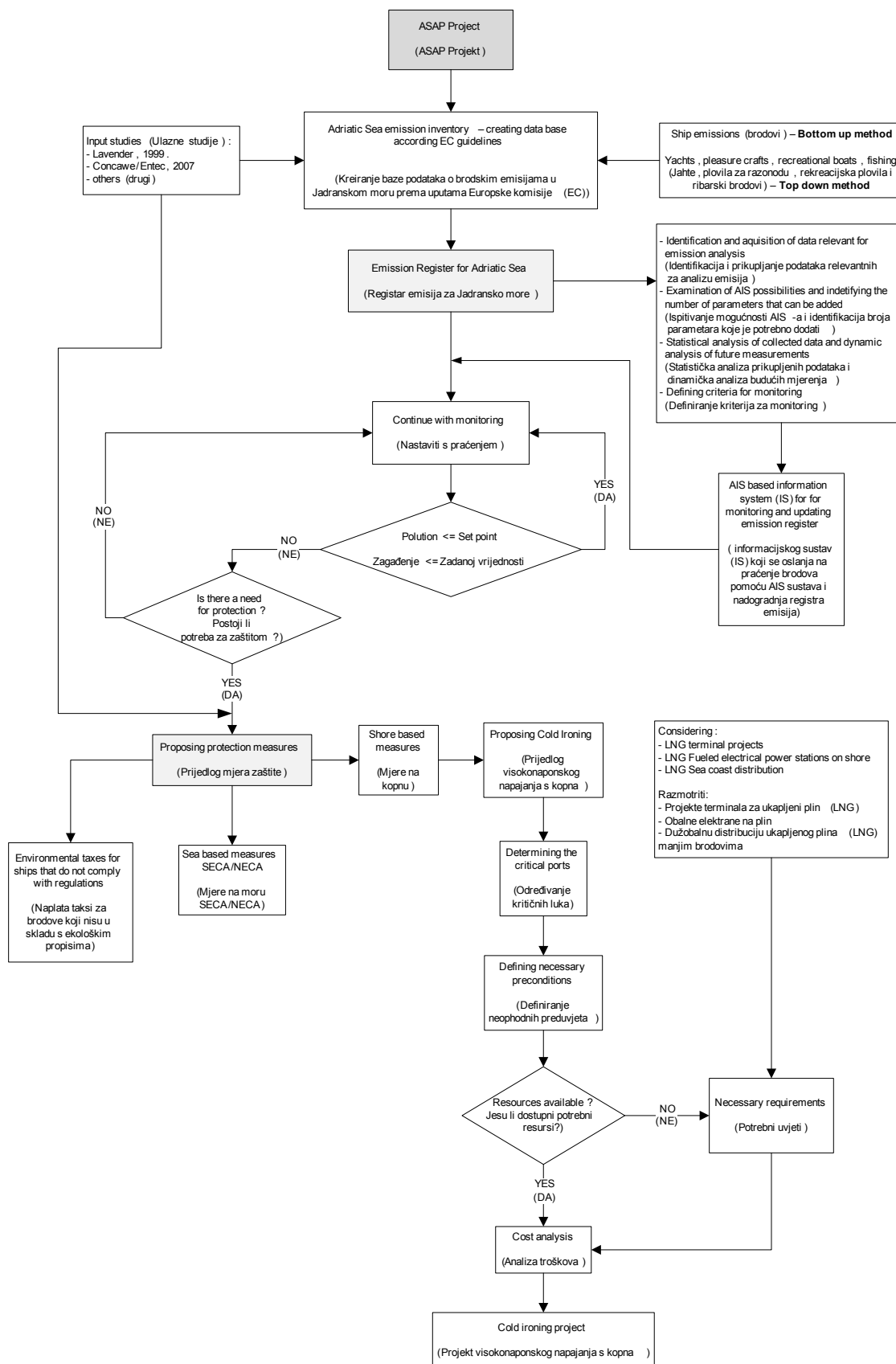
- operational bodies (the lead partner and associates who work on pollution problems in the process of prevention and monitoring);
- institutional bodies, public entities with duties / powers in the defence of the territory (i.e. regions or Coastguard) or with the task of implementation / promotion of international protocols (i.e. Ministries);
- subjects with skills to support the phases of analysis, study protocols, specification of technological requirements, distribution and capitalization (i.e. universities and research centres).

Obviously, such project requires huge investment and needs support and careful strategy to be accomplished, but the benefits offered are challenging.

6. CONCLUSION

The proposed concept of the ASAP Project is based on the preliminary results obtained in the authors' research focused on the prevention of air pollution coming from the ship emission where they have been faced with two opposite requirements that were needed to be balanced: the growth in shipping of health and environmental concerns on the Adriatic Sea.

Knowing the fact that growth in shipping has a huge influence on the development of local communities and recognizing the effects of en-



Slika 2. Shematski dijagram projekta ASAP
Figure 2 Schematic diagram of the ASAP Project

Izvor / Source: authors/autori

suočeni s dva suprotna zahtjeva koja je trebalo uravnotežiti: rast pomorskog prijevoza i brigu za zdravlje i okoliš na Jadranskom moru.

Poznavajući činjenicu da rast pomorskog prijevoza ima ogroman utjecaj na razvoj lokalnih zajednica i prepoznajući učinke 'okolišnog zakonodavstva' na brodarske kompanije, jednako kao i razumijevanje javne brige za zdravlje i okoliš kao i brodske potrebe, autori su razvili koncept projekta koji bi trebao biti u mogućnosti uravnotežiti koristi za sve zainteresirane stranke.

Projekt zahtijeva pažljivo planiranje i podršku od strane Europske unije gdje već postoje razvijene metode, ali također i visoku razinu suradnje među zainteresiranim strankama. Prema dostupnim pokazateljima, u fazi pripreme nacionalnog inventara (skladišta) emisija i Registra emisija ne očekuju se visoki troškovi, ali uvođenje visokonaponskih kopnenih priključaka i LNG opskrbeni koncept su izazovni i zahtijevaju dobro definiranu financijsku podršku.

Tehničke zahtjeve i troškove opreme za uvođenje visokonaponskih kopnenih priključaka potrebno je odrediti u okviru nezavisne studije za svaku pojedinačnu luku, čiji rezultati se potom mogu uključiti u ASAP projekt.

Autori su svjesni značaja projekta kao i njegovog javnog priopćavanja, a usmjereni su na daljnje istraživanje sadržaja i razvoj detaljnih struktura.

environmental legislation on the shipping companies, as well as, understanding public health and environmental concerns and the ships' on-board needs, the authors have developed the project concept that shall be able to balance benefits for the stakeholders concerned.

The Project requires a careful strategy and the support from the European Community that has already developed the methods, but also a high level of collaboration between the interested parties. According to preliminary findings, at the stage of preparing emission inventories and the Emission register, there are no huge investments expected, but introducing the cold ironing and the LNG supply concept are challenging and a well defined financial support shall be needed. Technical requirements and the equipment cost of the Cold Ironing implementation should be determined with independent studies for each particular port, results of which can be later included in the ASAP project.

The authors are aware of the importance of the project, and of its public communication and they are focused on the further research on these subjects and on developing the detailed structures.

LITERATURA / REFERENCES

- [1] IMO / Lavender, K.A., *Marine Exhaust Emissions Quantification Study – Mediterranean Sea*, EC Report Nr. 99/EE/7044, 1999.
- [2] CONCAWE/ Entec UK Ltd., *Ship Emissions Inventory – Mediterranean Sea – Final Report*, London, 2007.
- [3] EMEP/EEA, Trozzi, C. and De Lauretis, *Air pollutant emission inventory guidebook 2009 - Technical guidance to prepare national emission inventories*; EEA Technical report No. 9/2009, Copenhagen, 2009., updated 2011.
- [4] EPA, Energy and Environmental Analysis Inc., *Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data*, EPA420-R-00-002, 2000.
- [5] Entec UK Limited, *Quantification of Emissions from Ships Associated with Ship Movements between Ports in the European Community*, prepared for the European Commission, 2002.
- [6] Trozzi, C. and Vaccaro, R., *Update of Emission Estimate Methodology for Maritime Navigation*, Techne srl. and Aristotle University of Thessaloniki (AUTH), ETC.EF.09(2) DD - Ed.1 Rev.1 September 2010.
- [7] Cooper, D., *Representative emission factors for use in “Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community”*, Final report (ENV.C.1/ETU/2001/0090), IVL/ Entec, Göteborg, 2002.
- [8] Psaraftis, H. and Kontovas, C., *CO2 Emission Statistics for the World Commercial Fleet*, WMU Journal of Maritime Affairs, Vol. 8 (2009), No.1, 1–25., 2009.
- [9] ERG / Jalkanen, J.-P., Brink, A., Kalli, J., Pettersson, H., Kukkonen, J. and Stipa, T., *A modelling system for the exhaust emissions of marine traffic and its application in the Baltic Sea area*, Atmos. Chem. Phys. Discuss., 9, 15339–15373, 2009.
- [10] ERG / Perez, H., M., Chang, R. and Billings, R., *Automatic Identification Systems (AIS) Data Use in Marine Vessel Emission Estimation*, 2010. On line at: <http://www.epa.gov/ttnchie1/conference/ei18/session6/perez.pdf>, November 2011
- [11] Cuculic, A., Vucetic, D., Tomas, V., *High Voltage Shore Connection*, 53rd International Symposium ELMAR, Zadar, Croatia, September 2011
- [12] Wilske, A., *Examining Comercial Viability of Cold Ironing*, 2010; On line at: http://www.portgot.se/prod/hammen/ghab/dalis2b.nsf/vyFilArkiv/Wilske_0911.pdf, November 2011
- [13] World Bunker Price Index; On line at: <http://www.bunkerindex.com/prices/indices.php>, November 2011
- [14] *European Union Commission recommendation of 8 May 2006 on the promotion of shore side electricity for use by ships at berth in Community ports*, Official Journal of the European Union L125, pp. 38-42, May 2006
- [15] Policy Research Corporation: *Tourist facilities in ports Growth opportunities for the European maritime Economy: economic and environmentally sustainable development of tourist facilities in ports*, 2009
- [16] Zec, D. and Komadina, P., 1996, “The Adriatic Sea – A Particularly Sensitive Area”, *Trasporti Europei*, 3, 42-46.
- [17] Vidas, D., *Particularly sensitive sea areas: the need for regional cooperation in the Adriatic Sea*, The Fridtjof Nansen Institute, Oslo, Norway, 2006.

