

# INDIKATORI ENERGETSKE UČINKOVITOSTI ENERGY EFFICIENCY INDICATORS

Helena Božić – Branko Vuk – Dino Novosel, Zagreb, Hrvatska

U radu su opisani indikatori energetske učinkovitosti i indeksi poboljšanja energetske učinkovitosti prema vrsti i namjeni. Namjena indikatora i indeksa je praćenje i uspoređivanje trendova energetske učinkovitosti u zemljama EU-27, Norveškoj i Hrvatskoj, stoga su posebno prikazani trendovi u Hrvatskoj za svaki od sektora potrošnje energije.

This paper describes energy efficiency indicators and indices of energy efficiency improvements according to type and use. The purpose of indicators and indices is the monitoring and comparing of energy efficiency trends in the EU-27 countries, Norway and the Republic of Croatia, therefore the trends in Croatia have been specially presented for each of the energy consumption sectors.

**Ključne riječi: energetska učinkovitost; indeks; indikator**  
**Keywords: energy efficiency; index; indicator**



## 1 UVOD

Indikatori energetske učinkovitosti od velike su važnosti za ciljeve energetske politike i politike okoliša. Sadašnja provedba politike u zemljama članicama Europske unije (EU), obveze povezane s klimatskim promjenama, nadziranje bijele knjige Komisije za energetske učinkovitosti i nadziranje politike kogeneracije zahtijevaju sve bolje razumijevanje razlika sektora potrošnje država članica EU, njihovih energetskih sustava i mogućnosti za napredovanje.

Svrha energetskih indikatora je praćenje i usporedba energetske učinkovitosti i političkih trendova u zemljama EU-27 uključujući Norvešku i Hrvatsku. Ne mjere se indikatorima iz analitičke perspektive samo učinci mjera politike energetske učinkovitosti (npr. propisi, ekonomski i fiskalni poticaji, informacije), nego i razni drugi faktori, kao što su utjecaj cijena energije, utjecaj drugih smjernica koje mogu neizravno pridonijeti porastu potražnje za energijom i utjecaj nezavisnog tehničkog napretka. Sintetsko nadziranje smjernica energetske učinkovitosti i njihovih utjecaja, pruža dodatne informacije o najučinkovitijim smjernicama u različitim sektorima potražnje.

Pokazatelji energetske učinkovitosti razmatraju se za sektor neposredne potrošnje energije (u sklopu kojeg se promatraju kućanstva, uslužni sektor i zgradarstvo, poljoprivreda, industrija i promet). Kao pokazatelji, osim neposredne potrošnje energije i bruto dodane vrijednosti (BDV) kao značajki rasta pojedine grupe potrošnje energije, promatraju se i indeks poboljšanja energetske učinkovitosti ODEX, indeks energetske intenzivnosti, odnos primarne i finalne energetske intenzivnosti te strukturni makroekonomski utjecaj na energetske intenzivnosti.

## 2 INDIKATORI ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

Indikatori energetske učinkovitosti imaju nekoliko ciljeva [1]:

- nadzor ciljeva postavljenih na nacionalnim i međunarodnim razinama u energetske učinkovitosti i programima smanjenja CO<sub>2</sub>,
- procjena smjernica i programa energetske učinkovitosti. Ministarstva, agencije za energiju ili organizacije zadužene za provedbu programa energetske učinkovitosti moraju osigurati redovne procjene da bi opravdale svoj rad i velike količine proračunskog novca koji je utrošen za potporu tim programima ili za rad agencija energetske učinkovitosti,

## 1 INTRODUCTION

Energy efficiency indicators are of great importance for the energy and environment policy objectives. Current policy implementation in the EU member states, the climate change commitments, the monitoring of the white paper of the Commission on energy efficiency and the monitoring of the policy on cogeneration all require better understanding of the differences across the EU member states consumption sectors, their energy systems and their potential improvements.

The purpose of the energy indicators is to monitor and compare energy efficiency and policy trends in the EU-27 including Norway and Croatia. Not only the effect of energy efficiency policy measures are measured (e.g. regulations, economic and fiscal incentives, information) from a top-down perspective using indicators, but also various other factors such as the impact of energy prices, the influence of other policies which may contribute indirectly to increasing energy demand and the influence of autonomous technical progress. The bottom-up monitoring of energy efficiency policies and their impacts provides additional information on the most efficient policies in different demand sectors.

Energy efficiency indicators are considered for the direct energy consumption sector (within the scope of which households, the service sector and building construction, agriculture, industry and transport are monitored). As indicators, apart from direct energy consumption and Gross Value Added (GVA) as properties of growth of an individual energy consumption group, the index of energy efficiency progress ODEX, the index of energy intensities, the primary and final energy intensity ratio, and the structural macro-economic influence on energy intensity are also monitored.

## 2 ENERGY EFFICIENCY INDICATORS

Energy efficiency indicators have several objectives [1]:

- monitoring of the targets set at the national and international levels in energy efficiency and CO<sub>2</sub> abatement programmes,
- evaluation of the energy efficiency policy and programmes. Ministries, energy agencies or organisations in charge of the implementation of energy efficiency programmes need to provide regular evaluations to justify their action and the large amounts of public money that have been spent to support these programmes or to operate the energy efficiency agencies,

- planiranje budućih radnji, uključujući programe istraživanja i razvoja,
- udovoljavanje modelima prognoze energetske potražnje i poboljšanje kvalitete prognoza; tehničko-ekonomski modeli, koje karakterizira visoka razina desegregacije (krajnje uporabe), koriste indikatore energetske učinkovitosti da bi razjasnili buduće promjene energetske učinkovitosti,
- međudržavne usporedbe, ključno pitanje povezano s međunarodnim pregovorima o klimatskim promjenama.
- planning of future actions, including R&D programmes,
- feeding the energy demand, forecasting models and improving the quality of forecasts; techno-economic models, that are characterised by a high level of desegregation (end-uses), make use of energy efficiency indicators to account for future changes in energy efficiency,
- cross-country comparisons, a crucial question in connection with international negotiations on climate change.

Indikatori energetske učinkovitosti podijeljeni su po makro-indikatorima, definiranim na razini gospodarstva kao cjeline, na razini sektora ili pod-sektora (industrijski proces, način transporta ili krajnja uporaba u sektoru kućanstva).

Uzimaju se u obzir tri vrste indikatora sukladno njihovoj ulozi:

- indikatori koji prate trendove energetske učinkovitosti i smanjenja CO<sub>2</sub> po državi: indikatori opisa i objašnjenja,
- indikatori koji uspoređuju razine obavljanja energetske učinkovitosti države s drugim državama,
- indikatori difuzije koji mjere difuziju (tj. prodiranje na tržište) učinkovitih tehnologija i praksi.

## 2.1 Indikatori koji prate trendove energetske učinkovitosti

Smatra se da četiri vrste indikatora prate trendove energetske učinkovitosti:

- intenziteti energije/ugljika, povezuju potrošnju energije [mjerenu u jedinicama energije: tona ekvivalentne nafte (ten), džul ...], ili emisije CO<sub>2</sub> s indikatorom aktivnosti mjerenim u novčanim jedinicama (bruto domaći proizvod, dodana vrijednost ...),
- tehničko-ekonomski omjeri ili jedinična potrošnja/jedinična emisija CO<sub>2</sub>, koji povezuju potrošnju energije ili emisiju CO<sub>2</sub> s indikatorom aktivnosti mjerenim fizičkim mjerilima: (ℓ/100 km za automobile, ten po toni cementa, kWh po hladnjaku, ekvivalent dizela po m<sup>2</sup> prostora za grijanje u stanu itd.),
- indeks napretka energetske učinkovitosti, zvan ODEX, definiran na razini sektora (industrije, transporta, kućanstava) ili čitavog gospodarstva (svi krajnji potrošači). Indeks se dobiva zbrajanjem promjena jedinične potrošnje na detaljnim razinama, pod-sektorskom ili krajnjom potrošnjom, praćenim tijekom određenog razdoblja. Varijacije jedinične potrošnje mjere se indeksom, što

Energy efficiency indicators are divided on macro-indicators, defined at the level of the economy as a whole, of a sector, or a sub-sector (industrial process, mode of transport, or end-use in the household sector).

Three types of indicators are considered according to their role:

- Indicators to monitor trends in energy efficiency and CO<sub>2</sub> abatement by country: descriptive and explanatory indicators,
- Indicators to compare the energy efficiency performance level of a country with other countries,
- Diffusion indicators to measure the diffusion (i.e. the market penetration) of efficient technologies and practices.

## 2.1 Indicators to monitor energy efficiency trends

Four types of indicators are considered to monitor energy efficiency trends:

- energy/carbon intensities, relating an energy consumption [measured in energy units: the tonn of oil equivalent (toe), Joule ...], or CO<sub>2</sub> emissions to an indicator of activity measured in monetary units (Gross Domestic Product, value added ...),
- techno-economic ratios or unit consumption/unit CO<sub>2</sub> emission, relating energy consumption or CO<sub>2</sub> emission to an indicator of activity measured in physical terms: (ℓ/100 km for car, toe per ton of cement, kWh per refrigerator, goe per m<sup>2</sup> for space heating in dwelling etc.),
- index of energy efficiency progress, called ODEX, defined at the level of sectors (industry, transport, households) or of the whole economy (all final consumers). This index is obtained by aggregating the unit consumption changes at detailed levels, by sub-sector or end-use, observed over a given period. The unit consumption variations are measured in terms of index, which enable the use of various units for the detailed indicator (kWh/appliance, toe/m<sup>2</sup> ...). Using relevant physical parameters, the ODEX

omogućuje korištenje raznih jedinica za detaljni indikator (kWh/aparatu, ton/m<sup>2</sup>, ...). Korištenjem odgovarajućih fizičkih parametara, ODEX indikator daje dobru procjenu napretka energetske učinkovitosti s gledišta političke procjene. ODEX je alternativa skupnim monetarnim energetske učinkovitosti za praćenje trendova energetske učinkovitosti po sektorima, jer intenziteti uključuju mnoge faktore koji nisu izravno povezani s energetske učinkovitosti. Na sličan se način može izračunati indeks CO<sub>2</sub>,

- uštede energije/ CO<sub>2</sub> koje izražavaju varijacije ODEX-a, u kategorijama količine uštede energije (Mten) ili uštede CO<sub>2</sub> (Mt), u usporedbi sa situacijom bez napretka energetske učinkovitosti.

Ovi se indikatori mogu skupiti u 3 grupe, sukladno njihovoj razini kompleksnosti i mogućnosti objašnjenja praćenih trendova:

- naslovni/opisni indikatori koji većinom opisuju ukupne trendove energetske učinkovitosti s makro-ekonomskog gledišta; ti opisni indikatori izračunavaju se iz redovnih službenih ekonomskih i energetske statistika, kao izravan omjer potrošnje energije i makro-ekonomske varijable,
- indikatori objašnjenja/problema koji idu u veće detalje (krajnja uporaba, način transporta) i kojima je cilj objasniti trendove zabilježene u naslovnim indikatorima; takvi indikatori problema mogu se oslanjati na redovne statistike, ali se također mogu i procijeniti ili poticati iz anketa; obično uključuju izračunske procedure koristeći standardnu metodologiju (izračunati omjeri). Intenziteti postojećih struktura, ODEX ili uštede energije su indikatori objašnjenja.

## 2.2 Indikatori usporedbe

Predložene su dvije vrste indikatora za usporedbu energetske performansi među zemljama:

- prilagođeni indikatori, prilagođeni su za strukturalne razlike među zemljama da bi omogućili preciznije usporedbe među njima; prilagodbe rade ispravke za razlike u ekonomskim (opća cjenovna razina, ekonomska i industrijska struktura), zemljopisnim ili klimatskim situacijama zemalja. Prosjek EU se obično uzima kao mjerilo za prilagodbe. Prilagodba na istu cjenovnu razinu izrađuje se koristeći paritete kupovne moći (pkm). Da bi imala značaj, usporedba bi se trebala izraditi na temelju posljednje dostupne godine i s važećim paritetima kupovne moći ili s konstantnim paritetima, s recentnom temeljnom godinom (npr. pkm 2000.),

indicator provides a good proxy of the energy efficiency progress from a policy evaluation viewpoint. ODEX is an alternative to the aggregate monetary energy intensities to monitor energy efficiency trends by sector, as intensities include many factors that are not directly linked to energy efficiency. In a similar way, a CO<sub>2</sub> index can be calculated,

- energy/ CO<sub>2</sub> savings, expressing the variations of the ODEX, in terms of amount of energy saved (in Mtoe) or CO<sub>2</sub> saved (in Mt), in comparison to a situation without energy efficiency progress.

These indicators can be gathered in 3 groups, according to their level of complexity and their capacity to explain the trends observed:

- headline/ descriptive indicators that mainly describe overall energy efficiency trends, from a macro-economic point of view; these descriptive indicators are calculated from usual official economic and energy statistics, as a direct ratio between an energy consumption and a macro-economic variable,
- explanatory/issue indicators, that go into more details (end-use, mode of transport) and aims at explaining trends observed for the headline indicators; such issue indicators may rely on usual statistics but also may be estimated or derived from surveys; they usually imply some calculation procedures using a conventional methodology (calculated ratios). Intensities at constant structure, ODEX or energy savings are explanatory indicators.

## 2.2 Comparison indicators

Two types of indicators are proposed to compare energy performances across countries:

- adjusted indicators, that are adjusted for structural differences between countries to enable more accurate cross-country comparisons; the adjustments correct for differences in the countries' economic (general price level, economic and industry structure), geographic or climatic situations. The EU average is usually taken as the reference for the adjustments. The adjustment to the same price level is done by using power purchasing parities. To be meaningful, the comparison should be made on the most recent year available and at current purchasing power parities (ppp) or at constant power parities, with a recent base year (e.g. at 2000 ppp),
- benchmark or target indicators that indicate for a given country the gap between the actual values of some indicators and benchmark/target

- kriterijski ili ciljni indikatori, koji pokazuju razliku između stvarnih vrijednosti nekih indikatora i polazišnih/ciljnih vrijednosti za određenu zemlju. Izračunavaju se za svaku zemlju s njenim karakteristikama i energetske performansama ciljnih zemalja (npr. najbolje performanse EU) ili kriterijskim vrijednostima. Razlika između zabilježene vrijednosti nekog indikatora i ciljne/kriterijske vrijednosti može pokazati ostvarivi potencijal za poboljšanje energetske učinkovitosti.

### 2.3 Indikatori difuzije

Svrha ovih indikatora je dopuna postojećih indikatora energetske učinkovitosti. Njih je, u osnovi, lakše pratiti i češće se ažuriraju od indikatora energetske učinkovitosti koji ovise o dostupnosti podataka o krajnjoj potrošnji.

Razmatrane su tri vrste indikatora:

- prodor učinkovitih tehnologija na tržište: broj prodanih učinkovitih žarulja, % oznake A u novim prodajama električnih uređaja, ...
- difuzija/širenje energetske učinkovitih običaja, % putnika u javnom prijevozu i putnika na ne-motornim sredstvima; % prometa roba željeznicom i kombinirani željezničko-cestovni promet; % učinkovitih procesa u industriji, ...
- prodor na tržište obnovljivih za krajnju uporabu (broj solarnih grijača za vodu, % grijača bojlera na drva, ...).

Ti indikatori će biti korišteni za dopunu procjene sektorskih trendova energetske učinkovitosti.

Trendovi energetske učinkovitosti i utjecaj političkih mjera u EU-27, uključujući Norvešku i Hrvatsku, ovise o dva sljedeća alata [2]:

- ODYSSEE bazi podataka o indikatorima energetske učinkovitosti, koja je u međuvremenu postala mjerilo za procjenu i praćenje godišnjih performansi energetske učinkovitosti i emisija CO<sub>2</sub> povezanih s energijom za EU kao cjelinu, te za Norvešku i Hrvatsku,
- MURE alatu, koji kombinira bazu podataka o važnim mjerama energetske učinkovitosti primijenjenim u zemljama EU i na razini EU sa simulacijskim alatom za procjenu utjecaja RUE mjera.

Komisija je oba alata koristila za pripremu Direktiva (MURE je, na primjer, pružio važne podatke za Direktivu o energetske performansama zgrada) i Akcijskog plana za energetske učinkovitost, te se od njih očekuje da pridonese praćenju novijih Direktiva, kao što je Direktiva o energetske uslugama.

get values. They are calculated for each country with the countries characteristics and the energy performance of target countries (e.g. the best EU performance) or benchmark values. The gap between the observed value for a given indicator and the target/ benchmark value can show a feasible potential of energy efficiency improvement.

### 2.3 Diffusion indicators

These indicators aim at complementing the existing energy efficiency indicators. They are, in principle, easier to monitor and more rapidly updated than energy efficiency indicators that depend on the availability of data on end-use consumption.

Three types of indicators are considered:

- market penetration of efficient technologies: number of efficient lamps sold, % of label A in new sales of electrical appliance ...
- diffusion of energy efficient practices, % of passenger transport by public modes, by non motorised modes; % of transport of goods by rail by combined rail-road transport, % of efficient process in industry, ...
- market penetration of end-use renewable (number of solar water heaters, % of wood boilers for heating ...).

These indicators will then be used to complement the evaluation of the sectoral trends in energy efficiency.

The trends in energy efficiency that impact policy measures in EU-27 including Norway and Croatia rely on the following two tools [2]:

- The ODYSSEE database on energy efficiency indicators, which has since become a reference for the evaluation and monitoring of annual energy efficiency performances and energy-related CO<sub>2</sub> emissions for the EU as a whole, and for Norway and Croatia,
- The MURE tool, which combines a database on important energy efficiency measures implemented in the EU countries and at the EU level with a simulation tool to evaluate the impact of RUE measures.

Both tools have been used by the Commission to prepare Directives (MURE for example provided important input to the Directive on the energy performance of buildings) and the Energy Efficiency Action Plan or are expected to contribute to the monitoring of recent Directives such as the Energy Service Directive.

Indeksi energetske učinkovitosti (ODEX indikatori) su najnovija vrsta indikatora uvedenih u ODYSSEE i vrlo su inovativne prirode u usporedbi sa sličnim indeksima. Grupiraju trendove iz različitih jedinica potrošnje po pod-sektoru ili krajnjoj uporabi u jedan indeks po sektoru, temeljeno na težini svakog pod-sektora/krajnje uporabe u ukupnoj potrošnji energije sektora. Ti su indeksi alternativa energetskim intenzitetima korištenim za procjenu promjena energetske učinkovitosti na razini sektora ili na razini čitave države, jer ih se ispravlja za razne utjecaje nepovezane s energetsom učinkovitošću, kao što su klimatske fluktuacije, promjene u ekonomskim i industrijskim strukturama, promjene načina života (povećanje stambenog prostora, posjedovanje uređaja). Lako ih se može izraziti kao količine uštedene energije (npr. **Mten** ili **PJ** ušteda/godina).

Indikatori poput onih razvijenih u ODYSSEE bazi podataka sada se koriste kao mjerila, na razini država i na međunarodnoj razini, jer omogućavaju usklađeno praćenje trendova energetske učinkovitosti među zemljama. Nekoliko međunarodnih organizacija, a posebice Europska komisija, sve ih češće koriste kao mjerilo:

- Glavna uprava za transport i energiju: Komisija je izričito spomenula ODEX indikatore u Direktivi o energetskim uslugama da bi pridonijela praćenju direktive s analitičkim pristupom. PET (Promatračnica energetskog tržišta) baza podataka uključuje oko 20 indikatora iz ODYSSEE,
- Glavna uprava za okoliš također je uzela u obzir iskustva stečena s ODYSSEE indikatorima kada je dizajnirala vlastite indikatore za praćenje stakleničkih plinova, te razmišlja o korištenju nekih ODYSSEE podataka i indikatora za praćenje dokazivog napretka u smanjenju stakleničkih plinova unutar svoje radne skupine za klimatske promjene,
- EUROSTAT (Statistički ured Europske unije – The Statistical Office of the European Communities) se također osvrnuo na ODYSSEE indikatore kada je osmišljavao vlastitu listu prioritetnih indikatora, te između EUROSTAT-a i ODYSSEE teče redovna suradnja u obliku razmjene podataka i usklađenih metodologija. Ta suradnja će još ojačati tijekom ESD praćenja,
- EAO (Europska agencija za okoliš): TERM izvješće svake godine koristi set podataka i indikatora preuzetih iz ODYSSEE baze podataka; EAO je također koristila i TERM promatrače, indikatore koji prate integracije u prometu i okolišu Europske unije,
- ODYSSEE indikatori će pripremiti četvrto paneuropsko izvješće procjene okoliša, kao dio procesa Okoliš za Europu unutar okvira Europske komisije Ujedinjenih naroda za Europu,

Energy efficiency indices (ODEX indicators) are the most recent type of indicator to be introduced into ODYSSEE and are quite innovative in nature compared to similar indices. They aggregate trends in the different unit consumptions by sub-sector or end-use into one index by sector based on the weight of each sub-sector/end-use in the total energy consumption of the sector. These indices are an alternative to the energy intensities usually used to assess energy efficiency changes at the sectoral level or at the level of the whole country because they are corrected for various influences that are not linked to energy efficiency, such as climate fluctuations, changes in economic and industry structures, lifestyle changes (increase in dwelling size, appliance ownership). They can easily be expressed as amounts of energy savings (e.g. **Mtoe** or **PJ** saved/year).

Indicators such as those developed in the ODYSSEE database are now used as a reference, both at the level of countries and at the international level, as they make it possible to monitor trends in energy efficiency in a harmonised way among countries. In particular they are increasingly used as a reference by the European Commission as well as by several international organisations:

- DG-TREN: The Commission has made explicit reference to the ODEX indicators in the Energy Service Directive as a way of contributing to monitoring the Directive in a so-called “top-down” approach. The EMOS database (Energy Market Observatory) includes about 20 indicators from ODYSSEE,
- DG-ENV has also taken into account the experiences gained with ODYSSEE indicators when designing its own indicators for GHG monitoring and is also considering using some ODYSSEE data and indicators for monitoring the demonstrable progress in GHG abatement within its climate change task force,
- EUROSTAT has also referred to ODYSSEE indicators when designing its own list of priority indicators and regular cooperation takes place between Eurostat and ODYSSEE in the form of exchanging data and harmonised methodologies. This cooperation will be reinforced during monitoring of the ESD,
- EEA (European Environmental Agency): the TERM report uses a data set and indicators taken from the ODYSSEE database every year; EEA also used TERM monitors indicators tracking transport and environment integration in the European Union,
- ODYSSEE indicators to prepare the fourth pan-European environment assessment report as part of the ‘Environment for Europe’ process in the framework of UNECE,
- JRC Ispra and IPTS are also using ODYSSEE data for different studies for the Commission,



- Centar za zajednička istraživanja Ispra i Institut za buduće tehnološke studije također koriste ODYSSEE u različitim studijama za Komisiju, uključujući i sistem mjerila SRS za praćenje energetske učinkovitosti,
- Međunarodna agencija za energiju: agencija koristi ODYSSEE podatke za sastavljanje vlastitih indikatora za europske zemlje,
- Svjetsko vijeće za energiju i Tajništvo energetske povelje redovno se pouzdaju u te indikatore u objavljenim radovima i radionicama,
- neki modeli koje koristi Europska komisija također upotrebljavaju ODYSSEE podatke, npr. PRIMES i POLES.

MURE baza podataka pruža pregled najvažnijih mjera energetske učinkovitosti po sektorima, kao i presjek smjernica o energetske učinkovitosti za svaku od zemalja članica EU-27 te Norvešku i Hrvatsku. Baza podataka usredotočuje se na stranu potražnje mjera energetske učinkovitosti, koja će utjecati na sljedeće desetljeće. Baza podataka isključuje dugotrajne mjere istraživanja i razvoja, mjere poboljšanja učinkovitosti opskrbe i mjere usredotočene na smanjenje stakleničkih plinova općenito, mjere koje nisu izravno povezane s energetske učinkovitošću.

Podatke o tim mjerama sakupljaju nacionalne agencije za energiju i druge institucije, po usklađenim smjernicama koje su ustanovljene u središtima. Mjere su razvrstane sukladno iscrpnoj skupini parametara koji omogućavaju pristup različitim vrstama informacija (detaljna tipologija mjera, datumi početaka i završetaka, ciljne skupine, čimbenici, stanje – završeno/traje/planirano itd.). Mjere su sažete u detaljnim opisima koji, koliko je dostupno, sadrže i podatke koji se tiču rezultata procjena mjera i metodologije korištene za procjenu.

MURE bazu podataka nadopunjuje alat za simulaciju mjera koji, u svojoj procjeni Nacionalnog akcijskog plana za energetske učinkovitost, trenutno koristi Komisija EU kao pomoć za procjenu mogućnosti štednje.

U okviru Direktive za energetske učinkovitost i energetske usluge, MURE baza podataka bi mogla pružiti sljedeće važne usluge:

- strukturiranje formata za izvješćivanje mjera u okviru Nacionalnog akcijskog plana za energetske učinkovitost koji Komisiji moraju predati zemlje članice EU. To bi omogućilo usklađeno predstavljanje mjera poduzetih od strane zemalja članica. Da bi ostvarila takav zadatak, MURE baza podataka morala bi prilagoditi svoje strukture zahtjevima izvješćivanja, jer oni proizlaze iz rasprava koje su u tijeku,
- predstavljanje mjera po državama na lako pristupačan način na Internetu,

including the reference system SRS for energy efficiency monitoring,

- IEA: ODYSSEE data are used by the IEA to construct their own indicators for European countries,
- WEC (World Energy Council) and the Energy Charter Secretariat regularly rely on these indicators in publications and workshops,
- Some models used by the European Commission also employ ODYSSEE data, such as PRIMES and POLES.

The MURE database provides an overview of the most important energy efficiency measures by sector as well as of cross-cutting energy efficiency policies for each of the EU-27 Member States, Norway and Croatia. The database focuses on the demand side of energy efficiency measures which will have an impact in the coming decade. The database excludes long-term R&D measures, measures to improve supply-side efficiency and measures focusing on greenhouse gas reduction in general which do not have direct links to energy efficiency.

Information about these measures is collected by national energy agencies and other institutions according to harmonised guidelines which have been established centrally. The measures are classified according to a detailed set of parameters which make it possible to retrieve various types of information (detailed measure typology, starting and ending dates, target groups, actors, status - completed/ongoing/planned etc). The measures are summarised in detailed descriptions which, as far as available, also contain information concerning the results of measure evaluations and the methodology used for the evaluation.

The MURE database is complemented by a measure simulation tool which is currently used by the EU Commission as an aid to assess saving potentials when evaluating the National Energy Efficiency Action Plans submitted in 2007.

In the framework of the Directive for Energy Efficiency and Energy Services, the MURE database could provide the following important services:

- structuring the format for reporting measures in the frame of the National Energy Efficiency Action Plans to be submitted to the Commission by the EU Member States. This would allow a harmonised presentation of the measures taken by the Member States. In order to accomplish such a task, the MURE database would have to adapt its structures to the reporting requirements as these emerge from the ongoing discussion,
- presenting the measures by country in an easily accessible way on the Internet,



- predstavljanje detaljnih informacija o procjenama mjera. To je već sad jaka strana MURE baze podataka, no ovoj vrsti informacija moglo bi također trebati i daljnje strukturiranje, s obzirom da je u tijeku rad na razvoju metodologija procjene, kao onaj u projektu Inteligentna energija za Europu Procjena i nadzor za Direktivu EU o učinkovitosti energije za krajnju uporabu i energetske usluge,
- predstavljanje karta mjera, tj. pokazivanje koje mjere su najvažnije za postizanje ciljeva Direktive za energetske učinkovitost.

Neke od inovativnih mjera su [3]:

- tržišno bazirani instrumenti: obveze i izdavanje Bijelih certifikata za nove i postojeće zgrade,
- kućanstva s niskim prihodima (program za manjak goriva, obveza prema kućanstvima s niskim prihodima),
- označavanje auta,
- Bonus-malus sistemi za energetske učinkovite opreme,
- multimedijске reklamne kampanje za više ciljnih skupina (npr. Power one u Irskoj, klima: aktiv u Austriji),
- paketi mjera za energetske intenzivne industrije,
- dobrovoljni dogovori u SMEE i tercijarnim,
- ESCO-i
- mehanizmi financiranja i fondovi (Carbon Trust u UK, Electricity Saving Trust u Danskoj),
- fiskalne mjere (odbitak za ulaganja u energiju u Nizozemskoj),
- javni sektor (program zamjene starih tehnologija, rang održivih domova).

### 3 INDEKSI I TRENDOVI

Indeks poboljšanja energetske učinkovitosti ODEX sastoji se od agregiranog i tehničkog indeksa. Agregirani indeks promatra utjecaj različitih čimbenika koji utječu na potrošnju energije, ali nisu direktno vezani za energetske učinkovitost poput klimatskih utjecaja, promjena u gospodarskoj i industrijskoj strukturi i promjenama u stilu života (poput povećanja površine kućanstva), dok je tehnički indeks povezan s energetske učinkovitosti.

ODEX indikator je bolji procjenitelj trendova energetske učinkovitosti na skupnoj razini (npr. ukupno gospodarstvo, industrija, domaćinstva, promet, usluge) od uobičajenih energetske intenziteta, jer je rasterećen od strukturnih promjena i ostalih čimbenika nevezanih s energetske učinkovitosti (više uređaja, više automobila ...).

Indeks poboljšanja energetske učinkovitosti ODEX određuje se za pojedine sektore neposredne po-

- presenting detailed information on measure evaluation. This is already a strong point in the MURE database but this type of information might also need further structuring in view of ongoing work on the development of evaluation methodologies such as that being done in the Intelligent Energy for Europe project Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services (EMEEES),
- presenting measure maps, i.e. showing which measures are the most important ones for reaching the targets of the Energy Efficiency Directive.

Some innovative measures are [3]:

- market based instruments: obligation and White certificates Certification of new and existing buildings,
- low income household (fuel poverty scheme, obligation towards low income households),
- car labelling,
- bonus-malus on energy efficient equipments,
- multimedia, multi target advertising campaigns (e.g. Power One in Ireland, Klima: aktiv in Austria),
- packages of measures for energy intensives industries,
- voluntary agreements in SMEEs and tertiary
- ESCOs,
- funding mechanism and funds (Carbon Trust in the UK, Electricity Saving Trust in Denmark),
- fiscal measure (energy investment deduction in the Netherlands).
- public sector (retrofitting program, code of sustainable homes).

### 3 INDICES AND TRENDS

The index of energy efficiency progress ODEX is comprised of the aggregated and technical index. The aggregated index monitors the influence of various factors which influence energy consumption, but are not directly connected to energy efficiency such as climate influences, changes in economic and industrial structures and changes in lifestyle (such as increase in dwelling size), while the technical index is connected to energy efficiency.

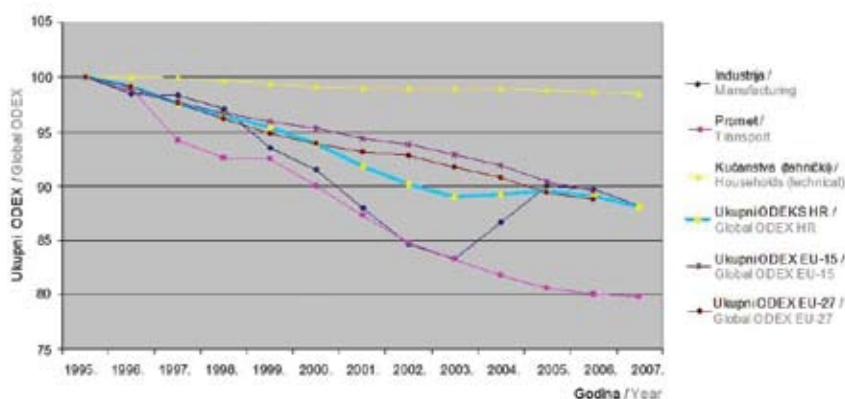
The ODEX-indicator represents a better proxy for assessing energy efficiency trends at an aggregate level (e.g. overall economy, industry, households, transport, services) than the traditional energy intensities, as they are freed from structural changes and as well as other factors not related to energy efficiency (more appliances, more cars...).

trošnje energije (industrija, promet, kućanstva) i za sve finalne potrošače energije promatrane zajedno. Ovaj indeks dobiva se na temelju podataka o promjenama potrošnje energije u pod-sektorima ili prema namjeni potrošnje energije u promatranom vremenskom razdoblju.

Tijekom razdoblja od 1995. do 2007. godine indeks poboljšanja energetske učinkovitosti (ODEX) za neposrednu potrošnju energije u Hrvatskoj smanjio se za 12 %. Ovoj promjeni najviše su pridonijeli sektor industrije (11,8 %) i sektor prometa (20,2 %). Na slici 1 prikazani su indeksi poboljšanja energetske učinkovitosti za pojedine sektore potrošnje i globalni indeks za sve sektore promatrane zajedno. Također su prikazani ukupni indeksi energetske učinkovitosti za sve države u EU-15 i za sve države u EU-27. U državama EU-15 poboljšanje energetske učinkovitosti iznosilo je 10,4 % u razdoblju od 1995. do 2006. godine, odnosno u državama EU-27 to je poboljšanje iznosilo 11,2 %.

The index of energy efficiency progress ODEX is defined for certain sectors of direct energy consumption (industry, transport, households) and for end-use energy consumers monitored as a whole. This index is obtained based on the data on changes in energy consumption in sub sectors or according to the purpose of energy consumption within the monitored timeframe.

During the period from 1995 to 2007, the index of energy efficiency progress (ODEX) for direct energy consumption in Croatia decreased by 12 %. The industry (11,8 %) and transport (20,2 %) sectors contributed most to this change. Figure 1 shows the energy efficiency indices for certain consumption sectors, and a global index for the sectors monitored as a whole. The total energy efficiency indices for all the EU-15 and EU-27 states are also shown. Energy efficiency improvement in the EU-15 states was 10,4 % in the period from 1995 to 2006, and 11,2 % in the EU-27 states.



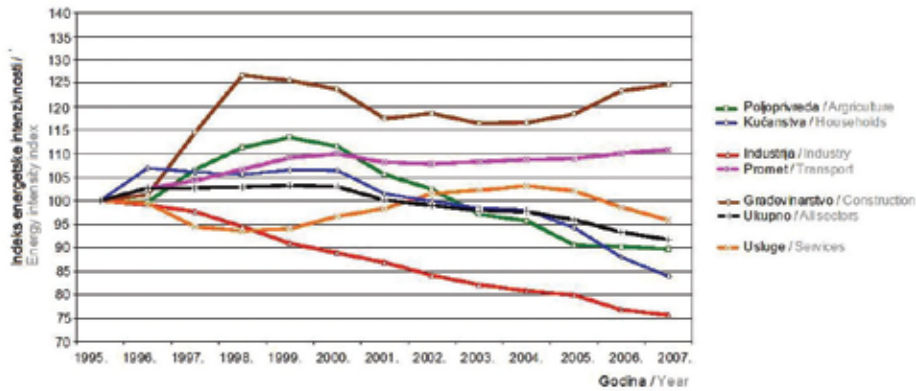
Slika 1 — Indeks poboljšanja energetske učinkovitosti ODEX za sve sektore potrošnje [4]  
Figure 1 — Energy efficiency index ODEX for all sectors [4]

Drugi je način prikazivanja učinkovitosti pojedinog sektora potrošnje putem praćenja energetske intenzivnosti, vezane za ekonomske pokazatelje. Energetska intenzivnost prati ukupnu potrošnju energije u pojedinom pod-sektoru te bruto dodanu vrijednost ostvarenu unutar tog pod-sektora (ili ukupni bruto domaći proizvod), a izražava se kao omjer tih vrijednosti u promatranj godini.

Za prikaz indeksa energetske intenzivnosti u neposrednoj potrošnji na slici 2, za razdoblje od 1995. do 2007. godine, 1995. godina postavljena je kao referentna. Ti indeksi izražavaju omjer energetske intenzivnosti pojedinog pod-sektora u tekućoj i u referentnoj godini.

Another way of representing the efficiency of a certain consumption sector is by monitoring energy intensity, connected with the economy indicators. Energy intensity monitors the total energy consumption in a certain sub sector, and the Gross Value Added realised within the sub sector (or the total Gross Domestic Product), and is expressed as the ratio of those values in the monitored year.

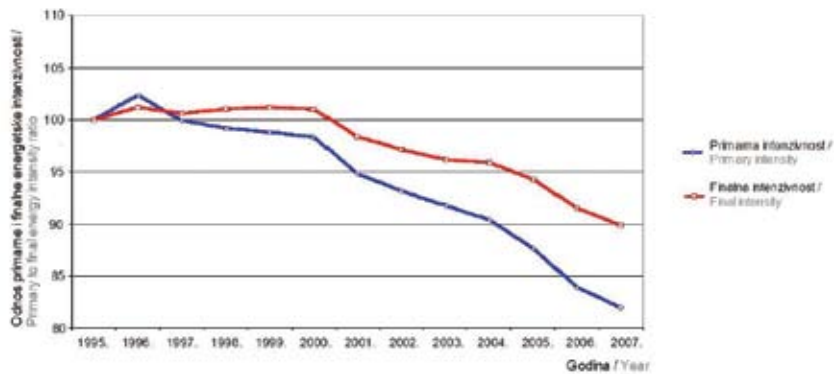
For the overview of the energy intensity index of direct consumption in Figure 2, for the period from 1995 to 2007, the set reference year is 1995. Those indices express the energy intensity ratio of a given sub sector for the current and the reference year.



Slika 2 — Indeksi energetske intenzivnosti u razdoblju od 1995. do 2007. godine [4]  
 Figure 2 — Energy intensity indices from 1995 to 2007 [4]

Energetske intenzivnosti mogu se promatrati na razini potrošnje ukupne primarne energije i na razini finalne ili neposredne potrošnje energije. Odnos primarne i finalne energetske intenzivnosti u razdoblju od 1995. do 2007. godine prikazan je na slici 3. I ovdje je kao referentna godina uzeta 1995. te su u odnosu na nju promatrane i primarna i finalna energetska intenzivnost u svim ostalim godinama.

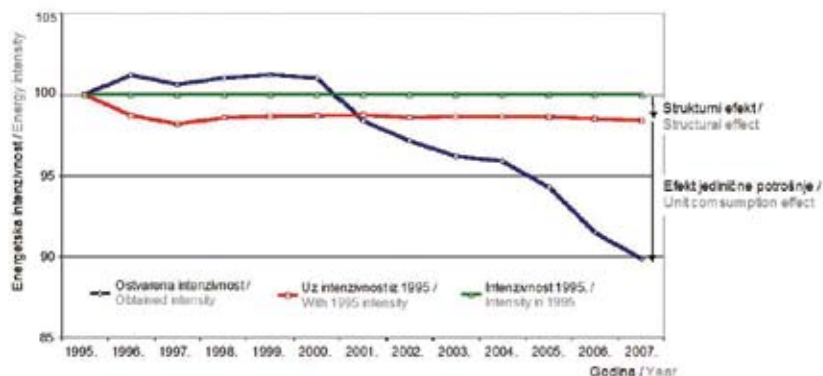
Energy intensities can be monitored on the level of total primary energy consumption and on the level of final or direct energy consumption. The primary and final energy intensity ratio for the period between 1995 and 2007 is shown in Figure 3. The year 1995 was again taken as a reference, so the primary and final energy intensities in all other years have been monitored in reference to it.



Slika 3 — Odnos primarne i finalne energetske intenzivnosti u razdoblju od 1995. do 2007. godine [4]  
 Figure 3 — Primary to final energy intensity ratio from 1995 to 2007 [4]

Indeksi energetske intenzivnosti su pokazatelji promjena u korištenju energije po jediničnom proizvodu ili usluzi i promjena uspješnosti u ostvarenju tržišne vrijednosti proizvoda ili usluge, dakle utjecajni su strukturnim efektom i efektom jedinične potrošnje. Pokazatelj energetske intenzivnosti i strukturnog makroekonomskog efekta prikazan je na slici 4.

Energy intensity indices are indicators of changes in energy use by product unit or service, and changes in the successful realisation of the market value of a product or service, therefore they are influenced by the structural effect and the effect of unit consumption. Energy intensity and structural macroeconomic effect indicator is shown in Figure 4.



Slika 4 — Energetska intenzivnost i strukturalni makroekonomski efekat (1995=100) [4]  
Figure 4 — Energy intensity and structural macroeconomic effect (1995=100) [4]

Ovdje se uspoređuje ostvarena energetska intenzivnost s intenzivnošću iz 1995. godine, tj. pretpostavljena potrošnja energije u promatranoj godini kakva bi bila postignuta s razinom intenzivnosti iz 1995. godine prema ostvarenom bruto domaćem proizvodu u danoj godini. Time se razlučuje utjecaj strukturalnog efekta, tj. tržišnog pokazatelja, i utjecaj efekta jedinične potrošnje, tj. pokazatelja energetske učinkovitosti.

The realised energy intensity is here compared to the intensity from 1995, i.e. the assumed energy consumption in the monitored year as would have been achieved with the 1995 level of intensity depending on the realised Gross Domestic Product for the given year. This distinguishes the influence of the structural effect, i.e. market indicator, and the influence of the unit consumption effect, i.e. energy efficiency indicators.

## 4 ENERGETSKA UČINKOVITOST U KUĆANSTVIMA I USLUŽNOM SEKTORU

Specifična potrošnja energije za grijanje po kućanstvu u razdoblju od 1995. do 2007. godine povećavala se (iznimke su 2002. i 2006. godina koje su bile toplije pa je i potrošnja bila manja). Indeks poboljšanja energetske učinkovitosti ODEX u kućanstvima povećan je za oko 10 % za grijanje (s klimatskom korekcijom), odnosno za 19,6 % za toplu vodu, zbog porasta potrošnje energije za grijanje i pripremu tople vode, kao što je prikazano na slici 5. Indeks poboljšanja energetske učinkovitosti za kuhanje smanjio se za 3,8 % u istom razdoblju zbog smanjenja potrošnje energije za kuhanje. Ukupni indeks poboljšanja energetske učinkovitosti ODEX u kućanstvima u razdoblju od 1995. do 2007. godine povećan za 8,8 %, iz čega bi se moglo zaključiti da se energija u kućanstvima troši sve ne učinkovitije. Također je na slici prikazan i tzv. tehnički indeks poboljšanja energetske učinkovitosti u kućanstvima za koji je pretpostavljena konstantna vrijednost tijekom promatranog razdoblja.

Naime, tijekom određenog razdoblja, u ovom slučaju od 1995. do 2007. godine, na razinu potrošnje energije u kućanstvima utječu različiti faktori.

## 4 ENERGY EFFICIENCY IN HOUSEHOLDS AND THE SERVICE SECTOR

The unit energy consumption for heating per household rose in the period between 1995 and 2007 (exceptions are 2002 and 2006 which were warmer, so consumption was lower). The index of energy efficiency progress ODEX in households has increased by approximately 10 % for heating (with climate correction), or by 19,6 % for hot water, because of the increase in energy consumption for heating and hot water preparation, as shown in figure 5. The index of energy efficiency progress for cooking decreased by 3,8 % in the same period because of the decrease in energy consumption for cooking. The total index of energy efficiency progress ODEX in households for the period from 1995 to 2007 has increased by 8,8 %. From that we can deduce that energy in households is consumed with increased inefficiency. Moreover, the figure shows the so-called technical index of energy efficiency progress in households for which a constant value has been assumed for the duration of the monitoring period.

During a certain time period, in this case from 1995 to 2007, different factors influence the level of

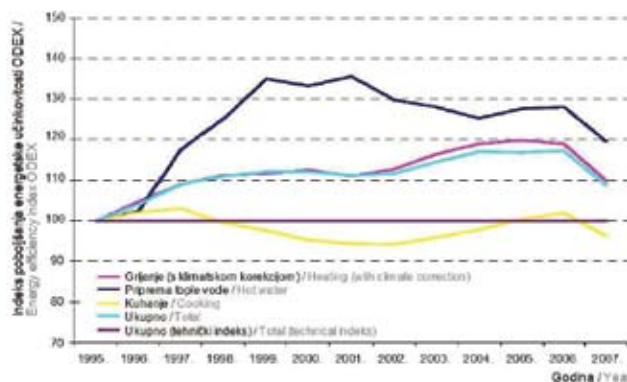
Efikasnije zgrade, efikasniji uređaji za grijanje prostora i efikasniji električni uređaji u kućanstvima doprinose smanjenju potrošnje energije. Na smanjenje potrošnje energije utjecaj mogu imati i procesi supstitucije pojedinih goriva (ugljena, ogrjevnog drva, loživog ulja, ...) s drugim oblicima energije (prirodni plin, daljinsko grijanje, električna energija, ...). S druge strane porast životnog standarda koji, između ostalog, rezultira povećanjem površine stanova, većom grijanom površinom stanova, većom temperaturom u stanovima, većim brojem uređaja u kućanstvima itd., ima za posljedicu povećanje potrošnje energije u kućanstvima. Iz slike 5 je očito da su u Hrvatskoj faktori koji utječu na povećanje potrošnje energije u kućanstvima bili dominantni u odnosu na faktore koji doprinose smanjenju potrošnje.

Iz navedenih razloga, za države u kojima vladaju takve prilike, uvodi se tehnički indeks poboljšanja energetske učinkovitosti, koji pretpostavlja učinkovitost korištenja energije u kućanstvima barem na razini početne godine promatranja, te se koristi u izračunu indeksa energetske učinkovitosti za ukupnu neposrednu potrošnju. Korištenje realnog indeksa učinkovitosti u kućanstvima stvorilo bi u takvim slučajevima potpuno pogrešnu sliku o efikasnosti korištenja finalne energije.

Na slici 6 prikazana je specifična potrošnja uku-

energy consumption in households. More efficient buildings, space heating appliances and electric appliances in households contribute to the decrease in energy consumption. The substitution processes of certain fuels (coal, wood, fuel oil ...) with other forms of energy (natural gas, district heating, electric power ...) can also influence the decrease in energy consumption. On the other hand, the improved standards of living which, among other things, result in the increase of dwelling size, a larger heated surface of dwellings, a higher temperature in dwellings, a higher number of appliances in households, etc., consequentially increase the energy consumption in households. In figure 5 it is obvious that in Croatia the factors which influence the increase of energy consumption in households were dominant in relation to the factors which contribute to the decrease of consumption.

For those reasons, for countries in similar circumstances, a technical index of improvements in energy efficiency is being introduced. It assumes efficiency in energy use in households, at least on the level of the initial monitoring year, and it is used in calculating energy efficiency indices for total direct consumption. The use of the actual efficiency index in households would, in such cases, create a completely inaccurate picture of the efficient use of final energy.



Slika 5 — Indeks poboljšanja energetske učinkovitosti ODEX u kućanstvima [4]  
Figure 5 — Energy efficiency index ODEX for households [4]

pne energije po kućanstvu, specifična potrošnja energije za grijanje (s klimatskom korekcijom u jedinicama **ten/kućanstvu**) i specifična potrošnja električne energije (za kućanske uređaje, hlađenje i rasvjetu u jedinicama **kWh/kućanstvu**).

Jedinična potrošnja kućanstava po boravištu najčešći je indikator mjerenja poboljšanja energetske učinkovitosti u stambenim prostorima. Međutim, promjene tog indikatora ne odražavaju samo utjecaj bolje izolacije ili učinkovitijih uređaja, nego i po-

Figure 6 shows the unit consumption of total energy by household, the unit consumption of heating energy (with climate correction in units **toe/household**) and the unit consumption of electric power (for household appliances, air conditioning and lighting in units **kWh/household**).

Unit consumption of households per dwelling is the most usual indicator considered to measure energy efficiency improvements in dwellings. However, changes in this indicator do not only reflect

tiču iz različitih faktora:

- istinskih poboljšanja energetske učinkovitosti (od učinkovitijih zgrada, uređaja za grijanje prostora ili električnih uređaja) s jedne strane,
- te boljeg životnog standarda (veći stambeni prostori, više uređaja, veća udobnost grijanja, itd) s druge,
- zamjene među energijama s različitim učinkovitošću za krajnju uporabu (npr. prijelaz s ugljena na centralno grijanje, struju ili plin).

Jedinična potrošnja za grijanje prostora s klimatskim ispravljanjem povezuje potrošnju energije sektora kućanstava za grijanje prostora s brojem stalno naseljenih stambenih prostora. Jednaka je jediničnoj potrošnji grijanja prostora po stambenom prostoru ili  $\text{m}^2$  podijeljeno s brojem stupanj-dana.

Jedinična potrošnja po stambenom prostoru za rasvjetu, klimatizaciju i električne uređaje izračunava se dijeljenjem potrošnje struje za sve uređaje, klima uređaje i rasvjetu, s brojem stalno naseljenih stambenih prostora.

Jedinična potrošnja se mijenja kroz vrijeme pod utjecajem četiri faktora:

- više kućanstava opremljenih sa svim uobičajenim električnim uređajima (faktor ponašanja), tj. porast vlasništva uređaja u kućanstvima,
- promjene u tehnologiji, tj. u energetske učinkovitosti tih uređaja (tehnički faktor),
- promjene u veličini (trend prema manjim kućanstvima) i svojstvima uređaja (više kombiniranih hladnjaka u usporedbi s jednostavnim hladnjacima, TV u boji umjesto crno-bijeloga, itd.), (faktori ponašanja),
- promjene u intenzitetu korištenja, većinom perilica rublja, TV, ali također i zamrzivača ili perilica za suđe (faktori ponašanja).

Prosječni porast specifične potrošnje ukupne energije po kućanstvu u promatranom razdoblju bio je 1,3 %, za grijanje 1,6 % i za netoplinu potrošnju električne energije 2,3 %. Porast potrošnje električne energije za kućanske uređaje, hlađenje i rasvjetu uzrokovan je povećanim brojem kućanskih uređaja i uređaja za hlađenje prostora. Razlozi su povećanja specifične potrošnje energije za grijanje u kućanstvima bolji životni standard i povećanje udjela centralno grijanih kućanstava.

the influence of better insulation or more efficient appliances, but result from different factors:

- genuine energy efficiency improvements, from more efficient buildings, space heating appliances or electrical appliances, on the one hand,
- better living standards (larger dwellings, more appliances, greater comfort of heating, etc), on the other hand,
- substitutions between energies with different end-use efficiencies (e.g. switch from oil or coal to district heating, electricity, or gas).

Unit consumption for space heating with climate correction relates the energy consumption of the household sector for space heating to the number of permanently occupied dwellings. It is equal to the unit space heating consumption per dwelling or  $\text{m}^2$  divided by the number of degree-days.

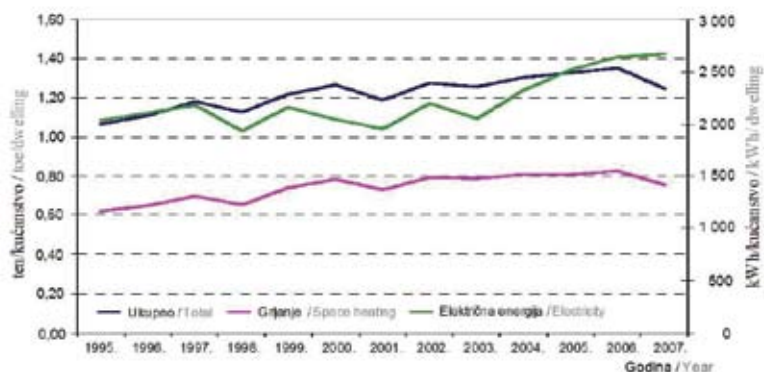
This unit consumption per dwelling for lighting, air conditioning and electrical appliances is calculated by dividing the electricity consumption for all appliances, air conditioning and lighting, by the number of permanently occupied dwellings.

This unit consumption is changing over time under the influence of four factors:

- more households equipped with each of the usual electrical appliances (behavioural factor), i.e. increase in the household ownership of appliances,
- changes in the technology, i.e. in the energy efficiency of these appliances (technical factor),
- changes in the size (trend to smaller households) and characteristics of appliances (more combo-refrigerator compared to simple refrigerators, colour instead of black and white TV, etc), (behavioural factors),
- changes in the intensity of use, mainly for washing machines, TV and also for freezers or dish-washers (behavioural factors).

The average increase in unit consumption of total energy by household during the monitored period was 1,3 %, for heating 1,6 %, and for non-thermal consumption of electric power 2,3 %. The increase in electric power consumption for household appliances, air conditioning and lighting was caused by the increase in the number of household appliances and air conditioning units. The reasons for the increase in unit consumption of heating energy in households are the improved standards of living and the increase in the numbers of households with central heating.





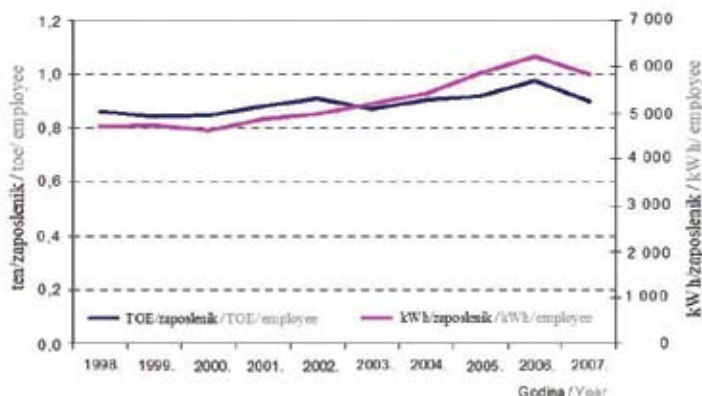
Slika 6 — Specifična potrošnja energije u kućanstvima (ukupna i za grijanje s klimatskom korekcijom (ton/kućanstvu) i potrošnja električne energije za uređaje, hlađenje i rasvjetu (kWh/kućanstvu) [4]  
 Figure 6 — Unit consumption of households (total and space heating with climate correction (toe/dwelling) and electrical appliances, air conditioning, and lighting (kWh/dwelling) [4]

Na slici 7 prikazana je specifična potrošnja ukupne energije i električne energije po zaposlenom u uslužnom sektoru (u razdoblju od 1998. do 2007. godine). Specifična potrošnja uslužnog sektora izračunava se kao omjer konačne potrošnje energije ili potrošnje struje u sektoru i broja zaposlenih.

Figure 7 shows the unit consumption of total energy and electric power per employee in the service sector (for the period between 1998 and 2007). The unit consumption of the service sector is calculated as the ratio between the final energy consumption or electricity consumption of the sector and the number of employees.

Specifična potrošnja ukupne energije po zaposlenom rasla je s prosječnom godišnjom stopom od 0,5 % u razdoblju od 1998. do 2007. godine, dok je specifična potrošnja električne energije po zaposlenom rasla na 2,4 % u istom razdoblju.

The unit consumption of total energy per employee grew with an average yearly rate of 0,5 % in the period between 1998 and 2007, while the unit consumption of electric power per employee grew by 2,4 % in the same period.



Slika 7 — Specifična potrošnja energije po zaposlenom u uslužnom sektoru (s klimatskom korekcijom) [4]  
 Figure 7 — Energy consumption per employee in services (with climate correction) [4]



## 5 ENERGETSKA UČINKOVITOST U INDUSTRIJI

Razvoj potrošnje energije u industriji, odnosno razvoj povećanja učinkovitosti potrošnje energije u industriji prati se i analizira vrlo detaljno. Razlog za to taj što je potrošnja energije u industriji značajna, potrošnja energije ostvaruje se u vrlo različitim industrijskim granama, odnosno za vrlo različite tehnološke procese, a i raspoloživost podataka potrebnih za analizu energetske učinkovitosti relativno je dobra. Primjena modernih tehnoloških procesa u pojedinim industrijskim granama omogućuje postizanje dobrih rezultata u poboljšanju učinkovitog korištenja energije, odnosno značajne uštede energije.

Temeljno polazište za analizu poboljšanja učinkovitosti potrošnje energije u industriji je razvoj strukture i potrošnje energenata u proteklom razdoblju. Potrošnja energije prati se po sljedećim granama industrije:

- Hrana, piće i duhan (NACE 15-16),
- Tekstil, odjeća, koža (NACE 17 + 18 + 19),
- Drvo, drveni proizvodi (NACE 20),
- Papir, celuloza i tiskarski proizvodi (NACE 21 - 22),
- Celuloza i papir (NACE 21),
- Kemikalije (NACE 24),
- Nemetalni minerali (NACE 26),
- Čelik (NACE 27.1 + 27.2 + 27.3 + 27.51+27.52),
- Ne-željezni metali (NACE 27.4+27.53+27.54),
- Strojevi i proizvodi od metala (NACE 28 - 33),
- Obradeni metali (NACE 28),
- Oprema za transport (NACE 34 - 35),
- Ostala proizvodnja (NACE 25+33+36+37),
- Guma i plastika (NACE 25),
- Ne-energetsko rudarstvo (NACE 13 - 14),
- Građevinarstvo (NACE 45).

Osim po navedenim industrijskom granama potrošnja energije prati se i za proizvodnju energetski intenzivnih proizvoda kao što su:

- Cement,
- Staklo (NACE 26.1),
- Aluminij,
- Legure željeza.

Na slici 8 prikazana je razvoj potrošnje energije u pojedinim industrijskim granama. Prosječna godišnja stopa porasta potrošnje energije u prerađivačkoj industriji u razdoblju od 1995. do 2007. godine iznosila je 1,6 %. Porast potrošnje energije ostvaren je u većini industrijskih grana, ali je u industriji željeza i čelika kao i u tekstilnoj industriji došlo do smanjenja potrošnje energije. Trend porasta potrošnje energije u pojedinim industrijskim granama imao je vrlo različit intenzitet pa su se

## 5 ENERGY EFFICIENCY IN INDUSTRY

The development of energy consumption in industry, or the development of increased efficiency in energy consumption is monitored and analysed in detail. That is because energy consumption in industry is significant. Energy consumption is realised in very diverse industrial sub sectors, that is, for very diverse technological processes, and the availability of data needed for the analysis of energy efficiency is good. The application of modern technological processes in certain industrial sub sectors enables the achievement of good results in the improvement of efficient energy use, and significant energy savings.

The starting point for the analysis of improvements in energy consumption efficiency in industry is the development of energy source structure and consumption in the last period. Energy consumption is monitored in the following industrial sub sectors:

- Food, beverage and tobacco (Nace 15 - 16),
- Textiles, clothing, leather (Nace 17 +18+ 19),
- Wood, wood products (Nace 20),
- Paper, pulp and printing products (Nace 21 - 22),
- Pulp and paper (Nace 21),
- Chemicals (Nace 24),
- Non metallic minerals (Nace 26),
- Steel (Nace 27.1 + 27.2 + 27.3 + 27.51+27.52),
- Non ferrous metals (Nace 27.4+27.53+27.54),
- Machinery and metals products (Nace 28-33),
- Fabricated metals (Nace 28),
- Transport equipment (Nace 34-35),
- Other manufacturing (Nace 25+33+36+37),
- Rubber and plastics (Nace 25),
- Non-energy mining (Nace 13 - 14),
- Construction (Nace 45).

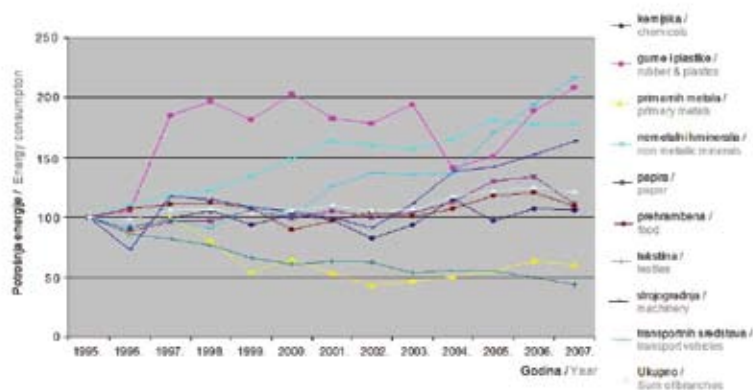
Except in the given industrial sub sectors, energy consumption is also monitored for the manufacture of energy-intensive products such as:

- Cement,
- Glass (Nace 26.1),
- Aluminium,
- Ferroalloys.

Figure 8 shows the development in energy consumption in certain industrial sub sectors. The average yearly growth rate of energy consumption in the processing industry for the period from 1995 to 2007 was 1,6 %. The growth of energy consumption was realised in most industrial sub sectors, but in the iron and steel industries, as well as the textile industry, energy consumption has been reduced. The growth trend of energy consumption in certain industrial sub sectors had a very varied intensity,

tako stope porasta potrošnje energije kretale od 0,5 % za kemijsku industriju, do 6,6 %, koliko je iznosila prosječna godišnja stopa porasta potrošnje energije u industriji transportnih sredstava.

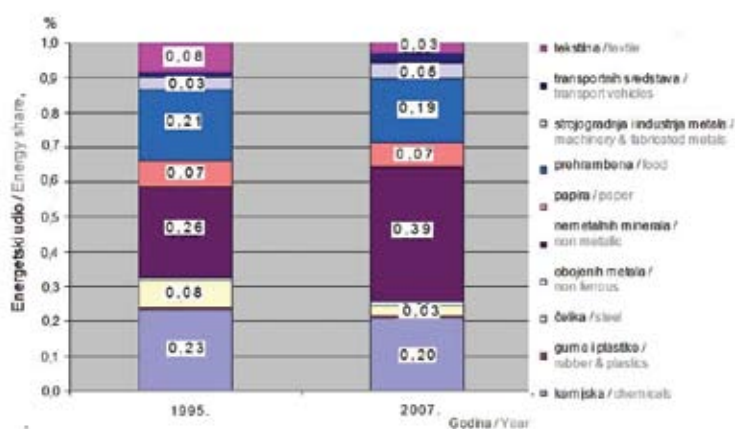
so the growth rates of energy consumption fluctuated from 0,5 % for the chemical industry to 6,6 %, the average yearly growth rate of energy consumption in the transport vehicles industry.



Slika 8 — Potrošnja energije u pojedinim industrijskim granama [5]  
Figure 8 — Energy consumption in industry and subsectors [5]

Navedeni razvoj porasta potrošnje energije u pojedinim industrijskim granama imao je za posljedicu značajne strukturne promjene udjela pojedinih industrijskih grana u ukupnoj potrošnji energije u prerađivačkoj industriji. Na slici 9 prikazani su udjeli pojedinih industrijskih grana u početnoj i konačnoj godini promatranog razdoblja.

The consequences of the given growth development of energy consumption in certain industrial sub sectors were significant structural changes of the shares of certain industrial sub sectors in the total energy consumption of the processing industry. Figure 9 shows the shares of certain industrial sub sectors in the starting and final year of the monitored period.



Slika 9 — Udjeli industrijskih grana u ukupnoj potrošnji energije u industriji [5]  
Figure 9 — Share of industrial subsectors in total energy consumption in industry [5]

Najveća potrošnja energije u hrvatskoj industriji ostvaruje se u industriji nemetalnih minerala, a udio joj je u promatranom razdoblju povećan od 26 % na 39 %. Vrlo je značajna i kemijska industrija kojoj je udio smanjen od 23 % na 19 % te prehrambena industrija kojoj je udio također smanjen od 21 %

The most significant energy consumption in Croatian industry is realised in the non metallic minerals industry, and its share in the monitored period has increased from 26 % to 39 %. Two other very significant industries are the chemical industry, with its share reduced from 23 % to 19 %, and the

na 19 %. Udjeli ostalih industrijskih grana znatno su manji, a treba još spomenuti industriju papira, strojogradnju i industriju metala, industriju željeza i čelika te tekstilnu industriju. Udio industrije papira nije se promijenio, udio industrije željeza i čelika i tekstilne industrije je smanjen dok je udio strojogradnje i proizvodnje metala povećan.

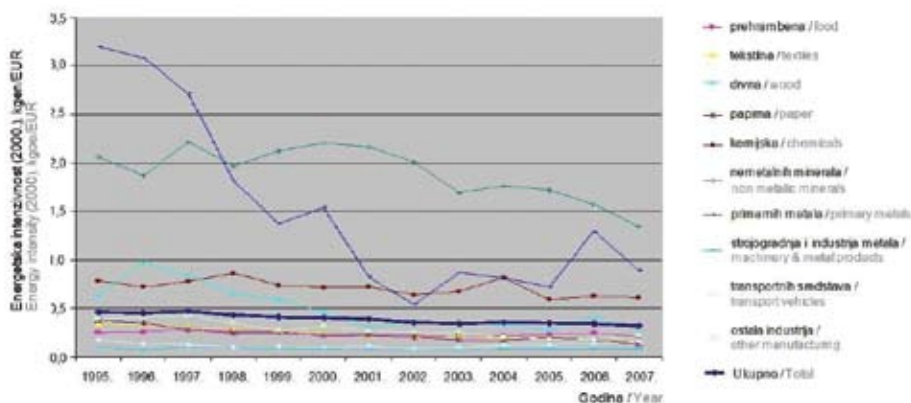
Za određivanje i praćenje razvoja učinkovitosti potrošnje energije u industriji, osim potrošnje energije potrebno je poznavati i druge veličine koje imaju utjecaj ili su povezane razinom potrošnje energije. To su prije svega ostvarena dodana vrijednost u pojedinim industrijskim granama, indeks obujma industrijske proizvodnje te za energetske intenzivne proizvode i njihova fizička proizvodnja.

Dodana vrijednost i indeks obujma industrijske proizvodnje prati se po onim istim industrijskim granama po kojima se prati i potrošnja energije. Ako se u odnos stavi ostvarena potrošnja energije u pojedinim industrijskim granama i pripadajuća dodana vrijednost određena je energetska intenzivnost koja pokazuje koliko je potrebno utrošiti energije da bi se ostvarila jedinica dodane vrijednosti. Razvoj energetske intenzivnosti u pojedinim industrijskim granama prikazan je na slici 10. Može se uočiti trend smanjenja energetske intenzivnosti u svim industrijskim granama pa se tako ukupna intenzivnost u promatranom razdoblju smanjivala s prosječnom godišnjom stopom od 3 %. Odnosno energetska intenzivnost prerađivačke industrije u 2007. godini bila je manja za 30,7 % u odnosu na energetska intenzivnost u 1995. godini, što znači da je za toliko manje trebalo utrošiti i energije za ostvarenje jedinice dodane vrijednosti. Međutim, energetska intenzivnost nije najbolji pokazatelj učinkovitosti korištenja energije u industriji, jer različite industrijske grane imaju vrlo različitu razinu energetske intenzivnosti tako da je na kre-

food industry, whose share has also been reduced from 21 % to 19 %. The shares of other industrial sub sectors are significantly smaller, and we have yet to mention the paper industry, the engineering and metal industry, the industry of iron and steel, and the textile industry. The share of the paper industry remains unchanged, the share of the industry of iron and steel, and the textile industry has been reduced, while the share of the engineering and metal industry has increased.

To determine and monitor the development of efficiency in energy consumption in industry, other values must be known, apart from energy consumption, which influence or are connected with the level of energy consumption. They are above all: the realised added value in certain industrial sub sectors, the volume index of industrial production and, for energy intensive products, their physical manufacturing.

The added value and the volume index of industrial production are monitored in the same industrial sub sectors as energy consumption. If we compare the realised energy consumption in certain industrial sub sectors with the related added value, we will determine the energy intensity which shows how much energy must be spent to realise a unit of added value. The development of energy intensities in certain industrial sub sectors is shown in figure 10. We can notice the decreasing trend in energy intensity in all industrial sub sectors because the total intensity in the monitored period decreased by an average yearly rate of 3 %. That is to say, the energy intensity of the processing industry in 2007 was 30,7 % lower in relation to the energy intensity in 1995, which means that that much less energy needed to be spent to produce a unit of added value. However, energy intensity is not the best indicator of the efficiency of energy use in industry because



Slika 10 — Energetska intenzivnost u industrijskim granama [5]  
Figure 10 — Energy Intensity in industrial subsectors [5]

tanje ukupne intenzivnosti značajan utjecaj ima promjena strukture industrijskih grana. Dodatni problem predstavlja još i izračun dodane vrijednosti primjenom pariteta kupovne moći.

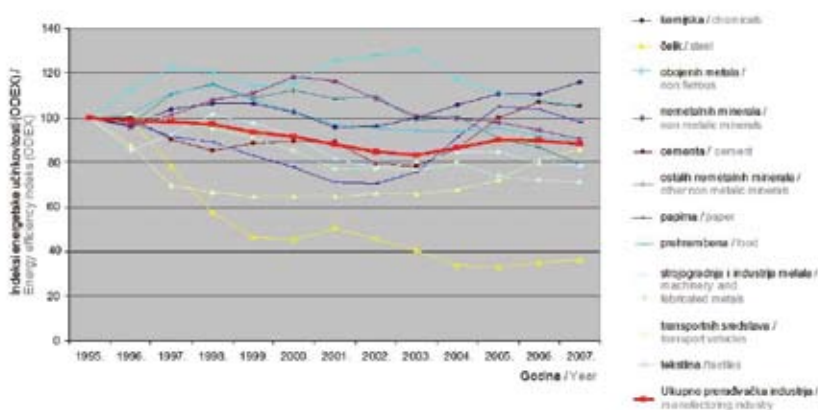
Da bi se izbjegao utjecaj strukturnog efekta, odnosno da se odredi što je moguće realniji pokazatelj razvoja učinkovitosti potrošnje energije u industriji, koji bi se mogao uspoređivati s drugim sektorima, odnosno i s drugim područjima razvijen je tzv. indeks energetske učinkovitosti ODEX. Za svaku industrijsku granu određuje se jedinična potrošnja energije te se takva jedinična potrošnja svodi na indeks pri čemu se u referentnoj godini (1995.) indeks stavlja jednak 100. Prednost ovakvog pristupa je u tome što se jedinične potrošnje mogu izražavati u različitim jedinicama nakon čega se pretvaraju u indekse. Na slici 11 prikazan je razvoj indeksa energetske učinkovitosti u pojedinim granama industrije i u ukupnoj prerađivačkoj industriji. Za industriju željeza i čelika, industriju cementa i industriju papira jedinična potrošnja energije određena je po jedinici proizvoda, tj. po kilogramu proizvedenog čelika, cementa i papira. Za sve ostale industrijske grane jedinična potrošnja energije određena je u odnosu na indeks fizičkog obujma proizvodnje u pojedinim industrijskim granama. Ukupni agregirani indeks energetske učinkovitosti za prerađivačku industriju određen je na temelju indeksa pojedinih industrijskih grana i težinskih faktora koji predstavljaju udjele pojedinih grana industrije u ukupnoj potrošnji energije u prerađivačkoj industriji.

Iz rezultata prikazanih na slici 11 proizlazi da je poboljšanje energetske učinkovitosti u prerađivačkoj industriji Hrvatske, u razdoblju od 1995. do 2007. godine iznosilo 11,2 %. Drugim riječima, poboljšanje energetske učinkovitosti u industriji

different industrial sub sectors have a very different level of energy intensity, so the change of structure of industrial sub sectors significantly influences the flow of total intensity. The calculation of added value by applying purchasing power parities presents an additional problem.

The so-called index of energy efficiency ODEX was developed to avoid the influence of the structural effect, and for the indicator of the development of efficiency in energy consumption in industry to be as realistic as possible in order to be comparable with other sectors or other areas. A unit consumption of energy is determined for each industrial sub sector, and such unit consumption is reduced to an index, whereat the reference year (1995) index is equalled to 100. The advantage of such an approach is in expressing the unit consumptions in different units, after which they are turned into indices. Figure 11 shows the development of the energy efficiency index in certain industrial sub sectors and in the whole processing industry. For the iron and steel industry, the cement industry and the paper industry, the unit consumption of energy was determined per product unit, i.e. by kilogram of manufactured steel, cement and paper. For all other industrial sub sectors, the unit consumption of energy was determined in relation to the index of the physical volume of production in certain industrial sub sectors. The total aggregated energy efficiency index for the processing industry was determined on the basis of indices from certain industrial sub sectors, and weight factors representing the shares of certain industrial sub sectors in the total energy consumption for the processing industry.

From the results shown in figure 11, it follows that the improvement of energy efficiency in the Croatian processing industry, for the period from 1995 to 2007, amounted to 11,2 %. In other words, the



Slika 11 — Indeksi energetske učinkovitosti (ODEX) u industriji [5]  
Figure 11 — Energy efficiency indeks (ODEX) in industry [5]

u promatranom razdoblju odvijalo se s prosječnom godišnjom stopom od 1,05 %. Na temelju određenog ODEX-a za prerađivačku industriju također je moguće izravno odrediti uštedu energije koja je rezultat učinkovitijeg korištenja.

## 6 ENERGETSKA UČINKOVITOST U PROMETU

Sektor prometa je u pogledu energetske učinkovitosti vrlo specifičan s obzirom na tekuće gorivo kao primarni energent, uz električnu energiju u uglavnom željezničkom i javnom gradskom prometu te uz ukapljeni plin u cestovnom prometu. Potencijali učinkovitosti ovog sektora su uglavnom u većem iskorištenju kapaciteta, što učinkovitijim motorima i vozilima te kod odgovarajućeg režima vožnje. U ovom sektoru je u 2007. godini zabilježen porast potrošnje energije od 7,2 %, no energetska intenzivnost je zadržala istu razinu.

Osnovni pokazatelj energetske učinkovitosti u prometu je svakako struktura pojedinih oblika prijevoza pa je, primjerice, veći udio prijevoza tereta željeznicom pokazatelj višeg stupnja energetske učinkovitosti u prijevozu tereta.

Struktura tona kilometara u prijevozu tereta (slika 12) pokazuje da je u Hrvatskoj primaran cestovni prijevoz, iako je sama struktura pojedinih oblika prijevoza još uvijek povoljnija u odnosu na EU-27 [6].

Potrebno je naznačiti da je iz promatranja izuzet pomorski i obalni prijevoz koji daje donekle iskrivljenu sliku jer zbog velike prijeđene udaljenosti u međunarodnom brodskom prijevozu dolazi do velikog udjela tona kilometara.

I u strukturi putničkih kilometara (procjena za cestovni prijevoz osobnim vozilima u Hrvatskoj na temelju broja registriranih osobnih vozila, prosječne godišnje prijeđene udaljenosti i prosječne popunjenosti vozila) (slika 13), sukladno očekivanjima, prevladava cestovni prijevoz osobnim vozilima [7].

Udio cestovnog prijevoza osobnim vozilima je nešto viši nego u slučaju EU-27, ali na račun nižeg udjela zračnog prijevoza u odnosu na EU-27. Nadalje, udio javnog gradskog prijevoza je nešto viši u EU-27, dijelom i zbog udjela novih zemalja članica u kojima je zbog povijesnih razloga udio javnog gradskog prijevoza tradicionalno bio viši nego u zemljama članicama EU-15 (iako je u navedenim zemljama u posljednjih nekoliko godina također iskazan izuzetno snažan porast broja osobnih vozila i porast udjela kamionskog prijevoza).

improvement of energy efficiency in industry during the monitored period took place at an average yearly rate of 1,05 %. Based on a certain ODEX for the processing industry, it is also possible to directly determine the energy savings which will result from more efficient use.

## 6 ENERGY EFFICIENCY IN TRANSPORT

The transport sector is very specific concerning energy efficiency because liquid fuel is the primary energy source, with electric power mostly in railway and public city transport, and liquid gas in road transport. The efficiency potentials of this sector lie mostly in the greater usage of capacities, more efficient engines and vehicles, and a suitable driving mode. This sector has recorded an energy consumption increase of 7,2 % in 2007, but energy intensity maintained the same level.

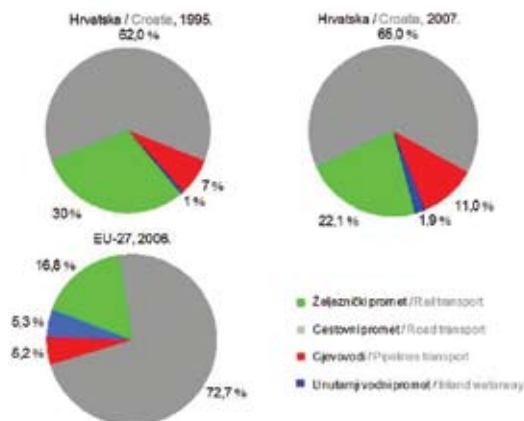
The basic indicator of energy efficiency in transport is surely the structure of certain modes of transport so, for example, a bigger share of railway cargo transport is an indicator of a higher level of energy efficiency in cargo transport.

The structure of tonne kilometres in cargo transport (Figure 12) shows that road transport is primary in Croatia, although the structure of certain modes of transport is still more favourable than in the EU-27 [6].

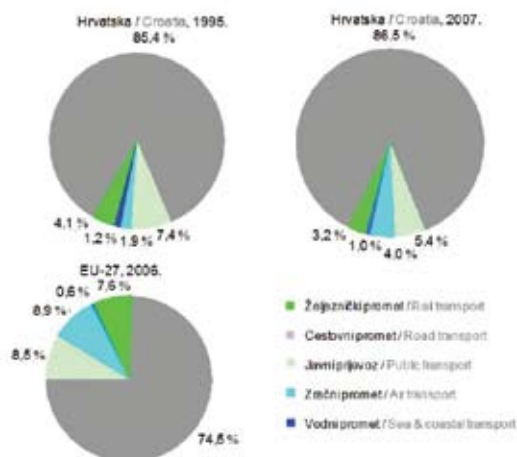
It is necessary to note that maritime and coastal transport has been omitted from the monitoring because it somewhat distorts the picture with the great distances covered in international naval transport which gives a large share of tonne kilometres.

In the structure of passenger kilometres (evaluation for the road transport of personal vehicles in Croatia based on the number of registered personal vehicles, the average yearly distance travelled, and the average vehicle occupancy) (Figure 13), as expected, road transport in personal vehicles also prevails [7].

The share of road transport in personal vehicles is somewhat higher than in the EU-27, but on account of the lower share of air transport in comparison to the EU-27. Furthermore, the share of public city transport is somewhat higher in the EU-27, partly because of the shares of the new Member States, in which the share of public city transport was, for historical reasons, traditionally higher than in the EU-15 states (although in the past several years, an extremely strong increase in the number of personal vehicles and the increase of shares of truck transport has occurred in the said countries).



Slika 12 — Struktura tona kilometara u transportu tereta u Hrvatskoj 2007. i EU-27 2006. [6]  
Figure 12 — The structure of tonne kilometres in cargo transport in Croatia in 2007 and EU-27 in 2006 [6]



Slika 13 — Struktura putničkih kilometara u prijevozu putnika u Hrvatskoj 2007. godine i EU-27 2006. [7]  
Figure 13 — The structure of passenger kilometres in passenger transport in Croatia in 2007 and EU-27 in 2006 [7]

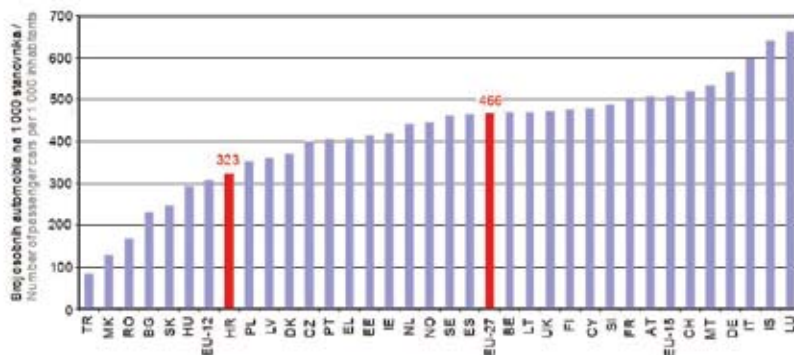
U razdoblju od 1995. godine do 2007. godine zabilježeno je u Hrvatskoj gotovo konstantno povećanje broja svih vozila s prosječnom godišnjom stopom rasta od 5,7% (slika 14). Broj registriranih osobnih vozila u 1995. godini iznosio je 817 229, dok je krajem 2007. godine dostigao brojku od 1 500 585 (što predstavlja približno 323 osobnih vozila na 1 000 stanovnika, odnosno približno svaki treći stanovnik Hrvatske posjeduje osobno vozilo).

U Hrvatskoj je u promatranom razdoblju (1995. do 2007. godine) ostvareno značajno povećanje udjela dizel automobila u ukupnom broju osobnih vozila, pri čemu se zadržava daljnji pozitivan trend (ukupno povećanje broja dizel automobila iznosilo je čak 219%). U strukturi ukupnog broja osobnih vozila (slika 15), udio benzinskih automobila smanjio se s 80,5% u 1995. godini na 65,8% u 2007. godini, dok je u tom istom razdoblju udio dizel automobila porastao sa 17,5% na 30,9%. Udio vozila s

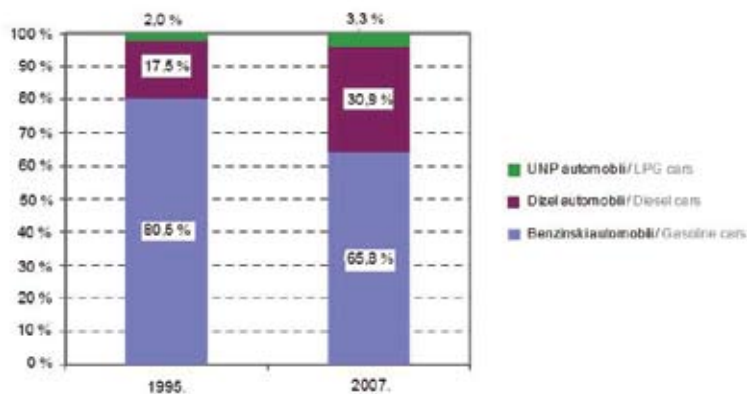
In the period between 1995 and 2007 a near constant increase in the numbers of all vehicles was recorded in Croatia, with an average yearly growth rate of 5,7% (Figure 14). The number of registered personal vehicles in 1995 was 817 229, while it reached the number of 1 500 585 by the end of 2007 (which is nearly 323 personal vehicles per 1 000 inhabitants, or nearly every third resident of Croatia owns a personal vehicle).

A significant increase in the share of diesel cars in the total number of personal vehicles was realised in Croatia in the monitored period (1995 to 2007), and the positive trend continues (the total increase of the number of diesel cars was an impressive 219%). In the structure of the total number of personal vehicles (Figure 15), the share of gasoline cars decreased from 80,5% in 1995 to 65,8% 2007, while in the same period the share of diesel cars grew from 17,5% to 30,9%. The share of Liquefied





Slika 14 — Broj osobnih vozila na 1 000 stanovnika u pojedinim zemljama Europe 2006. godine [8]  
Figure 14 — Number of personal vehicles per 1 000 inhabitants in European countries in 2006 [8]



Slika 15 — Struktura osobnih vozila prema vrsti pogonskog goriva [8]  
Figure 15 — Personal vehicles structure per fuel type [8]

pogonom na ukapljeni naftni plin (UNP) porastao je s 2,0 % u 1995. godini na 3,3 % u 2007. godini te se ukupan broj UNP vozila procjenjuje na oko 61 000 [8].

U strukturi dizel automobila, najveći udio tijekom promatranog razdoblja zauzimaju vozila u kategoriji od 1,3 litre do 2 litre, unatoč najbrže rastućoj kategoriji dizel vozila zapremine motora iznad 2,0 litre. Glavinu strukture benzinskih otto automobila također čine oni iz kategorije 1,3 litre do 2,0 litre zapremine motora, što predstavlja ujedno najbrže rastuću kategoriju ovih automobila.

Navedena struktura upućuje na evidentne promjene u navikama kupaca u pogledu potrebe za sve većim i jačim vozilima, dok se istovremeno relativno dobro udovoljavaju kriteriji nabave energetski učinkovitijih vozila, kroz sve veći udio dizelskih automobila. Mehanizam pozitivne strukturalne promjene utemeljen je isključivo na tržišnim principima i to preko povoljnije cijene dizelskog goriva

petroleum gas (LPG) fuelled vehicles grew from 2,0 % in 1995 to 3,3 % in 2007, and the total number of LPG vehicles is estimated at around 61 000 [8].

In the structure of diesel cars, vehicles in the 1,3 litre to 2,0 litre category had the biggest share in the monitored period, despite the fastest growing category of diesel vehicles being the ones with a cubic capacity of over 2,0 litres. The majority of the structure of gasoline otto cars is also comprised by those from the 1,3 litre to 2,0 litre cubic capacity category, which is also the fastest growing category for these cars.

The said structure points to obvious changes in customer habits and their need for bigger and more powerful vehicles, while at the same time the criteria for the procurement of more energy efficient vehicles are relatively well met through an increasing share of diesel cars. The mechanism of positive structural change is based exclusively on market principles through a favourable price of



tijekom promatrano razdoblja, dakle bez posebnih poticajnih mjera.

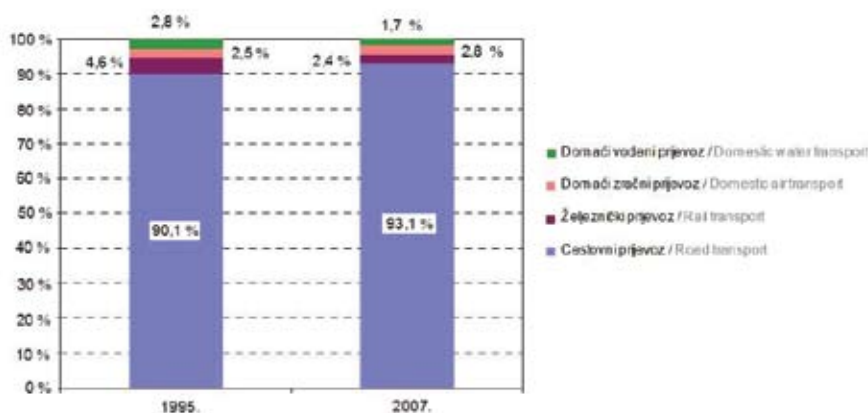
Ukupna potrošnja energije u prometu u 1995. godini (slika 16) iznosila je 1,121 Mten, a u 2007. godini taj je iznos porastao na 2,192 Mten. Time je ostvaren ukupan porast potrošnje od 95 % u promatranom razdoblju s prosječnim godišnjim povećanjem od 5,2 %.

U cestovnom prijevozu je u 1995. godini ostvareno 90,1 % od ukupne potrošnje energije u prometnom sektoru, dok je taj udio u 2007. godini porastao na 93,1 %. Također je porastao udio potrošnje goriva u domaćem zračnom prijevozu s 2,5 % na 2,8 %. Istovremeno se potrošnja energije smanjivala u željezničkom prijevozu s 4,6 % na 2,4 % te u domaćem vodenom prijevozu s 2,8 % na 1,7 %.

diesel fuel during the monitored period, therefore without special incentive measures.

Total energy consumption in transport in 1995 (Figure 16) was 1,121 Mtoen, and in 2007 the number grew to 2,192 Mtoe. That realised the total increase of consumption of 95 % in the monitored period with an average yearly growth of 5,2 %.

Road transport realised 90,1 % of total energy consumption of the transport sector in 1995, while that share grew to 93,1 % in 2007. The consumption share of fuel for domestic air transport also grew from 2,5 % to 2,8 %. Contemporaneously, energy consumption in railroad transport decreased from 4,6 % to 2,4 %, and in domestic water transport from 2,8 % to 1,7 %.



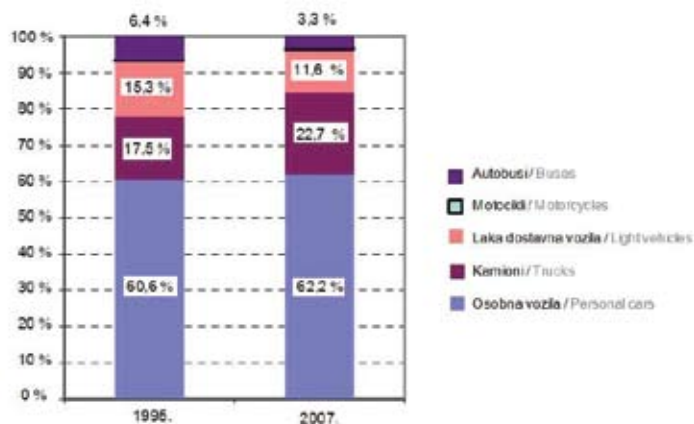
Slika 16 — Struktura ukupne potrošnje goriva po pojedinom obliku prijevoza [5]  
Figure 16 — The structure of total fuel consumption per mode of transport [5]

U ukupnoj potrošnji energije cestovnog prijevoza (slika 17), porastao je udio potrošnje osobnih vozila s 60,6 % u 1995. godini na 62,2 % u 2007. godini, kao i udio potrošnje kamiona koji je porastao sa 17,5 % u 1995. godini na 22,7 % u 2007. godini. Smanjenje udjela u ukupnoj potrošnji cestovnog prijevoza zabilježeno je u kategoriji autobusa sa 6,4 % na 3,3 % te lakih dostavnih vozila s 15,3 % na 11,6 %.

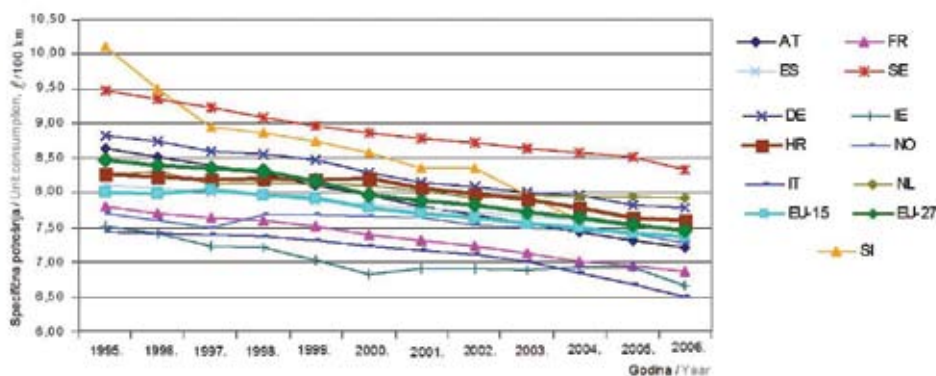
Specifična potrošnja osobnih vozila u Hrvatskoj (slika 18) sustavno se smanjivala tijekom promatranog razdoblja (1995. do 2007. godine) s prosječnom godišnjom stopom od 0,89 %, dok je u slučaju EU-15 iznosila 0,76 % godišnje, a u EU-27 čak 1,17 % godišnje [5]. Glavni pokretač tog pozitivnog trenda je sustavna zamjena postojećeg voznog parka s novim i tehnološko naprednijim vozilima čija je prosječna godišnja stopa nabave u Hrvatskoj (1995. do 2007. godine) iznosila 15,4 %.

In the total road transport energy consumption (Figure 17), the share of personal vehicle consumption rose from 60,6 % in 1995 to 62,2 % in 2007, as did the share of truck consumption from 17,5 % in 1995 to 22,7 % in 2007. The reduction of shares in total road transport consumption has been recorded in the category of busses from 6,4 % to 3,3 %, and light delivery vehicles from 15,3 % to 11,6 %.

Unit consumption of personal vehicles in Croatia (Figure 18) systematically decreased during the monitored period (1995 to 2007) by an average yearly rate of 0,89 %, while in the case of the EU-15 it amounted to 0,76 % per year, and in the EU-27 even 1,17 % per year [5]. The main instigator of the positive trend was the systematic replacement of the existing vehicle fleets with new and technologically more advanced vehicles whose average yearly rate of procurement in Croatia (1995 to 2007) was 15,4 %.



Slika 17 — Struktura ukupne potrošnje goriva po vrsti vozila u cestovnom prijevozu [5]  
 Figure 17 — The structure of total fuel consumption per vehicle type in road transport [5]



Slika 18 — Specifična potrošnja osobnih vozila [5]  
 Figure 18 — Unit consumption of personal vehicles [5]

Struktura i zastupljenost pojedinih transportnih oblika (kamioni, vlakovi, brodovi, avioni) u prijevozu tereta uvelike utječe na finalnu energetska učinkovitost teretnog transporta.

The structure and presence of certain modes of transport (trucks, trains, ships, airplanes) in cargo transport greatly influences the final energy efficiency of cargo transport.

Tako zemlje poput Italije, Njemačke, Poljske, Austrije, itd. u kojima u prijevozu tereta dominira željeznički prijevoz, kao najučinkovitiji kopneni oblik transporta, imaju znatno nižu ukupnu specifičnu potrošnju energije po ostvarenom tona kilometru. Ukupnoj učinkovitosti prometnog sustava također doprinosi zastupljenost pojedine kategorije kamiona. Naime, veća zastupljenost kamiona većih i najvećih nosivosti (kategorije iznad 7,5 tona nosivosti) znatno utječe na ukupno povećanje učinkovitosti u prijevozu tereta.

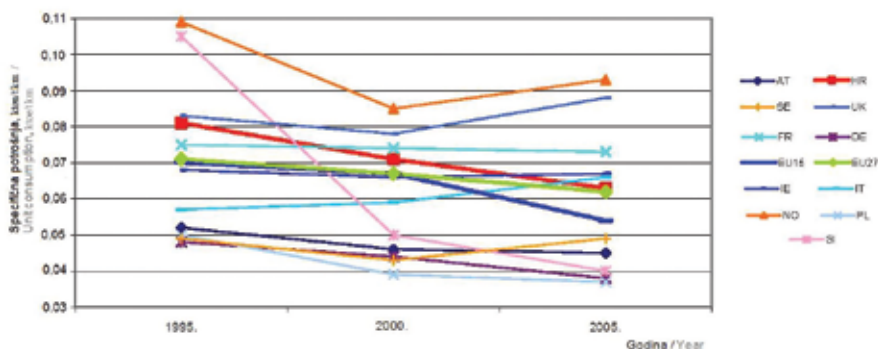
Therefore, countries like Italy, Germany, Poland, Austria, etc., where railway transport dominates in cargo transport as the most efficient form of land transport, have a significantly lower total unit consumption of energy per realised tonne kilometre. The presence of a certain truck category also contributes to the total efficiency of the transport system. Namely, an extensive presence of trucks of large and largest bearing capacities (categories above 7,5 tonnes of bearing capacity) significantly influences the total increase in cargo transport efficiency.

Unatoč dominantnoj zastupljenosti manjih dostavnih vozila u kategoriji < 3,5 t nosivosti (78 % u ukupnom broju registriranih teretnih vozila u Hrvatskoj u 2007. godini), učinkovitost teretnog prometa Hrvatske u posljednjih se nekoliko godina pribli-

Despite the dominant presence of smaller delivery vehicles in the category < 3,5 tonnes of bearing capacity (78 % of the total number of registered cargo vehicles in Croatia in 2007), the efficiency of

žila prosjeku zemalja članica EU-27 s 0,063 kilotona ekvivalentne nafte po toni tereta i kilometru (0,063 kten/t km) (slika 19).

cargo transport of Croatia has neared the average of the EU-27 Member Countries in the last several years with 0,063 ktoe/tonne kilometre of cargo (0,063 kteo/t km) (Figure 19).



Slika 19 — Specifična potrošnja ukupnog cestovnog teretnog prijevoza [5]

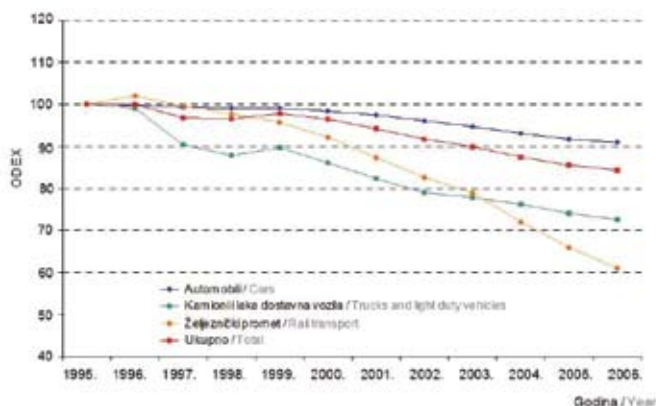
Figure 19 — Unit consumption of total road cargo transport [5]

U razdoblju od 1995. do 2007. godine indeks energetske učinkovitosti (ODEX) za cjelokupan prometni sektor (slika 20) smanjio se za 16,4 %. Najveći napredak ostvaren je u sektoru željezničkog prometa i to poglavito u putničkom prometu zbog vrlo intenzivnog povećanja stupnja popunjenosti, čemu je znatno pridonijelo gotovo dvostruko poskupljenje goriva u promatranom razdoblju (odluka putnika o prelasku na jeftiniji oblik prijevoza). U cestovnom prometu ostvarena je najveća učinkovitost u kategoriji kamiona i lakih dostavnih vozila te je iznosila 28,2 %, dok se u kategoriji osobnih vozila ODEX smanjio za 9,7 %. Argument koji ide u prilog relativno velikom ostvarenju energetske učinkovitosti u kategoriji teretnih vozila jest činjenica da upravo taj sektor bilježi najveće stope rasta u pogledu novo nabavljenih, tehnološki naprednijih vozila (prosječna godišnja stopa rasta u iznosu od 6,1 %).

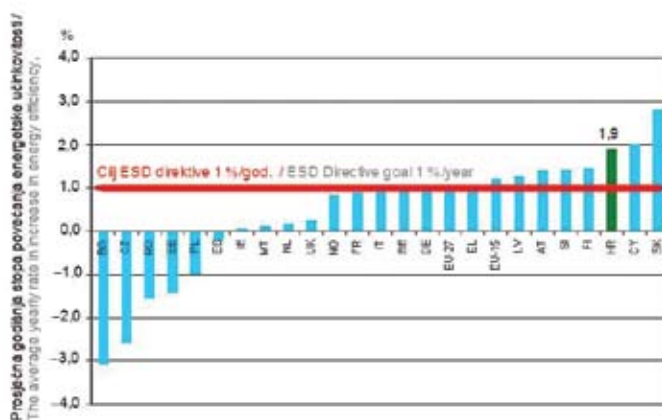
U razdoblju od 2000. do 2006. godine, prosječna godišnja stopa ostvarene energetske učinkovitosti u prometnom sektoru Hrvatske (slika 21) iznosila je 1,9 % godišnje. Ostvarena učinkovitost gotovo je dvostruko veća od minimalno deklarirane godišnje stope energetske učinkovitosti na razini ukupne potrošnje koja bi prema Direktivi o energetske učinkovitosti i energetske uslugama (2006/32/EC), u razdoblju od 2009. do 2016. godine trebala iznositi 1 % godišnje u svim zemljama članicama EU-a.

In the period from 1995 to 2007 the energy efficiency index (ODEX) for the entire transport sector decreased by 16,4 % (Figure 20). The largest progress has been made in the railway transport sector and mainly in passenger transport because of a very intensive increase in the degree of occupancy. A significant contribution to that effect is the near doubling of fuel prices in the monitored period (passenger decision of transferring to the cheaper mode of transport). The largest efficiency in road traffic has been realised in the category of trucks and light delivery vehicles, and it amounted to 28,2 % t, while in the category of personal vehicles ODEX decreased by 9,7 %. The argument which favours the relatively large realisation of energy efficiency in the category of cargo vehicles is the fact that it is a sector which records the largest growth rates in newly acquired, and technologically more advanced vehicles (the average yearly growth rate being 6,1 %).

In the period from 2000 to 2006, the average yearly rate of realised energy efficiency in the transport sector of Croatia was 1,9 % per year (Figure 21). The realised efficiency is almost double from the minimally declared yearly energy efficiency rate on the level of total consumption which should, according to the Directive for Energy Efficiency and Energy Services (2006/32/EC), be 1 % per year in all EU Member States for the period between 2009 and 2016.



Slika 20 — Indeks poboljšanja energetske učinkovitosti ODEX u prometnom sektoru Hrvatske [1]  
Figure 20 — Index of energy efficiency progress ODEX in the transport sector of Croatia [1]



Slika 21 — Prosječna godišnja stopa povećanja energetske učinkovitosti u prometu u razdoblju od 2000. do 2006. [10]  
Figure 21 — The average yearly rate of increase in energy efficiency in transport for the period between 2000 and 2006 [10]

## 8 ZAKLJUČAK

Indikatori poput onih razvijenih u ODYSSEE bazi podataka sada se koriste kao mjerila, na razini država i na međunarodnoj razini, jer omogućavaju praćenje trendova energetske učinkovitosti među zemljama. Nekoliko međunarodnih organizacija, a posebice Europska komisija, sve ih češće koriste kao mjerilo.

Indeksi energetske učinkovitosti (ODEX indikatori) su najnovija vrsta indikatora uvedenih u ODYSSEE i vrlo su inovativne prirode u usporedbi sa sličnim indeksima. Grupiraju trendove iz različitih jedinica potrošnje po pod-sektoru ili krajnjoj uporabi u jedan indeks po sektoru, temeljeno na težini svakog pod-sektora/krajnje uporabe u ukupnoj potrošnji energije sektora.

## 8 CONCLUSION

Indicators such as those developed in the ODYSSEE database are now used as a reference, both at the level of countries and at the international level, as they make it possible to monitor trends in energy efficiency in a harmonised way among countries. In particular, they are increasingly used as a reference by the European Commission as well as several international organisations.

Energy efficiency indices (ODEX indicators) are the most recent type of indicator that has been introduced into ODYSSEE and are quite innovative in nature compared to similar indices. They aggregate trends in the different unit consumptions by sub-sector or end-use into one index by sector based on the weight of each sub-sector/end-use in the total energy consumption of the sector.

MURE baza podataka pruža pregled najvažnijih mjera energetske učinkovitosti po sektorima, kao i presjek smjernica o energetske učinkovitosti za svaku od zemalja članica EU-27 te Norvešku i Hrvatsku. Baza podataka usredotočuje se na stranu potražnje mjera energetske učinkovitosti, koja će utjecati na sljedeće desetljeće. Baza podataka isključuje dugotrajne mjere istraživanja i razvoja, mjere poboljšanja učinkovitosti opskrbe i mjere usredotočene na smanjenje stakleničkih plinova općenito, mjere koje nisu izravno povezane s energetske učinkovitošću.

The MURE database provides an overview of the most important energy efficiency measures by sector as well as of cross-cutting energy efficiency policies for each of the EU-27 Member States, Norway and Croatia. The database focuses on the demand side of energy efficiency measures which will have an impact in the coming decade. The database excludes long-term R&D measures, measures to improve supply-side efficiency and measures focusing on greenhouse gas reduction in general and these are not directly linked to energy efficiency.

---

## LITERATURA / REFERENCES

- [1] Definition of Energy Efficiency Indicators in ODYSSEE Database, Training Workshop, Paris, Feb 2006
- [2] Evaluation and Monitoring of Energy Efficiency in the New Member Countries and the EU-25, ADEME Editions, Paris, 2007
- [3] BOSSEBOEUF, D., LAPILLONNE, B., BOŽIĆ, H., Energy Efficiency in the EU-27, The ODYSSEE-MURE Experience, 17th Forum Energy Day in Croatia, Zagreb, 2008
- [4] Energija u Hrvatskoj 2007, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, Zagreb, 2008.
- [5] ODYSSEE/MURE Database, [www.odyssee-indicators.org](http://www.odyssee-indicators.org)
- [6] DZS, Directorate-General for Energy and Transport, EUROSTAT
- [7] Directorate-General for Energy and Transport, EUROSTAT, (Energetski institut Hrvoje Požar, Državni zavod za statistiku, Zagreb)
- [8] Baza podataka Ministarstva unutarnjih poslova o ukupnom broju registriranih vozila u RH za razdoblje od 1995. do 2008. godine, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb, 2009.
- [9] DRIL, A.W.N., ARKEL, W.G., DOUGLE, P.G., JEENINGA, H., KROON, P., Uyterlinde, M.A., Energy Efficiency Indicators in the Netherlands, ECN, Dec 1998
- [10] Energy Efficiency: A Worldwide Review, Indicators, Policies, Evaluation – A Report of the World Energy Council in Collaboration with ADEME, WEC, July 2004
- [11] Energy Use in the New Millennium – Trends in IEA Countries, Energy Indicators, OECD/IEA, 2007
- [12] Energy and Environment in the European Union – Tracking progress Towards Integration, EEA Report No. 8, European Environment Agency, 2006
- [13] DOUKAS, H., PAPADOPOLUOU, A.G., PSARRAS, J., RAGWITZ, M., SCHLOMANN B., Sustainable Reference Methodology for Energy End-Use Efficiency Data in the EU, Renewable & Sustainable Energy Reviews No. 12, 2008

---

### Adrese autora: Authors' Addresses:

Dr. sc. <b>Helena Božić</b> hbozic@eihp.hr	<b>Helena Božić</b> , PhD hbozic@eihp.hr
Dr. sc. <b>Branko Vuk</b> <b>Dino Novosel</b> , dipl.ing.	<b>Branko Vuk</b> , PhD <b>Dino Novosel</b> , M.M.E.
Energetski institut Hrvoje Požar Savska cesta 163 10001 Zagreb Hrvatska	Energy Institute Hrvoje Požar Savska cesta 163 10001 Zagreb Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:  
2009-09-11

Manuscript received on:  
2009-09-11

Prihvaćeno:  
2009-11-03

Accepted on:  
2009-11-03