

STUDIJA POVEĆANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI PROCESA DESTILACIJE ZA SEPARACIJU SMJESE PROPAN – PROPEN

Fran Jazbec, Jurica Bunjevac

Sveučilište u zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije

fjazbec@bj-pd.com, jurica.bunjevac@gmail.com

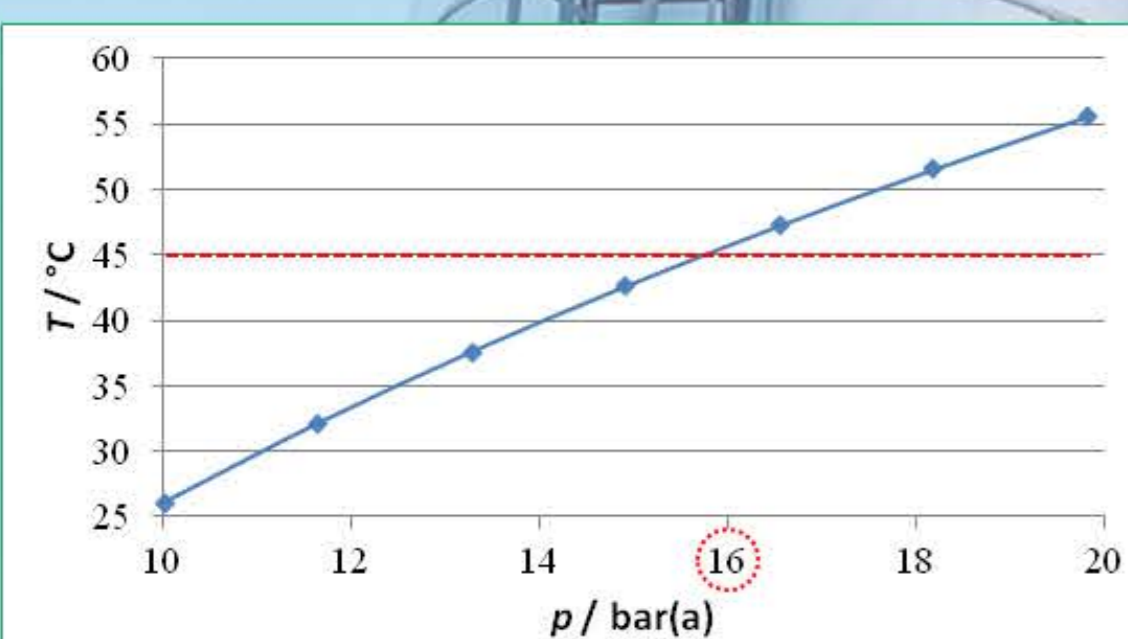
Mentor: Igor Dejanović

UVOD

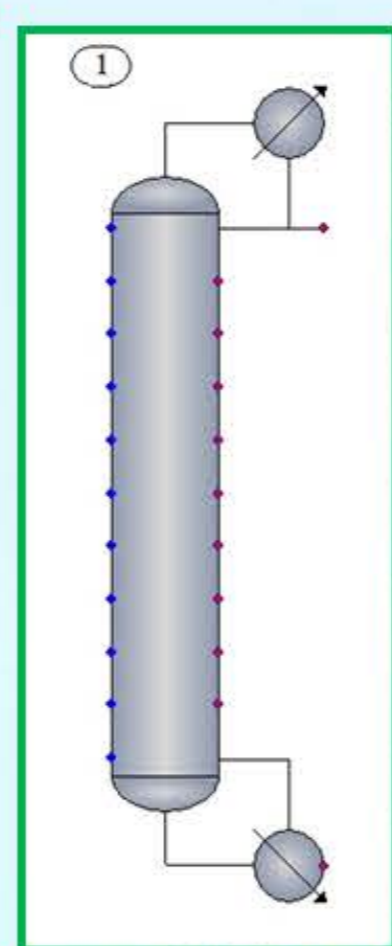
Kako bi se smanjila potrošnja energije, u industriji se pri separaciji komponenata bliskog vrelišta koriste razna rješenja. Jedan od energetski najintenzivnijih procesa destilacije je separacija alkena od alkana, kao što su propen i propan. Najpoznatija metoda za smanjenje utroška energije pri destilaciji propena i propana je korištenje dizalice topline. Kako taj proces koristi izuzetno skupu opremu-kompresor, a troši i veliku količinu električne energije za njegov rad, primjena dizalice topline nije uvijek prihvatljiva. Ukoliko je moguća, integracija topline iz drugih procesa predstavlja odličnu alternativu postojećim rješenjima jer se otpadna toplina drugih procesa koristi kao energent. Time se omogućuje smanjenje pogonskih troškova procesa a ujedno i rješava problem otpadne topline, odnosno rasterećuje kružni sustav rashladne vode. Kako bi mogli integrirati toplinu potrebna je struja s dovoljno toplinske energije, odgovarajuće razine temperature. Potrebno je projektirati destilacijsku kolonu za razdvajanje propilena i propana (C3-Splitter) tražene čistoće propena, kao glavnog proizvoda, koja iznosi 96 mol. %, dok je za propan najbolje postići što višu čistoću, poželjno 95 mol. %. Kolonu je potrebno projektirati tako da njena visina ne prijeđe 50 m, zbog specifičnosti lokacije. S obzirom da smanjeni broj ravnotežnih stupnjeva uzrokuje povećanu potrošnju energije, analizom je potrebno utvrditi je li moguće dostupni tok otpadne topline iskoristiti kao energent za kolonu traženih dimenzija.

REZULTATI PRORAČUNA

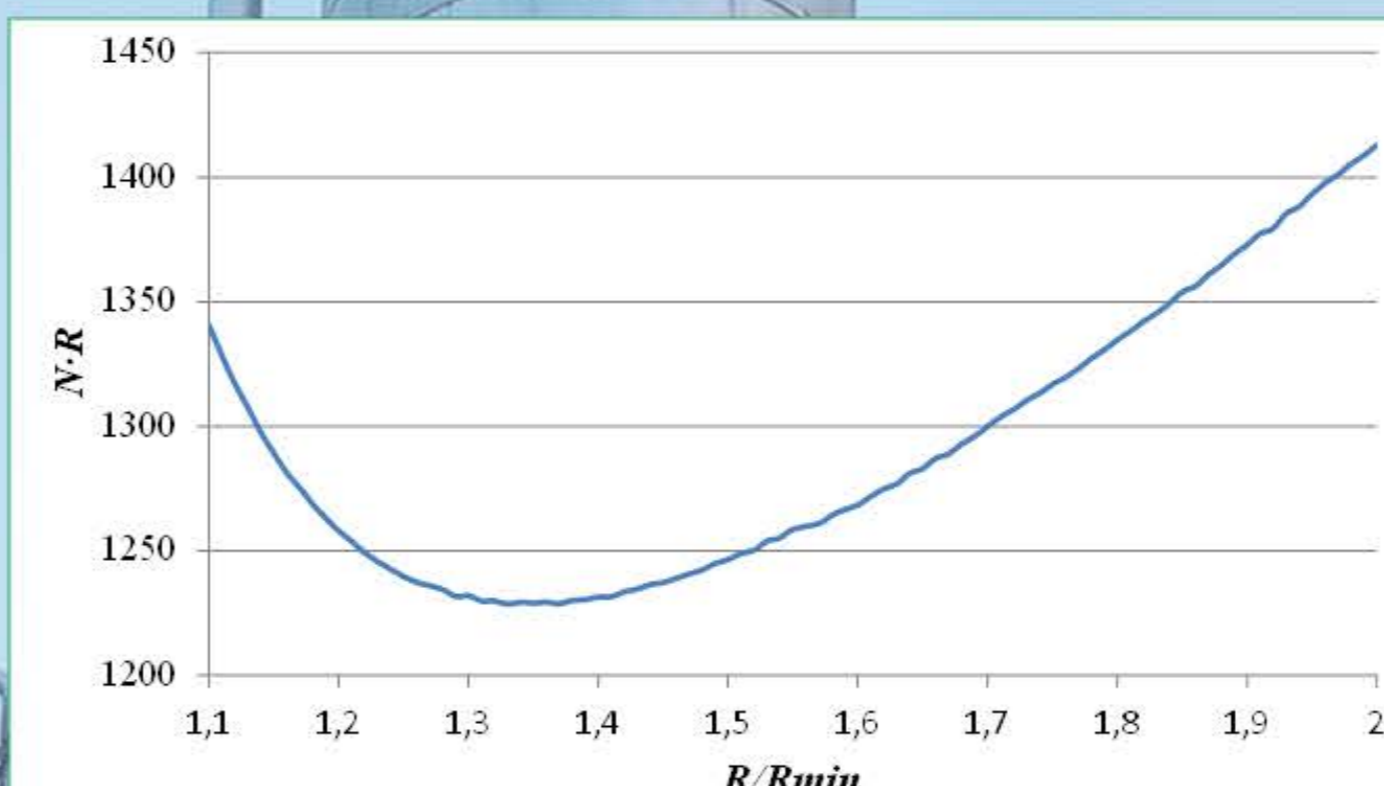
1. Odabir radnog tlaka



Ovisnost temperature vrelišta destilata o tlaku



2. Rezultati SHORTCUT modela

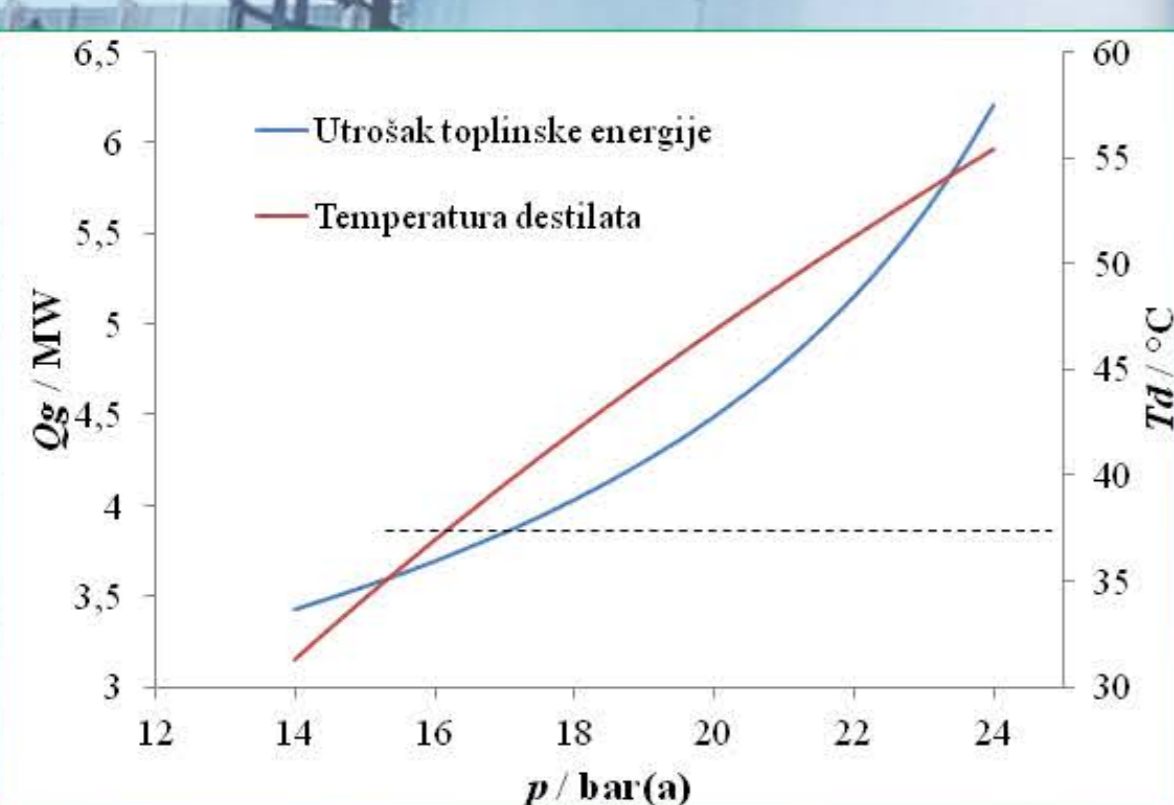


Grafički prikaz ovisnosti R/R_{min} o umnošku broja koncentracijskih stupnjeva (N) s refluksnim omjerom (R)

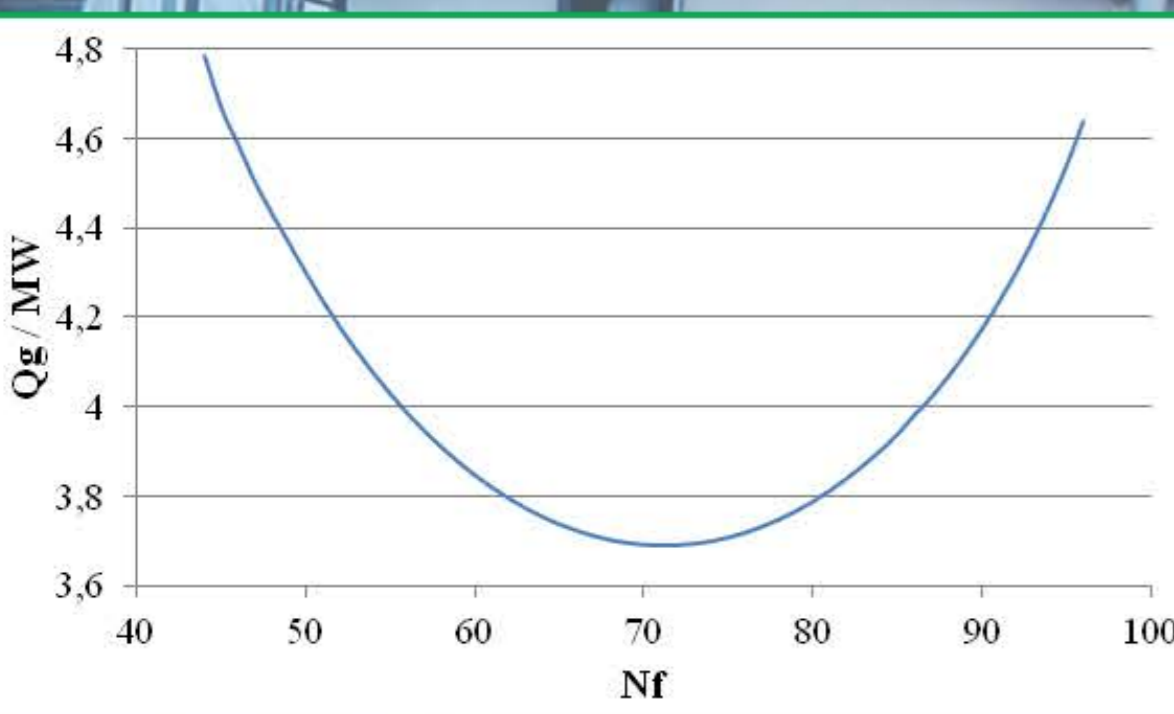
R/R_{min}	1,36
Broj ravnotežnih stupnjeva	108
Minimalni broj ravnotežnih stupnjeva	62
Ravnotežni stupanj pojenja	44
Toplinska dužnost kondenzatora / MW	-2,497
Toplinska dužnost isparivača / MW	2,695
Tlak kolone / bar(a)	16,00
Minimalni refluksni omjer	8,43
Izračunati refluksni omjer	11,46

Rezultati modela *Shortcut* za optimum radnih i pogonskih troškova

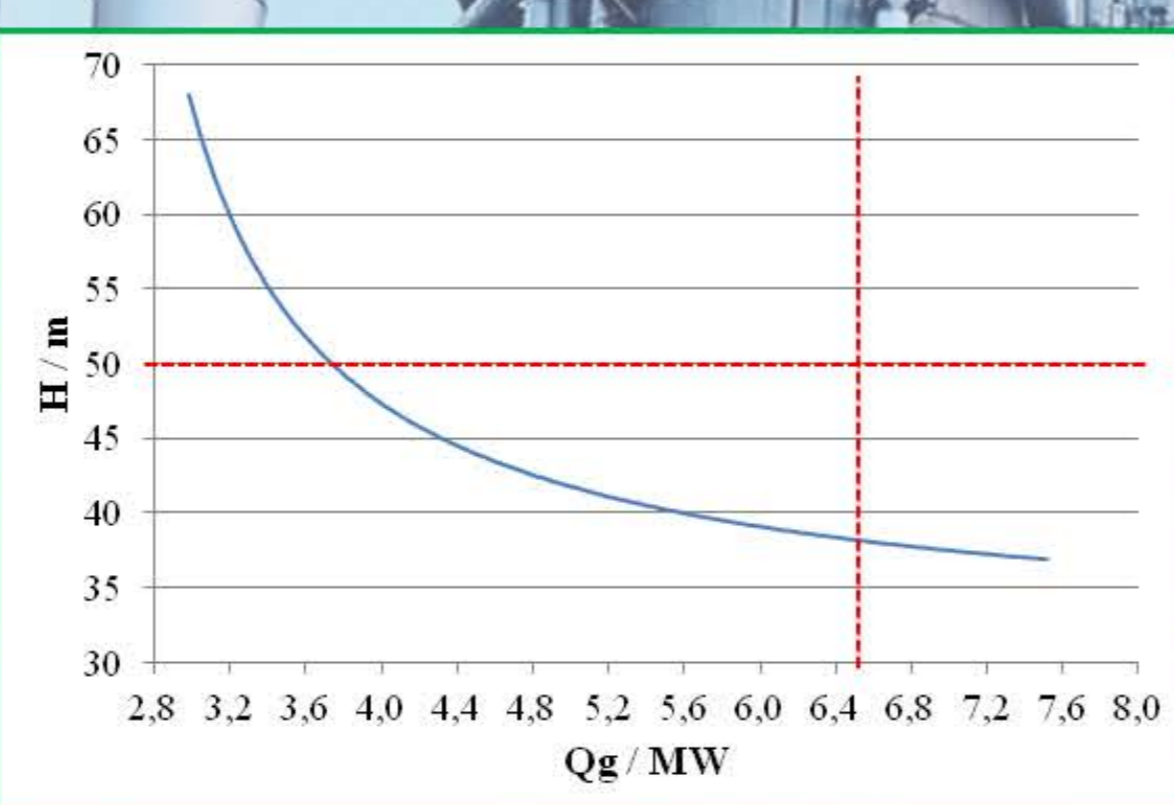
3. Rezultati SCDS modela



Ovisnost utroška toplinske energije i temperature destilata o radnom tlaku kondenzatora s označenom temperaturom destilata pri odabranome tlaku od 16 bar(a)

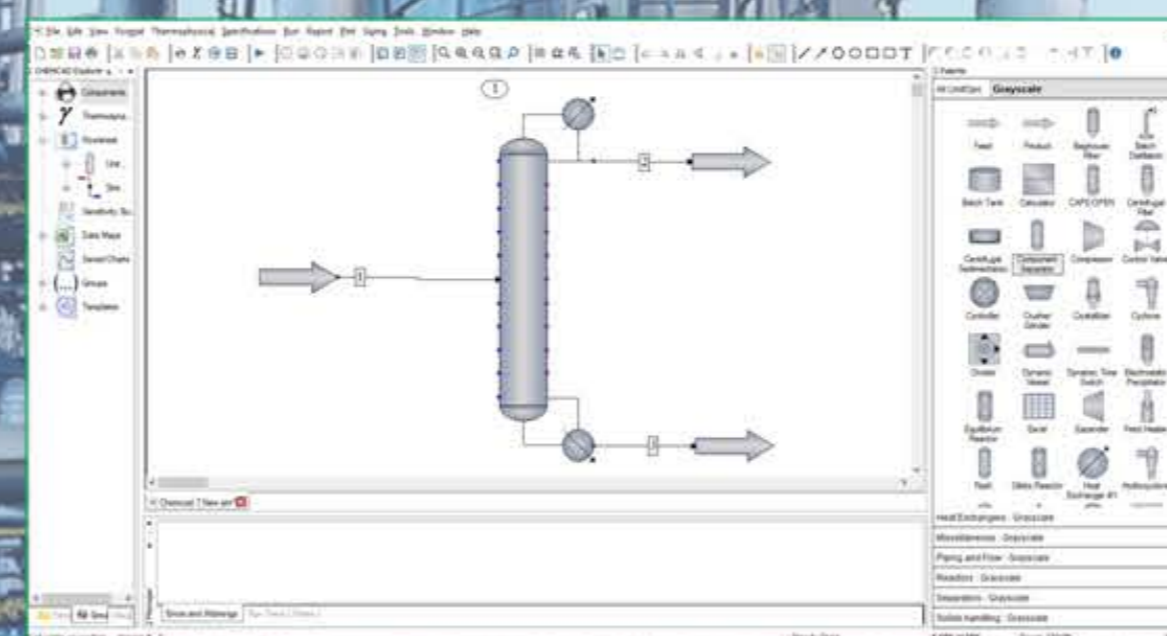


Ovisnost utroška toplinske energije o odabranom pojnom stupnju



Ovisnost utroška toplinske energije o visini kolone s označenom dostupnom toplinskom energijom iz procesa (6,5 MW) i najvećom dozvoljenom visinom kolone od 50 m

Broj plitica	117
Pojna plitica	69
Pad tlaka kondenzatora (bar)	0,3
Pad tlaka kolone (bar)	0,319
Protok destilata (kmol/h)	59,20
Toplinska dužnost kondenzatora (MW)	-3,4959
Toplinska dužnost isparivača (MW)	3,6941
Izračunati refluks (kmol/h)	957,96
Izračunati refluksni omjer	16,0603



	Produkt vrha	Produkt dna
Temperatura / °C	36,90	47,38
Tlak / bar(a)	16,00	16,62
Udio pare	1	0
Molni protok / kmol · h ⁻¹	59,647	14,062
Maseni protok / kg · h ⁻¹	2488,9	618,6
Molni udio komponente		
Metan	0,00003	0
Eten	0,00185	0
Etan	0,02880	0
Propen	0,96002	0,05000
Propan	0,00931	0,95000

4. Dimenzioniranje

Broj plitica	115
Tip plitica	Sitaste
Djelotvornost	0,9
Promjer / m	2,12
Razmak / m	0,4
Broj prolaza	2
Perforacije / Ukupna pov.	0,15
Korelacija plavljenja	Fair
Dozvoljeni postotak plavljenja / %	80

Visina kolone	
Visina vrha / m	2,00
Visina plitica / m	45,60
Visina dna / m	2,24
Ukupno / m	49,84

	R	15,00	13,11	11,59	11,02
CAPEX (MM kn/god)	6,932	8,825	14,379	28,263	
OPEX (MM kn/god)	48,428	42,330	37,406	36,076	
TAC (MM kn/god)	49,120	43,212	38,844	38,902	

ZAKLJUČAK

Razdvajanje propena i propana destilacijom, zbog male razlike u hlapivosti, je energetski i kapitalno intenzivan proces te je ispitana mogućnost korištenja otpadne topline kao ogrjevnog sredstva u isparivaču. Proces destilacije je modeliran u programskom sustavu CHEMCAD. S obzirom da se tražena čistoća proizvoda može ostvariti na različitim radnim uvjetima, analizom osjetljivosti ispitan je njihov utjecaj na pogonske troškove procesa. Utvrđen je minimum toplinske dužnosti isparivača (3,69 MW), što je gotovo dvostruko manje od raspoložive otpadne topline (6,5 MW), što ostavlja 2,81 MW toplinske energije za integraciju u drugim procesima. Postignute male dimenzije destilacijske kolone zadovoljavaju uvjet o najvećoj dopuštenoj visini, čime se ujedno smanjuje utrošak materijala potrebnog za njenu izgradnju, što je čini pogodnim rješenjem za primjenu u industriji. Time je pokazano da integracija otpadne topline, gdje je moguća, predstavlja dobru alternativu drugim, kapitalno intenzivnim rješenjima za smanjenje pogonskih troškova procesa destilacije.