



RECIKLAŽA BELE TEHNIKE

Predavanje 11.

Bela tehnika je naziv za grupu električnih uređaja i aparata koji se koriste u domaćinstvima.



Tu spadaju: veš mašine, mašine za pranje suđa, šporeti, frižideri i zamrzivači...



Sa aspekta negativnog uticaja na životnu sredinu, naročito se izdvajaju **frižideri i zamrzivači!**



Dok su u upotrebi, oni
**ne predstavljaju
nikakav problem** sa
aspekta negativnog
uticaja na životnu
sredinu.

**Rizik nastaje kada
frižider postane
neupotrebljiv!**



Prema procenama, više od polovine ukupne otpadne EE opreme pripisuje se velikim uređajima za domaćinstvo, kao što su frižideri i šporeti.



**MASENI UDEO POJEDINI
MATERIJALA U FRIŽIDERU I
ZAMRZIVAČU**

**RASHLADNA
SUPSTANCA
0,2%**

+

ULJE 0,8%

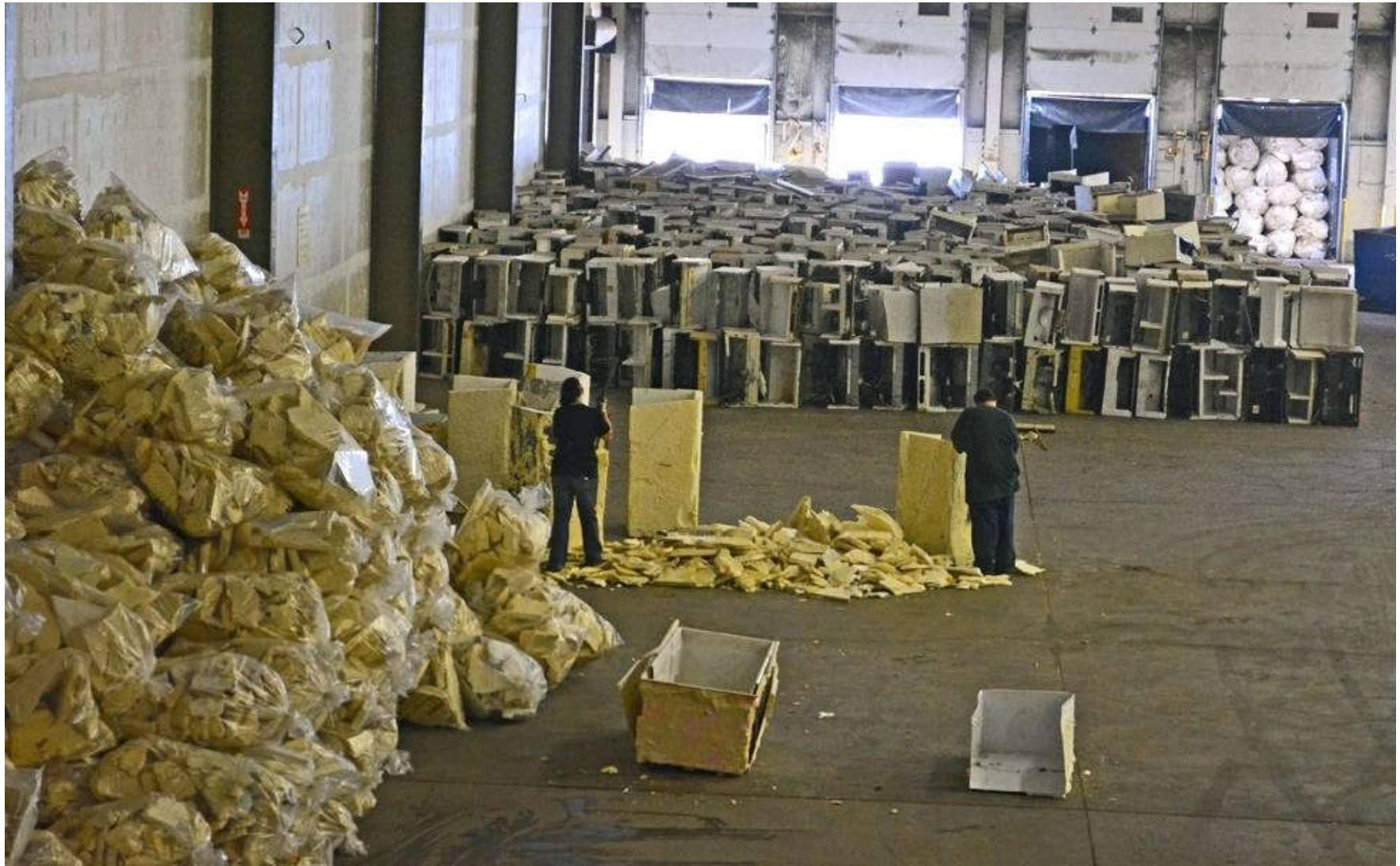
Iako je maseni udeo nekih materijala drastično veći u odnosu na druge, njihov uticaj na životnu sredinu može biti obrnuto proporcionalan (npr. čelik i plastika po oko 35%, a rashladne supstance 0,2%, ulje 0,8%)

Frižider koji završi na deponiji može da ima isti uticaj na životnu sredinu kao vožnja automobila duga 7.500 kilometara.

U čemu se ogledaju rizici?

U frižiderima i zamrzivačima se za hlađenje koriste rashladne materije, sa opštim nazivom **freoni**.





Freoni se osim kao rashladna tečnost, u frižiderima i zamrzivačima, nalazi i u izolaciji, u pur peni.

Njihova štetnost se ogleda u negativnom uticaju na ozonski omotač.

Ispuštanjem u atmosferu freona iz samo jednog frižidera, a u tim uređajima ga ima između 140 i 200 grama, ozonskom omotaču napravi šteta jednaka onoj koju pravi jedan automobil za godinu dana.

Šta je freon?

Freon je naziv **za više vrsta gasova** koji se prvenstveno upotrebljavaju u klima uređajima i frižiderima kao rashladni medijum.

Freoni su netopljivi u vodi, a prodiru visoko u stratosferu zbog male specifične težine.

Podeljeni su prema hemijskom sastavu, ekološkim faktorima, vrsti uređaja u kojima se koriste.

Vrste freona

Freon R-12 (CCl₂F₂)

Najčešće upotrebljavan gas CFC tipa (Hlorofluorouglenici), **nekada je bio osnovni gas u rashladnim sistemima, ali i kao sredstvo za čišćenje, pogonsko sredstvo u bocama pod pritiskom (razni sprejevi)**. Upotreba freona 12 se zabranjena zbog velikog uticaja na ozonski omotač.

Freon R-22 (CHClF₂)

sličan gasu R-12, ali umesto jednog atoma hlora ima atom vodonika (nazivaju ga i meki freon). Upotrebljava se u kućnim i komercijalnim sistemima, i to je prva pogodna zamena za R-12, jer je **njegov uticaj na omotač samo 10% uticaja R-12**. I on se polako izbacuje iz upotrebe zbog ekoloških osobina, kod nas zastupljen u starijim uređajima.

Freon R-134a (CH_2FCF_3), spada u grupu gasova HFC tipa (hydrofluorocarbons). To je rashladno sredstvo koje **nema uticaj na ozonski omotač kao prethodna dva.**

Predstavlja zamenu za R-12, ali i njegovom neekološkom nasledniku R-22 i od 1990. god. se sve više upotrebljava u rashladnim sistemima (50% ovog gasa koristi se u klimama automobila, 15% za frižidere i zamrzivače, 35% za klimatizaciju prostorija)

Freon R-407c

Sličnih je performansi kao i R-22, samo što **spada u ekološke gasove**. Ovaj gas se **ne može dopunjavati pa je zato skuplji redovan servis** (od npr. uređaja koji koriste R-22), kada se u ceo sistem ubacuje novi gas.

Freon R-410a

spada u grupu gasova kao i R-134a. Posедуje veći kapacitet hlađenja i radi na dosta većem pritisku nego R-22 (čak do 60 bara, pa se zbog toga ne smeju koristiti tankozidne cevi).

Za dobar rad uređaja potreban je vakum u sistemu jer se vlaga sa ovim freonom veže i do 100% više nego kod R-22 freona. Sistem se normalno može dopunjavati.

Uticaj freona na ozonski omotač

Godišnje smanjenje ozonskog omotača iznosi 1% (podatak iz NASA-e).

Najvažniji uzročnik narušavanja ozonskog omotača freoni.

Utjecaj freona na ozonski omotač

- ▶ Pronalazak ovih jedinjenja predstavljao je veliko tehnološko dostignuće i naučnicima koji su ih otkrili doneli su Nobelovu nagradu iz oblasti hemije.
- ▶ Imaju široku primenu u proizvodnji stiropora, pur pene itd.
- ▶ Dugo su smatrani neutralnim u odnosu na životnu sredinu, a životni vek im je 30-50 godina. Štetnost je posledica dugotrajnosti i male specifične težine.

Uticaj freona na ozonski omotač

- ▶ Zbog male specifične težine lako dospevaju u gornje slojeve atmosfere gde u stratosferi UV zraci deluju, oslobađajući lako atome hlora. Slobodan atom hlora vezuje se za ozon i razgrađuje ga dajući Cl₂O i O₂.
- ▶ Cl₂O je nestabilan i pod dejstvom Sunca atom hlora se izbacuje i reakcija se ponavlja – jedan atom hlora može oko 100 000 puta reagovati sa ozonom.
- ▶ Akcije za smanjenje upotrebe freona najviše su usmerene na plasiranje frižidera bez freona.

| Grupa Freona | Freon | ODP | GWP |
|--------------|-------|------|------|
| CFC | R11 | 1 | 4000 |
| | R12 | 1 | 8500 |
| HCFC | R22 | 0.05 | 1500 |
| | R134a | 0 | 1300 |
| | R404a | 0 | 3260 |
| HFC | R407a | 0 | 1525 |
| | R410a | 0 | 1725 |

▶ U tabeli su različite freone.

- ▶ faktor oštećenja ozonskog omotača pokazuje uticaj na oštećenje ozonskog omotača ostalih freona u odnosu na freon R11, čiji je ODP faktor uzet kao referentna vrednost
- ▶ Faktor globalnog zagrevanja pokazuje koliki je uticaj GHG (Green House Gasses) gasova na globalno zagrevanje u odnosu na ugljendioksid. Faktor globalnog zagrevanja za ugljen dioksid je uzet kao referentna vrednost (GWP CO₂=1)

n
za

Osim navedenih faktora bitna karakteristika freona je njihova trajnost u atmosferi (ALT AtmosphericLifeTime).

| Група фреона | Фреон | ALT(година) |
|--------------|-------|-------------|
| CFC | P11 | 50 |
| | R12 | 102 |
| | P114 | 300 |
| HCFC | P22 | 12.1 |
| HFC | | 14.6 |

PUR PENA

- ▶ Kao jedan od reciklata, u procesu reciklaže rashladnih uređaja, dobija se pur pena.
- ▶ Poliuretanska izolaciona pena u spreju raspolaže sa izuzetnim osobinama termo i hidroizolacije.

-
- ▶ Za isti termoizolacioni efekat treba otprilike 40% manja količina nego od klasičnih izolacionih materijala sa sličnim koeficijentom toplotne provodljivosti, naročito zbog eliminisanja prodora vazduha (90 mm mineralna vuna = 50 mm poliuretan pena u spreju).

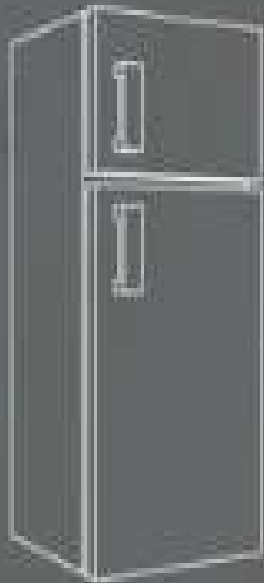
Tehnološki tok reciklaže rashladnih uređaja

Pogon reciklira rashladne uređaje kroz 6 koraka:

- ▶ Pripremu
- ▶ Usitnjavanje i sakupljanje CFC gasova korišćenjem azota
- ▶ Sušenje
- ▶ Izdvajanje pur pene
- ▶ Izdvajanje gvožđa
- ▶ Izdvajanje obojenih metala i plastike

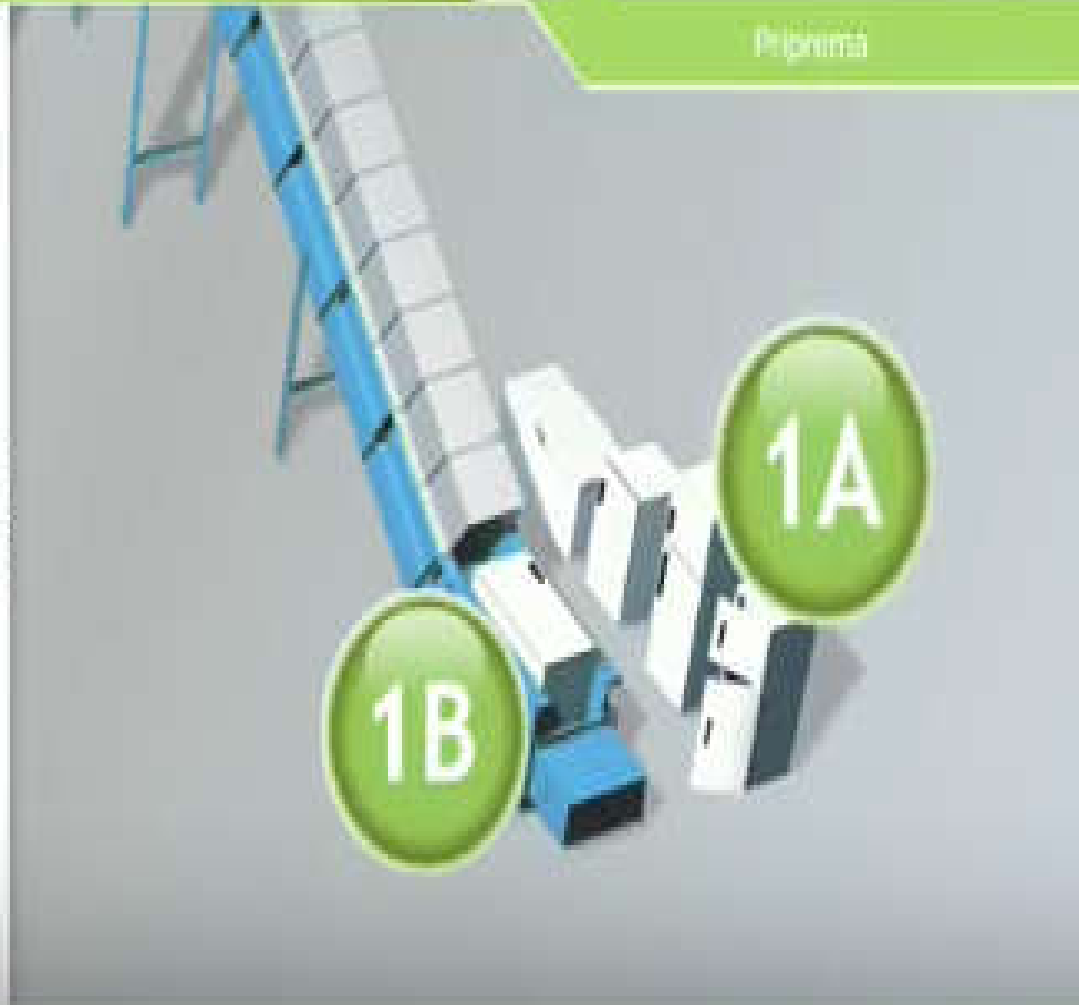
1. PRIPREMA

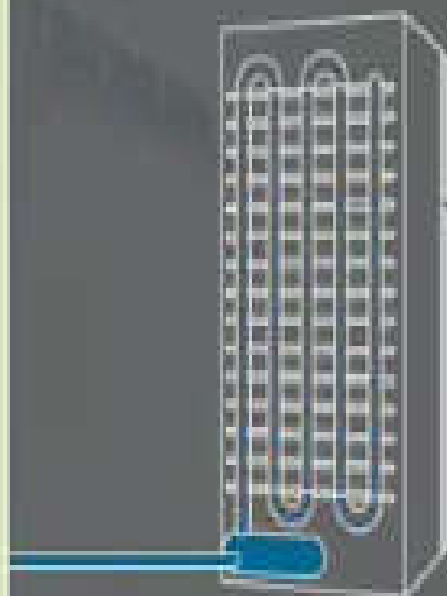
Pogon za reciklažu rashladnih uređaja



Demontaža različitih komponenti kao što su staklo, drvo, kablovi i prekidač sa žvonom. Tečnost za hlađenje, mešavina rashladnog sredstva i ulja se potom izdvaja i kompresor se uklanja sa rashladnog uređaja.

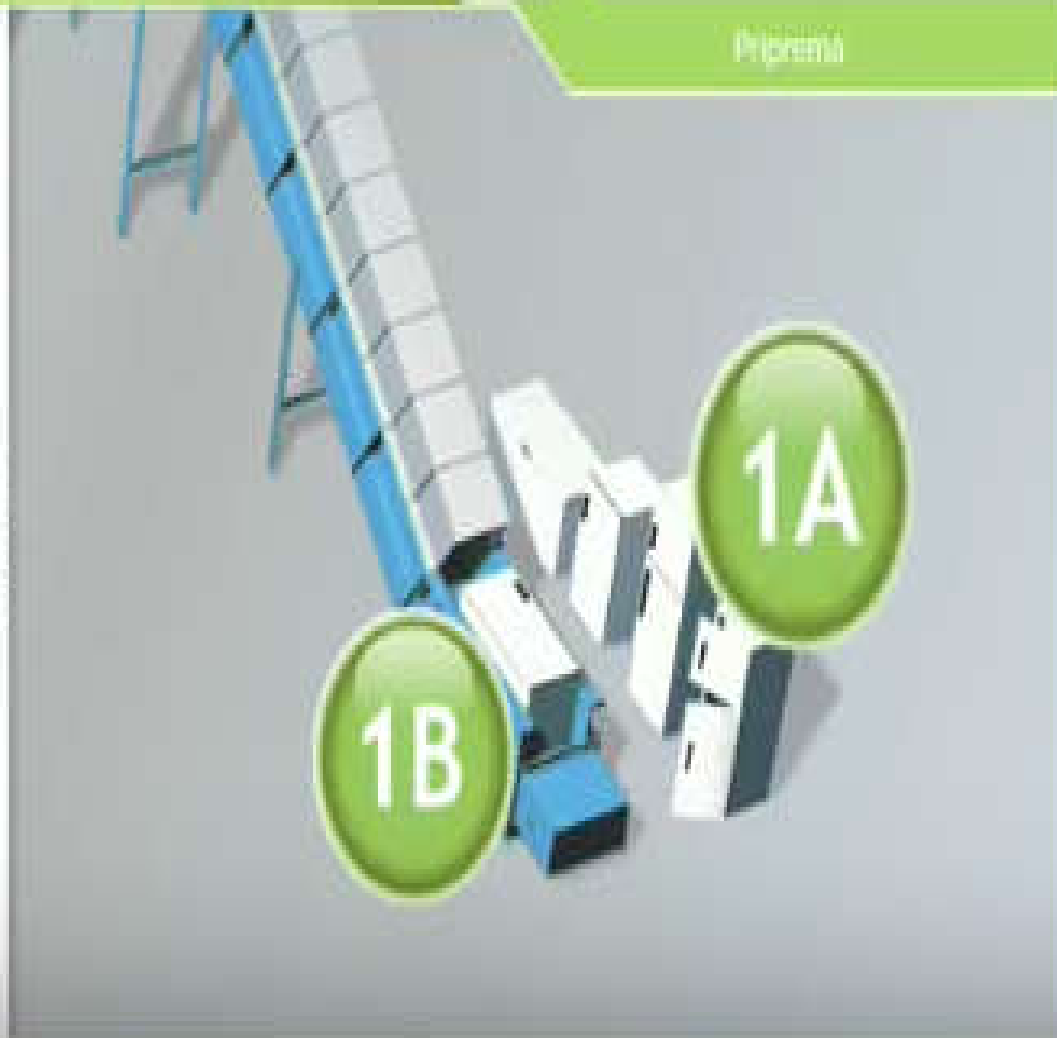
Priprema





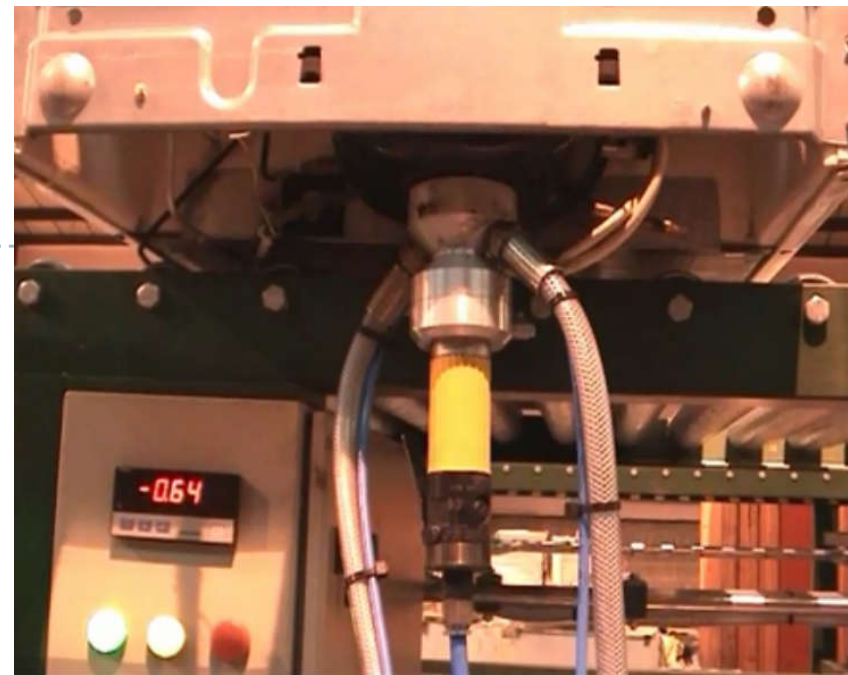
Demontaža različitih komponenti kao što su staklo, drvo, kablovi i prekidači sa žvorn. Tečnost za hlađenje, mešavina rashladnog sredstva i ulja se potom izdvaja i kompresor se uklanja sa rashladnog uređaja.

Priprema





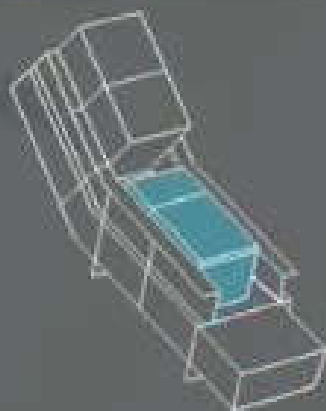
Proces izvlačenja starog freona iz reshladnih uređaja naziva se rekuperacija freona.



Za izdvajanje freona koristi se posebna mašina koja na principu vakuma izdvaja freon iz rashladnih uređaja pre nego što se uređaj ode na dalju reciklažu. Izdvajanje freona iz starih uređaja je veoma važno za očuvanje prirodne sredine jer smanjuje potrebu za proizvodnjom ovog gasa.







Od 5 - 11 frižidera se zatim utovaruje valjkastim transporterima. Potom se obrada vrši u zatvorenom prostoru da bi se izbegla emisija štetnih gasova.

Priprema

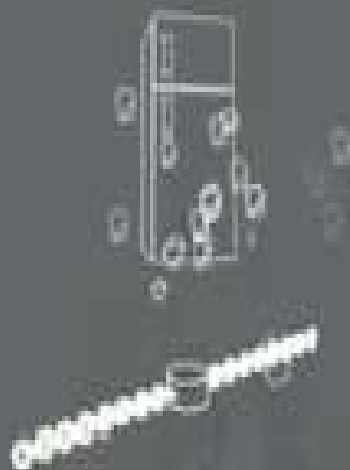


2. USITNJAVANJE

Tako pripremljen frižider se preko ulaznog transportera uvodi u glavni uređaj postrojenja, gde se vrši usitnjavanje, mlevenje ulaznog materijala.



Glavni deo postrojenja je snažan motor koji pogoni masivne lance koji vrše potrebno usitnjavanje materijala.



Snažan motor pogoni masivne lance koji vrše potrebno usitnjavanje materijala. Metal i aluminijum će iseći plastiku i penu na definisanu veličinu, koja zavisi od sastava materijala. Veličina reciklata se kreće od 0.1 - 100mm.

Upotreba azota i usitnjavanje



Upotreba azota i usitnjavanje



Prisustvo azota tokom celog procesa ima dve svrhe:

1. Kondenzacija i sakupljanje CFC gasova
2. Smanjenje noka od ekspozije

Procenat kiseonika u ovom delu procesa i narednim fazama ostaje na kontrolisanom nivou, manje od 5%.

Upotreba azota i usitrnjavanje



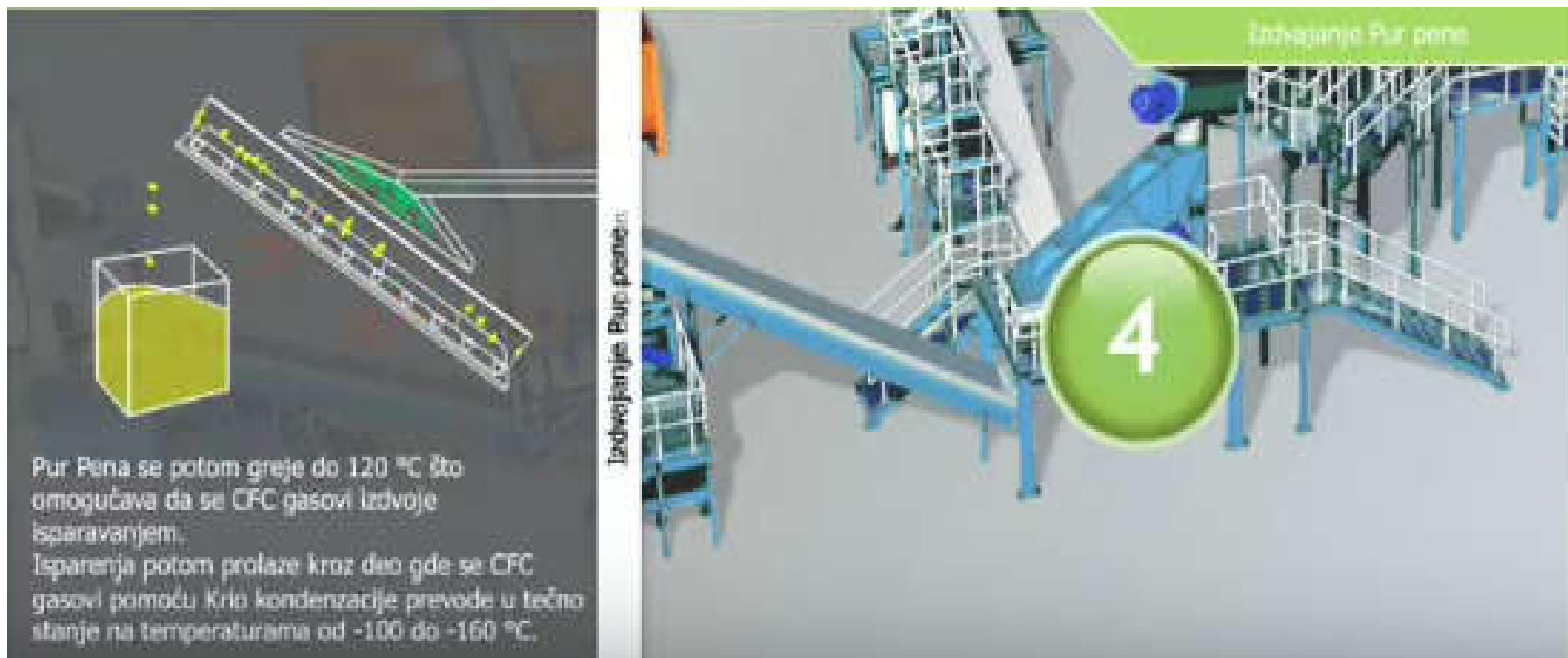
3. SUŠENJE



4. IZDVAJANJE PUR PENE

Materijal se, dalje, transportuje preko specijalnih usponskih **pužnih transportera** do tzv. „**skrin mašine**“ koja je snabdevena **specijalnim vibro sitima različite granulacije**. Na ovom mestu se razdvaja „pur-prah“ od ostatka samlevenog materijala.





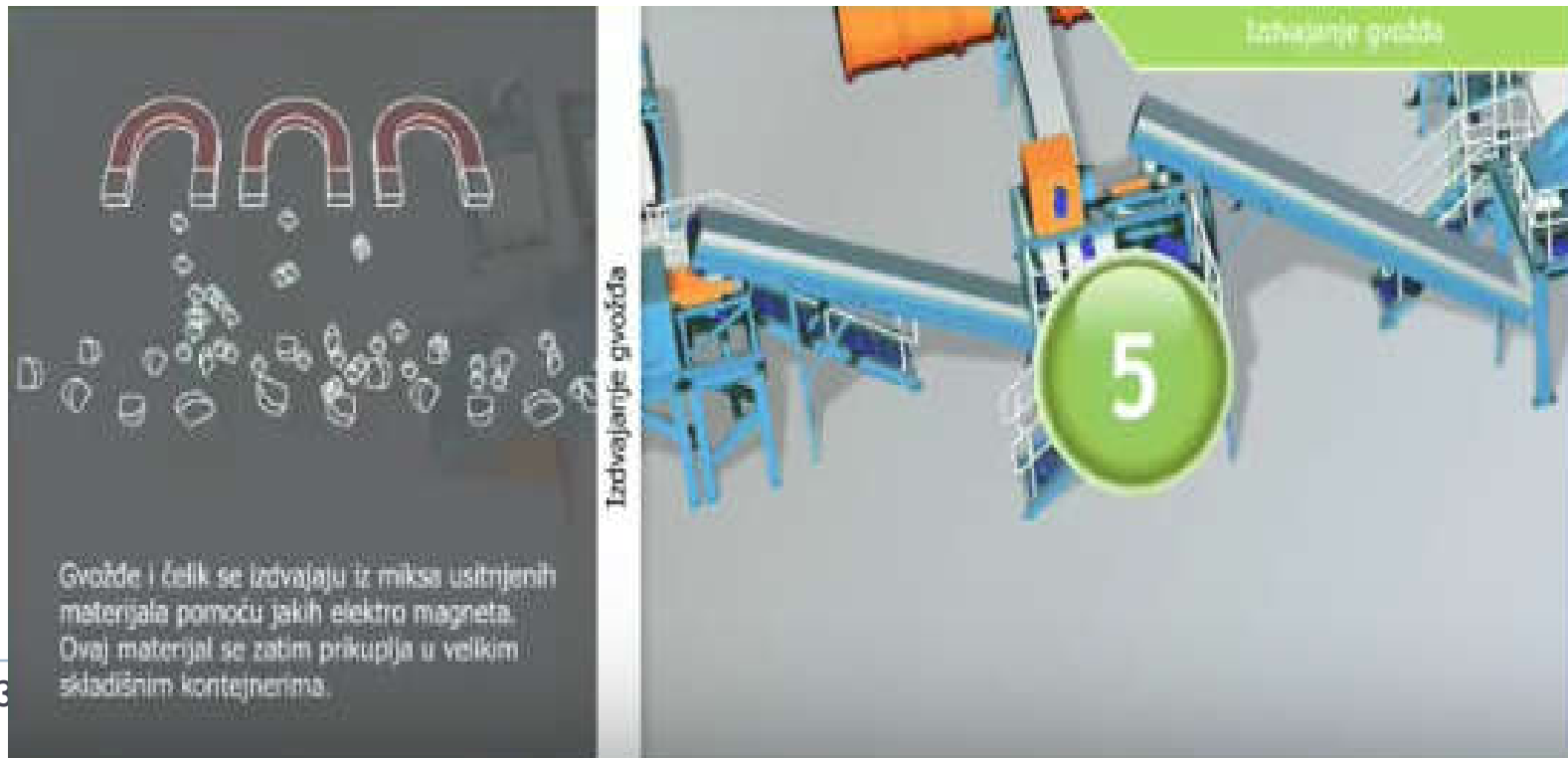
Pur Pena se potom greje do 120 °C što omogućava da se CFC gasovi izdvoje isparavanjem. Isparenja potom prolaze kroz deo gde se CFC gasovi pomoću Krio kondenzacije prevode u tečno stanje na temperaturama od -100 do -160 °C.

pur pena se dalje čišćenje pomoću posebnih „matriksa“ koji se zagreju na **visokoj temperaturi (120 stepeni C)**. Cilj visoke temperature je savršeno izdvajanje svih freona iz pur praha.

Iz pomenutih „matriksa“ čist „pur-prah“ se vodi u specijalne vreće gde se i skladišti, dok se izdvojeni zagađivači isisavaju iz „matriksa“ i odvođe na dalji tretman.

5. IZDVAJANJE GVOŽĐA

Ostatak materijala iz „skrin mašine“ vodi se preko usponskog trakastog transportera do magnetnog odvajača koji vrši izdvajanje magnetnih delova (u prvom redu gvožđa) iz dopremljenog materijala. Feromaterijal pada na transporter odakle se odvozi do prihvatnog kontejnera.



6. IZDVAJANJE OBOJENIH METALA I PLASTIKE

Nemagnetni preostali materijal, doprema se do Eddy current separatora, gde se vrši razdvajanje nemagnetnih metala (Cu, Al) od ostatka, tj. plastike.



Izdvajanje obojenih metala i plastike



SISTEM ZA CIRKULACIJU GASOVA

Funkcionisanje celokupnog sistema omogućava sistem za cirkulaciju gasova. Ovaj sistem je složen i sastoji se od dve faze:

- ▶ **Predkondenzacija**
- ▶ **Krio kondenzacija**

U prvoj fazi (predkondenzacija) vrši se **podhlađivanje cirkulacionog gasa**, a u cilju izdvajanja **vlage u vidu vode iz sistema gasova**.

- ▶ Druga faza sistema (**krio-kondenzacija**) zadužena je za tzv. „**čišćenje**“ cirkulacionog gasa, tj. **izdvajanje freona iz sistema.**
- ▶ **Freon** se u krio-kondenzaciji uz pomoć tehničkog gasa (azot-N₂), zamrzava na temperaturi od -130 stepeni C i pretvara u **čvrsto agregatno stanje.**
- ▶ Kasnije, u fazi regeneracije sistema, taj freon se **otapa i prevodi se u tečno agregatno stanje.**
- ▶ Kao takav, tečan, upumpava se u specijalne rezervoare za lagerovanje i kasniji transport.
- ▶ Osim navedene uloge u „krio-kondenzaciji“ azot se koristi u sistemu reciklaže za **inertizaciju celog sistema.**

VARIJANTA POSTROJENJA ZA EE OTPAD

- ▶ Ukoliko sistem radi u režimu EE otpada, postoji izvesno odstupanje od navedene putne mreže samlevenog materijala, a nakon izlaska iz postrojenja za mlevenje.
- ▶ Naime, u tom slučaju materijal nakon izlaska iz ovog postrojenja **ne ide na usponske transportere već na tzv. „sortirni transporter“** gde se vrši manuelno sortiranje određenog materijala.
- ▶ U ovoj fazi u posebne bokseve se ubacuju bazične ploče uređaja, kablovi i sl. dok preostali materijal odlazi ka već pomenutom magnetnom odvajaču i „edi karentu“ kao u slučaju rada sa rashladnom opremom.

REZULTAT RECIKLAŽE

- ▶ Reciklaža omogućava separaciju freona iz pur pene i njeno potpuno prečišćavanje čime ona postaje **energent visoke kalorične vrednosti**, a freon izdvojen tehnološkim procesom (kako iz sistema, tako i iz pur pene) i sakupljen u namenskim sudovima umesto u atmosferi završava u licenciranim postrojenjima za njegovo uništavanje u Nemačkoj.
- ▶ Preostali opasni otpad poput kondenzatora ide na uništavanje u Austriju i Nemačku.
- ▶ Trenutno se ispituje mogućnost da se očišćena pur pena koristi i kao **apsorbent -sakupljač zauljenih tečnosti**.

Reciklati koji nastaju (bakar, gvožđe, aluminijum, ABS plastika) su visoko kvalitetnog hemijskog sastava i imaju visok stepen čistoće (98%) pa se odmah mogu koristiti kao sirovina umesto novih materijala.

Problemi reciklaže rashladnih uređaja

Troškovi transporta i zbrinjavanja su 25 evra po litru, dok je **cena novog freona** koji kupuju serviseri klima, **tri puta niža**.