




Betoni od recikliranih materijala



1

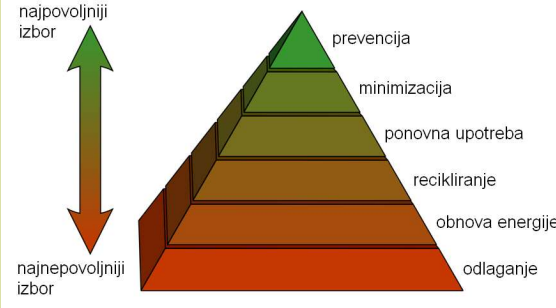
1

Recikliranje

- Pod pojmom "recikliranje" podrazumijeva se organizirano sakupljanje predmeta od istog materijala koji više nemaju uporabnu vrijednost, njihovu ponovnu preradu u nove proizvode, te ponovnu upotrebu.

2

2



najpovoljniji izbor

najnepovoljniji izbor

3

3



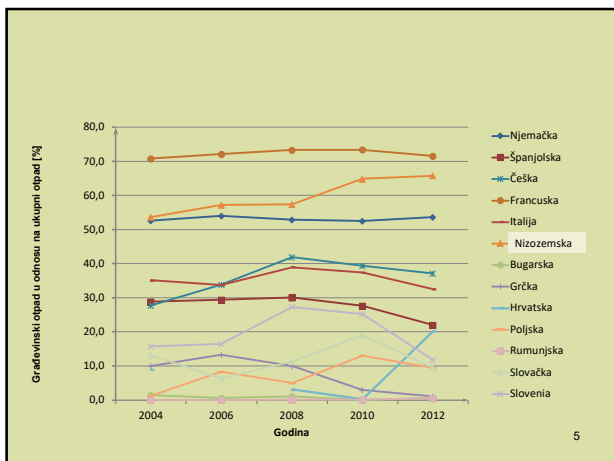
RECIKLIRANJE GRAĐEVINSKOG OTPADA I OTPADA OD RUŠENJA

Okvirna direktiva o otpadu (Waste Framework Directive – WFD) -do 2020. godine za ponovno korištenje, recikliranje i druge vrste uporabe materijala treba koristiti najmanje 70 % mase ukupnog neopasnog građevinskog otpada koji se generira

| Zemlja | Količina koja se oporabljuje [%] |
|-----------------|----------------------------------|
| Bugarska | N/A |
| Mađarska | 16 |
| Rumunjska | N/A |
| Slovenija | 53 |
| Hrvatska | 7 |
| Srbija | 0 |

4

4




5

O T P A D

OTPAD = tvari ili predmeti koje je posjednik otpada odbacio, namjerava odbaciti, ili mora odbaciti

KATALOG OTPADA = djelatnosti koje generiraju otpad (EWC)
 - 20 kategorija (17 00 00 građevinski otpad i otpad od rušenja)

TOK OTPADA
 kretanje otpada od mjesta nastanka do mjesta konačnog zbrinjavanja



6

6

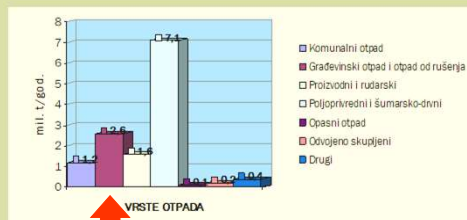
- PO MJESTU NASTANKA - komunalni
 - industrijski
 - ambalažni
 - građevinski
 - e-otpad
 - otpadne gume i vozila
- PO SVOJSTVIMA - opasni
 - neopasni
 - inertni otpad
- PO OBVEZAMA I ODGOVORNOSTIMA
 - općine i gradovi → komunalni
 - proizvođači → proizvodni
 - proizvođači, uvoznici → ambalažni

7

7

UKUPNA KOLIČINA OTPADA U RH (2000. god.)

13.2 mil. t = 2,97 t/god/stanovniku



U 2014. godini ukupno je prijavljeno
761.312 t građevinskog otpada!
40 % na odlagalištima!

8

8

Što možemo reciklirati?

- Čelik
- Vodu
- Beton
- Asfalt
- Drvo
- Plastik
- Automobilske gume
- Staklo

Preventing Pollution:
It's Up to Us

9

9



nerazvrstan

Građevinski otpad

razvrstan



10

Građevinski otpad

- Zakon o otpadu (N.N. 178/04)
- Katalog otpada (N.N. 50/05)

17 00 00 GRAĐEVINSKI OTPAD I OTPAD OD RUŠENJA OBJEKATA

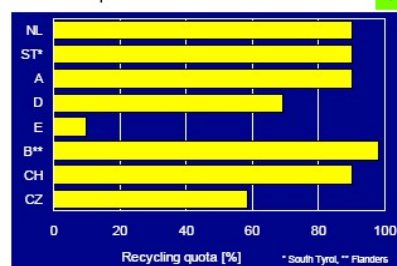
- 17 01 00 – Beton, cigle, pločice i keramika
- 17 02 00 – Drvo, staklo i plastika
- 17 03 00 – Bitumenozne smjese, katran...
- 17 04 00 – Metali (uključujući njihove legure)
- 17 05 00 – Zemlja, kamenje i muljevi od jaružanja luka
- 17 06 00 – izolacijski materijali i građevinski materijali koji sadrže azbest
- 17 08 00 Građevinski materijali na bazi gipsa
- 17 09 00 Ostali građevinski otpad i otpad od rušenja

11

11

Rates of recycling of CDW in
some European countries

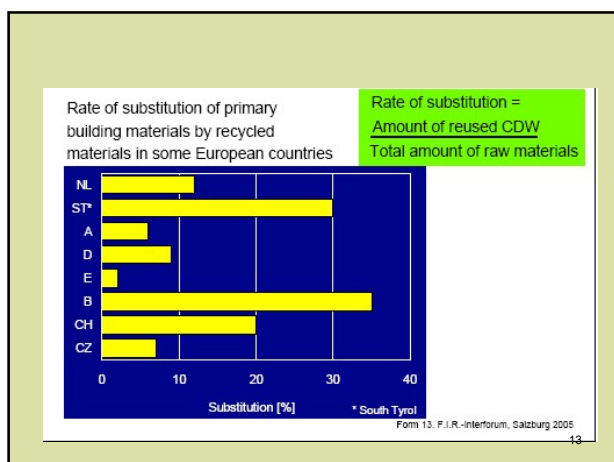
Rate of recycling =
Amount of reused CDW
Total amount of CDW



Ref.: 13. F.I.R.-Interforum, Salzburg 2005

12

12



13



14

Europski podaci o recikliranom betonu i asfaltu kolnika

| Country | Data year | Material | Million metric tones | |
|---------|-----------|-----------------------------------|----------------------|----------------------|
| | | | Produced | Used |
| Sweden | 1999 | Old asphalt pavement | 0.8 | 0.76 |
| Denmark | 1997 | Demolition waste | 1.5-2.0 | Small quantities |
| | | Old concrete | 1.06 | 0.90 |
| | | Old asphalt pavement | 0.82 | 0.82 |
| | | Old ceramic materials (bricks...) | 0.48 | 0.33 |
| | | Germany | 1999 | Old asphalt pavement |
| | | Other road materials | 20.0 | 11.0 |
| | | Demolition waste | 23.0 | 4.0 |
| | | Old asphalt pavement | 10.7 | 10.7 |
| | | BDW | 9.2 | 9.2 |

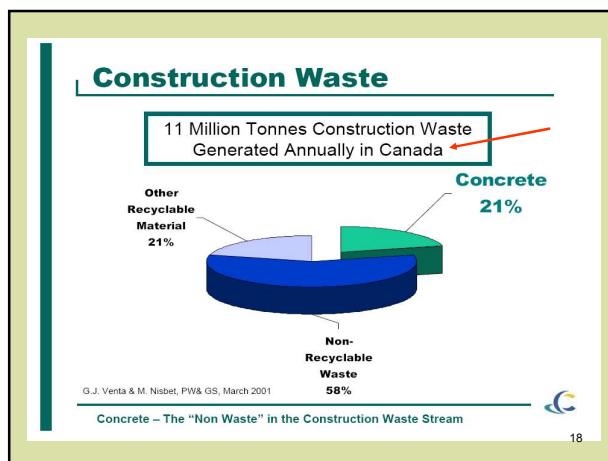
15

- Podaci Agencije za zaštitu okoliša – 2004.g.**
- Najveća količina proizvedenog neopasnog otpada zabilježena je u Gradu Zagrebu (ukupno 77.991.76 t) od čega:
 - 93 % čini **zemlja i kamenje**,
 - ~ 6 % čine **metali**, posebice, željezo i čelik, a u nešto manjima količinama zastupljeni su aluminij, bakar te miješani metali i kablovi
 - ~1 % proizvedenog neopasnog otpada koji čine **beton, pločice i keramika**

16

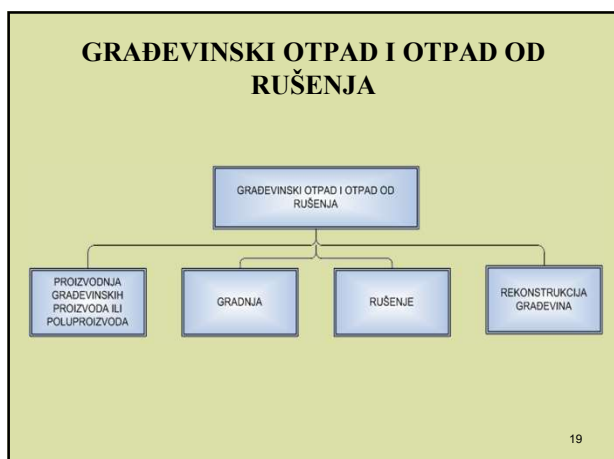
- Količine građevinskog otpada po županijama – 2004.g.**
- Gradu Zagrebu ukupno 77.991,76 t
 - Varaždinskoj i Istarskoj - nešto više od 40.000 t,
 - Sisačko – moslavačkoj ~30.000 t,
 - Primorsko – goranskoj ~25.000 t,
 - Vukovarsko – srijemskoj ~17.000 t i
 - Osječko – baranjskoj županiji ~10.000 t.
 - U ostalim županijama zabilježene količine proizvedenog građevinskog otpada manje su od 5.000 t.

17



18

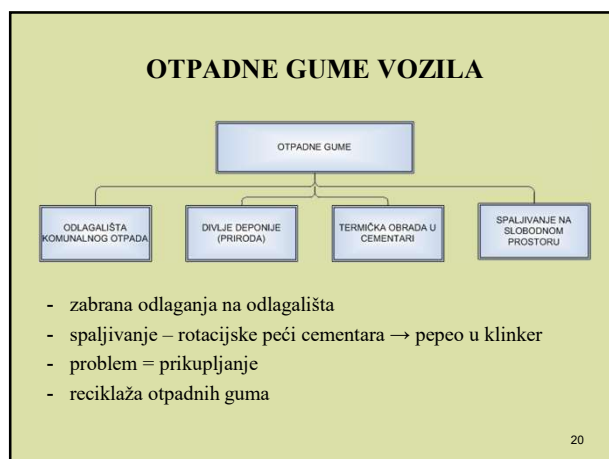
GRAĐEVINSKI OTPAD I OTPAD OD RUŠENJA



19

19

OTPADNE GUME VOZILA



- zabrana odlaganja na odlagališta
- spaljivanje – rotacijske peći cementara → pepeo u klinker
- problem = prikupljanje
- reciklaža otpadnih guma

20

20

FAKTORI KOJI UTJEČU NA SASTAV GRAĐEVINSKOG OTPADA

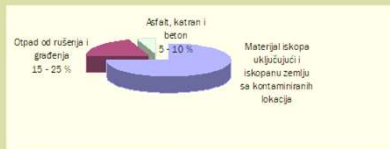
- **GLAVNI**
 - ✓ Tip konstrukcije
 - ✓ Visina konstrukcije
 - ✓ Izvedena aktivnost
- **DODATNI** – utječu na vrstu i količinu
 - ✓ Veličina projekta
 - ✓ Lokacija projekta
 - ✓ Materijali u konstrukciji
 - ✓ Način rušenja
- **OSTALI** – utječu na vrstu i količinu prijavljenu u dokumentaciji
 - ✓ Zakonska definicija građevinskog otpada
 - ✓ Mjesto registracije
 - ✓ Način mjerenja

21

21

REPUBLIKA HRVATSKA

KLASIFIKACIJA – odgovara klasifikaciji EU (EWC) SASTAV



- najvećim dijelom – inertan otpad
- opasan otpad – asfaltno vezivo, azbest
- oko 2.6 mil. t/god = 20% u ukupnoj količini otpada
- ne postoji sustavno praćenje količina, svojstava i toka

22

22

Bilanca građevinskog otpada za Grad Zagreb

| Vrsta otpada | Nerazvrstani grad. otpad | Razvrstani grad. otpad bez betona | Razvrstani grad. otpad s betonom | Čisti iskop |
|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Ulaz na odlagalište 2001. | 15 758 t | 23 269 t | 11 366 t | 49 344 t |
| Ulaz na odlagalište 2005 | | | 144 707 t | |

23

23

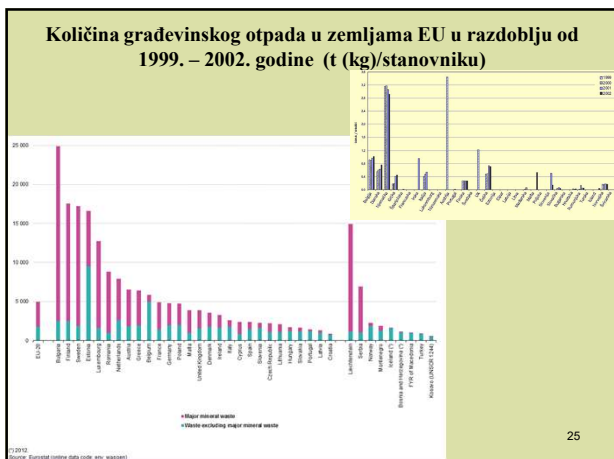
Procjene

- Godišnja količina RH – 580 kg/stan.
- Godišnje količine ZG – 1000 kg/stan.

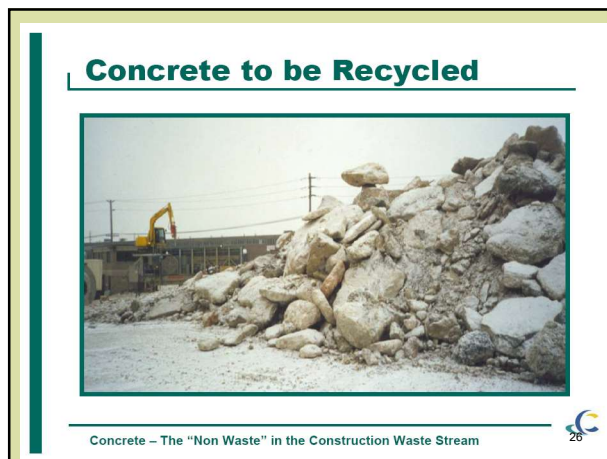
Sve analize pokazuju da u Zagrebu postoje dovoljne količine za optimalan rad postrojenja za reciklažu građevinskog otpada (više od 100 000 t/god)

24

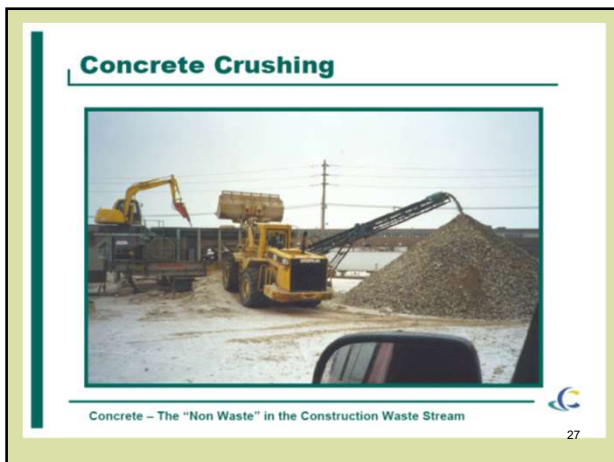
24



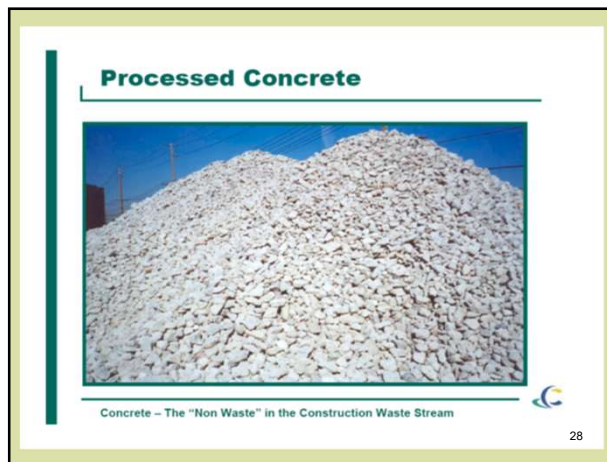
25



26



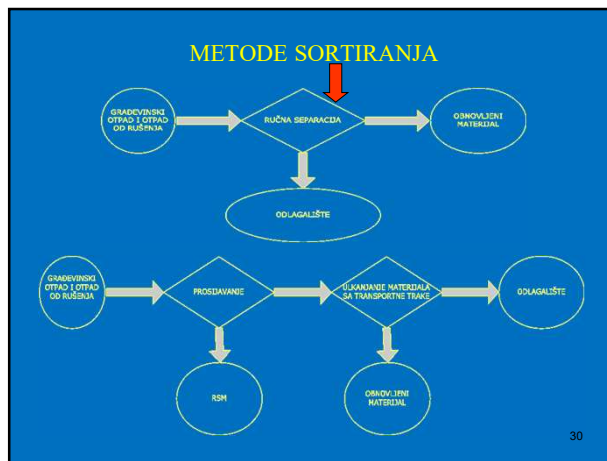
27



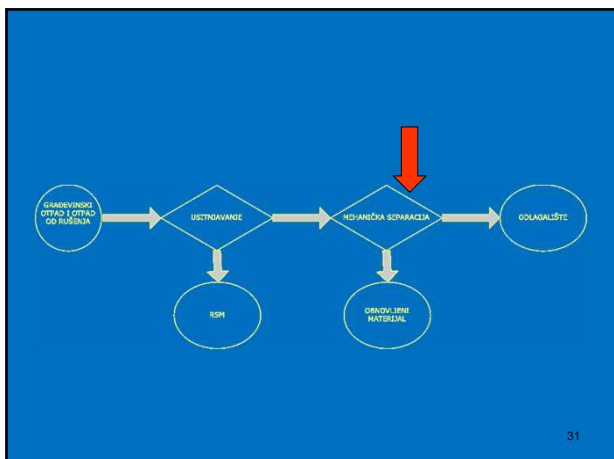
28



29



30



31

MEHANIZACIJA

STROJEVI KOJI SU DJELUJU U OBRADI OTPADA

- KOMPAKTORI
- GRAĐEVINSKE DIZALICE
- BAGERI
- DAMPERI
- MLINOVI I DROBILICE – ČELJUSNE, UDARNE

32

MOBILNA OPREMA ZA DROBLJENJE I SORTIRANJE

Vaganje i provjeravanje ulazne frakcije, smještaj na zalihe

↓

Ručno sortiranje

↓

Izdvajanje papira, plastike, drveta i neželjeznih materijala

↓

Čeljusna drobilica

↓

Magnetski separator

↓

Zračni separator

↓

Prosijavanje 4 - 45 mm frakcije

33

POPREČNI PRESJEK ČELJUSNE DROBILICE

1. Lijevak za punjenje i hranilica
2. "By-pass"
3. Čeljusna drobilica
4. Ploča za zaštitu remena
5. Glavna transportna traka sa hidrauličkim kontrolama i ojačanim remenom
6. Magnetski separator
7. Motor i generator
8. Spremnici goriva i ulja
9. Gusjenice

34



35

EUROPSKA LEGISLATIVA I STANDARDIZACIJA

- Smjernica Vijeća 89/106/EEC o približavanju zakona, propisa i administrativnih uredbi država članica koja se odnosi na građevne proizvode (bitni zahtjevi)
- CEN tehnički odbor 154 – usklađeni standardi za agregate za različite primjene
 - cestogradnja
 - upotreba u betonu

Proizvodnja recikliranog agregata →

36

Suvremeno gospodarenje građevinskim otpadom

- Odvojeno sakupljanje
- Nadzor i evidencija toka otpada
- Odgovornost proizvođača otpada
- Predaja ovlaštenim sakupljačima i obrađivačima
- Ispunjavanje i ovjeravanje pratećih listova po ključnim brojevima otpada

37

37

Ciljevi sustava gospodarenja građevinskim otpadom

- Potpuna reciklaža
- “Bezdeponijski koncept“
- Puni nadzor tokova otpada
- Evidencije (proizvođači, sakupljači, obrađivači)
- Evidencije na mjestu nastanka otpada (gradilišta) sa ciljem smanjenja rizika i troškova poslovanja

38

38

Pravilnik o vrstama otpada (N.N. 27/96)

- Očevidnik o postupanju s otpadom (vrsta, količina, mjesto nastanka, postupanje s otpadom)
- Prateći listovi ovjereni od proizvođača, sakupljača i obrađivača otpada
- Prijava nadležnom Uredu državne uprave u Županiji
- KEO
- Agencija za zaštitu okoliša

39

39

Podjela građevinskog otpada prema mjestu nastanka

- Čisti iskopi zemlje
 - Plodni dio tla
 - Dublji iskopi zemlje
 - Pijesak
 - Šljunak
 - Kamen
 - Glina

40

40

Podjela građevinskog otpada prema mjestu nastanka

- Otpad od rekonstrukcije prometnica
 - Asfalt
 - Nasipni kameni i šljunčani materijal
 - Betonski komadi
 - Bituminozne tvari

41

41

Podjela građevinskog otpada prema mjestu nastanka

- Građevinska šuta
 - Kamen
 - Šuta
 - Dijelovi zidova
 - Cigla
 - Pločice
 - Žbuka
 - Crijep
 - Gips

42

42

Podjela građevinskog otpada prema mjestu nastanka

- Otpad s gradilišta
- Drvo
- Ambalaža
- Kablovi
- Opasni otpad
- Tapete
- Metali
- Papirne tvari
- Staklo
- Boje i lakovi
- Plastika
- Ostali otpad

43

43

Temeljni koncept reciklaže građevinskog otpada (RGO)

- RGO započinje kod projektiranja i konstrukcije novih objekata, nastavlja se organizacijom i radom gradilišta, preuzimanjem otpada od strane sakupljača otpada, uključuje samo postrojenje za RGO i završava formiranjem tržišta recikliranih građevinskih materijala.

44

44

Prioritetni ciljevi lokalne uprave

- Smanjenje količina građevinskog otpada
- Reciklaža i smanjenje iskopa sirovina
- Sigurno postupanje s preostalim otpadom
- Kontinuitet korištenja recikliranih materijala (bez međuskladištenja)
- Izbjegavanje odlaganja

45

45

Prioritetni ciljevi gospodarstva

- Sigurno trajno zbrinjavanje
- Dobivanje kvalitetnih recikliranih materijala (normiranje !)
- Zaštita od nelojalne konkurencije (primjer – “ jeftina “ nelegalna eksploatacija prirodnih sirovina, nepoštivanje mjera zaštite okoliša)

46

46

Opći zahtjevi za korištenje recikliranih građevinskih materijala

- Bez punog korištenja recikliranih materijala nema opravdanje realizacija RGO
- Velika važnost određivanja tehničkih normi za korištenje recikliranih građevinskih materijala
- Izrada programiranih ulaznih “ menua “ jamči iskorištavanje izlaznih recikliranih materijala
- Najbolje rezultate osigurava razvrstavanje otpada na mjestu nastanka (gradilište !)
- Dugoročno perspektivu recikliranim materijalima osigurava samo kvaliteta

47

47

Recikliranje – tri faze

- Skupljanje
- Prerada
- Nova proizvodnja



48

48

Čelik



- Primjena starog željeza je sastavni dio u proizvodnji čelika
- Primjenom "starog" recikliranog čelika uštedi se električne energije za 18 mil. kućanstava
- Snižava cijenu proizvodnje

49

49

- Visoke peći upotrebljavaju cca 25% recikliranog željeza
- Elektrolučne peći mogu upotrebljavati i do preko 90% recikliranog željeza



50

50

Voda



IT'S NOT EASY BEIN' GREEN: Ready mix concrete producers deal with a slew of regulations from dust control to the proper containment of slurry water. Fortunately, concrete is a green material. Concrete reclamation systems make it possible for producers to reduce waste, while reusing and recycling the leftover concrete that returns to the plant each day, as well as slurry water from cleanup.

51

51



52

52



Wood chips are brought to the power plant by the truckload on a regular basis. When up and running at full capacity, the plant can consume 200 tons of recycled wood per day.



Wood chips are sorted by size and fed to the walking floor machine to begin the process of generating power with recycled wood.

53

53

Staklo



- Staklo nije otpad, već dragocjena sirovina
- Staklo je moguće 100% reciklirati
- Upotrebom 1 tone otpadnog stakla uštedi se 700 kg pijeska, 200 kg vapnenca, 200 kg sode

54

54

Staklo

- Staro se staklo može pretaliti bezbroj puta, a da pritom ne gubi na kvaliteti.
- Upotrebljava se kao vrijedna sirovina za proizvodnju nove staklene ambalaže.
- Od jedne tone otpadnog stakla, uz dodatak energije, dobit će se jedna tona novih staklenki.

55

55

Recikliranjem stakla:

- štedimo energiju (ako se u proizvodnji boca upotrijebi 80 masenih postotaka otpadnog stakla, postiže se ušteda plina i električne energije od 25%)
- smanjujemo onečišćenje okoliša
- štedimo prostor na odlagalištima otpada (otpadne staklenke čine 8-10 postotaka "kućnog smeća")

56

56

Staklo

- Više od 100.000 t raznog otpadnog stakla samo u New Yorku godišnje.
- Primjena u betonu kao agregat problematična zbog alkalno agregatne reakcije, ali uz neke obrade u istraživanju.

57

57

Asfalt

- 2000 godine 100.000 t recikliranog asfalta kolnika u SAD-u
- Primjenom recikliranog asfalta smanjuje šteti se na količinama novog asfalta i agregata za proizvodnju asfalt betona

58

58

Beton

- Reciklažom betona ne rješava se samo problem odlaganja velikih količina materijala (nedostatak prostora, zagađivanje okoliša), nego i nedostatak sirovina, odnosno odgovarajućeg prirodnog materijala.

59

59

Osnovi koraci procesa reciklaže

- Razbijanje betonskih blokova na komade veličine 40 – 70 cm
- Odvojeno odlaganje (skladištenje betona, opekarskih proizvoda, miješanog otpada koji sadrži i drvo, željezo, plastiku, gips, ...)
- Ručno ili mehaničko odvajanje velikih komada armature, drva, papira, plastike
- Prvo prosijavanje – odstranjivanje svih čestica manjih od 10 mm (gips ...)
- Prvo drobljenje – upotrebom čeljusne ili udarne drobilice

60

60

- Odvajanje metalnih dijelova magnetom
- Drugo prosijavanje
- Ručno ili mehaničko odvajanje lakog materijala (drva, papira, plastike)
- Drugo drobljenje
- Pranje, prosijavanje
- Dobivanje zrna veličine manje od 40 mm
- Završno prosijavanje u frakcije željene veličine

61

61

Utjecaj reciklaže betona na okoliš

Prednosti

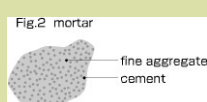
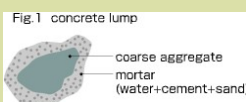
- Ponovna upotreba materijala
- Manja potrošnja goriva, transporta
- Smanjenje daljnjeg iscrpljivanja prirodnih izvorišta agregata

Nedostaci

- Ružno postrojenje
- Buka pri drobljenju
- Prašina
- Lokacije za postrojenja moraju biti pažljivo izabrane, najbolje u blizini betonare, po mogućnosti u industrijskoj zoni

62

62



Sitni agregat
Kyuzo
< 0,5 mm



Maruzo
0,5-20 mm



Krupni agregat
Tamazo
20-40 mm

63

63

Kvaliteta recikliranog agregata - 1

Dozvoljena količina prašine

- 1,5 % prašine u krupnom agregatu
- 5% u sitnom ako je beton izložen abraziji
- 7% u ostalim betonima

64

64

Kvaliteta recikliranog agregata - 2

- Kada je stari beton zdrobljen, određena količina morta ostaje na agregatu u postotku ovisno o veličini frakcije:
 - 25 – 34% morta za frakciju 16 – 32 mm
 - 40% morta za frakciju 8 – 16 mm
 - 60% morta za frakciju 4 – 8 mm.

Taj ostatak morta utječe na smanjenje kvalitete recikliranog betona.

65

65

Kvaliteta recikliranog agregata - 3

- Zbog niže gustoće morta zadržanog na izvornom agregatu, gustoća recikliranog agregata niža je od gustoće izvornog.
- Radi veće sposobnosti upijanja vode zadržanog morta, upijanje vode krupnog recikliranog agregata znatno je veće negoli kod izvornog.
- Prema japanskim standardima ne smije biti upotrebljen prerađeni agregat ako je apsorpcija vode veća od 7% za krupne frakcije i 13% za sitne frakcije.

66

66

Kvaliteta recikliranog agregata - 4

- Ako je moguće prisutstvo gipsa u recikliranom agregatu postoji opasnost od pojave korozije.
- Uvijek kada postoji vjerojatnost da je reciklirani agregat zagađen gipsom, preporučuje se uporaba sulfatno otpornog portland cementa za proizvodnju betona od recikliranog agregata.

67

67

Mehanička svojstva

- Tlačna čvrstoća betona od recikliranog agregata i do 20% može biti manja od tlačne čvrstoće izvornog.
- Pokazalo se da suho miješanje recikliranog agregata prije dodavanja vode i cementa utječe na povećanje mehaničkih svojstava betona.
- Suhim se miješanjem poboljšava oblik krupnog agregata, stari mort zadržan na česticama se odstrani a usitnjene čestice cementa koje se stvaraju miješanjem ubrzavaju hidrataciju svježeg betona.

68

68

Ostala svojstva

- Gustoća manja – 5 – 15%
- Modul elastičnosti – manji 15 – 40%
- Puzanje – veće – 20 – 60%
- Supljanje – veće – 20 – 50%
- Karbonatizacija – veća
- Otpornost na smrzavanje – ne razlikuje se

69

69

| CONWAS DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE MANAGEMENT SYSTEM FOR CROATIA | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | PREDNOSTI | NEDOSTACI |
| NA G R A D I L I Š T U | <ul style="list-style-type: none"> • Niži troškovi transporta materijala posebice prilikom djelomične ugradnje na licu mjesta • Moguć veći postotak razdvajanja raznih sekundarnih sirovina • Izbjegava se miješanje materijala, posebice opasnog otpada | <ul style="list-style-type: none"> • Konflikti između radova na gradilištu i prostornih zahtjeva za materijal i mehanizaciju • Viši troškovi rada i mehanizacije na gradilištu po 1t otpada • Veća buka i prašina • Manja fleksibilnost u upotrebi recikliranog materijala • Kašnjenja |
| IZVAN G R A D I L I Š T A | <ul style="list-style-type: none"> • Smanjen utjecaj na okolni prostor • Praktičnija upotreba širokog raspona opreme velikog kapaciteta • Niži troškovi rada i mehanizacije na gradilištu po 1t otpada • Jednostavnija kontrola kvalitete recikliranog materijala • Moguće je stvarati zalihu i kontinuitet količina sekundarnih sirovina | <ul style="list-style-type: none"> • Neophodna je odgovarajuća kontrola procesa rušenja (kako bi se izbjegla dostava materijala upitne kvalitete) • Viši troškovi transporta materijala • Dolazi izmiješani materijal • Fiksni troškovi recikliranja na stacionarnom postrojenju |

70

70

OCJENA STANJA U RH

- zbrinjavanje otpada = apsolutni prioritet
- bilance količina i sastav neprecizni – problem prognoze (kapacitet)
- nedostatna infrastruktura i financiranje
- nedovoljna primjena zakona i propisa
- nema poticaja za korištenje recikliranih proizvoda
- neodgovarajuće zbrinjavanje – opasni, medicinski ...
- odlaganje – glavna opcija zbrinjavanja
- neodgovarajuće i nekontrolirano odlaganje
- negativan stav javnosti

71

71

Regulativa, primjena

- Regulativa u Republici Hrvatskoj
- Regulativa u nekim zemljama EU
- Regulativa Japana
- Primjeri primjene

72

72

RH - Propisi koji uređuju postupanje s građevnim otpadom

- Zakon o otpadu, Narodne novine 178/04, 111/06,
- sadrži odredbe koje uređuju uporabu (svakog) otpada
- Pravilnik o gospodarenju otpadom, NN 23/07, 111/07
- Pravilnik o uvjetima za postupanje s otpadom, NN 123/97, 112/01
- Pravilnik o načinu i postupcima gospodarenja otpadom koji sadrži azbest, NN 42/07
- odredbe koje pobliže uređuju gospodarenje (svakim) otpadom
- Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2007.-2015. godine, NN 85/07
- **Pravilnik o gospodarenju građevnim otpadom (2008.)**
- Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017.-2022. godine, NN 3/17

73

73

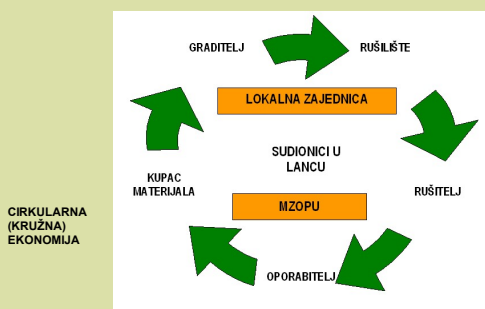
Zašto je važna reciklaža:

- smanjuje se količina građevinskog otpada
- dobivaju se sekundarne sirovine za proizvodnju
- zamjenjuje se uvoz sekundarnih sirovina
- čuvaju se postojeći resursi
- štedi energija kroz manji trošak za proizvodnju
- smanjuju se troškovi proizvodnje u odnosu na sirovine
- otvaraju se nova radna mjesta
- reciklažom se postiže zaštita životne okoline
- reciklaža je svjetski imperativ
- EU - postulira obavezu reciklaže.

74

74

Ponovimo tko su sudionici u provedbi ponovne uporabe građevnog otpada



75

75

ECO-SANDWICH



Co-funded by the Eco-innovation Initiative of the European Union



www.eco-sandwich.hr

76

76

Zaključak

- Prirodne su sirovine uvijek ograničene, a postojeći deponijski kapaciteti nedovoljni
- Zato je dugoročno gledano reciklaža građevinskog otpada jedina perspektivna alternativa
- CIRKULARNA EKONOMIJA

77

77