

ŠUMARSKI LIST.

Br. 2. U Zagrebu dne 1. travnja 1880. God. IV.

Šumske parovozne željeznice.

Razpravlja sa šumarskoga stanovišta nadšumar G. Pausa u Petrinii.

Medju današnjimi prevoznimi sredstvi vrlo se množe zadnje vrieme u Hrvatskoj i Slavoniji uzkotračne šumske željeznice; tako n. pr. sagradio je godine 1871/2 gosp. Alex. Weiss 14 kilometara dugu željezničku prugu razmakom šinja od 1 metra. i to u blizini Lepavine; nadalje ima na kneževskom thurn-tax. imanju u Lekeniku 15 klm. duga pruga, a u austro-ugarskom trgovačkom listu za šumske proizvode čitamo oglas, u kojem traži brodska imovna občina poduzetnike za gradnju 15 klm. duge pruge, kojom bi se kroz 10 godina, za kojih će se šuma sjeći, svake godine izvažalo 20.000 četv. metara bukovine za ogriev, a občina obećaje poduzetniku dati za odpremanje rečenih drva 70 novč. od svakoga četv. metra.

Ob ovih prometnih sredstvih nalazimo u naučnih knjigah razmierno malo podataka, a što i ima u njih, je tako u kratko razpravljano, da mogu mlađji šumari samo znati, da je moguće i timi prevoznimi sredstvi se služiti, te šumske proizvode pro-bitkom dovažati na tržište; naprotiv n. pr. u djelu Seyera, Königa i djelih drugih pisaca o šumskoj porabi nalazimo taj predmet tako obširno razpravljan, da se može smatrati gradivo glede toga iscrpljenim.

Dakako, ako treba sastaviti osnovu za takovu željeznicu, daje prvu ponuku za to upravitelj dotične šumarije, a pripravnje radnje, nacrti — i u obće celo izvedenje — povjeravaju se vještakom u toj struci, nu iz toga još ne sliedi, da ne treba nestrukovnjaku o gradjenju tih željeznica točnijega znanja. Kad mlađić stupi iz škole, imade doduše dosta vremena čitati koješta o tom, da uzmogne i on kod zgrade koju reći, nu prve službe nisu obično tako dobro plaćene, da bi si on mogao na-

javiti ova sva skupocjena djela, ako ne ima vlastitih sredstva, pomoću kojih će moći svojoj želji za znanjem zadovoljiti i pokazati se vrijednim svoga zvanja u društvenom životu. On je veseo, ako si može malimi novci nabaviti potrebne stvari, da se uzmogne samo za državni izpit pripraviti.

Kasnije, kad postane upraviteljem šum. okrznja u vrlo osamljenom selu, gdje sačinjavaju obično svu inteligenciju parok, učitelj i „g. šumar“, muči ga dugi čas, te tu dosadnost misli on najbolje odstraniti tim, ako se baci u naručaj „zlatnomu braku“, pa dovede kući liepu šumaricu. Za kratko vrijeme povećala se je — uslied dobroga gospodarenja — obitelj tako, da ne ostane radi nabave nuždnih stvari za malu djecu ni novčić za kupovanje knjiga. Pa kad bude iz „g. šumara“ samostalan npravitelj kakove god šumarije, to se obično, ako i sredstva dopuštaju stvoriti si malu šumarsku knjižnicu, ne zanima više toliko za nju, jer uslied toga, što se duh nije dugo vremena vježbao učenjem, došlo je vrijeme, gdje se obično može reći „Što ne naučiš mlad, nećeš ni star.“

Nije ni najmanje suvišno, da se i nestrukovnjak upozna bivstvom šumske željevnice, jer dobra ideja na pravom mjestu nosi bogati plod, s toga mislim da neću gospodi prijateljem strukovnjakom odveć dosadjivati, ako ovdje govorim o uzko-tračnoj šumskoj željeznici, koliko ju treba sa gledišta šumara u obće poznavati. Buduć su ovi redci poimence namienjeni pitomcem u šumarstvu, mogu ih stariji šumari i vještaci jednostavno preskočiti, nu molim da se radi prostora, koji ta razprava zauzima, štovani „stari drugovi i vještaci“ ne srde, jer bi taj prostor mogao biti izpunjen zanimivijim člankom.

Poslje ovoga kratkoga uvoda prelazim na samu svrhu tih redaka i na pravi predmet.

Ponajprije nastane pitanje, moji mili mladi sudrugovi i nadobudni zatočnici zelene struke, gdje i u kakovih okolnostih valja misliti na gradjenje šumske željeznice? Odkle se ne mogu drva drugač ni jeftinije dobiti, osim velikimi troškovi, jer napokon dobiti može se od svakuda, pa bilo i sa stožera, ali što stoji prevoz? Ele sad ne znaš, kud ni kamo!

Koristna će biti dakle osobito ondje željeznica, gdje daleko od svjetske vreve ima velikih sastojina bez puteva i voda, te čekaju na to, da se iz njih korist vuče. Naglašujem osobito

„bez voda“ t. j. gdje manjka takovih voda, koje bi se mogle upotriebiti za odvažanje drva, jer ako se mogu prevažati na vodi i jeftinije, to se sigurno tako čini; vodene ceste zahtievaju razmierno od svih prevoznih sredstva najmanje troška te se i najmanje troše. Prije nego se dakle hoće u obće projektirati takova željeznica, potrebno je sastaviti si unapred račun o takvom poduzeću, da se ne potroši uzalud vrijeme na osnove, koje se radi troškova ne bi nikad mogle izvesti. Ovomu računu, koji imade samo po prilici dokazati koristonosnost šumske željeznice i pokazati, da li se može namisao u obće izvesti i dalje usavršivati, imaju služiti podlogom troškovi za gradjenje i uzdržavanje, razvriedbena (amortizativna) kvota, ukamaćenje glavnice u oprieci sa odpremanjem tovara i dohodci za razvoz, da li umnažanjem šumskih proizvoda, koji se dovažaju na tržište, ciena istih pada, te neće li možda uslied toga željeznice biti bez koristi, ili neće li se tim bar dohodci umanjiti.

Pošto se ovdje radi o tom, da se unovče proizvodi bezkoristnih dosad šuma, gleda se poglavito na njihovu korist, a čovjek se zadovoljava tiem, ako se željeznicom privriedi toliko, da se namire troškovi za gradnju i uzdržavanje i kamati, koji uložena glavnica donese razvožnjom šumskih proizvoda. Uzmimo primjerice podlogom našega računa podatke u oglasu brodske imovne občine, pa bi imali:

15 kilometara duga pruga, klm. po 8000 for. (tečaj 1877. st. 232) — 120.800 for; daljnji troškovi na godinu po prilici 6800 for-

Buduć prestaje nakon 10 godina poraba šume, nije željeznica više potrebna, godišnja amortizativna kvota računa se dakle skupa sa kamati na 6₀/₀. =

$$r = \frac{\text{Sv. 1, op}^n \cdot 0, \text{ op}}{(1 \text{ op}^n - 1)} = \frac{10.869 \text{ for. } 55 \text{ novč. (sa 10 god. amortizacijom),}}{}$$

k tomu godišnji troškovi od 6.800 for, skupa 17,669 for, 55 n.; naknada za prevažanje nasuprot bila bi 20.000. 070 = 14.000 for., iz čega se vidi, da se željeznica u takovih okolnostih ne bi izplatila. S toga neće prije konačne osnove za takovo poduzeće biti ovaj račun bez koristi.

Ako je — uzmimo slučaj — osnova za gradnju takove željeznice zato, što su posljedci ovakova spomenuta ručna bili povoljni, stalno poprmljena, valja ponajprije označiti trace-u.

Trace (smier).

U najviše slučajeva trebati će drva dopreмати iz planina na tržište, te će trace pasti u većinom premrežene predjele, i u takovih okolnostih moći će se obično jedna skrajnja točka sa drugom skrajnjom točkom pruge spojiti sa više crta. Sad valja naći onu crtu, koja će biti čim kraća i protezati se preko što nižih visina, čim manjih uvala i klanaca, a po tom i najmanje troška kod gradjenja i uzdržavanja iziskivati.

Prije nego će se dakle početi trasiranjem, trebati će dobro proučiti predjel, i označiti čim više visokih točka, pri čem se mogu osobito aneroidi uspješno rabiti. Ovi rezultati nacrtati će se na dobroj specijalnoj karti, a i moguće projektirane crte naznačiti će se takodjer za sad olovkom. Karta ova je prva čvrsta podloga za daljnji posao, te se može po njoj nacrtati generalni prosjek duljine i dadu opredieliti virtualne duljine trasse; od ovih potonjih uzme se najkraća crta, koja je obično najpovoljnija obzirom na troškove za gradnju.

Ove virtualne duljine podaju nam mjerilo za odpremanje tovara na horizontalnoj prugi i za snagu potrebnu k prelaznju visina.

Kod svakoga gibanja treba, kako je poznato, svladati zaprieke tomu gibanju na putu stojeće, te barun Lazarini u svom djelu o vicinalnih željeznicah veli, da odpada obzirom na zaprieke gibanju kod uzkotračnih željeznica na vodoravnoj prugi na svaku tonu težine 4·3 kgr., zato je dovoljan za maknuti teret na takovih željeznicah 232 i dio njihov (kod normalnih željeznica po Hoffmanu $\frac{1}{280}$), dočim se naprotiv povećaje zaprieka gibanju kod uzgona na kosoj ravnini kako znamo — za tolikokratni dio ukupne težine, koliko iznaša visina, na koju se valja uzpeti, od kose dužine. Ako dakle treba za jednu tonu tereta, da se makne s mjesta šumskom željeznicom, 4·3 kilograma, što čini za 40 tona težinu od $40 \times 4·3 = 172$ klgr., mora se vozna snaga kod uzpinjanja na kosu ravninu od $\frac{1}{100}$ i težine parovoza od 10 tona za $\frac{1}{100} \times 50.000 = 500$ klgr. povećati, ili u obće mora iznašati 672 kilograma. (Sr: Pressler: „Messkuecht“ str. 165). Uzgon = razmierje uzgona \times težinom. — Na horinzontalnoj prugi mogli bi tom silom $672 : 4·3 = 156·2$ tona gibati. Hoffman u svom spisu: „Tracirung von Eisenbahn-

linien“ proračuna virtualnu dužinu pojedinih traskih dielova u ovoj izreci: „Valja li teret pri odpremanju uzdići i na stano-vite visine, treba za dizanje toga tereta na dužine i jedinicu visine isto tolika sila, kao za micanje njegovo na 280 jedinica dužine horizontalne.“ Nadalje veli: „Virtualna dužina za svaki fragment trasse dobije se po tom iz četvorine horizontalnoga odmaka od najniže do najviše točke njegove i $\sqrt[3]{280}$ -kratne razli-kosti u visini ovih točaka. Za padajuće spuštajuće se trasse jest horizontalna udaljenost obijuh skrajnjih točaka virtualna dužina.“

Ove virtualne dužine je nužno znati u toliko, buduć služe podlogom za proračunanje troškova razvožnje kod jedinica te-žine i dužine, koje treba opredieliti za prikriivanje troškova na uzdržavanje željeznice, ukamaćenje glavnice i samu amortizaciju.

Upotriebimo tu izreku u našoj razpravi, s tom iznimkom, da uzmemo mjesto $\frac{1}{280}$, kako smo već prije rekli $\frac{1}{232}$ i pro-računajmo virtualnu dužinu jedne trasse A, B sa n. pr. slie-dećimi fragmenti trasse:

1. na 1000^m/ vodoravno
2. „ 3000 „ uzgon kao 1 : 340
3. „ 2000 „ vodoravno
4. „ 3000 „ uzgon kao 1 : 135
5. „ 500 „ uzgon kao 1 : 40
6. „ 1500 „ pad kao 1 : 500
7. „ 3500 „ uzgon kao 1 : 200
8. „ 500 „ horizontalno; iz toga se proračuna vir-tualna dužina od A do B ovako:

$$v = 1000 + \sqrt{3500^2 + 8·8 \times 232} + 2000 + \sqrt{3000^2 + 22·2 \times 232^2} + \sqrt{500^2 + 12·5 \times 232^2} + 1500 + \sqrt{3500^2 + 17·5 \times 232^2} + 500 = 23,565 \text{ met.};$$

naprotiv virtualna dužina od B do A = v, = 500 + 3500 + $\sqrt{1500^2 + 3 \times 232^2} + 500 + 3000 + 2000 + 3000 + 1000 = 15,153$ metara.

Buduć se kod šumskih željeznica prevaži tovar samo u jednom smieru, naime iz šume na tržište, po našem primjeru od B do A, i buduć je teret, koji se ima odvažati, vrlo razan, treba

na to za prosudjivanje voznih troškova dovoljna obzira uzeti i tako se nadje srednja virtualna dužina po Hofmannu, ako označimo teret, koji se ima odpremati, sa t i t , ovom jednačbom:

$$v'' = \frac{v t + v, t,}{t + t,}$$

Ostanimo kod našega prjašnjega primjera o broskoj imovnoj občini, gdje se ima odvažati 20.000 četv. metara bukovih drva za ogriev: tu imamo onda $20.000 \times 0.623 \times 977 = 12,173.420$ kgr. (smanjujući brojevi uzeti su iz proračuna šumarskoga pokušališta u Beču), pak dobijemo:

$$v'' = \text{srednja virtualna dužina} = \frac{23565 + 15153 \times 12173420}{12173420} = 15.15 \text{ klm.}$$

Istim načinom postupa se kod proračunanja virtualnih dužina ostalih trassa, zabilježeni u generalnom prosjeku dužina, i onda se izabere najkraća i najjeftinija. Ako imamo n. pr. dvie trasse, od kojih imamo jednu odabrati, a od tih ima a horizontalnu daljinu od 15 km. i virtualnu dužinu od 23 km., trassa b nasuprot horizontalnu daljinu od 14 km. i virtualnu duljinu od 30 km., pa na kilometar i prostorni metar od amortizativne kvote otpada od troškova prevažanja 5 novč., to će oni iznositi za horizontalnu prugu kod linije a 74 novč., kod b 70 novč. i to za cielu željezničku prugu. Ako bi nadalje trebalo za svaki kilometar kod linije a n. pr. 450 for. troška a kod b 600 for. troška prevažanjem zasluživati, odpalo bi na četvorni m. i kilometar u slučaju a 22 novč., u slučaju b 90 novč., te bi iznosio ukupni trošak za

$$a \text{ sa } 75 + 50.6 = 1 \text{ for. } 25.6 \text{ novč.}$$

$$b \text{ sa } 70 + 90 = 1 \text{ for. } 60 \text{ „}$$

Takove kombinacije moraju se učiniti prije konačnoga zaključka o trassiranju. Jesmo li se za ovu ili onu trassu odlučili, moramo ju prenieti na zemljište, te početi definitivnim razanjem i poprečnim prosjekom, što je onda zadaća dotičnoga miernika, a ne spada na šumara.

Prevažanje parovozom.

Parovozi (lokomotivi) imaju obično tri osi, po tom šest točaka; samo srednju os i š njom spojene točkove neposredno okreće parostroj, ostale osi i točkovi pako služe samo za to,

da nose parovoz i da ga u njegovom teku na kolomijah drže. Da si možemo predstaviti snagu parovoza, moramo u obzir uzeti, da nastoji sila pare uslied saveza parostroja sa gonećimi kolesi ova kolesa okretati, nu da mora pri tom svladati zapreku, nastalu trvenjem medju kolesi i kolomijami, koje je trvenje tim veće, čim veći je pritisak tereta na goneća kolesa, a po tom i na kolomije. Ako je trvenje samo toliko, kolik teret, koji se ima svladati, to će se obie sile paralizirati i parovoz neće moći teret maknuti s mjesta, nu ako je trvenjem nastala zaprieka veća nego li teret, koji se imade dalje gibati, to će ga parovoz svladati i maknuti.

Iz toga se vidi, da odvisi sposobnost i valjanost parovoza ponajviše o pritisku gonećih kolesa na kolomije, buduć je ovaj pritisak mjerodavan za trvenje. Parostroj može dakle vrlo znamenitu snagu imati, a ipak malen učin obzirom na voznu snagu proizvesti, ako je naime pritisak gonećih kolesa na kolomije malen i prionjivost neznatna. Bez ove ne bi se mogao parovoz gibati, ma stroj iznutra i svom silom radio; jer jedino bi se srednji točkovi (goneća kolesa) okretali, a ne bi došli s mjesta, buduć ne bi našli čvrste točke, na koju bi se mogli poduprti, da se po tom okreću oko svoje osi i na kolomijah napred pomiču.

Da se snaga parovoza poveća, upotriebljava se i trvenje još dvijuh ili takodjer (kao kod povoznih parostroja) svih ostalih četir kolesa, a to se postizava spajanjem pomoću maljice (mlatnice).

Kad se željeznica uzpinje, ne može parovoz, kako već rekosmo, vući isto onoliki teret, kao na vodoravnoj prugi, jer jedan dio svoje snage mora upotriebiti na to, da radeć proti uplivu težine, donese tovar na visinu.

Vozna snaga parovoza će se zato kod uzpinjanja tim više umanjiti, čim je veći kut uzgona od kose ravnine. Označivanje tereta, koji može parovoz na kosoj ravnini i na kakvoj dovući gore, odvisi o razmjerju izmed visine i osnovke kose ravnine s jedne strane i o koeficientih trvenja s druge strane. Ako je stoga razmier veći od koeficienta trvenja, ne može se parovoz na kosoj ravnini napred gibati, već mora ići dole; ako je pako razmier jednak koeficientu trvenja, može se doduše parostroj uzpeti, ali ne može sobom nositi tereta; ako je napokon razmier medju visinom i osnovkom manji od koeficienta trvenja,

može se parovoz tiem većom voznom silom na kosoj ravnini napred gibati, čim je veća razlika između obih razmjera.

Dosta često se događa, da mora parovoz i preko većega uzgona i razmjerja vode preći, kako je to n. pr. slučaj kod prije spomenute šumske željeznice u Lepavini, gdje je bio potrebit uzgon kao 1:19, da se može prelaziti preko bila. Da se dakle može vožnja i odpremanje tovara u obće omogućiti, moraju se sve zaprieke odstraniti. —

Proračunanje zaprieka.

Sve zaprieke, na koje valja ovdje svratiti pozornost, jesu:

1. trvenje petica osi u njihovih tuljcih (Zapfenreibung)
2. trvenje kolesa pri okretanju (rollende Reibung der Räder)
3. trvenje, prouzročeno vijugastim tekom kola i neravnom kod šumskih željeznica gornjom gradnjom.
4. zapreka krivulja (Kurwenwiderstand).
5. djelovanje teže na uzgon i
6. one zaprieke gibanja, koje se prouzrokuju prosiecanjem zraka sa željezničkim vlakovi.

Označimo li po tom:

- sa M momenat trvenja, protegnut na os petice
 „ u , koeficient trvenja kod petice
 „ P rezultirajući tlak petica (siljka)
 „ r obie skrajnje polumjere petice
 „ Pm horizontalnu snagu, koja može teret Qm dolazeći na m -to kolo maknuti, a
 „ f krak poluge kod trvenja okretanjem, to je:

ad 1.) trvenje petica = $M = u, Pr$
 ad 2.) trvenje, nastalo kretanjem = $Pm = \frac{u, r + f.}{R} Qm$.

ad 1 + 2) $\frac{fz. r + fr.}{R} Q$, ako znači R polumjer točka,

r polumjer osi, fz koeficienta trvenja kod petice, fr koeficienta trvenja, prouzročena kretanjem (Hütte str. 129 i 131).

Ukupnost tih zapreka (1+2) računa Lazarini radi maloga promjera točka, kao i (3) radi manje brižljivoga uzdržavanja pruge prema onoj kod prave željeznice po točnih iztraživanjih skupa na 43 klgr. za jednu tonu težine i 15 km. brzine.

ad 4) zapreka krivulja $C = Q. f. \frac{b}{r}$ (Schellen str. 479), ako znači Q teret na obih točkovih, f koeficienta trvenja (glei-

tende Reibung) na tračnicah, b nutarnji peles tračnica i r polumjer srednjega puta osi.

Osim toga valja paziti i na brzinu, jer ova prouzrokuje zapreku, koja uslied sredobiežnosti raste sa četvorinom brzine. Stoga ne smije se na krivulji većom brzinom voziti, nego onom, koju dopušta položaj kolomija (šinja).

Ovu zapreku krivuljom prouzročenu proračunao je Lazarini sa 3.7 klgr. za tonu.

ad 5) učin težine na uzgon jest $S = Pp : Q = H : L$ (Schellen str. 171), ako znači Pp silu, koja djeluje na kosu ravninu i nastoji tielo dole povući, Q tlak, što ga prouzrokuje teret na kosu ravninu H visinu ili osovni razmak najniže od najviše točke, a L dužinu kose ravnine. Iz gornje jednačbe nadje se $P = protusila$ od Pp ili gore djelujuća paralelna sila sa dužinom kose ravnine = $\frac{H}{L} \cdot Q$ ili po Pressleru („Messknecht“ str. 165) riečmi: $S =$ težini pomnoženoj sa razmierom uzgona; ovo S računa Lazarini na 1klgr. težine kod toné za 1/100 uzgona, te postavlja za ukupnu zapreku formulu:

$W = (M + G) \cdot (S + S)$ u klgr., ako znači M težinu stroja, G težinu kola (oboje u tonah), S uzgon u mm, i to kod brzine od 15 km. u jednoj uri.

Po Hoffmanovom „Tracirung von Eisenbahnlilien“ izrazuju se ove zapreke, ako se naznači mekanički momenat djelovanja parovoza sa M_1 , ovom formulom:

$$M_1 = \left\{ \left(\frac{G}{280} + \frac{(C+5) M}{1200} \right) \left(1 + \frac{37.5}{R} \right) + \frac{G+M}{e} + 0.0005432 \left(70 + \frac{G}{30} \right) C^2 \right\} C,$$

gdje znači C_1 ukupni teret, M težinu parovoza, e uzgon 1: e , c brzinu i R luk polumjera od x hvati.

U toj formuli znači dakle $\frac{G}{280}$ zaprieke, nastajuću trvenjem i valjanjem, $\frac{(c+5)M}{1200}$ zapreku, koju drži parovoz sa tendarom na vodoravnoj prugi brzim c ugibanju, $1 + \frac{37.5}{R}$ upliv krivudanja pruga na zapreke gibanju vlaka i parovoza skupa sa tendarom, $\frac{G+M}{e}$ zapreku uslied razmjera negona i napokon

0.0005442 $\left(70 + \frac{30}{G}\right) C^2$ zapreku pri presiecanju zraka. Sbrojnik $\frac{(C+5)M}{1200}$ proračuna Hoffmann kao zapreku, nastajuću tr-

venjem (Reibungswiderstand) i valjanjem (Wälzungswiderstand), nadalje zapreke gibanja pojedinih kod parostroja die-lova, $W_{„}$ koji se imadu u gibanje staviti ili se giblju za brzinu e , gdje znači M težinu samoga parovoza sa tenderom;

$$W_{„} = \frac{1}{200} \frac{2}{171} \frac{3}{150} \frac{4}{133} \frac{5}{120} \text{ i t. d.}$$

Stavimo u formulu — kako treba — mjesto $\frac{1}{280}, \frac{1}{132}$ n. pr. da bi kod nove željeznice rabili parovozi, koji razvijaju najveću parnu silu kod brzine od 15 klm. = 2 milje, te bi mogli voziti na horizontalnoj pruzi ukupni teret od 28 tona = 500 centi, dočim sam parovoz važe 7820 kgr. = 130 centi (tečaj 1877. str. 230), trebalo bi vozne sile, kad je uzgon 1:19 i $R=50$ m. = 26.3 hvati, od

$$M_1 = \left\{ \left(\frac{500}{232} + \frac{130}{171} \right) \left(1 + \frac{37.5}{26.3} \right) + \frac{630}{19} + 0.0005432 + \left(70 + \frac{500}{30} \right) 2^2 \right\} 2 = 74.5$$

milj. centi t. j. parovoz morao bi kod brzine od 2 milje, gdje je njegova parna sila najveća, razviti voznu silu od 37.2 centi = 2083 kgr., ako hoće prevažati teret preko uzgona 1:19.

Upotriebimo li isti primjer na Lazarinijevu formulu, dobijemo:

$$W = (7.82 + 28) (8 + 52.6) = 2170 \text{ kgr.}$$

Treća formula za proračunjanje svih zapreka glasi:

$$W = 0.8V^2 + \left(8 + 0.5V + \frac{1000}{x} \right) L + \left(1.4 + 0.014V^2 + \frac{1000}{x} \right) T;$$

ovdje znači V brzinu vlaka u metrima na sekunde, $\frac{1}{x}$ uzgon

pruge, L težinu parovoza u tonah, a T težinu tendara i kola (Hütte str. 690.). Stavimo vriednost našega primjera u formulu, pa dobijemo $W=2168$ kgr.

Ako prisposdobimo rezultate ovih trijuh formula, naći ćemo izmed rezultata Hoffmanove i ostalih dvijuh formula razliku od 1:16 konjske sile.

Snaga parovoza.

Iz predjašnjega vidimo. kako se nadje potrebna vozna sila za stanoviti teret, ako su nam zadani potrebni brojevi, ostaje nam još upoznati i proračunati obzirom na stroj snagu, koju treba provoz, da može na novoj prugi teret, odnosno vlak vući.

U sliedećem donasam tabelu o principalnih omjera i odnosaja parovoza, kakovi se sgotavljaju u Krausovoj tvornici u Monakovu:

Radnja efektivno u konjskih silah	Mjere po millimetrim					
	7	20	30	40	50	
Premjer valjka	100	140	160	180	200	
zamah (podig) klipa	160	300	300	300	300	
premjer točka	390	580	580	580	650	
tlak pare, atmosfere	12	12	12	12	12	
površina za loženje (Heizfläche) } čet.	5.29	10.09	15.22	18.01	23.48	
površina rešetke } met.	0.11	0.218	0.25	0.35	0.35	
duljina osi	900	1100	1100	1100	1700	
prostor za potrebnu vodu pri } četv.	390	800	1180	1880	1890	
najv. razmaku kolomija } dem.						
prostor za ugljeve	165	245	300	330	550	
razmak kolomija	900	1100	1100	1100	norm.	
težina parovoza kod radnje, kgr.	3300	5700	7200	8000	11800	
efektivna vozna snaga, kigr.	245	610	790	900	1200	
Ukupni voženi teret po tonah à 1000 kilogr. na uzgonu od	$\frac{1}{20}=50\text{‰}$	1	5	6	8	10
	$\frac{1}{40}=25\text{‰}$..	4.5	14	18	23	29
	$\frac{1}{60}=16.5\text{‰}$..	7.5	22	29	33	45
	$\frac{1}{80}=12.5\text{‰}$..	10.5	28	37	43	60
	$\frac{1}{100}=10\text{‰}$..	12	34	44	50	72
	$\frac{1}{200}=5\text{‰}$..	20	53	69	80	114
$\frac{1}{500}=2\text{‰}$..	30	79	102	115	168	
$\frac{1}{\infty}=0\text{‰}$..	43	112	145	168	242	
Toj radnji odgovarajuća brzina po kilometrim svaki sat	12	12	12	12	12	
najmanji polumjer krivulja u metrim	5	20	20	20	30	
najveća visina	2300	2760	2760	2850	3100	
najveća dužina	3300	4100	4100	4290	5300	
najveća širina pri najv. razm. kolomija	1300	1600	1900	1950	2200	

Kako je poznato, odvisi trvenje medju kolesi i tračnicami od njihove površine, pa ako izrazimo ovo trvenje koeficientom fz , to će sila P staviti kolo parovoza u klizajuće gibanje (gleitende Drehung), te je $P=fz \cdot Q$; tu znači Q tlak ili težinu prionjivosti.

Ako je vozni teret (Zuggewicht) manji nego fz . Q , to će se ta zapreka svladati, a neće se prouzročiti klizanje kolesa, zato se može uzeti $Z=fz$. Iz toga se vidi, da će se parovoz moći samo onda gibati, ako bude klizajuće trvenje izmed točaka i tračnica veće, nego sve one zaprieke, koje mora parovoz svladati.

Stoga biti će potrebno što više povećati prionjivost gonećih kolesa, pa ako to nije moguće postići sa dva točka, spojimo — kako već rekosmo — i drugi ili još i treći par kolesa, da se tako može upotriebiti sva težina parovoza i povisiti vozna snaga.

Vozna snaga parovoza je — budući je jedan okretaj točka $D\pi Z$ (ako znači D promjer točka, $D\pi$ put, Z zapreku gibanja), a po tom radnja, proizvedena obimi klipovi $2.2 \frac{d^2\pi}{4} p. h=D\pi.Z$ (ako znači d promjer u cm, h zamah klipa, a P napetost pare)

$$Z = \frac{d^2.p.h}{D}$$

Nadalje valja opredieliti moguću brzinu. Budući znači $D\pi$ put parovoza, kad se goneće kolo (Triebrad) jednom okrene, to je pri n okretaja u minuti taj put u sekundi $v = \frac{D.\pi.n}{60}$

Nu u isto vrijeme čini i klip put $\frac{2 h n}{60} = v$; to je brzina klipa.

Stavimo iz zadnje jednačbe $\frac{n}{60} = \frac{2v}{h}$ u prvujednačbu, pa dobijemo:

$$v = \frac{D.v}{2h} \text{ i } Z.v = \frac{d^2.p.h.D\pi v}{2h} = 2 \left(\frac{d^2\pi}{4} . P \right) v,$$

Upotriebimo taj izraz na parovoz, naznačen u predjašnjoj tabeli sa 30 konjskih sila, to dobijemo:

$$Z.v = v 2 \left(\frac{16^2.3.14.}{4} . 12 \right) 1.33 = 1067 \text{ kgr.}$$

Ovaj teoretički učin mora se pako — kako znamo iz iskustva — pomnožiti još jednim činbenikom, da se dobije pravi učin koristi, koji se daje sa parostroja prenieti i na druge strojeve.

Taj učin jest $Z_n = 1067 \times 790$ kgr.

Sad je još pitanje, jeli prionjivost parovoza dopušta razvitak te vozne sile? Po gornjem je prionjivost $P=fz$. Q , zamienimo u toj formuli vrijednosti, za $fz = 0.13$ (Hütte str. 125),

onda je $P = 0.13 \times 7200 = 936$ kgr., po tom se nije bojati, da će se kolesa na tračnicah klizati. Umalenjem vozne brzine pako može se uslied iztrošivanja prionjivosti vozna snaga povećati.

Da se nadje za razvijanje najveće vozne snage i najvećega gubitka prionjivosti najshodnija vozna brzina, pokazuje nam Lazarini ovaj način:

A nek znači najveću prionjivost, M srednju težinu parostroja, F sbrojnika prionjivosti, Z voznu snagu, V voznu brzinu, i P dinamičku silu stroja po konjskih silah, to dobijemo iz obijuh jednačba:

$$A = F . M = Z \text{ i } 75 P = V . Z$$

$$V = \frac{75 P}{M.F} \text{ i } Z = \frac{75 P}{V}$$

Stavimo u formulu vrijednosti, onda dobijemo:

$$\text{za } V = \frac{75 \times 30}{7200 \times 0.13} = 2.414 \text{ metara u sekundi}$$

$$\text{za } Z = \frac{75 \times 30}{2.414} = 932 \text{ klgr. kao najveću voznu snagu.}$$

Gradjenje željeznice.

Gradjenje željeznice raspada se u gradjenje pruge i gradjenje kolodvora. Kod gradjenja pruge valja osobito uzeti u obzir pad tla. Ovdje nam valja gledati na razito ustrojstvo tla, na parovoze, koji će se rabiti na novoj prugi, odnosno na njihovov voznu snagu, na uzgone, preko kojih se ima teret voziti, na krivulje, kojimi ima željeznica ići i napokon na troškove gradnje. Budući se imaju kod šumskih željeznica, kada se grade u planinu, tereti odpremati većinom samo u dolinu, pa vlak ide prazan uz brdo, mogu uzgoni prema tomu i strmiji biti, kako n. pr. u Lepavini, gdje je, kako rekosmo, uzgon 1: 19.

Dalje valja odlučiti, kolik ima biti polumjer, gdje čine tračnice krivulju; ovaj polumjer može biti tiem manji, čim manja su kolesa. U ostalom ravna se i po brzini, kojom se ima ili još smije gibati vlak. Mogući najmanji polumjer razabiremo iz gornje tabele o principalnih razmjerih parovoza. Spajanje kolotečina može se dogoditi u sliedećih slučajevih:

1. Ako se spajaju dvie upravne kolotečine.
2. Ako se spaja upravna kolotečina sa krivom.

3. Kod spajanja dvijuh krivih kolotečina.

Kad se položi tračnica u krivulji, to se razmak tračnica poveća, a vanjski trak se prama nutrašnjemu malo više stavi; razmak tračnica poveća se pako pomakom (Verschiebung) nutrnjega traka. Kod krivulja u neposrednoj blizini kolodvora, gdje vlakovi polaganije idu, treba vanjsku tračnicu uzvisiti samo za polovicu onoga, kako vani na prugi.

Ako znači h visinu vanjskoga ruba tračnice nad nutrnjim u metrim, s razmak tračnica takodjer u metrim, v voznu brzinu na met. u času, r polumjer srednje linije tračnica, to je $h = \frac{s v^2}{g r}$ i $g=9.81$ m. (Hütte str. 726).

Majusko-vezerska željeznica rabi za proračunjanje te visine formulu $h = \frac{1800 - r}{10.000}$ metara, buduće se misli, da kod 1800 met. velikih polumjera od krivulja ne treba jedan trak biti viši od drugoga.

Po Schellenovoj mehanici proračuna se ova visina (Ueberhöhung) formulom: $h = \frac{P}{Q}$. s , gdje znači P sredobježnu silu, Q -teret, a s širinu kolotečine. — Za polumjere manje od 300 metara neka se uzme za h polovica vriednosti, pronadjene za prve dvie formule.

Kod uzkotračnih željeznica ne smije se kolotečina razširiti dalje, nego 25 mm., te ovo razmaknuće nadje se ovako: $w=n(1000-r)$ u mm., gdje znači r polumjer srednje linije kolotečine u metrim, n konstantu, koja se ima tek točnije opredieliti. — Ako je moguće kolotečinu dosta razširiti, neka se uzme za $n = 0.03$, inače je $n = 0.015-0.025$. Po Winkleru je razširivanje kolotečine $= \frac{3800}{R}$ mm. Po propisih kr. ugar.

državne željeznice ima se razširivati kolotečina kod krivulja, a vanjska tračnica nad nutrnjom uzvisiti:

kod polumjera od	{	150—300 m. u prvom slučaju za 22 u drugom za 100 $\frac{m}{m}$.
		350 " " " " " 20 " " " 90 "
		400 " " " " " 19 " " " 80 "
		450 " " " " " 18 " " " 75 "
		500 " " " " " 17 " " " 70 "

kod polumjera od	{	550 m. u prvom slučaju za 16 u drugom za 65 $\frac{m}{m}$.
		600 " " " " " 15 " " " 60 "
		700 " " " " " 14 " " " 55 "
		800 " " " " " 13 " " " 50 "
		1000 " " " " " 12 " " " 40 "

Radi razmjerja izmedju uzvisitosti vanjske tračnicei razširivanja kolotečine nutrnjega ruba biti će nužno umetnuti izmedju početka kružnoga lûka i pravca krivu tračnicu za prelaz (Uebergangskurve) — Što se tiče označivanja i proračunjanja krivulja, upućujem na dva izvrstna djela: „Die Strassen und Eisenbahnkurve“ od M. Moravitzta i „Kurven“ od Krönke-a.

Najviše je poteškoća skopčano sa gradjenjem potrebnih tunela, čemu se što više treba uklanjati. K tomu pridolazi prokopavanje većih zasjeka, osobito gdje se ne može odkopana zemlja upotriebiti odmah za nasipe, već se mora prevažati dalje.

Sl. 1. i 2. predočuju nam površinu nasipa i odkopa. Da se izbjegne pogibeljim, da ne bi uslied meteoričkih voda spuzala se zemlja sa nasipa, ili kod odkopa odronilo se i skotrljalo kamenje i kršje u prokope, moraju se sve pogibeljne pećine odvaliti, zemlja zasaditi drvećem te zaštitni prekopi i nasipi načiniti. Ako u nekih slučajevih mora nasip biti preko 10 metara visok, biti će bolje sagraditi cestovod (Viadukt) pomoću drvenih stupova po amerikanskom sustavu, jer takav je jeftiniji od nasipa. Nu buduće može željeznica ići i na manje ravnom tlu, to će se takove umjetne gradnje što više mimoići, i samo iznimno izvesti.

I sa strana nasipa se lahko spuza zemlja, zato im valja dati sliedeći uzgon:

- a) kod sipkoga tla i mehkoga pieska 2 do 4 metra;
- b) kod naplavljenoga pieska i sipka, sadržavajućega lapora, 2—3 metra.
- c) kod mehke ilovače i pjeskovite zemlje 1.5 metra.
- d) kad ima u nasipu kamenja ili pećina 1—1.25"
- e) ako je nasip iz čvrste gline 0.25 metra.

Materijal pod podvalci, na kom se ovi namještaju, neka ne leži više od 10 cm., najbolje je za to šljunak, koji se na nasipu čvrsto zabija, da se tim preprieči trunjenje podvalaka. Dobro je, ako je površina nasipa u sredini jedno 10 cm. uzdig-

nuta do polovice širine, da može odticati kišnica, a podvalci ostanu suhi (Sl. 2.).

Da ostane pako ciela pruga po mogućnosti suha, moraju se ne samo kod nasipa uzduž površine, već i kod odkopa uzduž strana za što brže odticanje vode učiniti otkoke, kojih prosjek vidimo na sl. 2. — Tračnice načine se u valjaonicah iz čelika i dobivaju prosječni oblik, kako se to vidi na sl. 4., koji je u porabi na domeni Lekenik. Ove tračnice, zvane za razliku od drugih te sa velikom osnovkom, krivo i vinjolske, sgotavljaju se iz Bessemer-čelika u duljini od 6 metara (jedan metar važe 13·14 kgr.) i stoje — kao kod lekeničke pruge — 137 for. tona.

Kod tračnica istoga sustava, nu nešto lagljih kao kod lepavinske željeznice, važe metar 12·112 kgr., a jedna tona stoji 140 for. U obće mienja se ciena tračnica, te tu odlučuje i dogovor sa valjaonicami. Ove tračnice pričvršćuju se na popriečnih podvalciah pomoću kvakastih čavala, a sglavak spaja se vezicama (sl. 10.). Kod položenja i učvršćivanja sglavaka ne smije se zaboraviti na potrebni prostor obzirom na promjene temperature. Po Winkleru je, ako znači h visinu tračnice, debljina kvakastoga čavla $d = 0·125 h$, dužina $mu = 10 d$, po tom po sl. 4. debljina $d = 8·75$ mm., dužina 87·5 mm. Na svakom podvalku pričvrsti se tračnica sa dva takova čavla.

Spajanje vezica biva pomoću 4 svornjaka na zavrt (Schraubenbolzen); kako se vidi iz sl. 10. Vezice imaju biti duge po prilici 300 mm., a debele jedno 10 mm. — Težina vezica, čavala i svornjaka iznaša 10% težine tračnice (šinja).

Luknje u tračnicah za svornjake su dugoljaste, pa zato dopuštaju i promjenu temperature. Ovi prostori na sglayciah za slučaj promjene temperature (Temperaturräume) iznašaju po propisih kr. ugar. državne željeznice pri toploti zraka od

preko + 12 stupnjeva R = 6 mm.
 manje nego + 12 „ R = 5 mm.
 „ „ ± 0 „ R = 8 mm.

Promjenom temperature od 25° zime i 50° vrućine mienja — kako se znade iz iskustva — 6½ metra duga tračnica svoju duljinu za 8 mm.

Tračnice polože se na t. zv. podvalke, koji se načine iz drveta, i to za šumske željeznice sliedećimi dimenzijami: dužina

= 1·50 metra; širina 0·15 metra; debljina 0·10 metra; četv. tjelesnina = 0·0225 čvrstoga metra.

Kadkada se ti podvalci impreginiraju, da tako lahko ne iztrunu; impreginirani podvalci odnose se prema neimpreginiranim, ako su iz hrastovine, kao 3: 1, ako su iz borovine, kao 5: 2.

Što se tiče sistema podvalaka razlikujemo sustav dužaka (Langschwellen) i sustav priečnjaka (Querschwellen). Drugi je običniji, te tu razlikujemo predvalke i središnje podvalke. Predvalci su oni, koji dodju pod sglavak tračnica, dočim središnji podvalci i pod ostalu dužinu tračnice.

Razlikujemo dvie vrsti sglavaka, po čivajući (ruhend) i lebdeći (schwebend). Druga vrst je radi spajanja vezicama običnija, jer omogućuje mirniju vožnju, dočim kod prve vrsti prozrokuju radi nejednake visine krajeva od tračnica na predvalke prenešeni udari kolesa razklimanje i skakanje predvalaka. Podvalci nisu po dužini tračnica jednako razdieljeni, već se bliže sglavka nalaze i bliže skupa, budući su sglavci najslabija mjesta tračnica, prem ide preko njih isti teret, kao i preko ostale dužine tračnice. Kako su priečnjaci namješteni kod industrijalne pruge na domeni Lekenik, pokazuju nam sl. 5. i 6.

Zasjek predvalaka i središnjih podvalaka izvede se pomoću prigiba kose ploštine od 1/20, na koju će ploštinu doći noga tračnice. Iz toga svega dađe se onda lahko proračunati gradivo za gornju gradnju; n. pr. za 6 metara dugu prugu treba: 12 duž. metara tračnica iz čelika po 13·14 kgr. . . 157·68 kgr.

2 vezice	} 10% težine tračnice	15·17 „
8 svornjaka na zavrt		
32 kvakasta čavla		
8 priečnjaka po 0·0225 čv. metra		0 18 čv. m.
po tom treba za 1 kilometar željezničke pruge:		
Tračnica		26,269 Kgr.
334 komada vezica	}	2,627 „
1333 „ svornjaka na zavrt		
5331 „ čavala		
1333 „ priečnjaka		30 čvrst. met.

Sustav dužaka manje se rabi; iztaknuti valja nam ovdje sustav Köstlina i Batticha, Daelena i Schefflera, u tri diela, sa 2 diela od Hilfa, i jednoga diela od Hartvicha.

Dužaci dugi su obično 6—6.4 metra, te se kod sglavka obično spajaju sa priečnjaci. Izim drvenih podloga ima i podloga od kamena, nu kod šumskih željeznica ne rabe se. Prelazi preko pruge se pravilno ne prave u manjem kutu od 30 stupnjeva, te se obično — prem to nije bezuvjetno nužno — za sjegurnost umetnu zaštitne tračnice.

Što se tiče širine pruge razlikujemo prugu normalnom širinom od 1.436 metra i uzkotračnu izmed 0.60—1.25 metra. Potonja pruža tu probit, što dopušta veći uzgon, niti se za nju treba toliko zemljišnoga prostora, po tom iziskuje i manje troška kod gradjenja.

Normalna pruga za šumu mogla bi se ondje graditi, gdje se šumski proizvodi dovažaju neposredno na pravu prometnu prugu, da se tim prištedi pretovarivanje i nabava drugih prometnih sredstva

Nadalje treba pozornost obratiti na ugibnu kolotečinu kod postaja. Kod šumskih željeznica imati ćemo za to samo dva slučaja; jedan je slučaj, kako na 3. slici, t. j. ugib dviju uprav-
nih kolotečina. Uzvisivanja tračnice baš ne treba ovdje, ali se mora pruga razširiti. Razmak kolotečina ima se tako urediti, da ostaje izmed van stojećih česti kola još prostor od 60cm.

Za konstrukciju obično je zadano: Kut a ugibnoga jezičca sa drugom tračnicom, širina korjena ($z = 120\text{mm.}$), širina pruge $s = 1\text{m}$, priklon i dužina srčanice (β i h), k tomu je ustanovljeno, da leži medju krivuljom i srčanicom (Herzstück) pravac (4 m.). Po tom je polumjer

$$R = \frac{e \sin \beta + z - s + \cotg \beta}{(\beta - a) \sin \beta - \cos a + \cos \beta}$$

O gradjenju kolodvora i vodenista budi samo toliko rečeno, da moraju biti svrsi shodno i čim jednostavnije sagradjeni, da ne trebaju toliko troška. Treba gledati samo na vrieme porabe i tako sve urediti, da se može natovarivanje i pretovarivanje udobno, jeftino i brzo obavljati.

Vožnja.

Brzina vožnje mienja se izmed 7 i 20, nu iznosi na takovih prugah većinom 12- do 15 kilometara u satu. Buduć se ne sastoji poteškoća u pitanju, kako se dodje uzgonom gore, već kako se dodje dole, valja obratiti pozornost na zapore i broj kola, koja se moraju zaprieti. O broju tih zapora valja

obično pravilo, da treba osim zapora na parovoza još toliko zapora na kolih, da se uslied nagiba željeznice do uključivo

$\frac{1}{500}$	zapire 12 dio	}	svih parova točaka
$\frac{1}{300}$	" 10 "		
$\frac{1}{200}$	" 8 "		
$\frac{1}{100}$	" 7 "		
$\frac{1}{60}$	" 5 "		
$\frac{1}{40}$	" 4 "		

Označimo težinu vlaka osim parovoza i tendara sa Q , pospješnost uslied pada tla sa $g = 9.81$ met., postojeću brzinu vlaka sa v_1 , promienjenu brzinu vlaka sa v_2 , koeficenta zapreka kod jednih kola na vodoravnoj prugi sa f ; zapreka, koja se ima zaporu prouzročiti, sa P , put zapreke sa s , to imamo:

$$P \cdot s = \frac{1}{2} \frac{Q}{g} (v_1^2 - v_2^2) - f Q s \text{ na vodoravnoj prugi i}$$

$$P \cdot s = \frac{1}{2} \frac{Q}{g} (v_1^2 - v_2^2) - f Q \cdot s \text{ na padajućoj prugi, odnosno uzgonu od } \frac{1}{h}$$

Sbrojnik trvenja izmedju točka i tračnice je $\frac{1}{5}$ do $\frac{1}{9}$ već po povoljnom ili nepovoljnom vremenu, a sbrojnik trvenja medju zaporom i točkom jest $\frac{1}{4}$, $f = \frac{1}{500} - \frac{1}{600}$.

Izim toga nužno je još spomenuti, da mora osoblje na vlaku biti tako porazdieljeno, da se može u nuždi cijeli vlak zapiranjem za vrieme do stanovite točke zaustaviti; sve ostalo mora biti što jednostavnije, ali ipak točno.

Vozila.

Ova sastoje iz parovoza i tovarnih kola. — Što se tiče parovoza, govorili smo o njih točnije i obsirnije već u prijašnjih

poglavljih, preostaje nam dakle još koju reči o tovarnih kolih, Na sl. 8. i 9. predočujem razne poglede i prosjeke kola, kakova se rabe na domeni lekeničkoj. Principalni razmjeri kod tih su

Promjer točka	0.50 metra
dužina labure kola	3.20 „
širina	1.50 „
visina	1.05 „
površina.....	4.80 □ metra.

Ova kola važu sama 1250 kgr. i mogu nositi (najviše) teret od 5040 kgr. — Prosta kola stoje 130, ona sa zaporom 150 fr. Nutrnji prostor za tovar velik je 5 četv. metara.

Troškovi.

Pošto su me štovani čitatelji, dovde pratili valja mi još proračunati troškove za gradnju šumske željeznice, što je za projektiranje upravo glavni dio. Zadaćom ćemo si uzeti gradnju 15 kilometara duge šumske željeznice u briegovitom predjelu, kojom se ima svake godine 36,000 tona prevažati. — (Sljedeći podatci uzeti su po zbilja postojećem objektu).

a.) Troškovi za gradnju jednoga kilometra kolotečine kurentne pruge.

Tračnice iz čelika 26,269 kilograma., svaka tona 137 for.
3,598.85 for.

Vezice, svornjaci i čavli 7% ciele cienne tračnica	251.92 „
Priečnjaci, 1400 komada po 36 novč	504 „
Izvedenje gornje gradnje, kurentni metar po 50 novč.	500 „
Nasipanje prudom 600 četv. metara po 80 novč. ..	480 „

5,334.77 fl.

b) Troškovi za ostale gradnje pri 1 kilometru pruge.

Nasipi i odkopi	3000 for.
Odkupljivanje zemljišta, 0.8 hkt., po 350 for.	280 „
Mostovi i prelazi	656 „

3,936 for.

c) Gornja gradnja postaje.

Na izhodištu, odnosno glavnom kolodvoru treba pomoćne kolotečine	150 k. met.
Na početku u šumi — kod tovarišta — treba pomoćne kolotečine	150 kur. met.

Skupa 450 „

Položenje tih kolotečina sa nasipavanjem

prudom po 90 novč. metar	405 for.
Tračnice, vezice, svornjaci na zavrt, čavli	1732.84 „
Podvalci	226.80 „
Ugib i križanje, na 14 miesta po 36 for.	504 „
	<u>2,868.64 for.</u>

d) Visoka gradnja i vodenište.

1. Na glavnom kolodvoru.

Kolnica za parovoze 100 □ metara	740 for.
Kolnica za kola, 200 □ met.	1.230 „
Spravište za ugljevje	180 „
Bravarija, kovačnica i kolarija, skupa sa orudjem ..	2.060 „
Vodenište (Wasserstation)	400 „
Zahod	100 „

2. Na postaji u šumi.

Stanovi za ondje namješteno osoblje i nuzgredne prostorije ..	3000 for.
Spravište za ugljen	180 „
Vodenište	400 „
Zahod.....	80 „
	<u>8770 for.</u>

3. Razne potrebštine.

Orudje za gornju gradnju.....	200 for.
Nadziranje gradnje, za kilometar.....	300 „
	<u>500 for.</u>

Rekapitulacija.

a) kolotečina kurentne pruge, jedan kilometar.. for.	5,334.77
b) sgrade kod željeznice.....	„ 3,936.—
e) gornja gradnja postaje, kilometar.....	„ 191.24
d) visoke gradnje i vodenište za jedan kilometar „	584.66
e) razne potrebštine.....	„ 33.34

1 kilometar stoji dakle..... for. 10,080.01

Troškovi za vozila.

Svake godine ide 1440 vlakova, svaki je popriečno obtečen sa 25.000 kgr., te sastoji iz 12 vagona.

Tovar na 12 kola iznosi..... 25.000 kgr.
 Težina samih kola je..... 15.000 „
 Vozna težina 40 tona.

Potrebna su dva parovoza, jedan za prevažanje tereta, drugi da bude u pripravnosti za svaki slučaj; svaki stoji 7500 for., čini..... 15.000 for.
 36 tovarnih kola po 140 for. 5.040 „
 1 ralica (Schneepflug)..... 220 „
20.260 for.

a za 1 kilometar $\frac{20.260}{15} = 1350.66$ for.

Zaključak.

Jedan kilometar pruge stoji 10,080.01 for.
 Troškovi za vozila..... 1,350.66 „
 Skupa..... 11,430.67 for.

Troškovi za promet na željeznici.

Osooblje.

2 zapirača po 400 for..... 800 for.
 1 ravnatelj parovoza 1000 „
 1 ravnatelj vlaka 600 „ 2400

Uprava.

2 pisara po 500 for. 1000 for.
 razsvjeta, tiskanice itd..... 150 „
 ugljevlje, ulje, maz*..... 450 „ 1600

Uzdržavanje pruge.

2 radnika kroz cijelu godinu 750 for.
 700 radnih dana za uzdržavanje pruge, odgrtanje sniega itd. po 80 novč..... 560 „
 prud i šljunak, na godinu 750 četv. met. po 80 nč. 600 „
 za izmjenjivanje podvalaka, tračnica itd..... 300 „ 1460

* Dobar parovoz potroši svaki sat za jednu konjsku silu 1.8 kgr. dobroga ugljena i 15 litara vode.

Poradi propisane vozne brzine mogu na dan ići samo 4 vlaka, što čini u 360 dana 1440 vlakova. — Svaka kola rabe se u 360 dana samo 240 dana, i to radi pretovarivanja i natovarivanja, popravljivanja itd. — Računa se $4 \times 300 \times 15 = 18000$ kilometara vožnje po 25. novčića, što čini skupa 450 for.

Uzdržavanje vozila.

Popravci na parovozu..... 100 for.
 Popravci na kolih..... 400 „ 500
 Svi troškovi za promet iznašaju dakle..... for. 5960

ili za 1 kilometar $\frac{5960}{15} = 397.33$ for.

Po ovih podatcima nije stoga teško proračunati, kada i kakva će nam šumska željeznica donieti koristi, a kada i kakva opet ne.

U Petrinji, u siečnju 1880.