

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 6 (1978/1979)

Številka 3

Strani 134-144

Janez Strnad:

OB STOLETNICI EINSTEINOVEGA ROJSTVA

Ključne besede: fizika.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/6/368-Strnad.pdf>

© 1979 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2009 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.



OB STOLETNICI EINSTEINOVEGA ROJSTVA

14. marca bi bil star sto let *Albert Einstein*, ki velja za najuspešnejšega teoretičnega fizika. Znanstveniki nimajo tekmo vanj, na katerih bi zmagovalci dobili naslove svetovnih prvakov, zato je težko govoriti o najuspešnejšem matematiku, fiziku, kemiku. Najbrž pa si je večina fizikov edina, da je Einstein izjema.

Ob tej priliki si oglejmo v skopih obrisih Einsteinovo življenjsko pot in njegov prispevek fiziki. Rojen je bil 14. marca 1879 v Ulmu v južni Nemčiji. Starši so bili potomci židovskih priseljencev iz 16. stoletja, a so se popolnoma prilagodili nemškimi razmeram. Oče Hermann je imel trgovinico z elektrotehničnimi potrebščinami. Pripovedujejo, da je bil nadarjen za matematiko, a te sposobnosti ni mogel razviti. Mati Pauline je bila hči premožnejšega trgovca z žitom in je imela velik smisel za glasbo.

Kmalu po Albertovem rojstvu se je družina preselila v München. Tam je oče nadaljeval s trgovino in je pozneje odprl še majhno elektrotehniško delavnico. Po osnovni šoli je šel Albert na gimnazijo. Ni bil dober učenec. V zadnjem letniku je imel težave z grščino in latinščino in profesor mu je napovedal, da iz njega ne bo nič. Očetu posli niso uspevali in družina se je preselila v Milan. Albert pa je ostal v Münchnu, da bi končal zadnji letnik gimnazije in maturiral. Vendar je zapustil šolo in se odpravil v Milan, preden je končal letnik.

Poskusil se je vpisati na znano züriško tehnično visoko šolo ETH. Matematiko in fiziko je dobro znal; za ta predmeta se jeanimal in se ju sam učil iz knjig. Zaradi slabega znanja bo-

tanike, zoologije in jezikov pa pri izpitu ni uspel. Nato je še enkrat obiskoval zadnji letnik srednje šole - v Aarau - in maturiral. To pot se je vpisal na ETH brez sprejemnega izpita. Študiral je matematiko in fiziko - danes bi rekli na pedagoški smeri. Čeprav se je že prej odločil za delo v teoretični fiziki, se je zavedal omejenih možnosti za zaposlitev. Mislil si je pač, da bo imel ob učiteljevanju še dovolj časa za teoretično delo. Študij je končal z diplomom leta 1900, ne da bi zbudil pozornost učiteljev. Na izpite se ni pripravljajal posebno vestno, zagnano pa je študiral tiste dele matematike in posebno fizike, ki so zbudili njegovo zanimanje.

Po diplomi je ostal dve leti brez stalne zaposlitve. Začel je sicer učiti na privatni srednji šoli, a lastnik ga je zaradi nasprotij, do katerih je prišlo, kmalu odslovil. S posredovanjem prijateljevega očeta je leta 1902 vendarle dobil mesto tehničnega izvedenca na švicarskem patentnem uradu v Bernu. V naslednjih letih je dosegel svoje največje znanstvene uspehe. Leta 1905 je bil promoviran za doktorja fizike na züriški univerzi in leta 1909 so ga poklicali za profesorja na to univerzo. Po poldrugem letu je šel za profesorja na nemško univerzo v Pragi, že leta 1912 pa se je vrnil na züriško univerzo.

Naslednje leto so ga izvolili za člana pruske akademije znanosti v Berlinu in mu ponudili zelo ugodno mesto na inštitutu v Berlinu. Einstein je sprejel to mesto, na katerem ni imel nobenih drugih obveznosti; ves čas je lahko posvetil znanstvenemu delu. Kmalu po Einsteinovem prihodu v Berlin se je začela prva svetovna vojna. Njegovo delo pa zaradi tega ni trpelo. Vendar ga je prizadelo naraščanje antisemitizma. Krogi, ki niso marali Židov, so si prizadevali, da bi ga pregnali iz Nemčije. S tem pa so dosegli, da se je začel zanimati za cionistično gibanje in se je vanj aktivno vključil. Zavzemal se je za to, da bi dobili Židje v Palestini lastno državo.

Da ne bi razočaral fizikov, ki so ga povabili, ni hotel trajno zapustiti Berlina. Sprejel pa je še mesto profesorja na univerzi v Leydnu na Nizozemskem, kamor se je od časa do časa vozil

Pri malem Albertu vsekakor ni bilo mogoče spoznati genialnih potez. Razvil se je razmeroma pozno. Dolgo je trajalo, preden se je naučil govoriti, tako da so se njegovi starši že bali, da ni normalen.

- - -

V resnici je Albert sam ostal v Münchnu. Kot dijak je stanoval v majhni podnajemniški sobi. Ker ni sprevidel, čemu bi se moral še dalje mučiti s šolo, saj ga je v resnici zanimala samo še matematika, je izdelal premišljen načrt, da bi izsilil svoj odhod iz Münchna in izstop iz šole. Njegov malo starejši prijatelj, sin nekega zdravnika, mu je priskrbel zdravniško spričevalo, ki je potrjevalo, da zaradi živčne razrvanosti potrebuje pol leta okrevanja pri svojih starših v Italiji ...

G. Prause, *Geniji v šoli*,
Ljubljana, DZS 1977, str. 13,15

... Einstein je velik del svojega premoženja razdal prijateljem, znancem, pogosto pa tudi tujcem, ki so iz kakršnega koli razloga potrebovali denar ali pa so se samo pretvarjali, da ga potrebujejo. Njegova žena se je včasih pritoževala: "Temu lopovu si spet dal denar, ko te je vendar že nekajkrat opetnajstil!" Einstein je odgovoril: "To dobro vem, ampak denar najbrž resnično potrebuje. Človek ne prosjači v svoje zadovoljstvo". ...

- - -

Nekoč kasneje je napisal: "Ugotovil sem, da je mogoče obuti čevlje na boso nogo. Nogavice tako kmalu dobijo luknje. Moja žena jih kar naprej krpa. Zdaj, ko vidim, da je mogoče shajati brez nogavic, jih nikoli več ne bom obul!" ...

G. Prause, *Geniji na samem*,
Ljubljana, DZS 1976, str.20

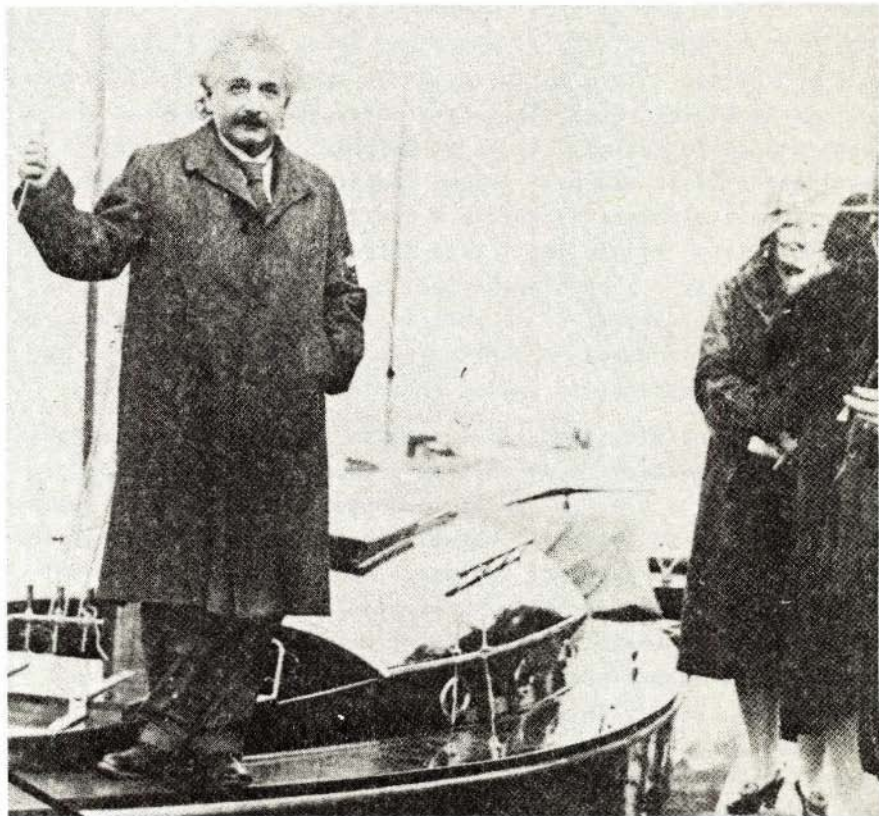
predavat. Začel je potovati. Leta 1921 je obiskal Prago, Dunaj in ZDA. Leta 1922 je potoval v Anglijo in Francijo ter na Kitajsko in Japonsko. Na povratku se je ustavil v Palestini, ki je bila tedaj pod angleško upravo, in na Španskem. Leta 1932 so mu ponudili mesto na inštitutu za višji študij v Princetonu blizu New Yorka. Mesto je sprejel samo za nekaj mesecev. Medtem pa je prišel v Nemčiji leta 1933 na oblast Hitler in Einstein je ostal v ZDA. Do smrti 18. aprila 1955 je delal na princetonskem inštitutu.

Kmalu po nastopu službe na patentnem uradu se je Einstein poročil s Srbkinjo Milevo Maričevo, ki je tudi diplomirala iz matematike in fizike. Prej sta skupaj obiskovala predavanja in Einstein ji je pomagal, ko se je pripravljala na diplomo. V naslednjih letih sta bila rojena sinova Hans Albert in Eduard. Mileva pa z otrokoma ni hotela v Berlin. Ostala je v Švici in Einstein se je od nje ločil leta 1919. Vendar ga je s sinovoma večkrat obiskala v Berlinu in tudi on je odpotoval včasih na obisk v Švico. Drugič se je poročil s svojo sestrično Elso, ki ga je že prej negovala v Berlinu, ko je huje zbolel. Elsa je skrbelo za Einsteina do svoje smrti leta 1936 v Princetonu.

Mnogo bolj kot Einsteinov življenjepis zbudi pozornost njegovo delo v fiziki. Najbolj je znan po *posebni in splošni teoriji relativnosti*. S prvo je razrešil zadrego, v kateri so se znašli fiziki, ko so postavili Maxwellovo teorijo električnega in magnetnega polja nasproti Newtonovi mehaniki. Pot sta mu pripravila s svojimi teoretičnimi razglabljanji nizozemski fizik Hendrik Antoon Lorentz in francoski matematik in fizik Henri Poincaré na osnovi merjenj ameriškega fizika Alberta Adama Michelsona. Vendar je bil Einstein prvi, ki je kritično pomislil, kaj lahko zares merimo, kaj je dogovor in kaj zgolj predodek. Privzel je, da imajo zakoni mehanike in elektrodinamike za vse opazovalce, ki niso pospešeni, enako obliko in da je svetlobna hitrost v praznem prostoru neodvisna od gibanja svetila. Pri tem se je moral odpovedati absolutnemu času, na katerem je gradil Isaac Newton. Ugotovil je, da dva dogodka nista

sočasna za opazovalca, ki se giblje glede na prvega opazovalca, čeprav sta sočasna za prvega opazovalca.

To je popolnoma spremenilo pogled na prostor in čas: čas ni več neodvisni parameter, ampak ima podobno vlogo kot krajevne koordinate. Skupaj s trirazsežnim prostorom se zlije v štirirazsežni *prostor-čas*. Svetlobna hitrost je zgornja meja za hitrost delcev, energije in prenašanje sporočil. Masa ni več od energije neodvisna količina; vsaki energiji ustreza masa in obratno.

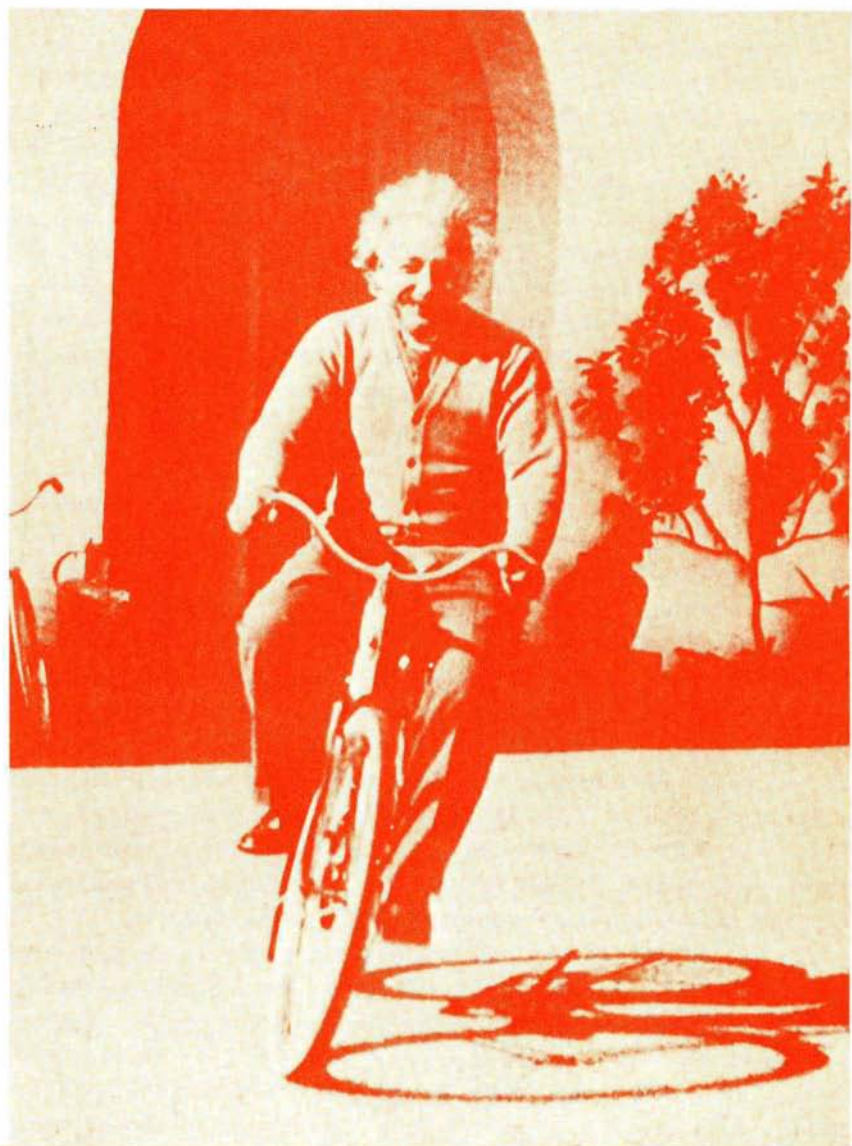


Sl. 1: Einstein z jadrnico, ki mu jo je ob petdesetletnici poklonila neka berlinska banka. Rad je jadral in v mlajših letih hodil na izlete v naravo, posebno s sinovoma.

Splošna teorija relativnosti iz leta 1916 je nastala kot razširitev posebne teorije relativnosti in je zajela gravitacijo. Pri tem se je pokazalo, da je štirirazsežni prostor v bližini teles z veliko maso *ukrivljen*. Od pojavov, ki jih je napovedala teorija, so bili tedaj merljivi ali na meji merljivosti le trije: *premik spektralnih črt proti rdečemu delu spektra*, če je svetilo bližje telesu z veliko maso kot sprejemnik, *odklon svetlobnega curka z zvezde pri prehodu mimo Sonca in sukanje Merkurjevega perihelija*, to je točke, v kateri je planet pri gibanju po elipsi najbližje Soncu. Te pojave so zares opazili, čeprav merjenja niso bila zelo natančna. (Danes je mogoče opazovati več pojavov z mnogo boljšo natančnostjo.) Drugi pojav sta opazovali angleški ekspediciji v Brazilijo in Afriko leta 1919. Ob poročilu o tem je postal Einstein zares slaven.

Vendar Einsteinovi uspehi nikakor niso omejeni samo na teoriji relativnosti. Eden izmed letnikov 1905 revije *Annalen der Physik* je prinesel kar tri njegova temeljna dela. Poleg posebne teorije relativnosti je obravnaval še teorijo *Brownovega gibanja*, to je gibanja drobnih delcev, ki jih razpršimo v plinu ali v kapljevini, da lebdiyo v njem, in ki jih vidimo pod mikroskopom. Delci se neurejeno gibljejo zaradi naključnih trkov z molekulami; pogosto namreč trči v delec več molekul na eni strani kot na drugi. Einstein je izračunal povprečno vrednost kvadrata razdalje od začetne lege za množico enakih delcev. Francoski fizik Jean Baptiste Perrin je kmalu nato potrdil Einsteinovo enačbo z merjenjem. S tem je dokazal, da sestavljajo kapljevine in pline molekule, v kar so tedaj nekateri še dvomili.

V tretjem članku iz leta 1905 je obdelal Einstein še *fotoelektrični pojav (fotoefekt)*. Že nekaj let je bilo znano, da izbija svetloba elektrone iz kovin in da je število izbitih elektronov odvisno od gostote svetlobnega toka, medtem ko je za svetlobo z dano valovno dolžino njihova največja kinetična energija neodvisna od gostote svetlobnega toka. Tega ni bilo mogoče pojasniti s starimi enačbami za električno in magnetno polje. Nemški fizik Max Planck je že prej dobil pravo enačbo za sevanje *črne telesa* - tako imenujemo telo, ki vso vpadajočo svetlobo ab-



Sl. 2: Einstein na kolesu.

sorbira - le če je privzel, da se njegova energija spremeni lahko samo v skokih. Einstein je to misel uporabil tudi za svetlobo in vzel, da jo sestavljajo obroki energije - *kvanti elektromagnetnega polja*, ki se jih je kasneje prijelo ime *fotoni*. Tako je pojasnil, zakaj je največja kinetična energija izbitih elektronov pri določeni kovini odvisna samo od valovne dolžine svetlobe. S tem je postavil enega izmed temeljnih kamnov nove *kvantne fizike*. Za to delo je dobil leta 1922 Nobelovo nagrado. (Po pravilih Nobelove ustanove naj bi prineslo nagrajeno delo ljudem korist, zato je bilo tedaj teže zagovarjati nagrado za katero od obeh teorij relativnosti.)

Od poznejših Einsteinovih del omenimo samo nekatera. Leta 1907 je uporabil kvantne enačbe za nihanje atomov v kristalih in ugotovil, da gre specifična toplota kristalov proti nič, ko gre proti nič absolutna temperatura. To teorijo je izpopolnil Peter Debye.

Skupaj z nizozemskim fizikom J.V. de Haasom je leta 1915 napovedal in potem tudi opazoval pojav, da se valj iz mehkega železa za malenkost zavrti, ko obrnemo smer magnetnega polja, vzporednega z njegovo osjo.

Leta 1917 je računal verjetnost za sevanje vzbujenih atomov in odkril *stimulirano sevanje*, ki je postalo 43 let pozneje osnova za izdelavo *laserjev*.

Istega leta si je zamislil prvi *model vesolja* v okviru splošne teorije relativnosti. Privzel je, da so vsi deli vesolja enakovredni in da se razmere ne spreminjajo s časom. Od časa neodvisno rešitev je dobil iz svojih enačb, ko je vpeljal vanje posebno *kozmoLoško konstanto*. Če je ne bi vpeljal, bi ugotovil, da se vesolje razširja (ali krči) in bi prišel do modela razširjajočega se vesolja. Ta model, ki ga danes sprejema večina astrofizikov, so zahtevala opazovanja ameriškega astronoma Edwina Hubbla iz leta 1929.

Leta 1924 je pri obravnavanju sistema iz množice kvantnih delcev, od katerih jih je lahko več v istem stanju, napovedal *kon-*

denzacijo (zgostitev) posebne vrste. S podobnimi računi se je ukvarjal tudi indijski fizik Shatendra Nath Bose. S to *Einstein-Bosejevo kondenzacijo* so pojasnili *supertekočnost helija*. (Okoli leta 1928 so odkrili, da preide kapljevinski helij pod temperaturo 2,17 K ali približno -271°C v *supertekoče stanje*, v katerem brez upora teče po ceveh in ima še druge nenavadne lastnosti.)

Čeprav je Einstein sam odprl vrata kvantni mehaniki, se pozneje nikakor ni mogel sprijazniti s spoznanjem, da izida poskusa s kvantnim delcem ni mogoče z gotovostjo napovedati, ampak se je treba zadovoljiti s statističnim opisom. Na 5. in 6. Solvayevem kongresu v letih 1927 in 1930 se je zapletel v razpravo z danskim fizikom Nielsom Bohrom. Prizadeval si je, da bi si izmislil poskus, ki bi pokazal nezadovoljivost kvantne mehanike. Znan je eden izmed Einsteinovih predlogov, ki ga je Bohr po nočnem razmišljanju drugi dan ovrigel. Pozneje Einstein ni več trdil, da je kvantna mehanika nezadovoljljiva, še naprej pa je bil prepričan, da je nepopolna. Še leta 1950 je trdil, da je statistična narava kvantne mehanike samo posledica njene nepo-



Sl. 3: Einstein igra violino na koncertu v Princetonu leta 1941. Igral jo je zelo dobro in zelo rad in je večkrat nastopil v ožjem krogu.

polnosti. Poleg drugih člankov je v tej zadevi skupaj z Borisom Podolskim in Nathanom Rosenom leta 1935 napisal članek, ki naj bi dokazoval nepopolnost kvantne mehanike. Mnenje ni splošno sprejeto, res pa je, da glede osnov kvantne mehanike, posebno glede teorije merjenja, še ni bila izrečena zadnja beseda. Pripomniti je treba, da je Einstein s svojim upiranjem kvantni mehaniki v znatni meri prispeval k temu, da so postala osnovna vprašanja jasnejša.

Zaradi odklonilnega stališča do kvantne mehanike je Einstein zgubil stik s sodobno fiziko. Posebno zadnja leta je bil dokaj osamljen. Tedaj je nadaljeval delo, ki ga je začel že v Berlinu. Poskušal je združiti Maxwelllovo elektrodinamiko in svojo splošno teorijo relativnosti. Med večjim številom neuspešnih poskusov velja omeniti *poenoteno teorijo polja* iz leta 1949. Vse kaže, da ta združitev ne more uspeti zunaj kvantne fizike.

Einstein je napisal več knjig za širšo javnost. Skupaj s poljskim fizikom L. Infeldom je avtor knjižice *Razvoj fizike od Newtona do kvantne mehanike*, ki jo imamo tudi v slovenskem prevodu (Ljubljana, Mladinska knjiga 1962). Veliko je predaval in tudi drugače nastopal v javnosti. Pomagal je preganjanim Židom in je bil vedno na strani "ponižanih in razžaljenih". Nasprotoval je nasilju in ni priznaval avtoritet. Leta 1933 je izstopil iz pruske akademije znanosti in tudi po vojni ni hotel obiskati Nemčije.

Leta 1939 je na pobudo nekaterih fizikov, ki so emigrirali iz Nemčije, poslal pismo predsedniku ZDA F.D. Rooseveltu. V njem ga je opozoril na možnost atomske bombe in na to, da ne kaže odlašati z raziskovanjem, ker bi Nemci utegnili prehiteti zaveznike. Potem ko so Američani vrgli bombi na Japonsko, pa je postal nasprotnik atomskega orožja in pobornik za mednarodni sporazum o tem orožju in mir.

V nekaterih stvareh je bil Einstein posebnež. Za britje in umivanje je uporabljal isti kos mila, nosil je srajce brez ovratnika, hodil brez nogavic in ni imel pižame. Zgodbic o tem je polno v vsaki knjigi o njem. Trdil je pač, da se da brez vsega

tega in podobnega čisto dobro živeti.

Einstein je dosegel svetovno slavo, kakršne ni pred njim in je zelo verjetno ne bo za njim noben fizik. V kratkem sestavku ni mogoče orisati vseh strani Einsteinove osebnosti in dela. Na srečo je v tujih jezikih veliko knjig o Einsteinu (v slovenskem prevodu imamo knjižico F. Hernecka, *Albert Einstein*, Ljubljana, Mladinska knjiga 1966). Vendar je mogoče že po zapisanem sklepati, da bi se fizika brez Einsteina razvijala precej počasneje. Velik del sodobne fizike je tako ali drugače povezan z njegovim delom.

Janez Strnad
