

» Hidrauličke tekućine budućnosti

Mag. Milan Kambič
dr. Darko Lovrec

Razvojni inženjeri ulažu ogromne napore, vrijeme i sredstva u traženju hidrauličke tekućine, koja bi bila blizu idealne hidrauličke tekućine. Takva tekućina morala bi biti negoriva i neotrovnost, a morala bi imati i izvrsna svojstva podmazivanja i temperaturno neovisna fizikalno kemijska svojstva. Jedan od smjerova razvoja su biološki brzo razgradive hidrauličke tekućine, prije svega ionske tekućine, koje su obzirom na izvrsna svojstva, najprimjerenije za idealnu tekućinu i sa ekološkog stajališta.

Danas teško sa sigurnošću možemo tvrditi, koje će tekućine biti značajne u budućnosti. To ovisi o rezultatima sadašnjih i budućih istraživanja i ispitivanja, smjera razvoja fluidne tehnike, kretanja cijena sirovina na svjetskim tržištima još o mnogo čemu. S bitno većom sigurnošću možemo reći, da i u bliskoj budućnosti još nećemo primjenjivati univerzalnu tekućinu, koja bi bila toliko iznimna i blizu idealnoj, da bi potisnula sve ostale. Svakako možemo upozoriti na neke, koje su radi svojih dobrih svojstava među ozbiljnim kandidatima. To su tekućine serije Quintolubric 777, serije Quintolubric 888 i ionske tekućine.

Kratki pregled razvoja hidrauličkih tekućina

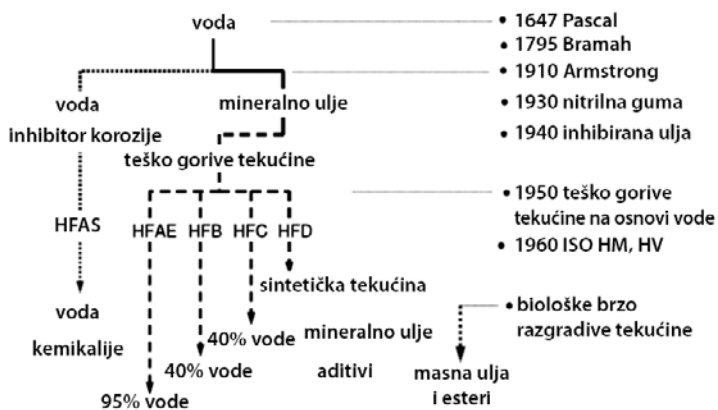
Primjena i razvoj hidrauličkih tekućina (Slika 1) su zapravo počeli istodobno sa početkom razvoja hidrauličkih uređaja. Prvo zabilježeno ispitivanje seže u sredinu 17. stoljeća, kada je francuski fizičar Blaise Pascal zapisao svima dobro poznatu jednadžbu $p = F/A$, temelj današnje hidraulike, odnosno pravilnije hidrostatike, na čijim načelima djeluju svi hidraulički uređaji [1].

Voda je bila prva hidraulička tekućina, koju je primjenjivao i Bramah u svojoj prvoj hidrauličkoj preši 1795. godine [1]. Tek kasnije su vodi počeli dodavati razne dodatke ili primjenjivati



druge tekućine. Godine 1910. su Armstrong, Williams i James razvili novu vrstu hidrauličke crpke, koja je zahtijevala bitno bolja svojstva podmazivanja, nego što ih je imala voda. Primijenili su mineralno ulje, koje nije bilo kompatibilno s brtvilima, pa je vijek uporabe uljnih punjenja bilo vrlo kratak. Tek otkrićem nitrilne gume (1930. godine), koje je kompatibilna s mineralnim uljem, a posebice s početkom (nakon 1940. godine) dodavanja aditiva mineralnom ulju (sadržavali su inhibitore korozije i oksidacije), vijek trajanja uljnih punjenja je produljen. Tada su hidraulički sustavi postali konkurentni mehaničkim i električnim načinima prijenosa snage. Nakon 1960. godine počela je primjena mineralnih ulja razine kvalitete HM i HV, koji su i danas najčešće u primjeni. Naravno da na tržište stalno dolaze suvremeniji paketi aditiva, pa je kvaliteta mineralnih hidrauličkih ulja i danas trajno u porastu.

Nakon 1950. godine je prije svega radi nesreća u rudnicima započeo ubrzan razvoj teško zapaljivih tipova hidrauličkih tekućina. Danas poznajemo četiri tipa – HFA, HFB, HFC i HFD. Pri HFA tipu postoji podtipove HFAS, koji je otopina sintetičke tekućine u vodi, a pri podtipu HFAE je osnovica mineralno ulje s različitim aditivima, koje miješamo s vodom i primjenjujemo u približno 95-postotnoj koncentraciji. Tip HFB je takozvana inverzna emulzija, gdje je sadržaj ulja s aditivima veći od vode, čiji udio iznosi približno 40 postotaka. Tip HFC je smjesa poliglikola, aditiva i vode, koje ima približno 40 postotaka. HFC tekućina ne sadrži mineralna ulja, a tip HFD ne sadrži vodu i uobičajeno je sintetička tekućina s različitim aditivima.



» Slika 1: Shematski prikaz razvoja hidrauličkih tekućina



Mag. Milan Kambič • Olma, d. d., Ljubljana
Dr. Darko Lovrec • Univerza v Mariboru, Fakulteta
za strojništvo

Profil HFC-E tekućina

HFD-U (bez vode)	↑	HFA (98% vode)
HFD-R (bez vode)		HFC (40% vode)
HFC-E (20% vode)		HFB (40% vode)
HFC (40% vode)		HFC-E (20% vode)
HFB (40% vode)		HFD-R (bez vode)
HFA (98% vode)		HFD-U (bez vode)
Podjela obzirom na svojstva podmazivanja		Podjela obzirom na otpornost na požar

» Slika 2: Usporedba svojstava podmazivanja i otpornosti na požar

Nakon 1990. godine je radi trajno većih zahtjeva glede zaštite okoliša počela primjena biološki brzo razgradivih hidrauličkih tekućina. Taj tip je namijenjen prije svega primjeni u poljoprivredi, graditeljstvu i šumarstvu, dakle posvuda, gdje postoji izravna opasnost od istjecanja u okoliš. Dan danas čak oko 90 postotaka primjene predstavljaju mineralna ulja različitih svojstava, a u ostalim slučajevima prije svega teško zapaljive i biološki brzo razgradive hidrauličke tekućine. Prema gruboj procjeni, u Europi je u uporabi približno 50 postotaka teško gorivih hidrauličkih tekućina tipa HFC [2].

Seriya Superglikol Quintolubric 777

Većina teško zapaljivih hidrauličkih tekućina ima, u usporedbi s mineralnim hidrauličkim uljima, lošija svojstva podmazivanja, što ograničava širu primjenu takve vrste tekućina. To vrijedi i za HFC tip, gdje je razlog slabijih svojstava podmazivanja razmjerno visoki udio vode. Posljednjih godina te su nedostatke pokušali riješiti s pomoću hidrauličkih tekućina tipa HFC-E, kakve su primjerice tekućine serije Quintolubric 777, koje su bile radi svojih dobrih svojstava nazvane superglikolima [2].

Kako je vidljivo sa Slike 2, HFC-E tip tekućina ima manji sadržaj vode nego li klasični HFC tip, što omogućuje bolja svojstva podmazivanja. Serija superglikola Quintolubric 777 ima najbolji omjer između otpornosti na požar i svojstava podmazivanja, pri sadržaju vode oko 20 postotaka. Na temelju različitih

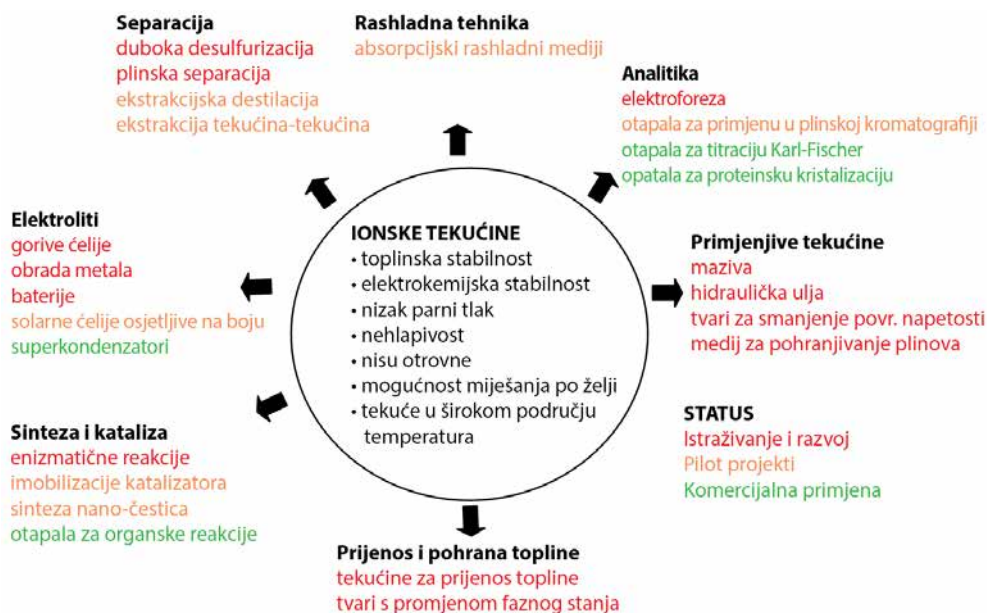
ispitivanja, pokazalo se da imaju izvrsnu otpornost na požar, koja je usporediva s otpornošću uobičajenih HFC tekućina, te nemaju štetni utjecaj na okoliš (nemaju oznake opasnosti i toksičnosti). Pri prelasku s HFC tekućina na superglikol Quintolubric 777, na hidrauličkom sustavu nisu potrebne tehničke promjene. Izvrsni rezultati navedenih ispitivanja su se djelomično već potvrdili i u praktičnoj primjeni, a potpuni prodor HFC-E tipova tekućina tek se očekuje.



Seriya Quintolubric 888

Unatoč trajno rastućem udjelu potrošnje teško zapaljivih hidrauličkih tekućina, na području HFD tekućina bez vode, prvo je bilo prisutno smanjivanje trošenja, jer su prve formule bile na osnovi PCB i fosfatnih estera, no danas je PCB zabranjeno primjenjivati. Primjena fosilnih estera se stoga smanjuje u korist biološki brzo razgradivih i ekoloških hidrauličkih tekućina na osnovi poliesteru (nazvanih HFD-U). Takvi proizvodi su i teško zapaljive i istodobno biološki brzo razgradive hidrauličke tekućine serije Quintolubric 888. Te tekućine su se posljednjih godina dokazale u brojnim primjerima primjene u metalurškim pogonima u Sloveniji, Bosni i Hercegovini, i drugdje u svijetu.

Seriya Quintolubric 888 je bila načinjena sa ciljem zamjene mineralnih hidrauličkih ulja u aplikacijama, gdje postoji opasnost od požara. Možemo je primjenjivati i u aplikacijama, gdje je potrebno osigurati najveći stupanj sigurnosti od onečišćenja okoliša. Proizvodi ne sadrže vodu, mineralna ulje ili fosfatne



» Slika 3: Potencijalna područja primjene ionskih tekućina

estere, te se sastoje od visokokvalitetnih sintetičkih organskih estera i pomno izabranih aditiva. Proizvodi te serije imaju svojstva podmazivanja na razini vrhunskih hidrauličkih ulja i mogu se primjenjivati u hidrauličkoj opremi svih glavnih proizvođača [3]. Radi izvrsnih rezultata laboratorijskih ispitivanja, vrlo dobrih iskustava pri praktičnoj primjeni te činjenice, da su proizvodi serije Quintolubric 888 teško zapaljivi i biološki brzo razgradivi, u sljedećim godinama možemo očekivati povećanje udjela primjene tih tekućina.



Ionske tekućine

Pojednostavljeno, ionske tekućine opisujemo kao tekuće, odnosno rastaljene soli. Danas se pojam primjenjuje za soli s relativno niskim talištem (ispod 100 °C) [4]. Važna karakteristika ionskih tekućina je mogućnost prilagodbe njihovih fizikalnih i kemijskih svojstava s pomoću promjene prirode aniona i kationa. Broj mogućih kombinacija je iznimno velik, pa je moguće »iskrojiti« najbolju ionsku tekućinu za svaki slučaj primjene.

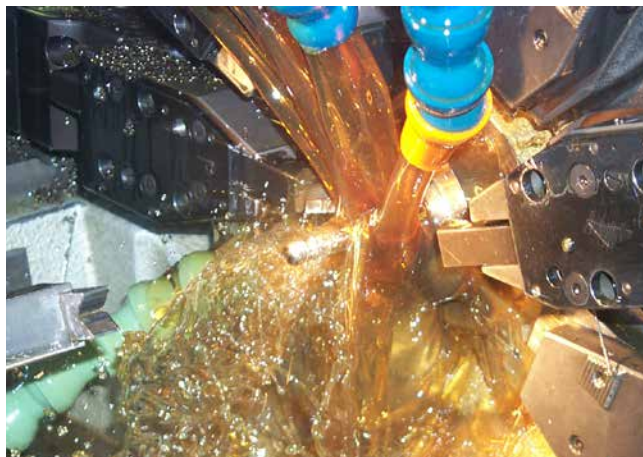
Osnovne prednosti ionskih tekućina su:

- gotovo nemaju tlak pare,
- nisu zapaljive,
- visoka toplinska i mehanička stabilnost,
- široko područje tekućeg stanja,
- električna provodnost,
- visoka elektrokemijska stabilnost.

Glavna svojstva ionskih tekućina

Pri ionskim tekućinama područje tekućeg stanja je bitno šire nego li pri uobičajenim molekularnim otopinama. Voda je primjerice tekuća u rasponu 100 °C u području od 0 °C do 100 °C, a diklormetan u rasponu 135 °C u području od -95 °C do 40 °C. Na nižu temperaturnu granicu, odnosno zgušćivanje (bilo kristalizacija bilo ostakljivanje), utječu struktura i interakcija među ionima. Ionske tekućine, u cijelosti sastavljene od iona s relativno slabim vezama parova ion-ion (u usporedbi s rastaljenim solima), nemaju tlaka pare odnosno ona je ispod granice prepoznatljivosti. Temperature prijelaza čvrsto-tekuće mogu pri ionskim tekućinama biti (idealno) ispod temperature okoline i dosežu čak do -100 °C.

Iznimno mnogo mogućih ionskih tekućina znači i vrlo različite viskoznosti. Slično kao pri mineralnim uljima, temperatura ima pri brojnim ionskim tekućinama utjecaj na viskoznost. U dosadašnjim istraživanjima se pokazalo, da nečistoće, prije svega voda (čak i mala količina iz okolišnjeg zraka), dosta utječu na izmjerene viskoznosti.



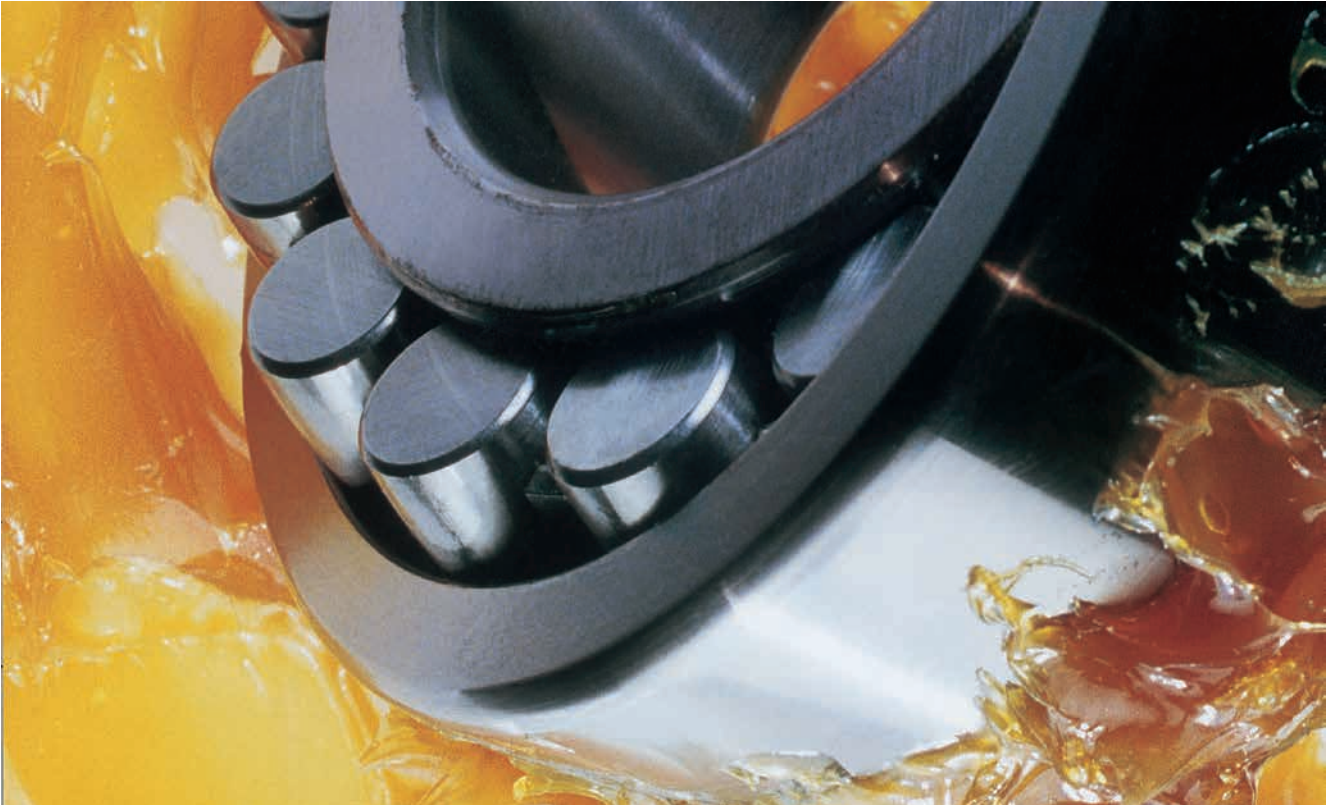
Na gustoću ionskih tekućina najviše utječe njen kemijski sastav, koji je za ionske tekućine uobičajeno u rasponu između 1,12 i 2,4 g/cm³. Utjecaj temperature na gustoću bitno je manji nego li, primjerice, na viskoznost. Slično vrijedi i za utjecaj nečistoća.

Mala stlačivost hidrauličke tekućine omogućuje visoku iskoristivost strojeva koji rade pri visokim tlakovima. Stlačivost ionskih tekućina je općenito niža nego li pri mineralnim hidrauličkim uljima i može biti niža nego li pri vodi [5]. Mala stlačivost ionskih tekućina je iznimno zanimljiva pri membranskim crpkama i hidrauličkim uređajima za ispitivanja s visokom frekvencijom opterećenja, gdje s pomoću pulzirajućih opterećenja, uzrokuje umor materijala. Radi male stlačivosti, moguće su više frekvencije opterećenja.

Toplinska stabilnost je ključan zahtjev za pogonsku tekućinu u procesnim strojevima. Ionske tekućine imaju velik potencijal, jer su termogravimetrijske analize i dugi kontinuirani pokusi pri visokim temperaturama i tlakovima pokazali, da velik broj tekućina ima visoku toplinsku stabilnost i do temperatura u rasponu između 250 °C i 400 °C. Stoga ih već primjenjujemo kao tekućine za prijenos topline u izmjenjivačima topline. Kao i pri ostalim svojstvima, i na toplinsku stabilnost bitno utječe kemijski sastav iona, dok tlak gotovo nema utjecaja na to svojstvo.

Kemijska stabilnost pogonske tekućine je vrlo važna sa stajališta sigurnosti. Bitan primjer je primjena ionske tekućine za podmazivanje kompresora za kisik, koji naime radi opasnosti od eksplozije rade bez maziva. Ispitivanje nekih ionskih tekućina pri tlačnim impulsima kisika u visini 300 bara i pri visokim temperaturama do 250 °C, pokazalo je, da je stabilnost ionskih tekućina vrlo ovisna o kemijskoj strukturi. Neke ionske tekućine su snažno reagirale s kisikom, a druge su bile potpuno inertne, i sukladno tome sigurne. To možemo objasniti kemijskom strukturom iona i njihovom toplinskom stabilnošću.





Svojstva podmazivanja ionskih tekućina su obzirom na rezultate ispitivanja, većinom bolja nego li pri konvencionalnim mazivima. Ionske tekućine imaju naime jedinstvenu dipolarnu strukturu, koja im omogućuje laganu adsorpciju na klizne površine strojnih dijelova u dodiru i tvorbu učinkovitog graničnog filma, koji smanjuje trenje i trošenje. To posebno vrijedi pri nižim kontaktnim tlakovima ili većim površinama.

Uporaba ionskih tekućina u industriji

Mogućnosti primjene ionskih tekućina su vrlo raznolike (Slika 3), a sve ih još niti ne poznajemo. Prije svega, posljednje desetljeće su započela brojna istraživanja i razvoji ionskih tekućina za pojedina područja primjene. Priličan je broj pilot projekata, a u nekim slučajevima već i komercijalna primjena.

Brojna istraživanja su i na području primjene ionskih tekućina kao maziva, a trenutačno manje na području njihove primjenjivosti kao hidrauličke tekućine. Ionske tekućine su radi brojnih dobrih svojstava idealne za nova maziva, primjerena za primjenu u zahtjevnijim uvjetima, gdje konvencionalna ulja i masti, ili čvrsta maziva otkazuju. Nešto istraživanja na tom području je već bilo provedeno. Kako bi pronašli primjerenu ionsku tekućinu za primjenu u uvjetima, kao što su primjerice visoki vakuum, ekstremne temperature i visoki tlakovi, potrebni je ispitati velik broj ionskih tekućina pri različitim uvjetima. Za komercijalnu primjenu, ionske tekućine će morati ispuniti dodatne zahtjeve, kao što su promjenjiva cijena, stabilnost, netoksičnost i neštetnost za okoliš.

Ionske tekućine su često povezane riječju »zelen«. Jedna od najava je, da je teorijski moguće do 1018 takvih tvari. Gotovo je nemoguće, da su sve tvari iz tako široke palete zelene [7]. Zato ih dijelimo na ionske tekućine koje smijemo konzumirati, i druge koje su toksične za okoliš, biološki nisu razgradive, ali su trajne. Među potencijalnim hidrauličkim tekućinama stoga treba izabrati one, koje pri namjenskoj uporabi nisu opasne za zdravlje ljudi ili za okoliš.

Zaključak

Radi težnje za pojednostavljenjem, poboljšanjem pojedinih fizikalno-kemijskih svojstava te smanjenjem opasnosti za okoliš i zdravlje ljudi, trajno je prisutna potraga za boljim, odnosno najboljim hidrauličkim tekućinama. Među suvremene hidrauličke tekućine se ubraja serija Quintolubric 888 koja pripada HFD-U tipu tekućina, koja će se radi teške zapaljivosti, biološki brze razgradivosti i dobrih svojstava podmazivanja, nedvojbeno često primjenjivati i u budućnosti. Tekućine serije Quintolubric 777 koje pripadaju HFC-E tipu tekućina, koje su posljednjih godina u primjeni, još uvijek su u fazi istraživanja i razvoja te će svoje prednosti morati još dokazati. Posljednji spomenuti kandidat za hidrauličku tekućinu budućnosti dolazi iz ogromne brojke ionskih tekućina, koje se posljednjih godina uspješno primjenjuju na nekim područjima industrije, ali ne još u ulozi hidrauličkih tekućina. Istraživanja primjerenosti ionskih tekućina za primjenu u hidrauličkim sustavima se još provode, a na praktičnu primjenu i potvrdu velikih očekivanja iz drugih industrija, još čekamo.

Izvori:

- [1] Lovrec, D., Kambič, M.: Hidraulične tekućine in njihova nega. 2007, Fakulteta za strojništvo, Maribor.
- [2] Knecht, R.: HFC-E: A Superglycol. Fluidna tehnika 2009, zbornik prispevkov; Maribor; str. 27-38.
- [3] <http://www.quintolubric.com> – Informacije podjetja Quaker o izdelkih Quintolubric.
- [4] Johnson, K.: What's anIonicLiquid? The electrochemical society interface (2007), Spring, str. 38-41.
- [5] Predel, T., Schlücker E., Wasserscheid P., Gerhard d., Arlt W.: Ionic liquids as operating fluids in highpressure applications. Chem. Eng. Technol. 30 (2007), šte. 11, str. 1475-80.
- [6] Reisinger, A.: Contract research & development at Iolitec. IonicLiquidsToday 3 (2007), šte. 4, str. 2-4.
- [7] Schubert, T.: How »green« are ionic liquids? IonicLiquidsToday 1 (2005), šte. 1, str. 3-3.