

Geološka građa otoka Premuda

Badžek, Kristina

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:169:577472>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-27**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Preddiplomski studij Geološkog inženjerstva

GEOLOŠKA GRAĐA OTOKA PREMUDA

Završni rad

Kristina Badžek

GI 2075

Zagreb, 2020.

GEOLOŠKA GRAĐA OTOKA PREMUDA

KRISTINA BADŽEK

Završni rad je izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Otok Premuda nalazi se u sjevernom dijelu Dalmacije, gdje zajedno sa susjednim otocima čini JZ, čeonu dio borano-rasjednog sustava Vanjskih Dinarida. Otok je u najvećem dijelu izgrađen od vapnenaca i dolomita gornjokredne starosti, osim niza manjih otočića uz njegov JZ rub koje izgrađuju donjo- i srednjoeocenski vapnenci. Paleogeografski, ove su stijene nastale taloženjem na Jadranskoj karbonatnoj platformi, odnosno na njenom JZ rubu, nakon čega su tijekom glavne tektonske faze u Vanjskim Dinaridima krajem eocena i početkom oligocena ugrađene u čeonu pojas Vanjskih Dinarida. Cilj ovoga rada je opisati geološku građu otoka, uzevši u obzir položaj površinskih naslaga u kombinaciji s podacima o probušanim naslagama u dubokoj bušotini Premuda-1 koja je izrađena 1970. godine. Geološki podaci prikupljeni ovom bušotinom, koji su pohranjeni u Agenciji za ugljikovodike, korišteni su za izradu pojednostavljenog stratigrafskog stupa ove bušotine, koji je, u kombinaciji s površinskim podacima, korišten za izradu geološkog profila kroz otok Premudu do dubine oko 4000 m. Ovako izrađen profil je potom integriran u JZ dio geološkog profila prikazanog na OGK SFRJ 1:100.000 lista Silba, u dijelu u kojem taj profil prolazi preko otoka Premude i Silbe. Na temelju izrađenih geoloških profila može se zaključiti da gornjokredne i eocenske karbonatne naslage otoka Premude izgrađuju JZ krilo asimetrične, kilometarske antiklinale, u kojem su slojevi pretežito u subvertikalnom pa i prebačenom položaju. Prema izrađenom profilu, ova antiklinala je nastala u krovinskom krilu reversnog rasjeda nagnutog prema SI, a čiju je rasjednu plohu bušotina Premuda-1 nabušila na dubini od 409 m. Taj je rasjed u ovom radu nazvan Premudskim rasjedom.

Ključne riječi: kredne i eocenske naslage, stratigrafski stup bušotine Premuda-1, geološka karta i profili, Premudski rasjed

Završni rad sadrži: 26 stranica, 15 slika i 9 referenci

Jezik izvornika: Hrvatski

Završni rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Mentor: dr. sc. Bruno Tomljenović, red. prof.

Ocjenjivači: prof. dr. sc. Bruno Tomljenović

prof. dr. sc. Igor Vlahović

doc. dr. sc. Uroš Barudžija

Datum obrane: 28.09.2020., Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

ZAHVALE

Prije svega zahvaljujem svom mentoru dr. sc. Bruni Tomljenoviću na iznimnom trudu i strpljenju koje je uložio za pomoć pri izradi ovog rada te za pomoć s izradom profila.

Zahvaljujem djelatnicima Agencije za ugljikovodike koji su bili ljubazni i ustupili nam podatke iz svoje arhive.

Zahvaljujem kolegici Ani Anzulović za pomoć pri razumijevanju rada u programu Adobe Illustrator.

Zahvaljujem se prijateljima i kolegama, a ponajviše svojoj obitelji na izuzetnoj podršci tijekom cijelog fakultetskog obrazovanja.

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
2. GEOGRAFSKI POLOŽAJ I KARAKTERISTIKE.....	2
3. GEOLOŠKE ZNAČAJKE.....	4
3.1. Opis površinske građe otoka.....	5
3.2. Opis stratigrafskih jedinica.....	7
3.3. Pregled novijih istraživanja.....	10
4. METODE U IZRADI RADA.....	12
5. REZULTATI.....	16
5.1. Profil A–B izrađen na temelju podataka s OGK lista Silba.....	16
5.2. Profil C–D izrađen na temelju podataka s OGK lista Silba i stratigrafskog stupa bušotine Premuda-1.....	18
5.3. Profil E–F preko otoka Premude i dijela podmorja između Premude i Silbe.....	20
6. ZAKLJUČAK.....	23
7. POPIS LITERATURE.....	24

POPIS SLIKA:

Slika 2.1. Geografski položaj istraživanog terena.....	3
Slika 3.1. Položaj Jadranske karbonatne platforme.....	4
Slika 3.2. Geološka karta istraživanog područja.....	6
Slika 3.3. Stratigrafski stup naslaga istraživanog područja.....	7
Slika 3.4. Blok dijagram taložnog okoliša na padini karbonatne platforme.....	10
Slika 3.5. Lokaliteta paleomagnetskog uzorkovanja na otoku Premudi.....	11
Slika 3.6. Srednje vrijednosti paleomagnetskih azimuta prikazanih na stereografskoj projekciji.....	11
Slika 4.1. Isječak kompozitnog dijagrama bušotine Premuda-1.....	13
Slika 4.2. Zaglavlje sažetog izvješća o bušotini Premuda-1.....	14
Slika 4.3. Lokacija bušotine Premuda i profila AB.....	14
Slika 4.4. Stratigrafski stup bušotine Premuda-1.....	15
Slika 5.1. Profil A–B konstruiran na temelju podataka s Osnovne geološke karte.....	17
Slika 5.2. Profil C–D konstruiran na temelju podataka s Osnovne geološke karte i stratigrafskog stupa bušotine Premuda-1.....	19
Slika 5.3. Isječak geološkog profila.....	20
Slika 5.4. Profil E–F.....	22

1. UVOD

Ovaj završni rad bavi se interpretacijom geološke građe otoka Premude na temelju postojećih, površinskih geoloških podataka objavljenih na OGK SFRJ 1:100.000, listovima Silba (Mamužić i dr., 1970) i Molat (Mamužić, 1970), uz njihov opis u Tumaču ovih listova (Mamužić i Sokač, 1973) te u kombinaciji s podacima o probušenim naslagama u dubokoj bušotini Premuda-1 (Prem-1), koja je izrađena 1970. godine, dobivenim iz arhive Agencije za ugljikovodike. Na temelju bušotinskih podataka u ovom je radu najprije konstruiran pojednostavljen stratigrafski stup bušotine Prem-1 te potom i tri geološka profila kojim se nastojala interpretirati strukturno-geološka građa otoka Premude i dijela podmorja prema otoku Silbi.

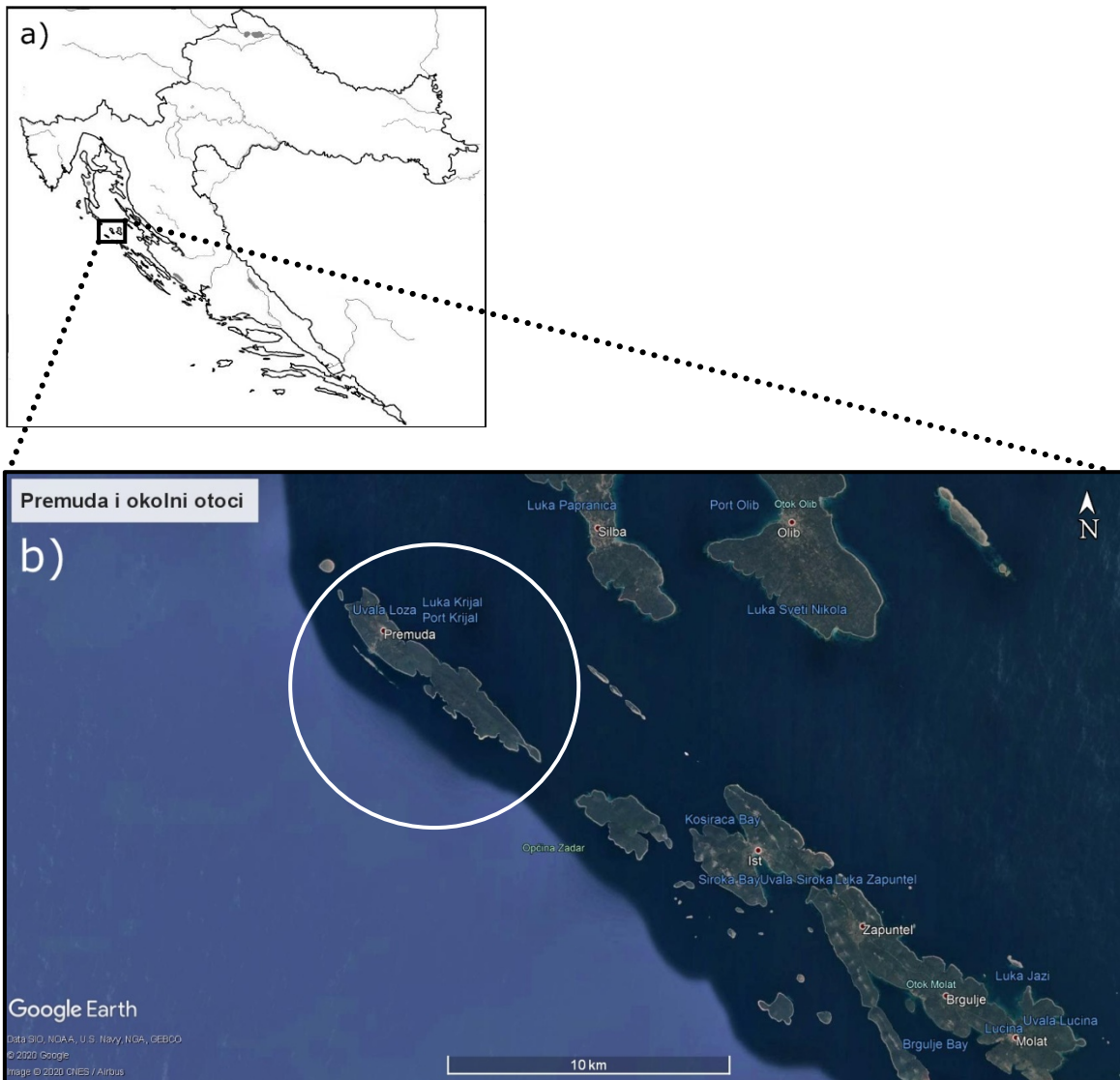
2. GEOGRAFSKI POLOŽAJ I KARAKTERISTIKE

Otok Premuda nalazi se u Jadranskom moru u sjevernom dijelu Dalmacije te je dio Zadarskog arhipelaga (Slika 2.1.). Najcjelovitiji opis osnovnih prirodno-geografskih obilježja otoka Premude objavili su Magaš i dr. (1999). Pružanje otoka je sjeverozapad–jugoistok, što odgovara uobičajenom dinarskom pružanju. S jugozapadne i zapadne strane, otok je okružen otvorenim morem te je dio vanjskog otočnog niza sjeverozapadne Dalmacije. Sa sjeveroistočne strane, s druge strane Silbanskog kanala, nalazi se otok Silba. Na sjeverozapadnoj strani nalazi se otok Ilovik koji pripada lošinjskoj skupini otoka, a razdvaja ih prolaz Kvarnerička vrata. Jugoistočno od Premude nalaze se Premudska vrata i otok Škarda.

Površina otoka je 8,61 km², najveća dužina mu iznosi 8,865 km, a širina 1,6 km. Najviši vrh otoka naziva se Varh, visine 88 m. Na otoku se nalazi istoimeno naselje Premuda te zaselak Krijal u kojima, prema popisu stanovništva iz 2011. godine, živi 64 stanovnika (https://hr.wikipedia.org/wiki/Premuda#cite_note-2).

Reljef otoka je krški, s uobičajenim krškim oblicima kao što su škrape, jame, ponikve te polja u kršu. Najveća ponikva nalazi se u naselju i zove se Ponikva. Budući da je otok dio vanjskog niza, izložen je jakim udarima vjetrova i valova koji su zaslužni za oblikovanje reljefa na otoku.

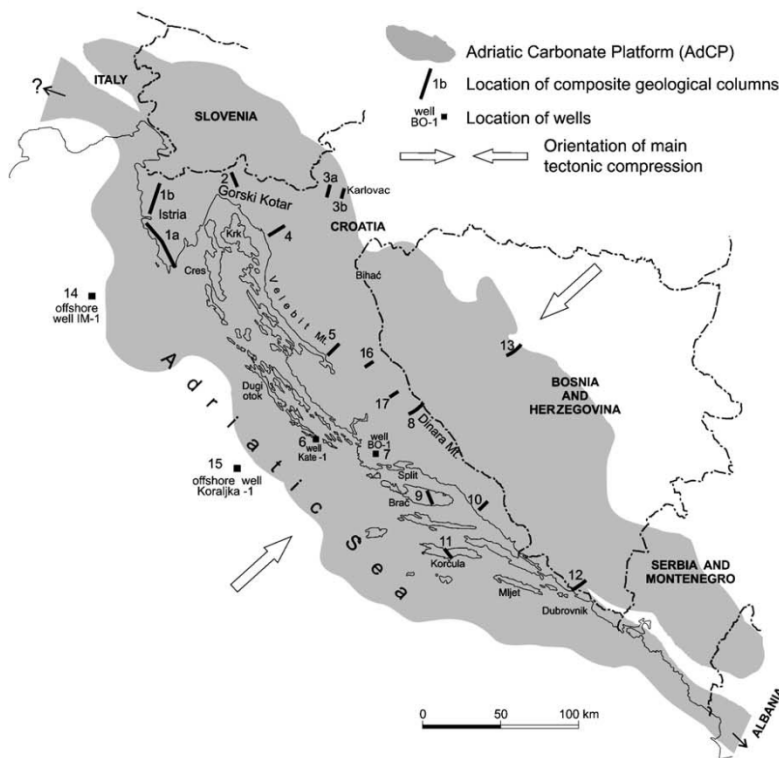
Klima na ovom području je sredozemna, odnosno umjereno topla kišna klima sa suhim toplim ljetom. Ljeta su topla i suha, a zime blage, kišovite i vjetrovite. Na otoku prevladava tlo crvenica koje dijelom nastaje kemijskim trošenjem vapnenačkih stijena. Vegetacija obuhvaća šumu hrasta crnike te makiju i garig, a neke od kultura koje se uzgajaju su masline, vinova loza, badem, smokva i dr.



Slika 2.1. a) Karta Republike Hrvatske s označenim položajem otoka Premuda (preuzeto s <http://orthopediewestbrabant.nl/slijepa-karta-primorske-hrvatske/>) b) Položaj otoka Premuda u odnosu na okolne otoke SZ Dalmacije (preuzeto s geoportala Google Earth Pro)

3. GEOLOŠKE ZNAČAJKE OTOKA PREMUDE

Površinski dio otoka Premuda, kao i većinu susjednih otoka, pretežito izgrađuju kredne karbonatne naslage. U vrijeme svoga nastanka te su naslage paleogeografski pripadale JZ dijelu Jadranske karbonatne platforme (Vlahović i dr., 2005; Slika 3.1.). Ta je karbonatna platforma nastala početkom jure dezintegracijom megaplatforme koja je dotad bila dijelom Gondwane. Na platformi se do kraja krede odvijala plitkomorska karbonatna sedimentacija, koja je dijelom ponovno uspostavljena početkom eocena. Tijekom glavne tektonske faze u Vanjskim Dinaridima sredinom–krajem eocena i početkom oligocena, naslage karbonatne platforme, zajedno s pokrovnim, srednjo- i gornjoeocenskim, lokalno i oligocenskim naslagama su tektonski deformirane i postupno ugrađene u borano-rasjedni pojas Vanjskih Dinarida (npr. Tari Kovačić i Mrinjek, 1994).



Slika 3.1. Prikaz prostiranja Jadranske karbonatne platforme (iz Vlahović i dr.,2005).

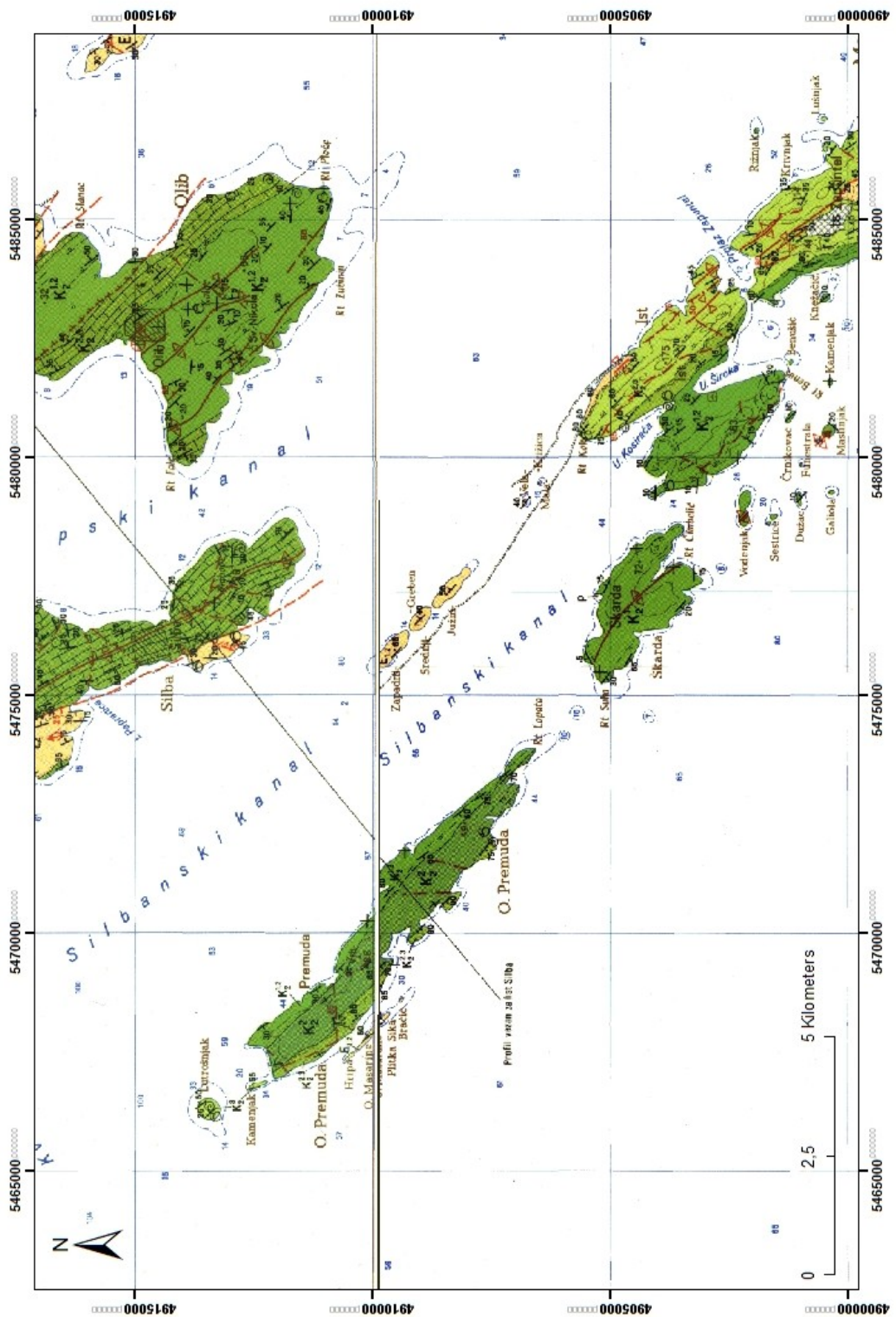
3.1. OPIS POVRŠINSKE GRAĐE OTOKA

Površinska geološka građa otoka Premuda prikazana je na dva lista Osnovne geološke karte SFRJ 1:100.000 , na listu Silba (Mamužić, i dr.,1970) i na listu Molat (Mamužić, 1970). Detaljan opis kartiranih stratigrafskih jedinica nalazi se u zajedničkom Tumaču za oba lista (Mamužić i Sokač, 1973).

Da bi se površinska geološka građa otoka Premude mogla sagledati u cijelosti OGK listovi Silba i Molat spojeni su u jedinstvenu kartu prikazanu na Slici 3.2. pomoću programa ArcMap 10.1.

Na ovako uređenoj OGK vidljivo je da je pružanje krednih naslaga po cijeloj površini otoka ujednačeno od sjeverozapada prema jugoistoku, a da se njihova starost mijenja poprečno na pružanje, od najstarijih na SI rubu, do najmlađih na JZ rubu otoka. Sjeveroistočni, priobalni pojas izgrađuju najstarije gornjokredne naslage otkrivene na površini, odnosno cenomanske i turonske naslage, koje su u SZ dijelu otoka pod blagim kutom od oko 30° nagnute prema JZ. Idući po pružanju prema JI, nagib ovih naslaga se postupno povećava pa na JI kraju otoka doseže i do 75°. Ove su naslage u normalnom kontaktu s turonskim naslagama koje izgrađuju središnji dio unutrašnjosti otoka, u kojima je slojevitost pretežito subvertikalna ili lokalno strmo nagnuta prema JZ ili prema SI, što u tom slučaju znači da su ove naslage dijelom i u prebačenom položaju (Slika 3.2.). Isti položaj slojeva izmjereno je i u najmlađim krednim naslagama na otoku koje su turonsko–senonske i senonske starosti, a koje izgrađuju priobalni pojas na JZ strani otoka. Jednako kao i turonske naslage i ove su naslage u prebačenom položaju u SZ dijelu otoka. Na pučinskoj JZ strani otoka nalazi se niz manjih otočića ili hridi koje se zajednički nazivaju Masarine, a čiju površinu isključivo izgrađuju donjo- i srednjoeocenski Foraminiferski vapnenci. U ovim vapnencima slojevi su ujednačeno nagnuti prema SI pod kutom od približno 60°, pa su stoga i ove naslage u prebačenom položaju, s obzirom da po nagibu dolaze strukturno ispod gornjokrednih naslaga. Ovakav položaj gornjokrednih i eocenskih naslaga ukazuje na izrazitu tektonsku deformaciju kojom su ove naslage dovedene iz njihova primarnog, manje-više subhorizontalnog položaja, u današnji vertikalni pa čak i prebačen položaj.

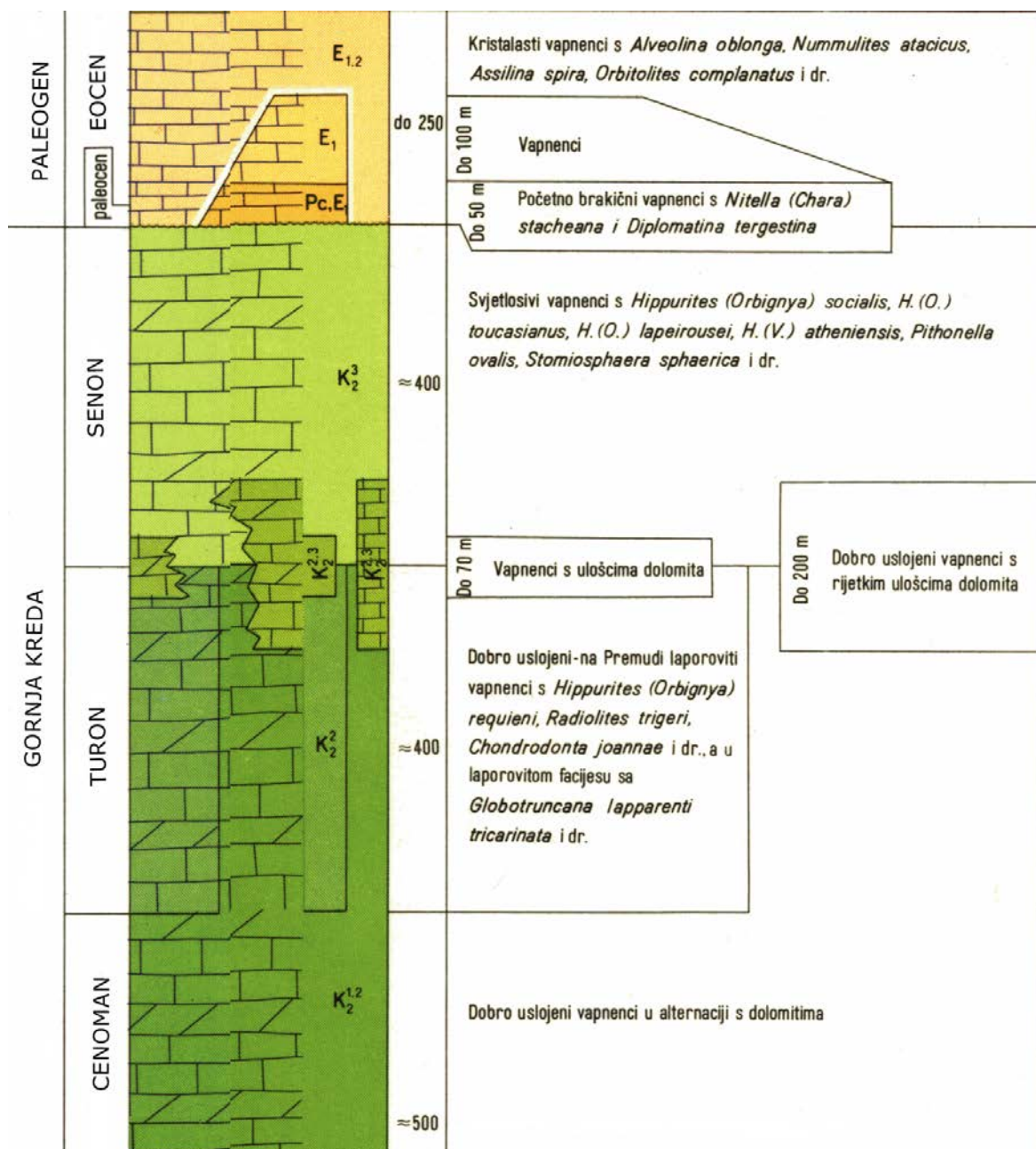
Prema Tumaču listova Silba i Molat (Mamužić i Sokač, 1973) otok Premuda i susjedni otoci pripadaju tektonskoj jedinici Zadarski otoci, koju obilježavaju uspravne do nagnute bore. Stoga se može pretpostaviti da je vertikalni i prebačen položaj naslaga na Premudi nastao boranjem ovih naslaga.



Slika 3.2. Isječak s Osnovne geološke karte SFRJ M 1:100 000 načinjen u programu ArcMap 10.1. spajanjem listova Silba i Molat (Mamužić i dr., 1970; Mamužić, 1970).

3.2. OPIS STRATIGRAFSKIH JEDINICA

Stratigrafske jedinice koje izgrađuju površinu otoka Premuda i hridi Masarine s njegove JZ, pučinske strane, prikazane su na geološkom stupu (Slika 3.3.) preuzetom s OGK lista Silba (Mamužić i dr., 1970). U ovom poglavlju sažeto se opisuju njihove litološke značajke na temelju opisa u Tumaču listova Silba i Molat (Mamužić i Sokač, 1973), idući od najstarijih do najmlađih na otoku.



Slika 3.3. Isječak stratigrafskog stupa naslaga koje izgrađuju površinu otoka Premuda (iz OGK SFRJ M 1: 100 000, list Silba; Mamužić i dr., 1970).

Cenoman–turon, K₂^{1,2}

Najstarije stijene na Premudi su cenomansko–turonske starosti. Građene su od vapnenaca s ulošcima dolomita ili od izmjene vapnenaca i dolomita. Starost ovih stijena određena je na temelju faune ihtiosarkolita, kaprina i drugih rudista te ostrea, nerinea i mikrofosilnih zajednica. Stijene su karakterizirane stalnom izmjenom mehanički taloženih vapnenačkih stijena i dolomitnih stijena. Dolomiti su zastupljeni u promjenjivim postocima tako da su prisutni svi članovi dolomitnog niza, od čistih dolomita do magnezijskih vapnenaca. Analizom naslaga zaključeno je da se u ovom razdoblju sedimentacija odvijala dijelom u plitkoj i mirnoj sredini, a dijelom u blizini grebena na udaru jačeg djelovanja valova i strujanja vode.

Turon, K₂²

Stijene koje zauzimaju najveću površinu otoka su vapnenci turonske starosti koji se kontinuirano nastavljaju na naslage cenoman–turonske starosti. Starost ovih vapnenaca određena je samo na temelju njihova superpozicijskog položaja. Ovi vapnenci slabo su slojeviti, bijeli i kristalinični te sadrže rudistno kršje. Djelomično poprimaju brečasti izgled zbog veće količine rudistnog kršja.

Turon–senon, K₂^{2,3}

Najmlađe kredne naslage na Premudi su prijelazne naslage turon–senona. Na turonskim vapnencima kontinuirano se nastavlja laporoviti facijes. Starost ovih stijena određena je na temelju faune. Na otoku su pronađeni makrofosili vrste *Sauvagesia tenuicostata* te brojni mikrofosili poput pitonela, gimbelina i globigerina te vrste globotrunkana poput *G. lapparenti tricarinata*, *G. lapparenti lapparenti*, *G. lapparenti coronata* i *G. helvetica*. Na temelju navedene mikrofaune zaključeno je da ove naslage pripadaju najvišem turonu i najnižem senonu. Vapnenci koji izgrađuju prijelazne naslage su dobro slojeviti, svijetlosivi i sitnozrnasti, mehanički taloženi u dubljem moru. Debljina slojeva varira između 50 i 80 cm. Pripadaju tipu kalcilutita ili kalcilutit–kalkarenita.

Senon, K₂³

Naslage najmlađe gornje krede nisu pronađene na Premudi, ali prekrivaju otočiće Kamenjak i Lutrošnjak koji se nalaze sjeverozapadno od Premude. Ove naslage predstavljaju svijetlosivi do svijetlosmeđi slojeviti vapnenci. Pripadaju tipu kalcilutita, a postanak im je

vezan za taložni okoliš plitkog mora, ipak donekle udaljen od obale budući da u njima izostaje terigeni materijal, a prevladava intrabazenski detritus. Na Lutrošnjaku su pronađeni fosili *Hippurites* (Orbignya) *sociallis* i *Hippurites* (O.) *aff. matheroni*, dok je u vapnencima otočića Kamenjak otkrivena bogata prisutnost rudistnih ljuštura vrsta *Hippurites* (*Vaccinites*) *atheniensis*, *Hippurites* (V.) *boehmi*, *Nerinea schiosensis*, *Nerinea requinei* i dr. Ove rudistne vrste ukazuju na pripadnost naslaga srednjem senonu, odnosno santonu–kampanu.

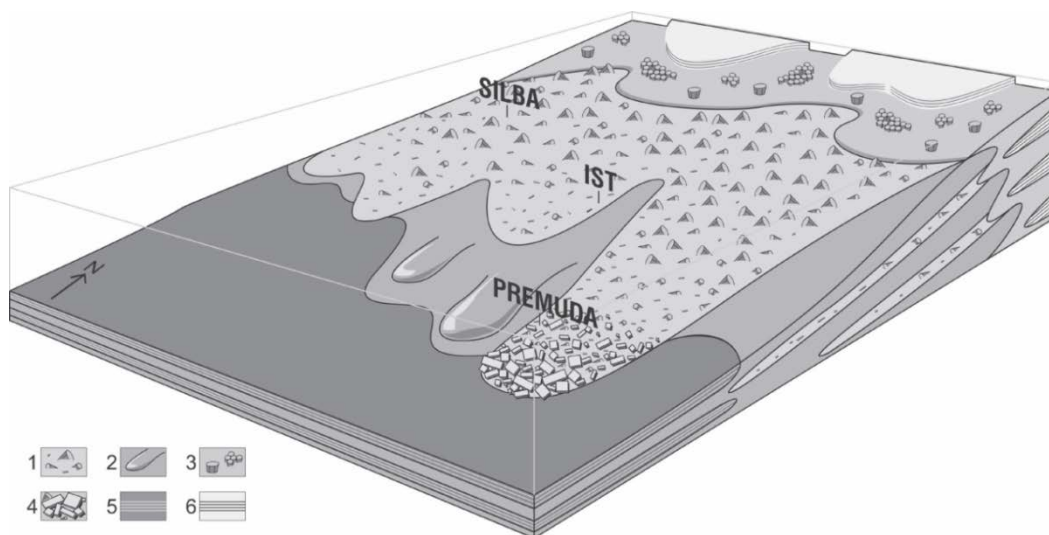
Donji–srednji eocen, E_{1,2}

Otočni niz, odnosno hridi Masarine na jugozapadnoj pučinskoj strani otoka Premude, izgrađuju donjo- i srednjoeocenski foraminiferski vapnenci, odnosno miliolidni, alveolinski i numulitni vapnenci koji sadrže veliki broj mikro- i makroforaminifera kao što su *Alveolina oblonga*, *Nummulites millecaput* i *Discocyclina sella*. Na mjestima gdje su u normalnom položaju ovi vapnenci transgresivno leže na senonskim vapnencima, pa se s obzirom na njihov položaj i nagib prema SI kakav pokazuju na hridima Masarine može zaključiti da su tamo u prebačenom položaju.

3.3 PREGLED NOVIJIH ISTRAŽIVANJA

U periodu nakon izrade OGK listova Silba i Molat (Mamužić i dr., 1970; Mamužić, 1970) nove podatke o geološkoj građi otoka Premuda objavili su Moro i Čosović (2013). Analizom vapnenaca gornjeg turona i senona na području otoka Ist, Silba i Premuda zaključili su da su oni taloženi u jugozapadnom dijelu Jadranske karbonatne platforme, ali na njenoj zapadnoj padini (Slika 3.4.). U slijedu ovih naslaga izdvojili su tri litotipa u postupnoj vertikalnoj izmjeni: 1. pelagičke vapnence (madston–pekston), 2. laminirane pelagičke vapnence (vekston–pekston) i 3. bioklastične vapnence (floutston–radston do pekston–grejnston) s fosilnim ostacima plitkovodnih, marinskih organizama.

Taložni okoliši ovih padinskih sedimenata su bili proksimalni, bliže rubu karbonatne platforme, ili distalni, dalje od ruba karbonatne platforme. Naslage proksimalnog dijela obilježavaju nelaminirani pelagički vapnenci koji sadrže pretaložene fragmente bioklastičnih vapnenaca. Za razliku od njih, naslage distalnog dijela čine laminirani ili nelaminirani pelagički vapnenci s rijetkom pojavom bioklastičnih vapnenaca (Slika 3.4.). Pretaloženi bioklastični vapnenci predstavljaju padinske sedimente, koji lokalno, npr. na otoku Premudi, uključuju i blokove laminiranih pelagičkih vapnenaca. Prema autorima, vapnenci na otocima Istu i Premudi nastali su u distalnom okolišu, za razliku od istovremenih naslaga na Silbi koji su nastali u proksimalnom dijelu padine.

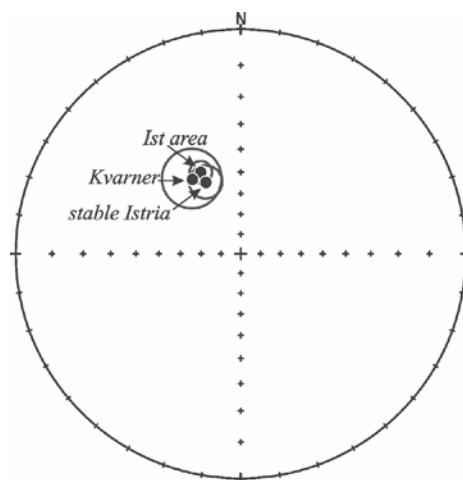


Slika 3.4. Blok dijagram koji prikazuje taložne okoliše na padini karbonatne platforme za vrijeme taloženja gornjoturonskih i senonskih vapnenaca koji danas izgrađuju Premudu, Ist i Silbu (iz Moro i Čosović, 2013.)
Legenda: 1 – padinski bioklastični vapnenci, 2 – pelagički vapnenci sa slump borama, 3 – plitkovodne subtajdalne naslage, 4 – padinske naslage s blokovima laminiranih pelagičkih vapnenaca, 5 – laminirani pelagički vapnenci, 6 – intertajdalni laminiti.

Marton i Moro (2009) su u vapnencima gornjeg cenomana i donjeg senona na otocima Olib, Silba, Premuda, Škarda, Ist, Molat analizirali paleomagnetske zapise na 10 lokaliteta od kojih je jedan na otoku Premudi (Slika 3.5.). Obradom uzoraka u laboratoriju, na šest lokaliteta su dokumentirali statistički pouzdane podatke o paleomagnetskim deklinacijama i inklinacijama s vrijednostima 334° , odnosno 46° . Na temelju dobivenih podataka zaključili su da je istraživano područje rotirano tijekom pliocena i kvartara u smjeru obrnutom od kretanja kazaljki na satu za oko 30° , zajedno s područjem Kvarnera i stabilnog predgorja Istre te i s preostalim dijelom Jadranske mikroploče (Slika 3.6.).



Slika 3.5. Vertikalni slojevi turonsko-senonskih vapnenaca na otoku Premudi u kojima su uzimani uzorci za paleomagnetska mjerenja (iz Marton i Moro, 2009).



Slika 3.6. Srednje vrijednosti paleomagnetskih mjerenja u cenomanskim do donjosenonskim naslagama uzorkovanim na području otoka Ist, Premuda, Silba, na Kvarneru i u stabilnom predgorju Istre prikazane na stereografskoj projekciji na donjoj polukugli (iz Marton i Moro, 2009).

4. METODE U IZRADI RADA

Zbog nemogućnosti odlaska na teren radi epidemije izazvane koronavirusom i nedostatka vlastitih terenskih podataka, ovaj rad temelji se na analizi postojećih geoloških podataka preuzetih s OGK listova Silba i Molat (Mamužić i dr., 1970; Mamužić, 1970) i iz arhive Agencije za ugljikovodike odakle su dobiveni podaci o dubokoj bušotini Premuda-1 izrađenoj 1970. godine.

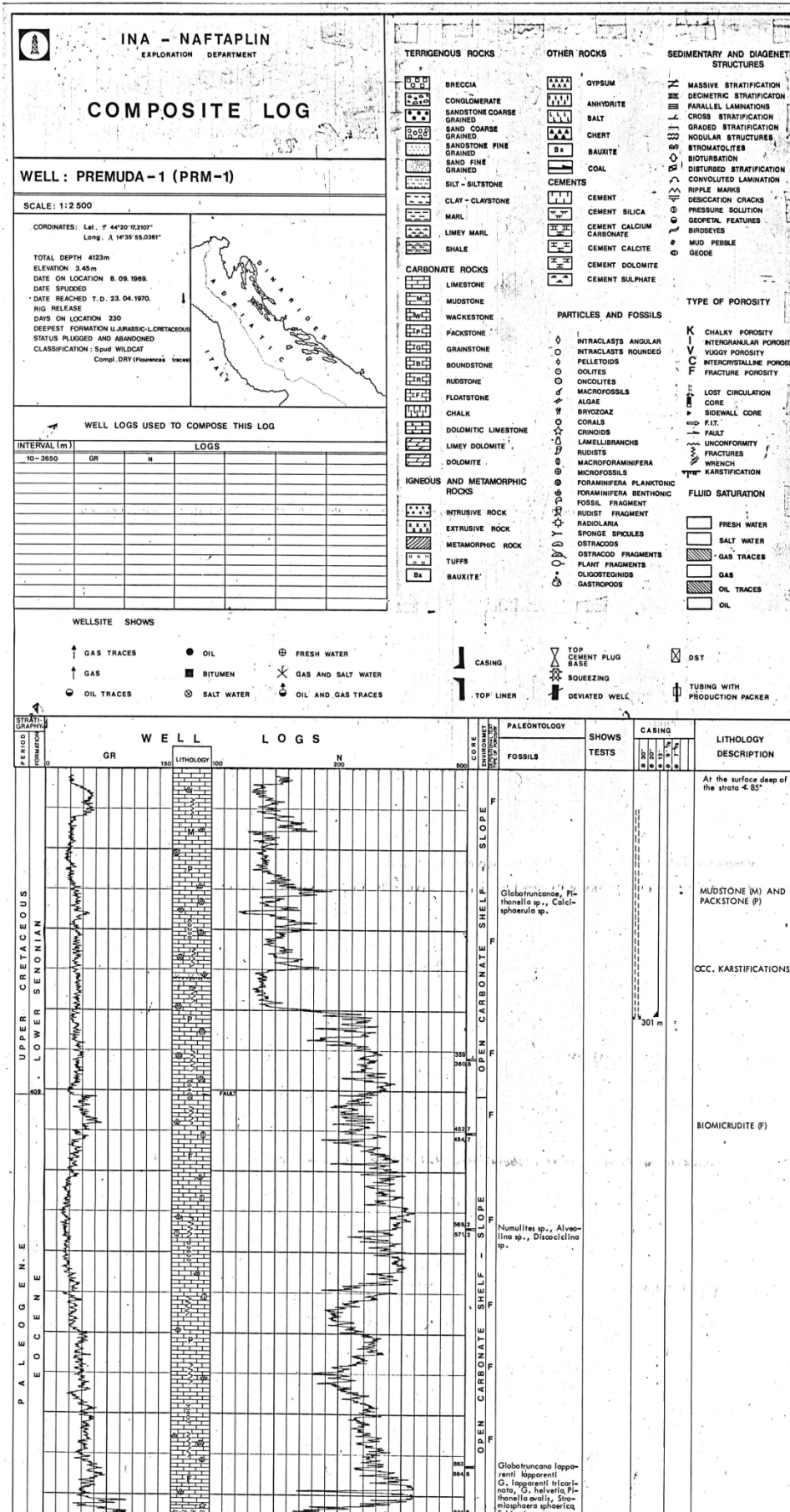
S obzirom da je otok Premuda prikazan na dva lista Osnovne geološke karte, u prvom koraku izrade rada ove je listove bilo potrebno spojiti u jednu kartu, što je načinjeno u programu ArcMap 10.1, jednom od programa geoinformacijskog sustava (Slika 3.2).

Iz arhive Agencije za ugljikovodike dobiveni su podaci o dubokoj bušotini Premuda-1 (Prem-1), koja je izbušena do dubine od 4.123 m 1970. godine. Podaci o toj bušotini prikazani su na kompozitnom dijagramu, na kojem su zabilježene dubine do nabušenih granica određenih stratigrafskih jedinica, opis njihovih litoloških značajki, podaci o određenim fosilnim vrstama, interpretacija okoliša taloženja, vrijednosti poroznosti i krivulje elektrokarotažnih mjerenja (Slika 4.1.). Uz ovaj kompozitni dijagram, iz arhive Agencije je dobiven i sažet izvještaj o toj bušotini s najosnovnijim podacima o njejoj lokaciji, približno izraženim dubinama probušenih naslaga i dr. (Slika 4.2.).

Na temelju dobivenih podataka o bušotini Prem-1, najprije su u ArcMap upisane koordinate lokacije bušotine, čime je njen položaj projiciran na georeferenciranoj OGK podlozi (Slika 4.3.).

Analizom kompozitnog dijagrama i izvješća bušotine Prem-1 načinjen je pojednostavljeni stratigrafski stup ove bušotine prikazan na slici 4.4.

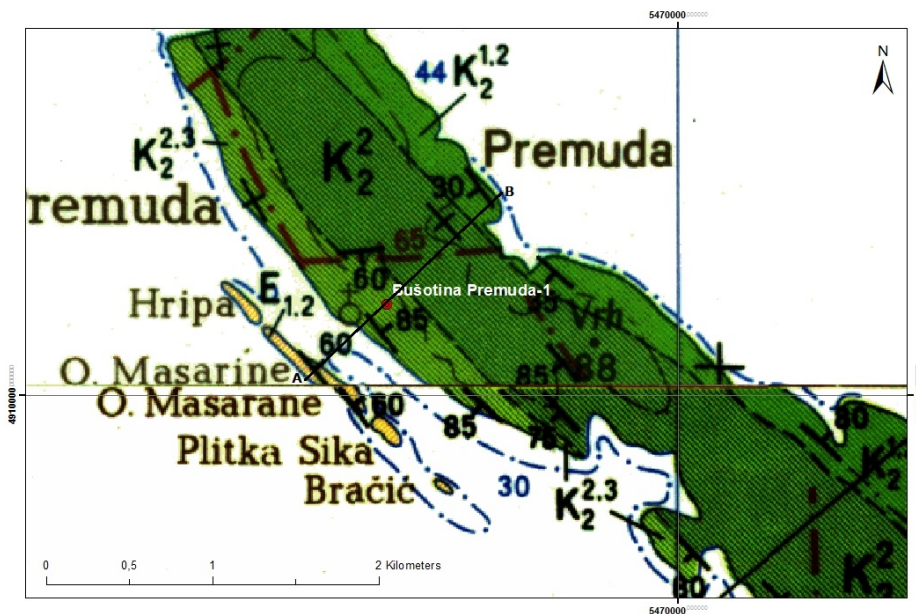
Opisanim postupcima kojim je određena lokacija bušotine Prem-1 na OGK podlozi i izradom preglednog stratigrafskog stupa bušotine Prem-1, dobiveni su ulazni podaci za izradu geoloških profila preko otoka Premuda koji su opisani u narednom poglavlju.



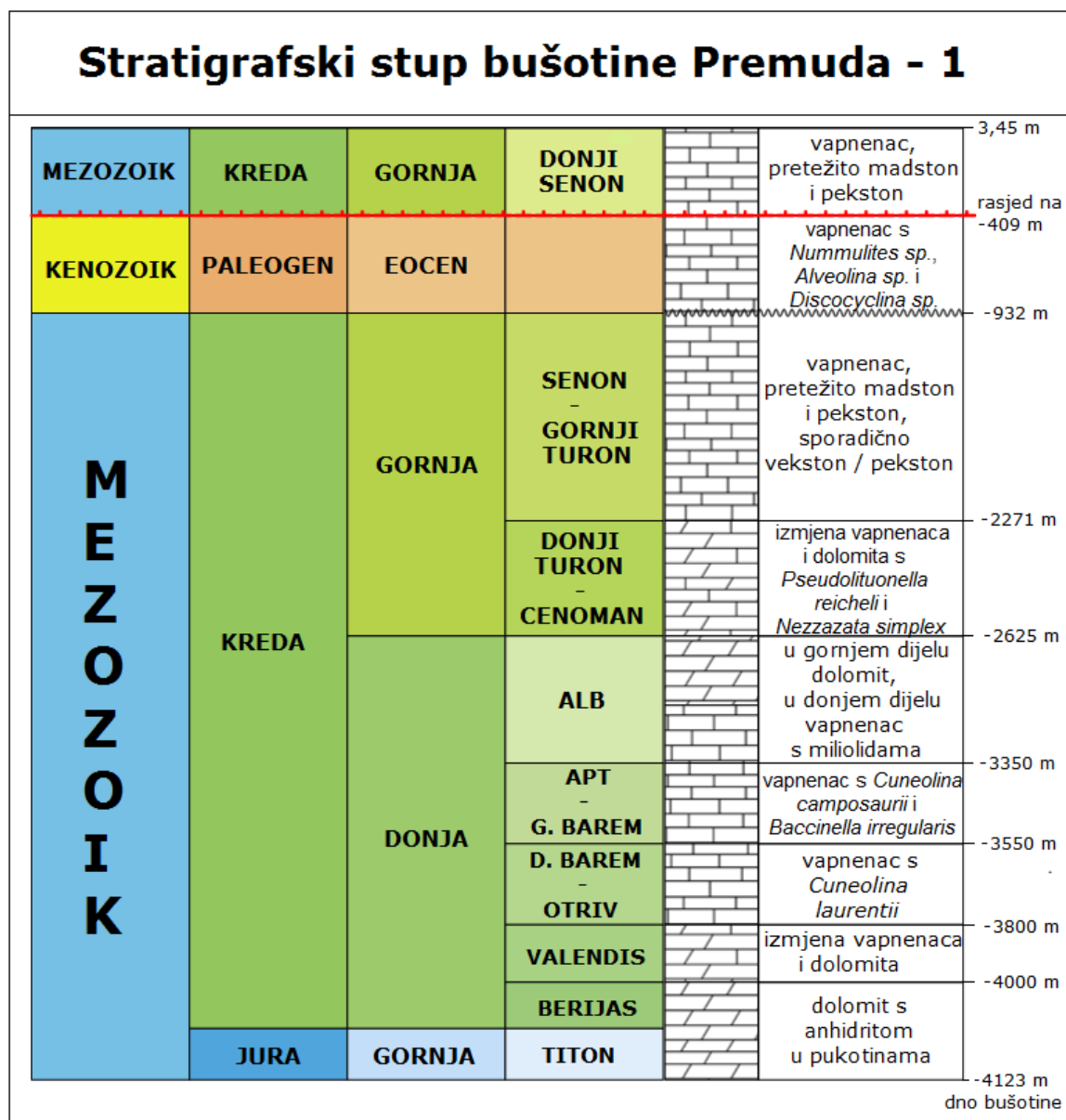
Slika 4.1. Isječak kompozitnog dijagrama bušotine Premuda-1 (iz arhiva Agencije za ugljikovodike).

GEOLOŠKI PODACI	STRUKTURA	BUSOTINA	NOMENKLATURA	SIMBOL
Konačne koordinate Y = 5 467 997,38 X = 4 910 482,38 H=3.45	Bušača garnitura Bušenje početak: 8.9.1969.	Premuda-1 (Prem-1) EMSCO-A-800	Svršetak: 23.4.1970.	Locirano dne: 16.5.1969.
Devijacija: L = 99,4 m A = 31°15'	Konačna dubina bušotine: po bušačim šipkama: 4123,0 m	po EKD:		
Promjeri bušenja: 0- 303,0 m 303- 2183,0 m 2183- 4121,0 m 4121-4123,0 m	17 1/2" 12 1/4" 8 5/8" 8 1/2" (Jezgr.)	Zacjelvljenje bušotine (h cem) 0,0 - 301,0 m 13 3/8" 0,0 - 2181,5 m 9 5/8"		
Litostratigrafske jedinice:	Stratigrafske granice i debljine: senon 0 - 400 m eocen 400 - 900 m g.turon-senon 900 -2200 m g.cenoman-d.turon 2200-2600 m g.alb-d.cenoman 2600-3300 m barem - apt 3300-3550 m otriv valendis 3550-4123 m			

Slika 4.2. Zaglavlje sažetog izvješća o bušotini Premuda-1 (iz arhiva Agencije za ugljikovodike).



Slika 4.3. Lokacija bušotine Premuda-1 prikazana na georeferenciranoj OGK podlozi.



Slika 4.4. Pojednostavljeni stratigrafski stup bušotine Premuda-1.

5.REZULTATI

U ovom poglavlju prikazana su i opisana tri geološka profila pomoću kojih je interpretirana geološka građa otoka Premude te geološka građa podmorja između otoka Premude i Silbe. Profili su izrađeni na temelju podataka s OGK lista Silba (Mamužić i dr., 1970) i podataka duboke bušotine Prem-1, koji su detaljno opisani u prethodnim poglavljima.

5.1. Profil A–B izrađen na temelju podataka s OGK lista Silba

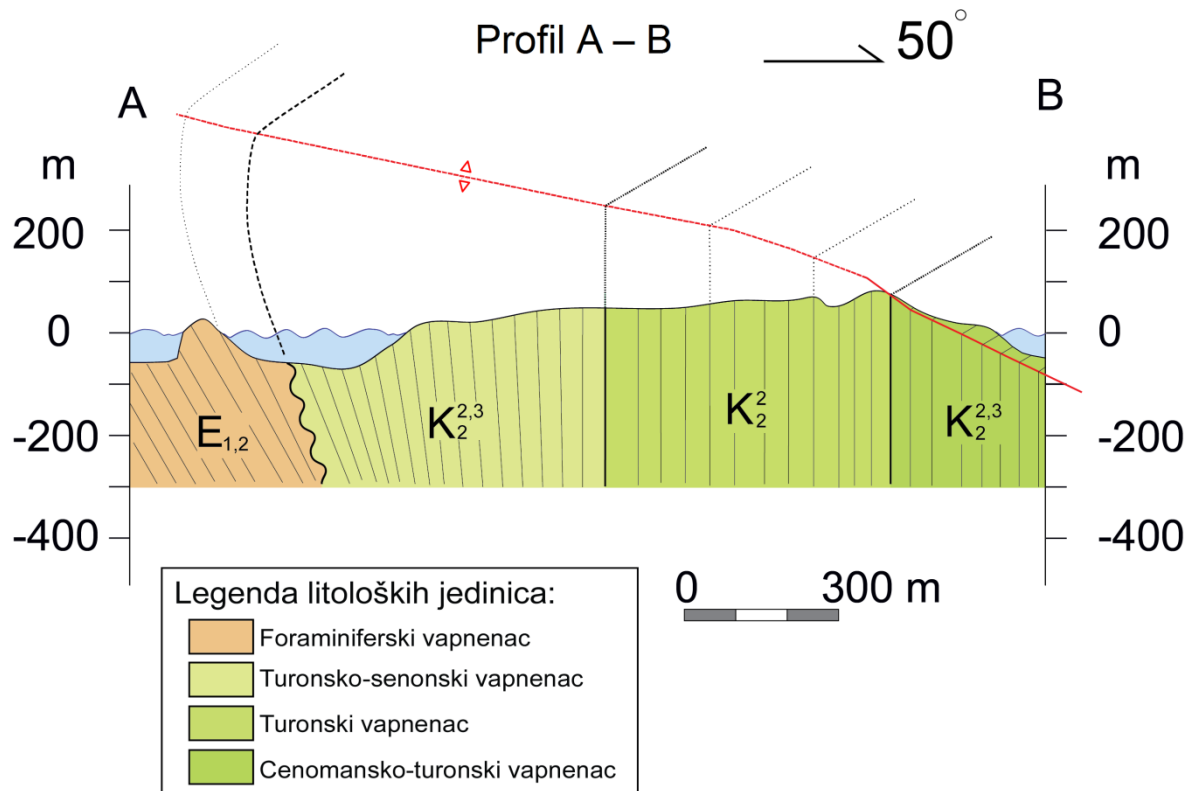
Prostorni položaj ovog profila prikazan je na Slici 4.3. Profil je poprečan na pružanje gornjokrednih naslaga na površini otoka, prolazi preko lokacije bušotine Prem-1, a njegov JZ završetak je neposredno iza hridi Masarine.

Idući po tragu profila od SI prema JZ (Slike 4.3. i 5.1.), profil najprije prolazi kroz priobalni pojas koji na površini izgrađuju vapnenci cenoman–turonske starosti, nagnuti prema JZ pod blagim kutom od 30°. Idući dalje prema JZ, na granici cenoman–turonskih i turonskih naslaga kut nagiba slojeva se naglo ustrmljuje pa slojevi postaju vertikalni. S obzirom da je kartiranjem za izradu OGK na ovom mjestu utvrđeno da je prijelaz starijih u mlađe naslage normalan, bez rasjednog kontakta, ova nagla promjena nagiba slojeva interpretirana je kao posljedica njihova boranja i to u obliku bora koljenastog tipa. Naime, kod ovakvog tipa bora u zoni maksimalne zakrivljenosti dolazi do nagle promjene orijentacije slojeva, koji kao da se naglo „lome“ i mijenjaju azimut i kut nagiba. Uz ovu pretpostavku, u tom dijelu profila konstruiran je trag osne plohe antiklinale (koja u tom dijelu po obliku odgovara koljenastoj bori) nagnute prema SI pod kutom od 30° (Slika 5.1). Taj kut nagiba odabran je proizvoljno, ipak na način da nagib osne plohe i nagli prijelaz slojeva iz jednog u drugo krilo bore budu u skladu s površinskim geološkim podacima, odnosno naglim prijelazom iz blago nagnutih cenomansko–turonskih u vertikalne turonske naslage, koje idući po profilu prema JZ i dalje zadržavaju taj vertikalni položaj, kako je to i označeno na OGK lista Silba (Mamužić i dr., 1970).

U daljnjem nastavku izrade profila prema JZ korišteni su podaci o nagibu slojeva u gornjokrednim naslagama, koji nakon normalne granice između turonskih i turonsko–senonskih naslaga iz vertikalnog prelaze u prebačen položaj pod kutom nagiba od 85° prema SI. Prebačen položaj pretpostavljen je i u donjo- i srednjoeocenskim, Foraminiferskim vapnencima koji izgrađuju površinu hridi Masarine, pa je taj završni, JZ dio profila izrađen uz pretpostavku da je debljina Foraminiferskih vapnenaca oko 300 m, i

da su u odnosu na podinske, gornjokredne vapence u približno konkordantnom odnosu, dakako uz erozijsku diskordanciju između jednih i drugih naslaga.

Na temelju ovako načinjenog profila, određena je i debljina turonskih naslaga koje izgrađuju središnji dio otoka Premude koja ovdje iznosi oko 550 m.



Slika 5.1. Profil A – B preko otoka Premude izrađen na temelju podataka s OGK lista Silba (Mamužić i dr., 1970).

5.2. Profil C–D izrađen na temelju podataka s OGK lista Silba i stratigrafskog stupa bušotine Premuda-1

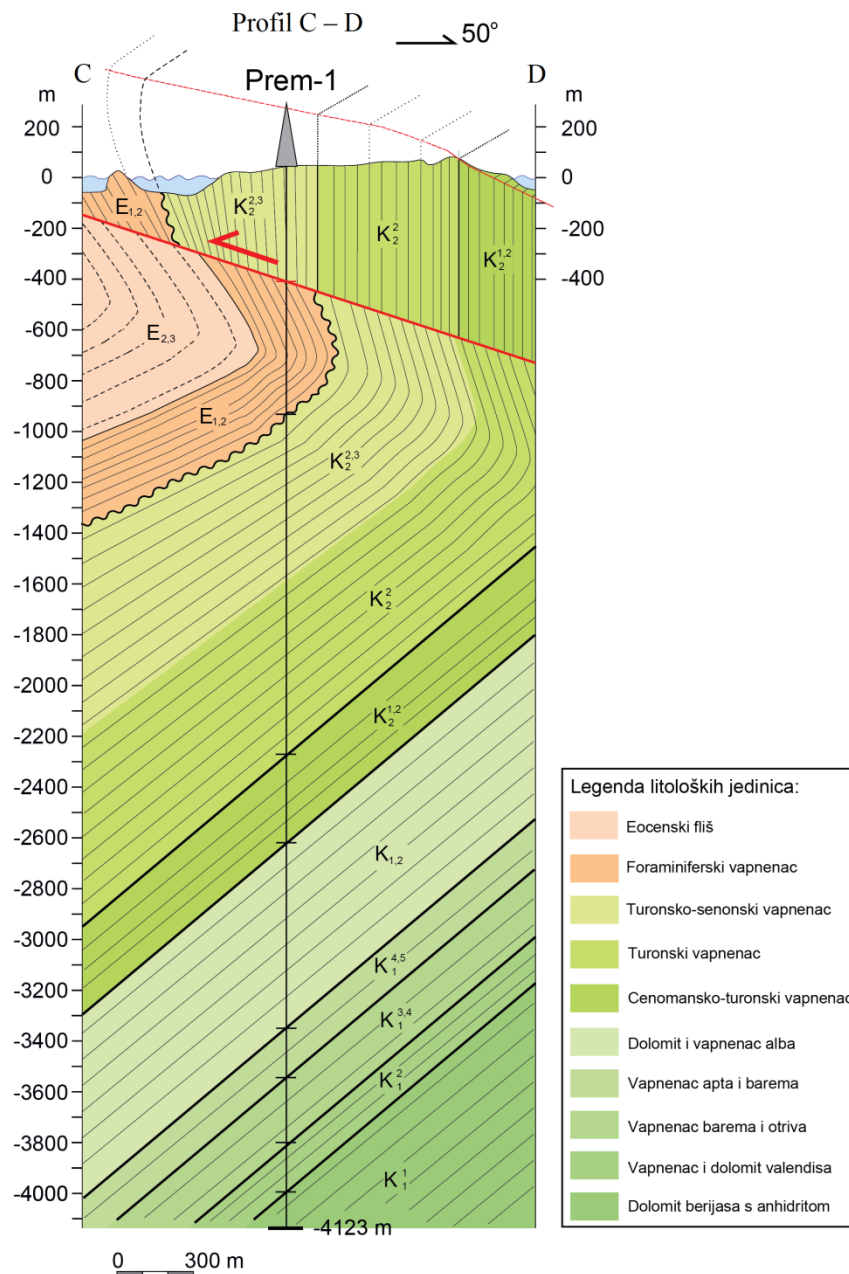
Ovaj drugi profil preko otoka Premude (Slika 5.2.) izrađen je na temelju profila A–B opisanog u prethodnom poglavlju i podataka o probušenim naslagama u bušotini Premuda-1, čiji je pojednostavljeni stratigrafski stup prikazan na slici 4.4.

Izrada ovog profila započeta je definiranjem rasjeda koji je u profilu bušotine Prem-1 zabilježen ispod senonskih naslaga na dubini od 409 m (Slike 4.4. i 5.2.) i kojim su ove naslage dovedene u strukturni položaj iznad donjo- i srednjoeocenskih Foraminiferskih vapnenaca. Na temelju ovakvog strukturnog odnosa za ovaj rasjed se pretpostavlja da je s reversnim pomakom i s nagibom prema SI, odnosno da pripada sustavu reversnih rasjeda Vanjskih Dinarida koji obilježava ovaj borano-rasjedni pojas. Taj rasjed, koji je u radu nazvan Premudskim rasjedom, pretpostavljen je pod kutom nagiba od 20°, moguće kao čeonni segment reversnog (navlačnog?) rasjeda s vergencijom prema JZ, u kojem se izmjenjuju rasjedne zaravni i rampe pod kutom od 0–30°.

U podinskom krilu ispod ovog rasjeda bušotinom je najprije nabušen interval Foraminiferskih vapnenaca u intervalnoj debljini od 523 m, što je gotovo dvostruko u odnosu na pravu debljinu ovih naslaga koja je u okolnom području, gdje u krovini ovih vapnenaca kontinuirano slijede naslage srednjo- i gornjoeocenskog fliša, oko 200–250 m (npr. na OGK lista Labin; Šikić i dr., 1969). S obzirom na opisanu razliku u intervalnoj i pravoj debljini ovih naslaga, pretpostavljeno je da je intervalna debljina u bušotini Prem-1 prividna debljina ovih naslaga, nastala njihovim boranjem u obliku sinklinale, čije je gornje krilo, koje je prema površini reducirano Premudskim rasjedom, u prebačenom položaju (Slika 5.2.).

Razlike između intervalnih debljina u bušotini Prem-1 i očekivanih, pravih debljina zabilježene su i u podinskim krednim naslagama koje su bušotinom nabušene sve do njene konačne dubine od 4 123 m. Uzevši u obzir vrijednosti pravih debljina odgovarajućih stratigrafskih jedinica krednih naslaga koje su prikazane na OGK lista Pula (Polšak, 1967) i njihovom usporedbom s intervalnim debljinama probušenim u bušotini Prem-1, zaključeno je da su intervalne debljine ovih naslaga u bušotini njihove prividne debljine, uz uvjet da su te naslage pod kutom nagiba oko 40°. Stoga je i nagib slojeva i stratigrafskih granica u krednim naslagama probušenim bušotinom Prem-1, idući ispod erozijske granice s Foraminiferskim vapnencima pa do dna bušotine, pretpostavljen pod tim kutom nagiba u smjeru JZ. Time je pretpostavljeno da kredne naslage zajedno s krovinskim Foraminiferskim

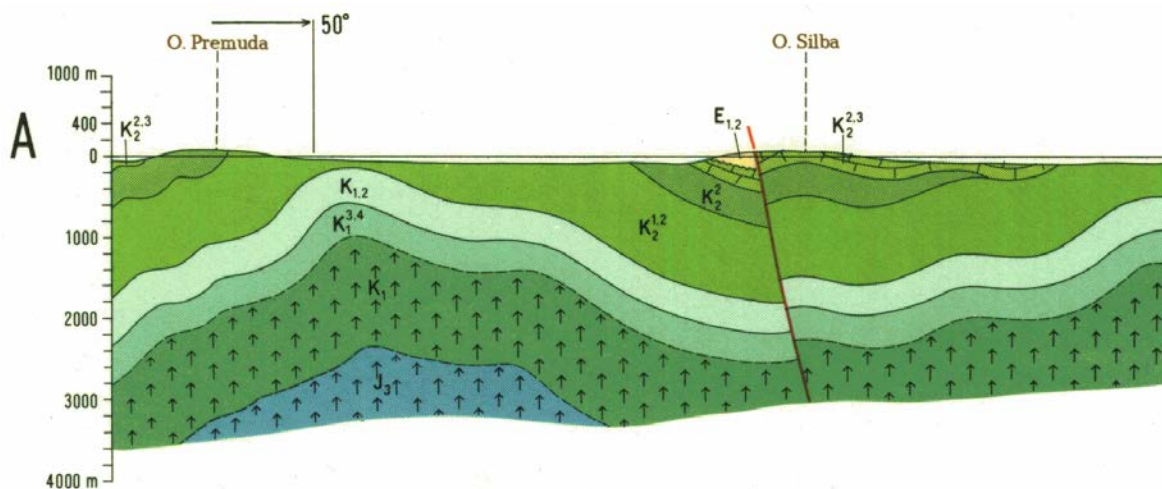
vapnencima u tom dijelu profila izgrađuju krilo sinklinale nagnuto prema JZ pod kutom od 40°. Na kraju je potrebno naglasiti, da su u jezgri ove sinklinale, u krovini iznad Foraminiferskih vapnenaca, pretpostavljene i naslage srednjo- i gornjoeocenskog fliša, i to s obzirom da je debljina Foraminiferskih vapnenaca procijenjena na oko 300 m, pa je logično pretpostaviti da idući kroz jezgru ove sinklinale prema površini nakon njih slijede naslage koje su u okolnom području gotovo redovito prisutne kao njihova stratigrafska krovina.



Slika 5.2. Profil C – D preko otoka Premude izrađen na temelju podataka s OGK lista Silba (Mamužić i dr., 1970) i pojednostavljenog stratigrafskog supa duboke bušotine Premuda-1.

5.3. Profil E–F preko otoka Premude i dijela podmorja između Premude i Silbe

Profil E–F izrađen je radi moguće korelacije između profila preko otoka Premude opisanog i prikazanog u prethodnom poglavlju (Slika 5.2.) i dijela regionalnog geološkog profila prikazanog na OGK lista Silba (Slika 5.3.; Mamužić i dr., 1970), osobito radi mogućnosti preciznije rekonstrukcije dubinske geološke građe u dijelu podmorja između Premude i Silbe.



Slika 5.3. Isječak geološkog profila između Premude i Silbe s OGK lista Silba (Mamužić i dr., 1970).

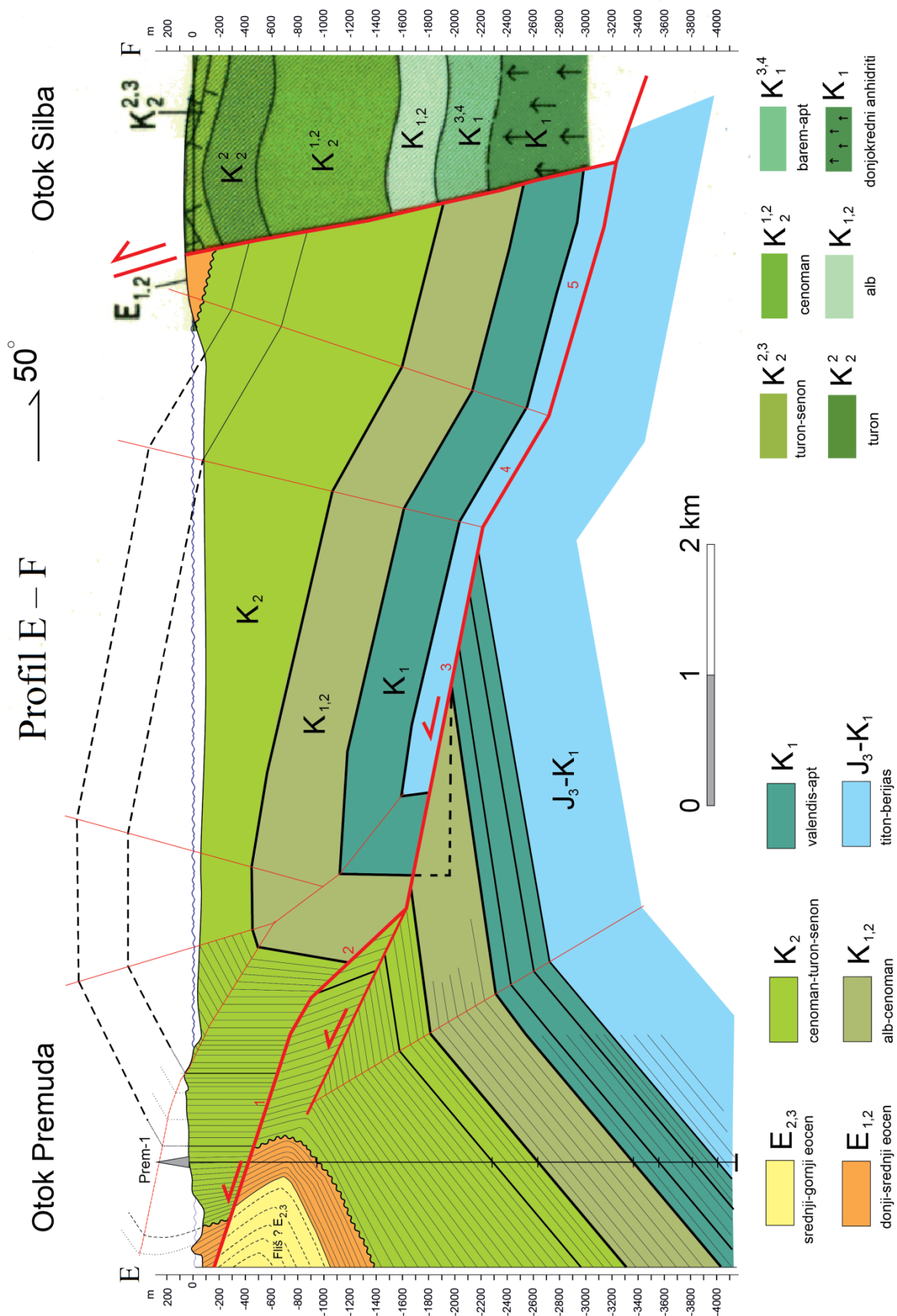
Izradi ovog trećeg geološkog profila pristupilo se na način da je prethodno načinjeni profil prikazan na slici 5.2. smanjen i doveden u isto mjerilo u kojem je izrađen profil s OGK lista Silba te je postavljen na odgovarajuću poziciju preko tog profila.

U izradi geološkog profila kroz podmorje od Premude do Silbe (Slika 5.4.) najprije se krenulo s povezivanjem turonskih naslaga koje su na Premudi u vertikalnom položaju, a koje su na profilu OGK lista Silba pretpostavljene u SI krilu antiklinale pod kutom nagiba oko 20° u smjeru SI (Slike 5.2. i 5.3.). Ovim postupkom je, uz nastojanje da debljina turonskih naslaga po profilu bude ujednačena, rekonstruiran tjemeni dio kilometarske antiklinale, za koju je pretpostavljeno da ima oblik sandučaste bore koja prema jezgri prelazi u ševronski tip bore. Time je postignuto da u njenom JZ krilu, koje je dijelom otkriveno na Premudi, cenomansko–turonske naslage otkrivene na površini u priobalnom pojasu toga otoka naglo prijeđu u vertikalni položaj kakav je i zabilježen u krovinskim turonskim naslagama na tom otoku. Nakon toga konstruirane su preostale stratigrafske granice u krednim naslagama, također uz nastojanje da one zadrže stalnu debljinu u svim dijelovima profila.

Na kraju ovog postupka definirana je i geometrija Premudskog rasjeda korištenjem strukturnog modela koji vrijedi za nastanak *Fault-propagation* tipa bora, odnosno modifikacijom ovog modela koji je u literaturi poznat pod nazivom *Breakthrough fault-propagation* tip bora. Naime, prema tom modelu reversni rasjed u čijoj krovini dolazi do boranja naslaga ne završava ispod površine kao tzv. slijepi rasjed (engl. *blind fault*), već postupno napreduje prema površini i dovodi do rasjedanja strmiije nagnutog, čeonog krila između antiklinale u krovini i sinklinale u podini toga rasjeda. Pri tom je i čest slučaj da uz glavni reversni rasjed dolazi do formiranja manjih, pratećih reversnih rasjeda u njegovoj podini ili krovini, kako je to i pretpostavljeno iz razloga da bi se zadržala stalna debljina gornjokrednih naslaga u jezgri sinklinale u podinskom krilu Premudskog rasjeda (Slika 5.4.).

Na kraju postupka izrade ovog profila, sukladno nagibima slojeva i stratigrafskih granica u krednim naslagama iznad Premudskog rasjeda, konstruirana je i geometrija ovog rasjeda na način da se on sastoji od pet segmenata promjenjivog kuta nagiba. Prvi segment toga rasjeda, koji se nalazi ispod Premude i koji je u bušotini Prem-1 nabušen na dubini od 409 m, nagnut je prema SI pod kutem od 20°. Idući u smjeru nagiba taj segment naglo prelazi u rasjednu rampu pod kutom nagiba od 47°, koja potom prema SI prelazi u rasjednu zaravan koja je blago položena pod kutom od 11°. Četvrti segment Premudskog rasjeda čini sljedeća rampa nagnuta prema SI pod kutom od 30°, koja na kraju profila prema SI prelazi u zaravan nagnutu pod kutem od 15°. Na taj način postignuto je da su i naslage u krovini Premudskog rasjeda manje–više paralelno položene s odgovarajućim segmentima ovog rasjeda, kako je to u skladu s modelom kojim se objašnjava postanak *Fault-propagation* tipa bora. Izmjerene komponente skoka i hoda po Premudskom rasjedu, mjereći po podinskoj granici alb–cenomanskih naslaga, iznose 300, odnosno 1450 m.

Izrada geološkog profila kroz podmorje od Premude do Silbe završena je prema sjeveroistoku na reversnom rasjedu koji je interpretiran na geološkom profilu OGK lista Silba (Mamužić i dr., 1970) i pretpostavljen pod izrazito strmim nagibom od oko 80° u smjeru SI. U krovinskom krilu ovog rasjeda autori OGK su interpretirali blagu antiklinalu koju izgrađuju kredne naslage, a čije je JZ krilo reducirano ovim rasjedom, uz reversni pomak kojim su gornjokredne, turonsko–senonske naslage, dovedene u strukturni položaj iznad Foraminiferskih vapnenaca (Slika 5.4).



Slika 5.4. Geološki profil E – F kroz otok Premudu i dio podmorja do otoka Silba.

6. ZAKLJUČAK

Na temelju površinskih geoloških podataka preuzetih s OGK lista Silba i podataka duboke bušotine Premuda-1 načinjen je geološki profil kroz otok Premudu i kroz dio podmorja između otoka Premude i Silbe. Pored ovih podataka u izradi geološkog profila korišten je strukturni model kojim se objašnjava postanak *Fault-propagation* tipa bora, odnosno modifikacija ovog modela koji je u literaturi poznat pod nazivom *Breakthrough fault-propagation* tip bora. Položaj slojeva i stratigrafskih granica u gornjokrednim naslagama i u naslagama Foraminiferskih vapnenaca, kakav je zabilježen na otoku Premudi i u bušotini Premuda-1 interpretiran je kao posljedica boranja ovih naslaga, s time da izgrađuju JZ dijelom vertikalno, a dijelom i prebačeno krilo asimetrične, kilometarske antiklinale. Tjemeni dio ove antiklinale oblikom odgovara sandučastoj bori koja idući u dubinu prema svojoj jezgri prelazi u ševronski tip bore. Boranje naslaga i nastanak antiklinale interpretirano je pomakom po reversnom Premudskom rasjedu u smjeru JZ, uz komponente skoka i hoda od 300, odnosno 1450 m, mjereći po pomaku podinske granice alb–cenomanskih naslaga. Prema nagibu gornjokrednih naslaga u krovinskom krilu Premudskoga rasjeda pretpostavljeno je da se on sastoji od pet segmenata promjenjivog kuta nagiba (zaravni i rampa), pri čemu je njegova strukturno najplića, čeona rampa nabušena bušotinom Premuda-1 na dubini od 409 m.

7. POPIS LITERATURE

MAGAŠ, D., FARIČIĆ, J., SURIĆ, M. (1999): Prirodno-geografska obilježja otoka Premude u zadarskom arhipelagu. *Geoadria*, 4, 61–88.

MAMUŽIĆ, P. (1970): Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100 000, list Molat, L33-138.–Institut za geološka istraživanja Zagreb (1963–1969), Savezni geološki zavod, Beograd.

MAMUŽIĆ, P. & SOKAČ, B. (1973): Tumač za listove Silba i Molat, L33-126 i L33-138, Osnovna geološka karta M 1:100 000.–Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd, 39 str.

MAMUŽIĆ, P., SOKAČ, B., VELIĆ, I. (1970): Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100 000, list Silba, L33-126.–Institut za geološka istraživanja Zagreb (1963–1969), Savezni geološki zavod, Beograd.

MARTON, E. & MORO, A. (2009): New palaeomagnetic results from imbricated Adria: Ist island and related areas. *Geologia Croatica*, 62/2, 107–114.

MORO, A. & ČOSOVIĆ, V. (2013): Upper Turonian-Santonian slope limestones of the Islands of Premuda, Ist and Silba (Adriatic Coast, Croatia). *Geologia Croatica*, 66/1, 1–13.

POLŠAK, A. (1967): Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100 000, list Pula, L33-112.–Institut za geološka istraživanja Zagreb (1963), Savezni geološki zavod, Beograd.

TARI KOVAČIĆ, V. & MRINJEK, E. (1994): The role of Palaeogene Clastics in the Tectonic Interpretation of Northern Dalmatia (Southern Croatia). *Geologia Croatica*, 47/1, 127–138.

VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I., MATIČEC, D. (2005): Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 220, 333–360.



KLASA: 602-04/20-01/111
URBROJ: 251-70-13-20-2
U Zagrebu, 25.09.2020.

Kristina Badžek, studentica

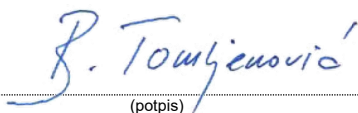
RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju Vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-04/20-01/111, UR. BROJ: 251-70-13-20-1 od 28.04.2020. godine priopćujemo temu završnog rada koja glasi:

GEOLOŠKA GRAĐA OTOKA PREMUDA

Za voditelja ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o završnom ispitu dr. sc. Bruno Tomljenović, profesor Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Voditelj



(potpis)

Prof. dr. sc. Bruno Tomljenović

(titula, ime i prezime)

**Predsjednik povjerenstva za
završne i diplomske ispite**



(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Stanko Ružičić

(titula, ime i prezime)

**Prodekan za nastavu i
studente**



(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Dalibor Kuhinek

(titula, ime i prezime)