

Vlastislav Červený; Jaromír Janský

Teoretické hodochrony seismických vln v jednovrstevné nehomogenní zemské kůře

Acta Universitatis Carolinae. Mathematica et Physica, Vol. 7 (1966), No. 1, 13--79

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/142189>

Terms of use:

© Univerzita Karlova v Praze, 1966

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Teoretické hodochrony seismických vln v jednovrstevné nehomogenní zemské kůře

VLASTISLAV ČERVENÝ a JAROMÍR JANSKÝ

Geofyzikální ústav MFF Karlovy university, Praha

(Došlo 28. ledna 1965)

I. Úvod

Základním problémem při studiu stavby zemské kůry seismickými metodami je správná interpretace vlnového obrazu, tj. správné určení typu registrovaných vln. Je známo, že dosavadní metodika interpretace nezaručuje její jednoznačnost. Bylo již vícekrát ukázáno, že při znalosti časů příchodu základních longitudinálních vln můžeme sestavit celou řadu různých modelů zemské kůry, neodporujících zjištěným časům příchodu. Hlavním problémem pak je vybrat ze série možných (hypotetických) modelů model správný [1]; [2]. Výběr správného modelu ze série hypotetických modelů již nemůžeme provést pouze na základě kinematiky základních longitudinálních vln. Musíme nalézt další údaje, které jsou obsaženy v seismogramech a využít jich při interpretaci. V seismogramech je těchto dalších údajů celá řada. V podstatě je můžeme rozdělit do dvou skupin:

- a) Dynamické parametry zkoumaných vln, jako např. jejich amplitudové křivky, spektra apod.
- b) Další typy vln, dosud při interpretaci neužívané, a to jak jejich kinematické, tak dynamické parametry.

Dynamickými parametry základních longitudinálních vln, šířících se v zemské kůře a jejich interpretačními možnostmi se autoři zabývají v jiných pracích ([3]; [4] aj.). Úkolem této práce je provést předběžný rozbor kinematiky různých typů prostorových seismických vln, které se mohou šířit v zemské kůře. Aby bylo možno těchto vln později při interpretacích využívat, je nutné učinit si základní představu jak o kinematice, tak o dynamice těchto vln. Rozbor dynamických vlastností některých z těchto vln je dán v práci autorů [5].

Zemská kůra je však značně složitá a její stavba je různá v různých oblastech Země. Vedle vln, vznikajících na Mohorovičiově diskontinuitě, vzniká též celá řada dalších vln na mezilehlých rozhraních. Vlny, vznikající na Moho, jsou pochopitelně mezilehlými rozhraními též ovlivňovány, a to jak z hlediska kinematiky, tak i dynamiky. Základním prvkem pro vznik vlny je však existence rozhraní a další mezilehlá

rozhraní jen do určité míry ovlivňují její parametry. Se změnou polohy mezilehlého rozhraní se stupeň ovlivnění mění. V této práci nám jde hlavně o posouzení parametrů vln, vznikajících na jednom rozhraní. Abychom mohli posoudit tyto parametry v čisté formě, nemůžeme mezilehlá rozhraní uvažovat. Druhým důvodem pro vypuštění mezilehlých rozhraní je snaha omezit počet možných parametrů, který by při uvažování mezilehlých rozhraní vzrostl nad únosnou míru.

Nejdůležitějším rozhraním zemské kůry, majícím základní význam pro studium její stavby, je, jak již bylo řečeno, Mohorovičičova diskontinuita. Rychlost seismických vln pravděpodobně v zemské kůře s rostoucí hloubkou zvolna vzrůstá. Abychom se co nejlépe přiblížili skutečné stavbě zemské kůry, budeme tedy předpokládat, že v zemské kůře existuje gradient rychlosti. Tabulky v odst. 5 jsou sestaveny vždy jednak pro zemskou kůru bez gradientu rychlosti (homogenní zemská kůra) a jednak pro 3 různé gradienty rychlosti. Z tabulek je tak možno jednoduše ocenit vliv gradientu na hodochny jednotlivých vln. Zjistit hodochnu libovolné vlny pro konkrétní model zemské kůry s libovolným počtem rozhraní by přirozeně nepůsobilo potíže.

Přiložených tabulek je též možno využít pro přibližné určení parametrů zemské kůry na základě měření prováděných sítí seismických stanic (blízká zemětřesení i komorové otřesy). Pro měření HSS ovšem mají tabulky pro určování parametrů prostředí jen nepřímý význam.

2. Šíření vln v nehomogenním prostředí

V tomto odstavci budou dány některé základní zákonitosti šíření seismických vln v nehomogenním prostředí. Poněvadž se budeme zabývat šířením seismických vln z hlediska studia zemské kůry, budou nás zajímat jen malé epicentrální vzdálenosti od zdroje. Můžeme tedy zanedbat sférickost Země a aproximovat ji elastickým poloprostorem. Zavedeme válcové souřadnice r , z a ψ tak, že rovinu $z = 0$ umístíme do povrchu zemského (hranice poloprostoru) a osu z budeme orientovat směrem dolů (dovnitř poloprostoru). Zdroj seismických vln položíme do bodu $r = 0$, $z = z_0 \geq 0$. Veličina r nám tedy bude udávat epicentrální vzdálenost. Rychlost longitudinálních vln budeme označovat v , rychlost transversálních vln u . Rychlosti seismických vln u a v budou obecně funkcí všech tří souřadnic. Ve většině oblastí, kde se provádí výzkum zemské kůry, jsou změny rychlostí v horizontálním směru podstatně menší než ve směru vertikálním. Proto se při seismických měřeních většinou horizontální změna rychlostí buď zanedbává, nebo uvažuje jen zavedením speciálních korekcí [6]. Vertikální gradient však má podstatný vliv na chování seismických vln, na jejich kinematiku i dynamiku. Proto budeme v dalším předpokládat, že rychlosti seismických vln (jak podélných, tak i příčných) jsou funkcemi pouze souřadnice z :

$$v = v(z); \quad u = u(z). \quad (1)$$

Kinematické zákonitosti šíření vln P i S jsou zcela stejné, proto si v této kapitole budeme všimnout jen jedné vln, a to vln P . Dosadíme-li pak později za v u , dostaneme i hodochny vln S .

Přiřadíme nyní každému paprsku vycházejícímu ze zdroje jako parametr úhel $\varphi(z_0)$, který paprsek svírá s vertikální osou. Budeme sledovat konkrétní paprsek

charakterisovaný určitým $\varphi(z_0)$. Paprsek v bodě se souřadnicí z bude svírat s osou z úhel $\varphi(z)$. Je známo, že mezi úhly $\varphi(z)$ a $\varphi(z_0)$ platí vztah (Snelliův zákon):

$$\frac{\sin \varphi(z)}{v(z)} = \frac{\sin \varphi(z_0)}{v(z_0)}. \quad (2)$$

Nepůsobí potíže napsat parametrickou rovnici hodochrony v nehomogenním prostředí v hloubce z_1 :

$$\left. \begin{aligned} r &= \int_{z_0}^{z_1} \frac{\sin \varphi(z_0) v(z) dz}{[v^2(z_0) - v^2(z) \sin^2 \varphi(z_0)]^{1/2}}, \\ t &= \int_{z_0}^{z_1} \frac{v(z_0) dz}{v(z) [v^2(z_0) - v^2(z) \sin^2 \varphi(z_0)]^{1/2}}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Parametrem rovnic (3) je úhel $\varphi(z_0)$.

Řešením integrálů (3) pro libovolně zadanou funkci rychlosti $v(z)$ dostáváme rovnici hodochrony $r = r(\varphi(z_0))$; $t = t(\varphi(z_0))$. Numerické řešení rovnic (3) na počítačích strojích nepůsobí potíže při libovolně zadané funkci $v(z)$. Nám však zde jde o určení některých hlavních zákonitostí kinematiky seismických vln v nehomogenním prostředí, proto v dalším budeme uvažovat pouze konstantní gradient rychlosti, který má též největší význam v praxi. Je zřejmé, že většinu obecně gradientových prostředí můžeme z hlediska kinematiky nahradit vrstevnatým prostředím, při čemž v jednotlivých vrstvách se bude rychlost měnit na základě lineárního zákona.

V dalším pro jednoduchost položíme $z_0 = 0$ (zdroj na povrchu Země) a označíme

$$\varphi(0) = \varphi_0; \quad v(0) = v_0. \quad (4)$$

Rychlost $v(z)$ se pak bude měnit s hloubkou podle zákona

$$v(z) = v_0(1 + \beta z). \quad (5)$$

Veličinu β budeme nazývat gradient rychlosti. Budeme se zabývat jen prostředím s kladným gradientem β . Gradient rychlosti longitudinálních vln β se přirozeně může lišit od gradientu transversálních vln, který označíme γ . Bude tedy

$$u(z) = u_0(1 + \gamma z), \quad (5')$$

kde $u_0 = u(0)$. Rozměr β a γ : km^{-1} .

Je-li dáno $v(z)$ rovnicí (5), můžeme integrály (3) spočítat a dostáváme

$$\left. \begin{aligned} r &= \frac{1}{\beta \sin \varphi_0} [\cos \varphi_0 - \cos \varphi(z_1)], \\ t &= \frac{1}{v_0 \beta} [\text{arth}(\cos \varphi_0) - \text{arth}(\cos \varphi(z_1))]. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Vyjádríme-li ještě podle (2) $\varphi(z_1)$ pomocí φ_0 , dostáváme

$$\cos \varphi(z_1) = [1 - (1 + \beta z_1)^2 \sin^2 \varphi_0]^{1/2}.$$

Potom

$$\left. \begin{aligned} r &= \frac{1}{\beta \sin \varphi_0} [\cos \varphi_0 - (1 - (1 + \beta z_1)^2 \sin^2 \varphi_0)^{1/2}], \\ t &= \frac{1}{v_0 \beta} [\operatorname{arth}(\cos \varphi_0) - \operatorname{arth}(1 - (1 + \beta z_1)^2 \sin^2 \varphi_0)^{1/2}]. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Rovnice (7) jsou parametrickými rovnicemi hodochrony při parametru φ_0 .

Parametrický tvar hodochron je značně nevýhodný, neboť je těžké předem odhadnout takový systém úhlů φ_0 , který by nám dal přibližně pravidelný krok epicentrální vzdálenosti r . Je proto výhodnější nalézt vzorce pro hodochrony ve tvaru $t = t(r)$. V případě konstantního gradientu je možné odstranit z rovnic (7) parametr φ_0 a vyjádřit t jako funkci epicentrálních vzdáleností r . Tak dostáváme

$$t = \frac{1}{v_0 \beta} \operatorname{arch} \left[1 + \frac{\beta^2(z_1^2 + r^2)}{2(1 + \beta z_1)} \right]. \quad (8)$$

Rovnice (8) udává čas, který uplyne, než vlna dorazí z bodu $r = 0, z = 0$ do bodu $[r, z_1]$. Z rovnice (8) již dostaneme poměrně jednoduše hodochrony pro téměř všechny typy vln, které budeme v dalším studovat.

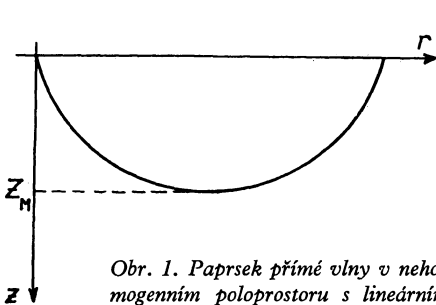
Jak již bylo řečeno, budeme se zabývat jen prostředními s kladnými gradienty β . Jestliže neexistuje ve zkoumaném poloprostoru žádné odrážející rozhraní, má každý z paprsků, vycházejících ze zdroje (kromě paprsku normálového), v určité hloubce $z = z_M$ minimum, načež se symetricky vrací na povrch zemský (viz obr. 1). Pro hloubku $z = z_M$ dostáváme

$$z_M = \frac{1}{\beta} \left[\sqrt{1 + \frac{\beta^2 r^2}{4}} - 1 \right], \quad (9)$$

kde r je vzdálenost, ve které paprsek vychází na povrch zemský. Určíme-li rychlost v_M v bodě minima $\left(v_M = \frac{v_0}{\sin \varphi_0} \right)$, můžeme psát

$$z_M = \frac{r}{2} \sqrt{\frac{v_M - v_0}{v_M + v_0}}. \quad (9')$$

Obráceně snadno můžeme ze vzorců (9) a (9') určit vzdálenost, ve které vychází na povrch zemský paprsek, který má minimum v hloubce z_M :



Obr. 1. Paprsek přímé vlny v nehomogenním poloprostoru s lineárním vzrůstem rychlosti. z_M ... maximální hloubka.

$$\left. \begin{aligned} r &= 2z_M \sqrt{\frac{v_M + v_0}{v_M - v_0}} = \\ &= \frac{2}{\beta} \sqrt{(1 + \beta z_M)^2 - 1}. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Čas příchodu zkoumané vlny do dané vzdálenosti je dán vzorcí

$$\left. \begin{aligned} t &= \frac{2}{v_0 \beta} \operatorname{arch}(1 + \beta z_M), \\ t &= \frac{2z_M}{v_M - v_0} \operatorname{arch} \frac{v_M}{v_0}. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Vlnu, kterou jsme právě popsali, budeme nazývat vlna přímá a budeme ji značit symbolem P (v případě vln longitudinálních), resp. S (v případě vln transversálních). Tato vlna se též často nazývá vlna refragovaná.

Vlna P se může opět odrazit od povrchu zemského. Pak budeme ve vzdálenosti $2r$ registrovat vlnu PP resp. SS . Podobně můžeme dostat vlny PPP , SSS atd. Dojde-li při odrazu na povrchu zemském k transformaci z P na S (resp. obráceně), dostáváme vlny PS , SP , PPS , PSP , SPP , SSP atd. Při $\beta = 0$ šíří se v poloprostoru jen vlna P a vlna S .

V případě, že v poloprostoru neexistuje odrážející rozhraní, nevznikají vedle výše uvedených vln žádné další. Budeme-li uvažovat, že odrážející rozhraní existuje, systém vznikajících vln se značně rozšíří. Vznikají vlny odražené, čelné, kombinované a jiné vlny. Celkovým systémem vznikajících vln se budeme zabývat v dalším odstavci.

3. Systém vln vznikajících v jednovrstevné nehomogenní zemské kůře

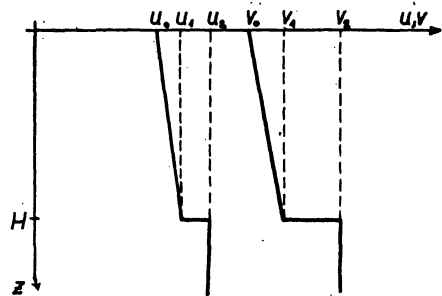
Předpokládejme nyní, že v hloubce H pod povrchem zemským se nachází rovinné rozhraní rovnoběžné s povrchem zemským. Budeme dále předpokládat, že rozhraní má přibližně stejné parametry jako Mohorovičičova diskontinuita a budeme toto rozhraní označovat M .

Rychlosti longitudinálních a transversálních vln těsně nad rozhraním označíme v_1 a u_1 , pod rozhraním v_2 a u_2 . Přirozeně platí

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= v_0(1 + \beta H), \\ u_1 &= u_0(1 + \gamma H). \end{aligned} \right\} (12)$$

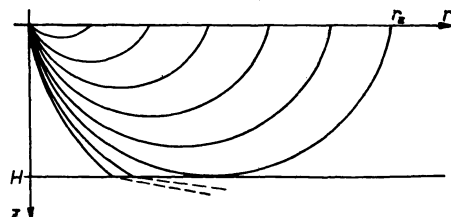
Dále předpokládáme, že $v_2 > v_1$; $u_2 > u_1$ (jinak by nemohly vznikat čelné vlny). V zemské kůře se pak šíří jednak vlny diskutované v předchozím odstavci (P , S , PP , SS , PS , SP atd.) a vedle nich i řada dalších vln vázaných na rozhraní M . Rychlostní řezy vln longitudinálních a transversálních jsou dány na obr. 2.

I vlny přímé se budou v určitém smyslu lišit od ekvivalentních vln šířících se v poloprostoru. Neexistuje-li rozhraní, můžeme registrovat přímou vlnu teoreticky ve všech epicentrálních vzdálenostech, od $r = 0$ do nekonečna. Nachází-li se však v hloubce $z = H$ rozhraní, existuje vlna

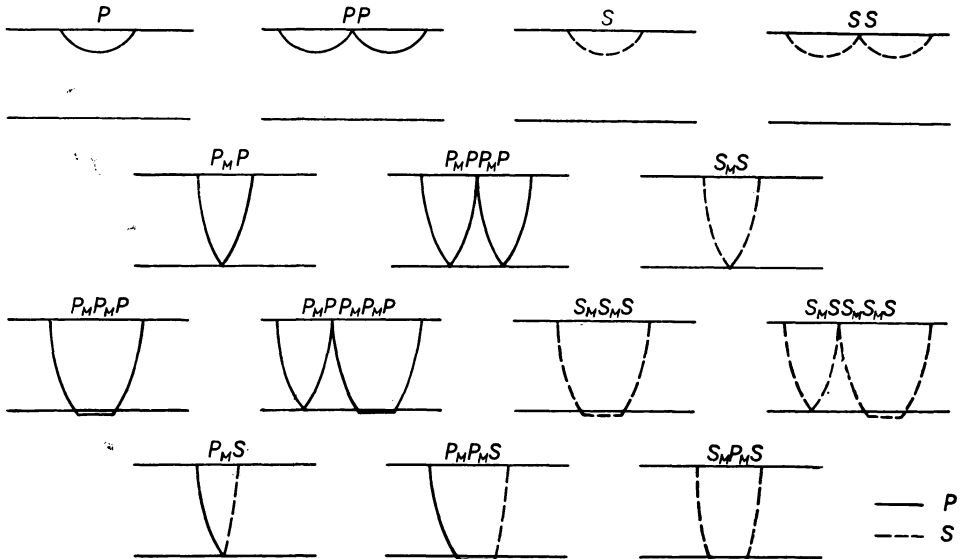


Obr. 2. Rychlostní řezy longitudinálních a transversálních vln v zemské kůře.

Obr. 3. Paprsky přímé vlny v zemské kůře s lineárním vzrůstem rychlosti. H ... hloubka MOHO, r_z ... maximální vzdálenost přímé vlny.



jen do určité vzdálenosti, kterou označíme r_Z (viz obr. 3). Veličině r_Z budeme říkat maximální vzdálenost. Pokud by hloubka minima paprsků z_M byla větší než hloubka rozhraní, vlna by se lámala do druhého prostředí. Na povrch zemský by se dostala pouze v případě, že pod M by byl též kladný gradient rychlosti. Vlna by však byla již kvalitativně vlnou jiného typu. Vlna P existuje tedy jen pro $0 \leq r \leq r_Z$.



Obr. 4. Typy diskutovaných prostorových vln šířících se v zemské kůře.

Vzorce pro r_Z snadno dostaneme ze vzorce (10), dosadíme-li za $z_M = H$, $v_M = v_1$. Např. pro $r_Z(P)$ dostáváme

$$\left. \begin{aligned} r_Z &= 2H \sqrt{\frac{v_1 + v_0}{v_1 - v_0}}, \\ \text{resp.} \\ r_Z &= \frac{2}{\beta} \sqrt{(1 + \beta H)^2 - 1}. \end{aligned} \right\} (13)$$

Na základě vzorců (11) dostaneme i časy příchodu t_Z do maximálních vzdáleností. Podobným způsobem dostaneme i maximální vzdálenosti dalších typů vln, např. $r_Z(PP)$, $r_Z(SS)$ atd.

Vlny odražené od M . Vedle vln typu P , S atd. vzniká celá řada vln odražených od M . Odráží-li se vlna na rozhraní M , budeme tento odraz označovat v symbolu typu vlny indexem M . Tak např. vlna $P_M P$ bude značit vlnu, která na rozhraní M dopadá jako P , odráží se a vrací k povrchu zemskému opět jako P (viz obr. 4). Podobně i $S_M S$, $P_M S$, $S_M P$. Dopadne-li odražená vlna na povrch zemský, může se opět od něho odrazet a po odrazu na rozhraní M se opět vrátí na povrch zemský. Tak dostáváme vlny $P_M P P_M P$, $S_M S S_M S$ atd.

Odražené vlny neexistují opět ve všech vzdálenostech r . Existují jen pro $r \leq r_Z$, kde pro r_Z dostaneme (z geometrických úvah):

$$\begin{aligned} r_Z(P_M P) &= r_Z(P) ; & r_Z(S_M S) &= r_Z(S) ; \\ r_Z(P_M P P_M P) &= r_Z(P P) ; & r_Z(S_M S S_M S) &= r_Z(S S) \end{aligned}$$

atd.

Maximální vzdálenost odražené vlny $P_M P$ je tedy stejná jako maximální vzdálenost přímé vlny P . Paprsky odražené a přímé vlny, vycházející na povrch zemský ve vzdálenosti r_Z od zdroje, splývají. I časy příchodu těchto vln do vzdálenosti r_Z jsou stejné:

$$\begin{aligned} t_Z(P_M P) &= t_Z(P) ; & t_Z(S_M S) &= t_Z(S) ; \\ t_Z(P_M P P_M P) &= t_Z(P P) ; & t_Z(S_M S S_M S) &= t_Z(S S) . \end{aligned}$$

Vln s vyšší násobností odrazů si již nebudeme všimnout. S růstem počtu odrazů totiž násobné vlny značně ztrácejí na intenzitě. Vedle toho by uvažováním násobných vln objem práce vzrostl nad únosnou míru. Tím ovšem není řečeno, že v některé oblasti epicentrálních vzdáleností nemohou mít některé z neuvažovaných vln poměrně silné amplitudy.

Hodochrony vln PS a SP bohužel již nemůžeme vyjádřit ve tvaru $t = t(r)$, ale pouze v parametrickém vyjádření. Vezmeme-li v úvahu Snelliův zákon, dostáváme z (7) parametrickou rovnici hodochrony vlny $P_M S$:

$$\begin{aligned} r &= \frac{1}{\beta \sin \varphi_0} \left[\cos \varphi_0 - \sqrt{1 - \frac{v_1^2 \sin^2 \varphi_0}{v_0^2}} \right] + \\ &+ \frac{v_0}{\gamma u_0 \sin \varphi_0} \left[\sqrt{1 - \frac{u_0^2 \sin^2 \varphi_0}{v_0^2}} - \sqrt{1 - \frac{u_1^2 \sin^2 \varphi_0}{v_0^2}} \right] , \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{1}{v_0 \beta} \left\{ \operatorname{arth}(\cos \varphi_0) - \operatorname{arth} \left[1 - \frac{v_1^2 \sin^2 \varphi_0}{v_0^2} \right]^{1/2} \right\} + \\ &+ \frac{1}{u_0 \gamma} \left\{ \operatorname{arth} \left[1 - \frac{u_0^2 \sin^2 \varphi_0}{v_0^2} \right]^{1/2} - \operatorname{arth} \left[1 - \frac{u_1^2 \sin^2 \varphi_0}{v_0^2} \right]^{1/2} \right\} . \end{aligned} \quad (15)$$

Tyto rovnice je ještě možno dále upravit, jak bude ukázáno v následující kapitole. Rovnice pro hodochrony vlny $S_M P$ je zcela stejná jako rovnice hodochrony vlny $P_M S$ (v případě zdroje na povrchu zemském).

Ze vzorců (14) a (15) opět vidíme, že vlny $P_M S$ a $S_M P$ neexistují ve všech vzdálenostech od zdroje, ale pouze ve vzdálenostech $r \leq r_Z(P_M S)$. $r_Z(P_M S)$ dostaneme ze (14), dosadíme-li $\sin \varphi_0 = v_0/v_1$. Po úpravách dostaneme

$$\left. \begin{aligned} r_Z(P_M S) &= H \sqrt{\frac{v_1 + v_0}{v_1 - v_0}} + \frac{H(u_1 + u_0)}{v_1 \left[\sqrt{1 - \left(\frac{u_0}{v_1}\right)^2} + \sqrt{1 - \left(\frac{u_1}{v_1}\right)^2} \right]} , \\ \text{tj.} \quad r_Z(P_M S) &= \frac{1}{2} r_Z(P) + \frac{H(u_1 + u_0)}{v_1 \left[\sqrt{1 - \left(\frac{u_0}{v_1}\right)^2} + \sqrt{1 - \left(\frac{u_1}{v_1}\right)^2} \right]} . \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Přirozeně $r_Z(P_M S) = r_Z(S_M P)$.

Vlny čelné. Vedle vln odražených vzniká též celá řada vln čelných. Podmínkou pro vznik vln čelných je, aby rychlost pod rozhraním M byla větší než rychlost nad ním. Jestliže předpokládáme, že rychlost longitudinálních vln v kůře zemské je větší než rychlost transversálních vln pod M , dostáváme celkem 5 čelných vln: $P_M P_M P$; $P_M P_M S$; $S_M P_M P$; $S_M S_M S$ a $S_M P_M S$ (viz obr. 4). Jak je známo, nevznikají čelné vlny ve vzdálenostech menších než je kritická vzdálenost r^* . Oblast jejich existence je tedy $r > r^*$.

Např. pro kritickou vzdálenost $r^*(P_M P_M P)$ jednoduše dostáváme

$$\text{resp. } \left. \begin{aligned} r^* &= \frac{2H(v_1 + v_0)}{\sqrt{v_2^2 - v_0^2} + \sqrt{v_2^2 - v_1^2}}, \\ r^* &= \frac{2H v_0 (2 + \beta H)}{\sqrt{v_2^2 - v_0^2} + \sqrt{v_2^2 - v_0^2 (1 - \beta H)^2}}. \end{aligned} \right\} (17)$$

Úplně obdobně dostáváme i kritické vzdálenosti ostatních vln, jak bude ukázáno v následující kapitole.

Čas příchodu čelné vlny t^* v kritické vzdálenosti je roven času příchodu příslušné vlny odražené v tomto bodě: u vlny $P_M P_M P$ času příchodu vlny $P_M P$; u vlny $P_M P_M S$ vlny $P_M S$; u vlny $S_M P_M P$ vlny $S_M P$ a u vln $S_M S_M S$ a $S_M P_M S$ vlny $S_M S$.

Hodochrony čelných vln jsou přímkové, vlny se za kritickým bodem šíří s rychlostí buď v_2 či u_2 (podle toho, je-li prostřední symbol vlny P či S). Např. hodochrona vlny $P_M P_M P$ je dána vzorcem

$$t(P_M P_M P) = t^*(P_M P_M P) + \frac{r - r^*(P_M P_M P)}{v_2}, \quad (18)$$

kde r^* a t^* udávají polohu kritického bodu a čas příchodu vlny $P_M P_M P$ v kritickém bodě.

Za kritickým bodem existuje čelná vlna ve všech vzdálenostech, shora není oblast její existence omezena.

Vlny kombinované. Vlny odražené, čelné apod. mohou být navzájem různým způsobem kombinované. Může např. vzniknout vlna odražno-čelná typu $P_M P P_M P_M P$, podobně vlna $S_M S S_M S_M S$ aj. Obdobné vlny mohou vzniknout i od odražené vlny typu $P_M S$. Vyšších kombinací si již všimnat nebudeme.

Hodochrony těchto vln jsou opět přímkové. Např. vlna typu $P_M P P_M P_M P$ existuje jen při $r > r^*(P_M P P_M P)$, kde

$$\left. \begin{aligned} r^*(P_M P P_M P_M P) &= 2 r^*(P_M P_M P), \\ t^*(P_M P P_M P_M P) &= 2 t^*(P_M P_M P). \end{aligned} \right\} (20)$$

Známe-li r^* a t^* , dostáváme opět pro hodochrony vlny $P_M P P_M P_M P$:

$$t(P_M P P_M P_M P) = t^*(P_M P P_M P_M P) + \frac{r - r^*(P_M P P_M P_M P)}{v_2}. \quad (19)$$

Podobným způsobem dostaneme hodochrony i pro další typy kombinovaných vln.

4. Hodochrony jednotlivých vln

V této kapitole budou dány výpočetní vzorce pro hodochrony jednotlivých vln, které byly diskutovány v předchozích kapitolách. Nebudeme si všímat vln všech, ale pouze vln základních, s nejmenším počtem odrazů jak na povrchu zemském, tak na Mohorovičičově diskontinuitě.

4.1. Přímá vlna P.

Vlna existuje v oblasti $0 \leq r \leq r_Z(P)$, kde

$$r_Z(P) = 2H \sqrt{\frac{v_1 + v_0}{v_1 - v_0}} = \frac{2}{\beta} \sqrt{(1 + \beta H)^2 - 1}, \quad (21)$$

při čemž

$$t_Z(P) = \frac{2}{v_0 \beta} \operatorname{arch}(1 + \beta H) = \frac{2H}{v_1 - v_0} \operatorname{arch} \frac{v_1}{v_0}. \quad (22)$$

Hodochronu vlny P dostaneme ze vzorce (8), vezmeme-li v úvahu symetrii paprsku kolem bodu minima a dosadíme-li za z_1 podle (9) z_M . Po řadě úprav dostaneme jednoduchý vzorec:

$$t(P) = \frac{2}{v_0 \beta} \operatorname{arsh} \frac{\beta r}{2}. \quad (23)$$

4.2. Vlna PP.

Vlna PP existuje v oblasti $0 \leq r \leq r_Z(PP)$, kde

$$\left. \begin{aligned} r_Z(PP) &= 2 r_Z(P), \\ t_Z(PP) &= 2 t_Z(P). \end{aligned} \right\} \quad (24)$$

Pro hodochronu vlny PP dostáváme z důvodů symetrie ze vzorce (23) (dosadíme-li za t $t/2$ a za r $r/2$)

$$t = \frac{4}{v_0 \beta} \operatorname{arsh} \frac{\beta r}{4}. \quad (25)$$

4.3. Vlna přímá S.

Vlna S existuje ve vzdálenostech $0 \leq r \leq r_Z(S)$, kde

$$r_Z(S) = 2H \sqrt{\frac{u_1 + u_0}{u_1 - u_0}} = \frac{2}{\gamma} \sqrt{(1 + \gamma H)^2 - 1}, \quad (26)$$

při čemž

$$t_Z(S) = \frac{2}{u_0 \gamma} \operatorname{arch}(1 + \gamma H) = \frac{2H}{u_1 - u_0} \operatorname{arch} \frac{u_1}{u_0}. \quad (27)$$

Pro hodochronu vlny S dostáváme stejně jako v případě vlny P

$$t(S) = \frac{2}{u_0 \gamma} \operatorname{arsh} \frac{\gamma r}{2}. \quad (28)$$

V případě, že $\beta = \gamma$, dostáváme

$$r_Z(S) = r_Z(P); \quad t_Z(S) = \frac{v_0}{u_0} t_Z(P); \quad t(S) = \frac{v_0}{u_0} t(P).$$

4.4. Vlna SS.

Vlna SS existuje ve vzdálenostech $0 \leq r \leq r_Z(SS)$, kde

$$r_Z(SS) = 2r_Z(S); \quad t_Z(SS) = 2t_Z(S). \quad (29)$$

Pro hodochronu vlny SS dostáváme

$$t(SS) = \frac{4}{u_0 \gamma} \operatorname{arsh} \frac{\gamma r}{4}. \quad (30)$$

V případě, že $\beta = \gamma$, dostaneme

$$r_Z(SS) = r_Z(PP); \quad t_Z(SS) = \frac{v_0}{u_0} t_Z(PP); \quad t(SS) = \frac{v_0}{u_0} t(PP).$$

4.5. Vlna odražená $P_M P$.

Vlnu odraženou od rozhraní M typu $P_M P$ dostáváme pouze ve vzdálenostech $0 \leq r \leq r_Z(P_M P)$, při čemž

$$r_Z(P_M P) = r_Z(P); \quad t_Z(P_M P) = t_Z(P). \quad (31)$$

Pro hodochronu odražené vlny $P_M P$ dostáváme ze vzorce (8), dosadíme-li $z_1 = H$, $r = r/2$, $t = t/2$:

$$t = \frac{2}{v_0 \beta} \operatorname{arch} \left[1 + \frac{\beta^2(H^2 + r^2/4)}{2(1 + \beta H)} \right]. \quad (32)$$

4.6. Vlna odražená od M typu $P_M P P_M P$.

Vlna bude existovat ve vzdálenostech $0 \leq r \leq r_Z(P_M P P_M P)$, při čemž

$$r_Z(P_M P P_M P) = r_Z(PP); \quad t_Z(P_M P P_M P) = t_Z(PP). \quad (33)$$

Pro hodochronu z důvodů symetrie dostáváme z (32)

$$t(P_M P P_M P) = \frac{4}{v_0 \beta} \operatorname{arch} \left[1 + \frac{\beta^2(H^2 + r^2/16)}{2(1 + \beta H)} \right]. \quad (34)$$

4.7. Vlna $S_M S$.

Odražená vlna transversální typu $S_M S$ existuje ve vzdálenostech $0 \leq r \leq r_Z(S_M S)$, kde

$$r_Z(S_M S) = r_Z(S); \quad t_Z(S_M S) = t_Z(S). \quad (35)$$

Pro hodochronu dostáváme stejně jako pro hodochronu vlny $P_M P$

$$t(S_M S) = \frac{2}{u_0 \gamma} \operatorname{arch} \left[1 + \frac{\gamma^2(H^2 + r^2/4)}{2(1 + \gamma H)} \right]. \quad (36)$$

V případě, že $\beta = \gamma$, dostáváme

$$r_Z(S_M S) = r_Z(P_M P); \quad t_Z(S_M S) = \frac{v_0}{u_0} t_Z(P_M P); \quad t(S_M S) = \frac{v_0}{u_0} t(P_M P).$$

4.8. Odražená vlna $P_M S$.

Vlna $P_M S$ existuje pouze ve vzdálenostech $0 \leq r \leq r_Z(P_M S)$, kde

$$r_Z(P_M S) = H \sqrt{\frac{v_1 + v_0}{v_1 - v_0}} + \frac{H(u_1 + u_0)}{v_1 \left[\sqrt{1 - \left(\frac{u_0}{v_1}\right)^2} + \sqrt{1 - \left(\frac{u_1}{v_1}\right)^2} \right]}, \quad (37)$$

resp.

$$\left. \begin{aligned} r_{z(P_{MS})} &= \frac{1}{\beta} \sqrt{(1 + \beta H)^2 - 1} + \\ &+ \frac{v_0}{\gamma u_0} \left\{ \sqrt{(1 + \beta H)^2 - \left(\frac{u_0}{v_0}\right)^2} - \sqrt{(1 + \beta H)^2 - \left(\frac{u_0}{v_0}\right)^2 (1 + \gamma H)^2} \right\}. \end{aligned} \right\} \quad (38)$$

Pro $t_{z(P_{MS})}$ dostaneme z (15)

$$\left. \begin{aligned} t_{z(P_{MS})} &= \frac{1}{v_0 \beta} \operatorname{arch}(1 + \beta H) + \frac{1}{u_0 \gamma} \left[\operatorname{arch} \frac{v_0}{u_0} (1 + \beta H) - \right. \\ &\quad \left. - \operatorname{arch} \frac{v_0 (1 + \beta H)}{u_0 (1 + \gamma H)} \right], \end{aligned} \right\} \quad (38')$$

resp.

$$t_{z(P_{MS})} = \frac{1}{v_0 \beta} \operatorname{arch} \frac{v_1}{v_0} + \frac{1}{u_0 \gamma} \left[\operatorname{arch} \frac{v_1}{u_0} - \operatorname{arch} \frac{v_1}{u_1} \right].$$

Hodochronu vlny P_{MS} bohužel nemůžeme napsat ve formě $t = t(r)$. Mohli bychom tedy postupovat tak, že bychom zvolili systém úhlů φ_0 a pro ně bychom dostali parametrické rovnice $t = t(\varphi_0)$; $r = r(\varphi_0)$, jak bylo ukázáno v kap. 3. Označíme-li ještě $\sin \varphi_0 = x$, dostaneme

$$\left. \begin{aligned} r &= \frac{1}{\beta x} \left[\sqrt{1 - x^2} - \sqrt{1 - \left(\frac{v_1 x}{v_0}\right)^2} \right] + \\ &+ \frac{v_0}{\gamma u_0 x} \left[\sqrt{1 - \left(\frac{u_0 x}{v_0}\right)^2} - \sqrt{1 - \left(\frac{u_1 x}{v_0}\right)^2} \right], \end{aligned} \right\} \quad (39)$$

$$\left. \begin{aligned} t &= \frac{1}{v_0 \beta} \left\{ \operatorname{arth} \sqrt{1 - x^2} - \operatorname{arth} \sqrt{1 - \left(\frac{v_1 x}{v_0}\right)^2} \right\} + \\ &+ \frac{1}{u_0 \gamma} \left\{ \operatorname{arth} \sqrt{1 - \left(\frac{u_0 x}{v_0}\right)^2} - \operatorname{arth} \sqrt{1 - \left(\frac{u_1 x}{v_0}\right)^2} \right\}. \end{aligned} \right\} \quad (40)$$

Zatím co hodochrony vln P_{MP} jsou funkcí pouze hloubky rozhraní H a dvou dalších parametrů – β a v_0 , jsou hodochrony P_{MS} funkcí H a čtyř parametrů: v_0 , u_0 , β , γ . Abychom omezili počet parametrů, budeme předpokládat, že $\beta = \gamma$. Hodochrony se značně zjednoduší, budeme-li dále předpokládat, že gradient β není příliš veliký. Pak dostáváme přibližně

$$\left. \begin{aligned} r &= H \left[\frac{x}{\sqrt{1 - x^2}} + \frac{x}{\sqrt{\left(\frac{v_0}{u_0}\right)^2 - x^2}} \right], \\ t &= \frac{H}{\sqrt{v_0 v_1}} \left[\frac{1}{\sqrt{1 - x^2}} + \frac{v_0}{u_0 \sqrt{1 - \left(\frac{u_0 x}{v_0}\right)^2}} \right]. \end{aligned} \right\} \quad (41)$$

Parametrem těchto rovnic je x . Rovnice není možno jednoduše odparametrisovat.

Označíme-li dále $\frac{r}{H} = R$; $\frac{t\sqrt{v_0 v_1}}{H} = T$; $\frac{v_0}{u_0} = N$, máme

$$\left. \begin{aligned} R &= \frac{x}{\sqrt{1-x^2}} + \frac{x}{\sqrt{N^2-x^2}}, \\ T &= \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} + \frac{N^2}{\sqrt{N^2-x^2}}. \end{aligned} \right\} \quad (42)$$

Tyto rovnice byly pro nás řešeny pro několik hodnot N na počítačím stroji URAL (v Ústavu teorie informace a automatizace ČSAV v Praze) při zadaném kroku R . Řešením (42) jsme dostali $T = T(R)$, a tím i $t = t(r)$.

4.9. Vlna $S_M P$.

V případě, že neexistují horizontální gradienty rychlostí a že zdroj leží na povrchu, je

$$\left. \begin{aligned} r_Z(S_M P) &= r_Z(P_M S), \\ t_Z(S_M P) &= t_Z(P_M S), \\ t(S_M P) &= t(P_M S). \end{aligned} \right\} \quad (43)$$

4.10. Vlna čelná typu $P_M P_M P$.

Vlna čelná typu $P_M P_M P$ existuje pouze ve vzdálenostech $r \geq r^*(P_M P_M P)$, při čemž

$$r^*(P_M P_M P) = 2H \frac{v_1 + v_0}{\sqrt{v_2^2 - v_0^2} + \sqrt{v_2^2 - v_1^2}}, \quad (44)$$

resp.

$$r^*(P_M P_M P) = \frac{2Hv_0(2 + \beta H)}{\sqrt{v_2^2 - v_0^2} + \sqrt{v_2^2 - v_0^2(1 + \beta H)^2}}. \quad (44')$$

Čas příchodu vlny $P_M P_M P$ do kritické vzdálenosti t^* je dán vztahem

$$t^*(P_M P_M P) = \frac{2}{v_0 \beta} \operatorname{arch} \left[1 + \frac{\beta^2(H^2 + r^{*2}(P_M P_M P)/4)}{2(1 + \beta H)} \right]. \quad (45)$$

Pro hodochronu vlny $P_M P_M P$ pak dostáváme

$$t(P_M P_M P) = t^*(P_M P_M P) + \frac{r - r^*(P_M P_M P)}{v_2}. \quad (46)$$

4.11. Vlna čelná typu $S_M S_M S$.

Vlna čelná typu $S_M S_M S$ existuje ve vzdálenostech $r > r^*(S_M S_M S)$, při čemž

$$r^*(S_M S_M S) = 2H \frac{u_1 + u_0}{\sqrt{u_2^2 - u_0^2} + \sqrt{u_2^2 - u_1^2}}, \quad (47)$$

resp.

$$r^*(S_M S_M S) = \frac{2H u_0(2 + \gamma H)}{\sqrt{u_2^2 - u_0^2} + \sqrt{u_2^2 - u_0^2(1 + \gamma H)^2}}, \quad (47')$$

$$t^*(S_M S_M S) = \frac{2}{u_0 \gamma} \operatorname{arch} \left[1 + \frac{\gamma^2 [H^2 + r^{*2}(S_M S_M S)/4]}{2(1 + \gamma H)} \right]. \quad (48)$$

Hodochrona vlny $S_M S_M S$ je přímková:

$$t(S_M S_M S) = t^*(S_M S_M S) + \frac{r - r^*(S_M S_M S)}{u_2}. \quad (49)$$

Je-li $\beta = \gamma$ a $\frac{u_0}{v_0} = \frac{u_2}{v_2}$, je

$$r^*(P_M P_M P) = r^*(S_M S_M S); \quad t^*(S_M S_M S) = \frac{v_0}{u_0} t^*(P_M P_M P);$$

$$t(S_M S_M S) = \frac{v_0}{u_0} t(P_M P_M P).$$

4.12. Čelná vlna typu $S_M P_M S$.

Čelná vlna $S_M P_M S$ existuje ve vzdálenostech $r > r^*(S_M P_M S)$, kde

$$\left. \begin{aligned} r^*(S_M P_M S) &= \frac{2H(u_1 + u_0)}{\sqrt{v_2^2 - u_0^2} + \sqrt{v_2^2 - u_1^2}} = \\ &= \frac{2H(2 + \gamma H)u_0}{\sqrt{v_2^2 - u_0^2} + \sqrt{v_2^2 - u_0^2(1 + \gamma H)^2}}, \end{aligned} \right\} \quad (50)$$

$$t^*(S_M P_M S) = \frac{2}{u_0 \gamma} \operatorname{arch} \left[1 + \frac{\gamma^2 [H^2 + r^{*2}(S_M P_M S)/4]}{2(1 + \gamma H)} \right]. \quad (51)$$

Hodochrona čelné vlny $S_M P_M S$ je přímková, daná rovnicí

$$t(S_M P_M S) = t^*(S_M P_M S) + \frac{r - r^*(S_M P_M S)}{v_2}. \quad (52)$$

4.13. Čelná vlna typu $P_M P_M S$.

Čelná vlna typu $P_M P_M S$ existuje ve vzdálenostech $r > r^*(P_M P_M S)$, kde

$$\left. \begin{aligned} r^*(P_M P_M S) &= \frac{H(v_1 + v_0)}{\sqrt{v_2^2 - v_0^2} + \sqrt{v_2^2 - v_1^2}} + \frac{H(u_1 + u_0)}{\sqrt{v_2^2 - u_0^2} + \sqrt{v_2^2 - u_1^2}} = \\ &= \frac{1}{2} [r^*(P_M P_M P) + r^*(S_M P_M S)], \end{aligned} \right\} \quad (53)$$

$$t^*(P_M P_M S) = \frac{1}{2} [t^*(P_M P_M P) + t^*(S_M P_M S)]. \quad (54)$$

Hodochrona vlny $P_M P_M S$ je přímková:

$$t(P_M P_M S) = t^*(P_M P_M S) + \frac{r - r^*(P_M P_M S)}{v_2}. \quad (55)$$

4.14. Čelná vlna typu $S_M P_M P$.

Čelná vlna $S_M P_M P$ má zcela stejné hodochrony a existuje ve stejných vzdálenostech od zdroje jako vlna $P_M P_M S$:

$$\left. \begin{aligned} r^*(S_M P_M P) &= r^*(P_M P_M S); & t^*(S_M P_M P) &= t^*(P_M P_M S); \\ t(S_M P_M P) &= t(P_M P_M S). \end{aligned} \right\} \quad (56)$$

4.15. Vlna odraženo-čelná $P_M P P_M P_M P$.

Vlna $P_M P P_M P_M P$ existuje ve vzdálenostech $r > r^*(P_M P P_M P_M P)$, kde

$$\left. \begin{aligned} r^*(P_M P P_M P_M P) &= 2r^*(P_M P_M P), \\ t^*(P_M P P_M P_M P) &= 2t^*(P_M P_M P). \end{aligned} \right\} \quad (57)$$

Hodochrona této vlny je dána vzorcem

$$t(P_M P P_M P_M P) = t^*(P_M P P_M P_M P) + \frac{r - r^*(P_M P P_M P_M P)}{v_2}. \quad (58)$$

4.16. Vlna odraženo-čelná $S_M S S_M S_M S$.

Vlna typu $S_M S S_M S_M S$ existuje ve vzdálenostech $r > r^*(S_M S S_M S_M S)$, kde

$$\left. \begin{aligned} r^*(S_M S S_M S_M S) &= 2r^*(S_M S_M S), \\ t^*(S_M S S_M S_M S) &= 2t^*(S_M S_M S). \end{aligned} \right\} \quad (59)$$

Podobně pro hodochronu vlny $S_M S S_M S_M S$ dostáváme

$$t(S_M S S_M S_M S) = t^*(S_M S S_M S_M S) + \frac{r - r^*(S_M S S_M S_M S)}{u_2}. \quad (60)$$

Jestliže $\beta = \gamma$ a $\frac{u_0}{v_0} = \frac{u_2}{v_2}$, dostáváme

$$\begin{aligned} r^*(S_M S S_M S_M S) &= r^*(P_M P P_M P_M P); & t^*(S_M S S_M S_M S) &= \frac{v_0}{u_0} t^*(P_M P P_M P_M P); \\ t(S_M S S_M S_M S) &= \frac{v_0}{u_0} t(P_M P P_M P_M P). \end{aligned}$$

. Tabulky

V tomto odstavci jsou dány hodochrony nejdůležitějších typů vln, které se mohou vyskytnout při studiu jednovrstevné zemské kůry. Jde o tyto vlny: P , PP , S , SS , $P_M P$, $S_M S$, $P_M S$, $P_M P_M P$, $P_M P_M S$, $S_M P_M S$, $S_M P_M P$, $P_M P P_M P$, $P_M P P_M P_M P$, $S_M S S_M S_M S$. Vzorce pro hodochrony těchto vln a obory jejich existence jsou dány v kapitole 4. Hodochrony vln $S_M P$ a $S_M P_M P$ nejsou dány, poněvadž jsou stejné jako hodochrony vln $P_M S$ a $P_M P_M S$.

Aby byl omezen počet možných modelů zemské kůry, je ve všech případech předpokládáno, že $\beta = \gamma$; $\frac{u_0}{v_0} = \frac{u_2}{v_2} = \frac{1}{\sqrt{3}}$.

Proměnnými parametry vedle vzdálenost r jsou: 1. hloubka rozhraní H (v km), 2. rychlost longitudinálních vln při povrchu v_0 (v km/sek), 3. gradient longitudinálních vln v zemské kůře β (v km^{-1}). Hloubky H jsou voleny čtyři: $H = 25$;

30; 35 a 40 km. Rychlosti longitudinálních vln na povrchu v_0 jsou voleny tři: $v_0 = 5,6$; $6,0$ a $6,4$ km/sek. Pro uvedených dvanáct kombinací H a v_0 jsou dány hodochrony uvedených vln jednak pro nulový gradient β , dále pro $\beta = 0,002$ km⁻¹, $\beta = 0,004$ km⁻¹ a $\beta = 0,006$ km⁻¹.

Hodochrony všech vln kromě $P_M S$ jsou zjištěny na základě přesných vzorců uvedených v kapitole 4. Hodochrony vlny $P_M S$ byly zjišťovány na základě přibližných vzorců (42). Chyba u vln $P_M S$ bude ve většině vzdáleností menší než 0,05 sek. Pouze v blízkosti maximální vzdálenosti $r = r_Z(P_M S)$ může dosáhnout maximálně 0,2 sek. Chyba v hodochronách ostatních druhů vln činí maximálně 0,02 sek.

V případě homogenní zemské kůry ($\beta = 0$) vlny PP a SS vlastně neexistují, resp. splývají s vlnami P a S . Z důvodů možnosti srovnávání s jinými gradienty jsou však i pro $\beta = 0$ hodochrony vln PP a SS dány v tabulkách. Jejich hodochrony jsou přirozeně v tom případě stejné jako hodochrony vln P , resp. S .

Tabulky uvedené v této práci jsou výběrem z tabulek (sestavěných asi v osmkrát větším rozsahu), který, jak se nám zdá, nejlépe ilustruje vliv jednotlivých parametrů na hodochrony uvedených vln.

V tabulce 13 jsou dále dány maximální vzdálenosti a jim příslušné časy příchodu vln P ; $P_M P$; S ; $S_M S$ a $P_M S$. Poněvadž maximální vzdálenosti vln PP a SS jsou vždy větší než 340 km (tj. epicentrální vzdálenost, na kterou jsme se omezili v tab. hodochron), nejsou $r_Z(PP)$ a $r_Z(SS)$, ani $t_Z(PP)$ a $t_Z(SS)$ v tab. 13 dány. Totéž platí i o vlnách $P_M P P_M P$.

V tab. 14 jsou uvedeny kritické vzdálenosti a jim příslušné časy příchodu námi studovaných vln čelných a odrazeno-čelných.

6. Závěr

V této práci jsou dány vzorce i tabulky pro hodochrony hlavních typů seismických prostorových vln, vznikajících v nehomogenní jednovrstevné zemské kůře (konstantní gradient rychlosti). Jednoduchý model zemské kůry byl volen z toho důvodu, aby bylo možno ocenit vliv jednotlivých parametrů zemské kůry na hodochrony vznikajících vln.

V kap. 2 jsou dány základní vzorce pro šíření seismických prostorových vln v nehomogenním prostředí. V kap. 3 je provedena diskuse systému vln šířících se v zemské kůře dříve uvedené stavby. Označení jednotlivých vln je dáno v obr. 4. V kap. 4 jsou dány základní vzorce pro obory existence a pro hodochrony jednotlivých diskutovaných vln. Konečně v kap. 5 jsou dány tabulky hodochron zkoumaných vln pro 48 modelů zemské kůry: a) hloubka Mohorovičičovy diskontinuity $H = 25$; 30; 35 a 40 km; b) rychlost longitudinálních vln na povrchu $v_0 = 5,6$; $6,0$ a $6,4$ km/sek; c) gradient longitudinálních vln $\beta = 0,000$; $0,002$; $0,004$ a $0,006$ km⁻¹.

Literatura

1. J. S. STEINHART, R. P. MEYER: Explosion studies of continental structure. Carnegie Inst. of Washington, Publ. 622, Washington 1961.
2. А. С. Алексеев: О кинематических и динамических свойствах основных глубинных волн

- в случае некоторых теоретических моделей земной коры. Сб. Глубинное сейсмическое зондирование земной коры в СССР, Гостоптехиздат, Ленинград 1962.
3. V. ČERVENÝ: The amplitude curves of reflected harmonic waves around the critical point. *Studia geoph. et geod.*, 5 (1961), 319.
 4. V. ČERVENÝ: On the amplitude curves of reflected waves for some models of the Earth's crust. Veröffentlichungen des Instituts für Bodendynamik und Erdbebenforschung in Jena, Heft 77 (1964), 195.
 5. V. ČERVENÝ, J. JANSKÝ: Amplitudes of body waves propagating in the Earth's crust. Proc. of the E.S.C. meeting at Budapest, Sept. 1964, v tisku.
 6. Н. Н. Пузырев: Интерпретация данных сейсморазведки методом отраженных волн. Гостоптехиздат, Москва 1959.

Theoretische Laufzeitkurven der seismischen Wellen in einer einschichtigen nicht-homogenen Erdkruste.

(Zusammenfassung)

Diese Arbeit enthielt die Formeln und Tafeln für die Laufzeitkurven der Haupttypen von seismischen Raumwellen, die in einer einschichtigen nichthomogenen Erdkruste entstehen. Wir wahlen das einfache Erdkrustenmodell, um den Einfluß der einzelnen Parametern auf die Laufzeitkurven der entstehenden Wellen zu schätzen. In Kap. 2. sind die Grundformeln für die Ausbreitung der seismischen Raumwellen in einer nichthomogenen Medium gegeben. Kap. 3. enthielt die Diskussion des Wellensystems für den obengenannten Krustenbau. Die Bezeichnung der einzelnen Wellen ist in Abb. 4. gegeben. Kap. 4. behandelt die Grundformeln für die Existenzregionen und für die Laufzeitkurven der einzelnen diskutierten Wellen. Kap. 5. enthielt die Tafeln der Laufzeitkurven für diese Wellen für folgende 48 Modelle der Erdkruste: a) die Tiefe der Moho-diskontinuität $H=25, 30, 35, 40$ km; b) die Geschwindigkeit der longitudinalen Wellen an der Erdoberfläche $v_0=5,6; 6,0; 6,4$ km/sec; c) der Geschwindigkeitsgradient der longitudinalen Wellen $\beta=0,000; 0,002; 0,004; 0,006$ km⁻¹.

Теоретические годографы сейсмических волн распространяющихся в однослойной неоднородной земной коре.

(Резюме)

В этой работе были рассмотрены годографы первых вступлений основных типов сейсмических объемных волн, распространяющихся в неоднородной однослойной земной коре (постоянный градиент скорости). В кап. 2 приведены основные формулы для распространения сейсмических объемных волн в неоднородной среде. В кап. 3 рассмотрена система волн распространяющихся в неоднородной однослойной земной коре. Обозначение отдельных волн дается в фиг. 4. Формулы для областей существования и для годографов отдельных волн приведены в кап. 4. В кап. 5 даются таблицы годографов этих волн для 48 моделей земной коры: а) глубина МОХО $H = 25; 30; 35$ и 40 км, б) скорость продольных волн при поверхности Земли $v_0 = 5,6; 6,0; 6,4$ км/сек, в) градиент скорости продольных волн $\beta = 0,000; 0,002; 0,004$ и $0,006$ км⁻¹.

Tab. 1a. $H = 25; v_0 = 5,6; \beta = 0,000$

τ	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_M S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	8,93		17,86		0,00	0,00	15,47					12,20
20	3,57	3,57	9,62		18,22		6,18	6,18	16,66					13,06
40	7,14	7,14	11,43		19,24		12,37	12,37	19,80			15,27	19,16	15,28
60	10,71	10,71	13,95	13,88	20,82		18,55	18,55	24,16	24,04		17,77	21,66	18,21
80	14,28	14,28	16,85	16,38	22,86		24,73	24,73	29,18	28,37		20,27	24,16	21,45
100	17,86	17,86	19,96	18,88	25,26	25,26	30,93	30,93	34,57	32,70	43,75	22,77	26,66	24,83
120	21,43	21,43	23,21	21,38	27,90	27,76	37,12	37,12	40,20	37,03	48,02	25,27	29,16	28,28
140	25,00	25,00	26,55	23,88	30,72	30,26	43,30	43,30	45,98	41,36	52,41	27,77	31,66	31,76
160	28,57	28,57	29,93	26,38	33,70	32,76	49,48	49,48	51,84	45,69	66,74	30,27	34,16	35,37
180	32,14	32,14	33,36	28,88	36,78	35,26	55,67	55,67	57,78	50,02	61,07	32,77	36,66	38,80
200	35,71	35,71	36,81	31,38	39,92	37,76	61,85	61,85	63,76	54,35	65,40	35,27	39,16	42,33
220	39,28	39,28	40,29	33,88	43,16	40,26	68,03	68,03	69,78	58,68	69,73	37,77	41,66	45,88
240	42,86	42,86	43,78	36,38	46,42	42,76	74,24	74,24	75,83	63,01	74,06	40,27	44,16	49,42
260	46,43	46,43	47,28	38,88	49,74	45,26	80,42	80,42	81,89	67,34	78,39	42,77	46,66	52,97
280	50,00	50,00	50,79	41,38	53,10	47,76	86,60	86,60	87,97	71,67	82,72	45,27	49,16	56,53
300	53,57	53,57	54,31	43,88	56,46	50,26	92,78	92,78	94,07	76,00	87,05	47,77	51,66	60,08
320	57,14	57,14	57,84	46,38	59,86	52,76	98,97	98,97	100,18	80,33	91,38	50,27	54,16	63,64
340	60,71	60,71	61,36	48,88	63,28	55,26	105,15	105,15	106,28	84,66	95,71	52,77	56,66	67,20

Tab. 1b. $H = 2.5$; $v_0 = 5.6$; $\beta = 0.002$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_M S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	8,71	17,42			0,00	0,00	15,08					11,90
20	3,57	3,57	9,39	17,78			6,18	6,18	16,26					12,75
40	7,14	7,14	11,15	18,78			12,37	12,37	19,31			14,91	18,75	14,91
60	10,70	10,71	13,61	20,32			18,53	18,55	23,57	23,51		17,41	21,25	17,77
80	14,26	14,28	16,43	22,30			24,70	24,73	28,46	27,84		19,91	23,75	20,93
100	17,83	17,86	19,47	24,65			30,88	30,93	33,72	32,17		22,41	26,25	24,23
120	21,38	21,40	22,63	27,21	27,15		37,03	37,06	39,20	36,50	47,02	24,91	28,75	27,60
140	24,92	24,98	25,89	29,97	29,65		43,16	43,27	44,84	40,83	51,35	27,41	31,25	31,00
160	28,45	28,52	29,18	32,87	32,15		49,28	49,40	50,54	45,16	55,68	29,91	33,75	34,42
180	31,97	32,10	32,52	35,88	34,65		55,37	55,60	56,32	49,49	60,01	32,41	36,25	
200	35,48	35,66	35,86	38,94	37,15		61,45	61,76	62,11	53,82	64,34	34,91	38,75	
220	38,97	39,20	39,24	42,09	39,65		67,50	67,90	67,97	58,15	68,67	37,41	41,25	
240	42,46	42,76	42,62	45,27	42,15		73,54	74,06	73,82	62,48	73,00	39,91	43,75	
260	45,92	46,30	46,01	48,50	44,65		79,53	80,19	79,70	66,81	77,33	42,41	46,25	
280	49,37	49,84	49,41	51,78	47,15		85,51	86,32	85,58	71,14	81,66	44,91	48,75	
300	52,80	53,36	52,81	55,04	49,65		91,45	92,42	91,46	75,47	85,99	47,41	51,25	
320	56,21	56,90	56,22	58,35	52,15		97,36	98,55	97,37	79,80	90,32	49,91	53,75	
340		60,42		61,48	54,65			104,65		84,13		52,41	56,25	

Tab. 1c. $H = 25$; $v_0 = 5,6$; $\beta = 0,004$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_S S_M$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	8,51				0,00	0,00	14,73					11,63
20	3,57	3,57	9,17			17,01	6,18	6,18	15,87					12,45
40	7,13	7,14	10,89			18,33	12,35	12,37	18,87			14,56	18,35	14,57
60	10,68	10,72	13,29	13,27		19,83	18,50	18,55	23,01	22,98		17,06	20,85	17,36
80	14,22	14,26	16,04	15,77		21,79	24,63	24,70	27,78	27,31		19,56	23,35	20,45
100	17,74	17,82	18,99	18,27		24,06	30,71	30,86	32,90	31,64		22,06	25,85	23,68
120	21,23	21,36	22,07	20,77		26,57	36,77	37,00	38,23	35,97	45,96	24,56	28,35	26,96
140	24,68	24,92	25,23	23,27		29,25	42,74	43,16	43,69	40,30	50,29	27,06	30,85	
160	28,10	28,44	28,42	25,77		32,08	48,67	49,25	49,22	44,63	54,62	29,56	33,35	
180	31,48	31,96	31,64	28,27		35,00	54,52	55,36	54,81	48,96	58,95	32,06	35,85	
200	34,82	35,48	34,88	30,77		37,99	60,31	61,45	60,41	53,23	63,28	34,56	38,35	
220	38,11	38,96	38,12	33,27		41,05	66,07	67,48	66,02	57,62	67,61	37,06	40,85	
240		42,46		35,77		44,15		73,54		61,95	71,94	39,56	43,35	
260		45,92		38,27		47,28		79,53		66,28	76,27	42,06	45,85	
280		49,36		40,77		50,45		85,49		70,61	80,60	44,56	48,35	
300		52,78		43,27		53,64		91,42		74,94	84,93	47,06	50,85	
320		56,20		45,77		56,84		97,34		79,27	89,26	49,56	53,35	
340		59,60		48,27		60,06		103,23		83,60	93,59	52,06	55,85	

Tab. 1d. $H = 25$; $v_0 = 5,6$; $\beta = 0,006$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P P$	$P_M P P P P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	8,32		16,65		0,00	0,00	14,42					11,37
20	3,57	3,57	8,96		16,96		6,18	6,18	15,52					12,18
40	7,12	7,14	10,65		17,92		12,33	12,37	18,44				17,99	14,25
60	10,65	10,70	12,98	12,98	19,40		18,43	18,53	22,49	22,48		16,73	20,49	16,98
80	14,15	14,24	15,66	15,48	21,29		24,51	24,66	27,13	26,81		19,23	22,99	20,00
100	17,60	17,80	18,54	17,98	23,52		30,48	30,83	32,10	31,14		21,73	25,49	23,15
120	20,99	21,30	21,52	20,48	25,97		36,35	36,89	37,28	35,47	44,95	24,23	27,99	
140	24,32	24,82	24,58	22,98	28,57		42,12	42,98	45,58	39,80	49,28	26,73	30,49	
160	27,57	28,30	27,66	25,48	31,33		47,75	49,01	47,91	44,13	53,61	29,23	32,99	
180	30,75	31,76	30,77	27,98	34,18		53,26	55,01	53,29	48,46	57,94	31,73	35,49	
200		35,20		30,48	37,07			60,97		52,79	62,27	34,23	37,99	
220		38,60		32,98	40,05			66,85		57,12	66,60	36,73	40,49	
240		41,98		35,48	43,05			72,70		61,45	70,93	39,23	42,99	
260		45,32		37,98	46,09			78,49		65,78	75,26	41,73	45,49	
280		48,64		40,48	49,17			84,25		70,11	79,59	44,23	47,99	
300		51,90		42,98	52,22			87,19		74,44	83,92	46,73	50,49	
320		55,14		45,48	55,32			95,50		78,77	88,25	49,23	52,99	
340		58,36		47,98	58,41			101,08		83,10	92,58	51,73	55,49	

Tab. 2a. $H = 2.5; v_0 = 6.0; \beta = 0.000$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P P_M P$	$P_M P P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$S_M S S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	8,33			16,66		0,00	0,00	14,43						11,38
20	3,33	3,33	8,97			17,00		5,77	5,77	15,53						12,19
40	6,67	6,67	10,67			17,94		11,55	11,55	18,48					18,02	14,26
60	10,00	10,00	13,02			19,44	13,02	17,32	17,32	22,55					20,52	17,00
80	13,33	13,33	15,72			21,34	15,52	23,09	23,09	27,23					23,02	20,02
100	16,67	16,67	18,63			23,56	18,02	28,87	28,87	32,27					25,52	23,17
120	20,00	20,00	21,67			26,04	20,52	34,64	34,64	37,53					28,02	26,39
140	23,33	23,33	24,78			28,68	23,02	40,41	40,41	42,92					30,52	29,64
160	26,67	26,67	27,94			31,44	25,52	46,19	46,19	48,39					33,02	32,92
180	30,00	30,00	31,14			34,32	28,02	51,96	51,96	53,93					35,52	36,21
200	33,33	33,33	34,36			37,26	30,52	57,73	57,73	59,51					38,02	39,51
220	36,67	36,67	37,60			40,28	33,02	63,51	63,51	65,12					40,52	42,82
240	40,00	40,00	40,86			43,34	35,52	69,28	69,28	70,77					43,02	46,12
260	43,33	43,33	44,13			46,42	38,02	75,05	75,05	76,43					45,52	49,44
280	46,67	46,67	47,40			49,56	40,52	80,83	80,83	82,10					48,02	52,76
300	50,00	50,00	50,69			52,70	43,02	86,60	86,60	87,80					50,52	56,07
320	53,33	53,33	53,98			55,88	45,52	92,38	92,38	93,50					53,02	59,40
340	56,67	56,67	57,27			59,06	48,02	98,15	98,15	99,19					55,52	62,72

Tab. 2b. $H = 25$; $v_0 = 6,0$; $\beta = 0,002$

τ	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	8,13			16,26	0,00	0,00	14,08					11,11
20	3,33	3,33	8,75			16,60	5,77	5,77	15,15					11,90
40	6,67	6,67	10,41			17,50	11,55	11,55	18,03				17,63	13,92
60	9,99	10,00	12,71			18,98	17,30	17,32	22,01			16,42	20,13	16,59
80	13,32	13,34	15,33	15,20		20,82	23,07	23,09	26,56	26,34		18,92	22,63	19,54
100	16,64	16,66	18,17	17,70		22,99	28,82	28,87	31,47	30,67		21,42	25,13	22,62
120	19,95	19,98	21,14	20,20		25,41	34,55	34,60	36,61	35,00		23,92	27,63	25,76
140	23,25	23,32	24,16	22,70		27,97	40,27	40,39	41,84	39,33		26,42	30,13	28,93
160	26,55	26,64	27,24	25,20		30,67	45,98	46,14	47,18	43,66	48,34	28,92	32,63	32,13
180	29,84	29,96	30,35	27,70		33,48	51,68	51,89	52,56	47,99	57,00	31,42	35,13	
200	33,11	33,28	33,47	30,20		36,34	57,35	57,64	57,98	52,32	61,33	33,92	37,63	
220	36,37	36,58	36,62	32,70		39,28	62,99	63,35	63,42	56,65	65,66	36,42	40,13	
240	39,63	39,90	39,79	35,20		42,27	68,64	69,11	68,91	60,98	69,99	38,92	42,63	
260	42,86	43,20	42,95	37,70		45,26	74,24	74,82	74,39	65,31	74,32	41,42	45,13	
280	46,07	46,50	46,11	40,20		48,32	79,79	80,54	79,87	69,64	78,65	43,92	47,63	
300	49,28	49,82	49,29	42,70		51,37	85,35	86,29	85,37	73,97	82,98	46,42	50,13	
320	52,46	53,10	52,46	45,20		54,48	90,86	91,97	90,87	78,30	87,31	48,92	52,63	
340		56,18		47,70		57,57		97,30		82,63		51,42	55,13	

Tab. 2c. $H = 25$; $v_0 = 6,0$; $\beta = 0,004$

τ	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_S S_M$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	7,94				0,00	0,00	13,75					10,85
20	3,33	3,33	8,55	15,87			5,77	5,77	14,80					11,62
40	6,66	6,66	10,16	17,09			11,55	11,55	17,60				17,27	13,60
60	9,98	10,00	12,40	18,53			17,28	17,32	21,47			16,08	19,77	16,20
80	13,27	13,32	14,97	20,33	14,89		22,98	23,07	25,93	25,80		18,58	22,27	19,09
100	16,56	16,64	17,73	22,44	17,39		28,68	28,82	30,70	30,13		21,08	24,77	22,10
120	19,81	19,96	20,61	24,80	19,89		34,31	34,57	35,69	34,46		23,58	27,27	25,16
140	23,03	23,26	23,55	27,31	22,39	27,29	39,89	40,28	40,79	38,79	47,26	26,08	29,77	
160	26,22	26,54	26,53	29,94	24,89	29,79	45,41	45,97	45,95	43,12	51,59	28,58	32,27	
180	29,39	29,89	29,54	32,67	27,39	32,29	50,90	51,68	51,16	47,45	55,92	31,08	34,77	
200	32,50	33,12	32,55	35,45	29,89	34,79	56,29	57,36	56,38	51,78	60,52	33,58	37,27	
220	35,57	36,36	35,58	38,31	32,39	37,29	61,61	62,98	61,62	56,11	64,58	36,08	39,77	
240		39,62		41,21	34,89	39,79		68,62		60,44	68,91	38,58	42,27	
260		42,84		44,13	37,39	42,29		74,20		64,77	73,24	41,08	44,77	
280		46,06		47,10	39,89	44,79		79,78		69,10	77,37	43,58	47,27	
300		49,28		50,05	42,39	47,29		85,35		73,43	81,90	46,08	49,77	
320		52,44		53,06	44,89	49,79		90,83		77,76	86,23	48,58	52,27	
340		55,42		56,03	47,39	52,29		95,99		82,09	90,56	51,08	54,77	

Tab. 2d. $H = 25$; $v_0 = 6,0$; $\beta = 0,006$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P P$	$P_M P_M P P P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_S S_M$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	7,76		15,53		0,00	0,00	13,44					10,62
20	3,33	3,33	8,35		15,85		5,77	5,77	14,47					11,37
40	6,65	6,66	9,94		16,70		11,52	11,55	17,21				16,92	13,30
60	9,95	9,98	12,12		18,10		17,23	17,28	20,98				15,75	15,85
80	13,21	13,30	14,62	14,59	19,87		22,88	23,03	25,32	25,27			18,25	18,67
100	16,43	16,60	17,30	17,09	21,92		28,46	28,75	29,96	29,60			20,75	21,61
120	19,59	19,90	20,10	19,59	24,23		33,93	34,46	34,81	33,93			23,25	
140	22,69	23,18	22,95	22,09	26,68	26,68	39,30	40,15	39,74	38,26	46,20		25,75	
160	25,73	26,42	25,82	24,59	29,23	29,18	44,56	45,76	44,72	42,59	50,53		28,25	
180	28,71	29,64	28,72	27,09	31,89	31,68	49,73	51,37	49,74	46,92	54,86		30,75	
200		32,86		29,59	34,60	34,18		56,91		51,25	59,19		33,25	
220		36,02		32,09	37,38	36,68		62,39		55,58	63,52		35,75	
240		39,18		34,59	40,20	39,18		67,86		59,91	67,85		38,25	
260		42,30		37,09	43,01	41,68		73,26		64,24	72,18		40,75	
280		45,38		39,59	45,89	44,18		78,60		68,57	76,51		43,25	
300		48,46		42,09	48,75	46,68		83,93		72,90	80,84		45,75	
320		51,46		44,59	51,64	49,18		89,13		77,23	85,17		48,25	
340		54,26		47,09	54,53	51,68		93,98		81,56	89,50		50,75	
													54,42	

Tab. 3a. $H = 25$; $v_0 = 6,4$; $\beta = 0,000$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P_M P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_M S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	7,81		15,62		0,00	0,00	13,53						10,67
20	3,12	3,12	8,41		15,94		5,40	5,40	14,57						11,43
40	6,25	6,25	10,00		16,82		10,82	10,82	17,32					17,01	13,37
60	9,37	9,37	12,20		18,22		16,23	16,23	21,13					19,51	15,55
80	12,50	12,50	14,74	14,69	20,00		21,65	21,65	25,53	25,44				22,01	18,77
100	15,62	15,62	17,47	17,19	22,10		27,05	27,05	30,26	29,77				24,51	21,73
120	18,75	18,75	20,31	19,69	24,40		32,48	32,48	35,18	34,10				27,01	24,74
140	21,87	21,87	23,23	22,19	26,88		37,88	37,88	40,23	38,43				29,51	27,79
160	25,00	25,00	26,19	24,69	29,48		43,23	43,23	45,36	42,76		46,54		32,01	30,86
180	28,12	28,12	29,19	27,19	32,18		48,71	48,71	50,56	47,09		50,87		34,51	33,95
200	31,25	31,25	32,21	29,69	34,94		54,13	54,13	55,79	51,42		55,20		37,01	37,04
220	34,37	34,37	35,25	32,19	37,76		59,53	59,53	61,05	55,75		63,86		39,51	40,14
240	37,50	37,50	38,30	34,69	40,62		64,95	64,95	66,34	60,08		68,19		42,01	43,24
260	40,62	40,62	41,37	37,19	43,52		70,35	70,35	71,65	64,41		72,52		44,51	46,35
280	43,75	43,75	44,44	39,69	46,46		75,78	75,78	76,90	68,74		76,85		47,01	49,46
300	46,87	46,87	47,52	42,19	49,40		81,18	81,18	82,31	73,07		81,18		49,51	52,57
320	50,00	50,00	50,61	44,69	52,38		86,60	86,60	87,66	77,40		85,51		52,01	55,68
340	53,12	53,12	53,69	47,19	55,38		92,00	92,00	92,99	81,73		89,84		54,51	58,80

Tab. 3b. $H = 25$; $v_0 = 6,4$; $\beta = 0,002$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	7,62		15,24		0,00	0,00	13,19					10,41
20	3,12	3,12	8,21		15,56		5,40	5,40	14,22					11,15
40	6,25	6,25	9,76		16,42		10,82	10,82	16,90				16,63	13,05
60	9,36	9,38	11,90		17,78		16,21	16,23	20,60			15,54	19,13	15,55
80	12,48	12,50	14,37	14,36	19,52		21,63	21,65	24,89	24,88		18,04	21,63	18,32
100	15,59	15,62	17,04	16,86	21,55		27,00	27,05	29,51	29,21		20,54	24,13	21,20
120	18,71	18,72	19,81	19,36	23,79		32,41	32,42	34,31	33,54		23,04	26,63	24,14
140	21,80	21,86	22,65	21,86	26,23		37,76	37,86	39,23	37,87		25,54	29,13	27,12
160	24,89	24,98	25,53	24,36	28,75	28,73	43,11	43,27	44,22	42,20	49,76	28,04	31,63	30,12
180	27,97	28,08	28,44	26,86	31,39	31,23	48,44	48,63	49,26	46,53	54,09	30,54	34,13	
200	31,04	31,18	31,38	29,36	34,08	33,73	53,76	54,00	54,35	50,86	58,42	33,04	36,63	
220	34,10	34,32	34,33	31,86	36,82	36,23	59,06	59,44	59,46	55,19	62,75	35,54	39,13	
240	37,15	37,42	37,29	34,36	39,61	38,73	64,34	64,81	64,59	59,52	67,08	38,04	41,63	
260	40,18	40,50	40,26	36,86	42,43	41,23	69,59	70,15	69,73	63,85	71,41	40,54	44,13	
280	43,20	43,60	43,23	39,36	45,30	43,73	74,82	77,14	74,88	68,18	75,74	43,04	46,63	
300	46,19	46,70	46,20	41,86	48,15	46,23	80,00	80,89	80,02	72,51	80,07	45,54	49,13	
320	49,18	49,78	49,19	44,36	51,06	48,73	85,18	86,22	85,19	76,84	84,40	48,04	51,63	
340		52,86		46,86	53,97	51,23		91,55		81,17	88,73	50,54	54,13	

Tab. 3c. $H = 25$; $v_0 = 6,4$; $\beta = 0,004$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_S S_M$ $S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	7,45		14,89		0,00	0,00	12,90					10,18
20	3,12	3,12	8,02		15,19		5,40	5,40	13,88					10,90
40	6,24	6,24	9,52		16,03		10,81	10,82	16,49				16,29	12,75
60	9,35	9,38	11,62		17,37		16,19	16,23	20,12			15,16	18,79	15,19
80	12,45	12,48	14,03	14,03	19,05		21,56	21,61	24,30	24,30		17,66	21,29	17,90
100	15,52	15,60	16,63	16,53	21,04		26,88	27,02	28,80	28,63		20,16	23,79	20,72
120	18,57	18,70	19,31	19,03	23,24		32,16	32,39	33,44	32,96		22,66	26,29	23,59
140	21,59	21,80	22,08	21,53	25,59		37,39	37,76	38,24	37,29		25,16	28,79	
160	24,59	24,90	24,87	24,03	28,06	28,06	42,59	43,13	43,07	41,62	48,60	27,66	31,29	
180	27,54	27,96	27,69	26,53	30,63	30,56	47,70	48,43	47,25	45,95	52,93	30,16	33,79	
200	30,47	31,04	30,52	29,03	33,26	33,06	52,77	53,76	52,85	50,28	57,26	32,66	36,29	
220	33,35	34,10	33,36	31,53	35,92	35,56	57,76	59,06	57,77	54,61	61,59	35,16	38,79	
240		37,14		34,03	38,62	28,06		64,33		58,94	65,92	37,66	41,29	
260		40,18		36,53	41,38	40,56		69,59		63,27	70,25	40,16	43,79	
280		43,18		39,03	44,15	43,06		74,78		67,60	74,58	42,66	46,29	
300		46,20		41,53	46,92	45,56		80,02		71,93	78,91	45,16	48,79	
320		49,18		44,03	49,73	48,06		85,18		76,26	83,24	47,66	51,29	
340		52,14		46,53	52,55	50,56		90,31		80,59	87,57	50,16	53,79	

Tab. 3d. $H = 25$; $v_0 = 6,4$; $\beta = 0,006$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P P_M P$	$P_M P P P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	7,27			14,55		0,00	0,00	12,60					9,9,
20	3,12	3,12	7,83			14,85		5,40	5,40	13,56					10,66
40	6,24	6,24	9,31			15,66		10,81	10,82	16,12				15,94	12,47
60	9,32	9,36	11,36			16,96		16,14	16,21	19,67			14,82	18,44	14,86
80	12,38	12,48	13,70			18,61		21,44	21,61	23,73			17,32	20,94	17,50
100	15,39	15,56	16,22	16,20	16,20	20,57		26,66	26,95	28,10	28,06		19,82	23,44	20,26
120	18,37	18,64	18,84	18,70	18,70	22,71		31,82	32,28	32,63	32,39		22,32	25,94	
140	21,27	21,72	21,51	21,20	21,20	25,00		36,84	37,62	37,25	36,72		24,82	28,44	
160	24,13	24,76	24,20	23,70	23,70	27,40		41,79	42,88	41,92	41,05		27,32	30,94	
180	26,91	27,78	26,92	26,20	26,20	29,90	29,90	46,61	48,11	46,62	45,38	51,78	29,82	33,44	
200		30,78		28,70	28,70	32,45	32,40		53,31		49,71	56,11	32,32	35,94	
220		33,78		31,20	31,20	35,03	34,90		58,51		54,04	60,44	34,82	38,44	
240		36,74		33,70	33,70	37,67	37,40		63,63		58,37	64,77	37,32	40,94	
260		39,66		36,20	36,20	40,33	39,90		68,69		62,70	69,10	39,82	43,44	
280		42,54		38,70	38,70	43,01	42,40		73,68		67,03	73,43	42,32	45,94	
300		45,42		41,20	41,20	45,69	44,90		78,67		71,36	77,76	44,82	48,44	
320		48,26		43,70	43,70	48,41	47,40		83,59		75,69	82,09	47,32	50,94	
340		51,06		46,20	46,20	51,12	49,90		88,43		80,02	86,42	49,82	53,44	

Tab. 4a. $H = 30$; $v_0 = 5,6$; $\beta = 0,000$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M P$	$P_M S$
0	0,00	0,00	10,71		21,42		0,00	0,00	18,55						14,64
20	3,57	3,57	11,29		21,72		6,18	6,18	19,55						15,38
40	7,14	7,14	12,88		22,58		12,37	12,37	22,31					21,99	17,32
60	10,71	10,71	15,15	15,15	23,96		18,55	18,55	26,24	26,24			19,82	24,49	20,02
80	14,28	14,28	17,86	17,65	25,76		24,73	24,73	30,90	30,57			22,32	26,99	23,12
100	17,86	17,86	20,82	20,15	27,90		30,93	30,93	36,06	34,90			24,82	29,49	26,41
120	21,43	21,43	23,96	22,65	30,30	30,30	37,12	37,12	41,50	39,27			27,32	31,99	29,80
140	25,00	25,00	27,20	25,15	32,92	32,80	43,30	43,30	47,11	43,56			29,82	34,49	33,23
160	28,57	28,57	30,51	27,65	35,72	35,30	49,48	49,48	52,84	47,89			32,32	36,99	36,72
180	32,14	32,14	33,88	30,15	38,62	37,80	55,67	55,67	58,68	52,22			34,82	39,49	40,22
200	35,71	35,71	37,29	32,65	41,64	40,32	61,85	61,85	64,59	56,55			37,32	41,99	43,74
220	39,28	39,28	40,72	35,15	44,74	42,80	68,03	68,03	70,53	60,88			39,82	44,49	47,26
240	42,86	42,86	44,18	37,65	47,92	45,30	74,24	74,24	76,52	65,21			42,32	46,99	50,80
260	46,43	46,43	47,65	40,15	51,14	47,80	80,42	80,42	82,53	69,54			44,82	49,49	54,34
280	50,00	50,00	51,13	42,65	54,40	50,30	86,60	86,60	88,56	73,87			47,32	51,99	57,89
300	53,57	53,57	54,63	45,15	57,70	52,80	92,78	92,78	94,62	78,20			49,82	54,49	61,44
320	57,14	57,14	58,14	47,65	61,02	55,30	98,97	98,97	100,70	82,54			52,32	56,99	64,99
340	60,71	60,71	61,65	50,15	64,38	57,80	105,15	105,15	106,78	86,86			54,82	59,49	68,54

Tab. 4b. $H = 30$; $v_0 = 5,6$; $\beta = 0,002$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P P_M P$	$P_M P P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$S_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	10,40					0,00	0,00	18,01					14,22
20	3,57	3,57	10,96			20,80		6,18	6,18	18,98					14,93
40	7,14	7,14	12,51			21,92		12,37	12,37	21,66				21,41	16,83
60	10,70	10,71	14,71			23,27		18,53	18,55	25,47			19,31	23,91	19,45
80	14,26	14,28	17,34	17,21		25,01		24,70	24,73	30,04	29,80		21,81	26,41	22,45
100	17,83	17,86	20,21	19,71		27,09		30,88	30,93	35,00	34,13		24,31	28,91	25,65
120	21,38	21,40	23,25	22,21		29,41		37,03	37,06	40,28	38,46		26,81	31,41	28,94
140	24,92	24,98	26,40	24,71		31,97	31,91	43,16	43,27	45,72	42,79	55,27	29,31	33,91	32,29
160	28,45	28,52	29,60	27,21		34,69	34,41	49,28	49,40	51,26	47,12	59,60	31,81	36,41	35,66
180	31,97	32,10	32,86	29,71		37,48	36,91	55,37	55,60	56,92	51,45	63,93	34,31	38,91	39,07
200	35,48	35,66	36,16	32,21		40,42	39,41	61,45	61,76	62,63	55,78	68,26	36,81	41,41	
220	38,97	39,20	39,47	34,71		43,43	41,91	67,50	67,90	68,36	60,11	72,59	39,31	43,91	
240	42,46	42,76	42,81	37,21		46,51	44,41	73,54	74,06	74,14	64,44	76,92	41,81	46,41	
260	45,92	46,30	46,15	39,71		49,62	46,91	79,53	80,19	79,94	68,77	81,25	44,31	48,91	
280	49,37	49,84	49,50	42,21		52,79	49,41	85,51	86,32	85,74	73,10	85,58	46,81	51,41	
300	52,80	53,36	52,87	44,71		55,98	51,91	91,45	92,43	91,57	77,43	89,91	49,31	53,91	
320	56,21	56,90	56,24	47,21		59,19	54,41	97,36	98,55	97,40	81,76	94,24	51,81	56,41	
340	59,60	60,42	59,60	49,71		62,44	56,91	103,23	104,65	103,23	86,09	98,57	54,31	58,91	

Tab. 4c. $H = 30$; $v_0 = 5,6$; $\beta = 0,004$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P P$	$P_M P_M P P P$	$P_M P_M P P P P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_M S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	10,11					0,00	0,00	17,52					13,83
20	3,57	3,57	10,66		20,23			6,18	6,18	18,47					14,53
40	7,13	7,14	12,16		21,33			12,35	12,37	21,06				20,85	16,37
60	10,68	10,72	14,29		22,62			18,50	18,55	24,76			18,81	23,35	18,92
80	14,22	14,26	16,86	16,78	24,32			24,63	24,70	29,19	29,06		21,31	25,85	21,85
100	17,74	17,82	19,63	19,28	26,34			30,71	30,86	34,00	33,39		23,81	28,35	24,95
120	21,23	21,36	22,58	21,78	28,59			36,77	37,00	39,11	37,72		26,31	30,85	28,15
140	24,68	24,92	25,61	24,28	31,06			42,74	43,16	44,36	42,05		28,81	33,35	31,42
160	28,10	28,44	28,71	26,78	33,71			48,67	49,25	49,72	46,38		31,31	35,85	
180	31,48	31,96	31,84	29,28	36,44			54,52	55,36	55,15	50,71		33,81	38,35	
200	34,82	35,48	35,01	31,78	39,26			60,31	61,45	60,63	55,04		36,31	40,85	
220	38,11	38,96	38,19	34,28	42,18			66,07	67,48	66,14	59,37		38,81	43,35	
240	41,36	42,46	41,38	36,78	45,16			71,64	73,54	71,67	63,70		41,31	45,85	
260		45,92		39,28	48,17				79,53		68,03		43,81	48,35	
280		49,36		41,78	51,22				85,49		72,36		46,31	50,85	
300		52,78		44,28	54,31				91,42		76,69		48,81	53,35	
320		56,20		46,78	57,41				97,34		81,02		51,31	55,85	
340		59,60		49,28	60,55				103,23		85,35		53,81	58,35	

Tab. 4d. $H = 30$; $v_0 = 5,6$; $\beta = 0,006$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P P_M P$	$P_M P P P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P P_M P$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	9,85			19,70		0,00	0,00	17,06					13,47
20	3,57	3,57	10,38			19,98		6,18	6,18	17,97					14,16
40	7,12	7,14	11,84			20,75		12,33	12,37	20,51				20,33	15,95
60	10,65	10,70	13,92			22,03		18,43	18,53	24,11			18,35	22,83	18,43
80	14,15	14,24	16,39	16,36		23,68		24,51	24,66	28,38	28,34		20,85	25,33	21,29
100	17,60	17,80	19,09	18,86		25,63		30,48	30,83	33,06	32,67		23,35	27,83	24,31
120	20,99	21,30	21,94	21,36		27,84		36,35	36,89	37,99	37,00		25,85	30,33	27,43
140	24,32	24,82	24,86	23,86	30,22			42,12	42,98	43,06	41,33		28,35	32,83	
160	27,57	28,30	27,84	26,36	32,78	32,72		47,75	49,01	48,21	45,66	56,68	30,85	35,33	
180	30,75	31,76	30,84	28,86	35,43	35,22		53,26	55,01	53,42	49,99	61,01	33,35	37,83	
200	33,85	35,20	33,91	31,36	38,18	37,72		58,60	60,97	58,73	54,32	65,34	35,85	40,33	
220		38,60		33,86	40,98	40,22			66,85		58,65	69,67	38,35	42,83	
240		41,98		36,36	43,87	42,72			72,70		62,98	74,00	40,85	45,33	
260		45,32		38,86	46,78	45,22			78,49		67,31	78,33	43,35	47,83	
280		48,64		41,36	49,72	47,72			84,25		71,64	82,66	45,85	50,33	
300		51,90		43,86	52,69	50,22			87,19		75,97	86,99	48,35	52,83	
320		55,14		46,36	55,67	52,72			95,50		80,30	91,32	50,85	55,33	
340		58,36		48,86	58,66	55,22			101,08		84,63	95,65	53,35	57,83	

Tab. 5a. $H = 30$; $v_0 = 6,0$; $\beta = 0,000$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P P$	$P_M P P P P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	10,00		20,00		0,00	0,00	17,32					13,66
20	3,33	3,33	10,54		20,28		5,77	5,77	18,26					14,35
40	6,67	6,67	12,02		21,08		11,55	11,55	20,82				20,62	16,17
60	10,00	10,00	14,14		22,36		17,32	17,32	24,49			18,61	23,12	18,69
80	13,33	13,33	14,67	16,61	24,04		23,09	23,09	28,87	28,77		21,11	25,62	21,58
100	16,67	16,67	19,44	19,11	26,04		28,87	28,87	33,67	32,10		23,61	28,12	24,65
120	20,00	20,00	22,36	21,61	28,28		34,64	34,64	38,73	37,43		26,11	30,62	27,81
140	23,33	23,33	25,38	24,11	30,72	30,72	40,41	40,41	43,96	41,76	53,21	28,61	33,12	31,02
160	26,67	26,67	28,48	26,61	33,34	33,34	46,19	46,19	49,33	46,09	57,54	31,11	35,62	34,27
180	30,00	30,00	31,62	29,11	36,06	36,06	51,96	51,96	54,77	50,42	61,87	33,61	38,12	37,54
200	33,33	33,33	34,80	31,61	38,88	38,88	57,73	57,73	60,27	54,75	66,20	36,11	40,62	40,82
220	36,67	36,67	38,00	34,11	41,76	41,76	63,51	63,51	65,82	59,08	70,53	38,61	43,12	44,11
240	40,00	40,00	41,23	36,61	44,72	44,72	69,28	69,28	71,41	63,41	74,86	41,11	45,62	47,41
260	43,33	43,33	44,47	39,11	47,72	47,72	75,05	75,05	77,02	67,74	79,19	43,61	48,12	50,72
280	46,67	46,67	47,73	41,61	50,76	48,22	80,83	80,83	82,67	72,07	83,52	46,11	50,62	54,01
300	50,00	50,00	50,99	44,11	53,84	50,72	86,60	86,60	88,32	76,40	87,85	48,61	53,12	57,34
320	53,33	53,33	54,26	46,61	56,96	53,22	92,38	92,38	93,98	80,73	92,15	51,11	55,62	60,65
340	56,67	56,67	57,54	49,11	60,10	55,72	98,15	98,15	99,66	85,06	96,51	53,61	58,12	63,97

Tab. 5b. $H = 30$; $v_0 = 6,0$; $\beta = 0,002$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P P_M P$	$P_M P P P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	9,71			19,42		0,00	0,00	16,81					13,27
20	3,33	3,33	10,24			19,70		5,77	5,77	17,73					13,94
40	6,66	6,66	11,67			20,48		11,55	11,55	20,21				20,06	15,71
60	9,99	10,00	13,73			21,72		17,30	17,32	23,77			18,11	22,56	18,15
80	13,32	13,34	16,18	16,17		23,33		23,07	23,09	28,03			20,61	25,06	20,96
100	16,64	16,66	18,87	18,67		25,29		28,82	28,87	32,68			23,11	27,56	23,96
120	19,95	19,98	21,70	21,17		27,45		34,55	34,60	37,59			25,61	30,06	27,01
140	23,25	23,32	24,63	23,67		29,84		40,27	40,39	42,45			28,11	32,56	30,13
160	26,55	26,64	27,63	26,17		32,37		45,98	46,14	47,84			30,61	35,06	33,28
180	29,84	29,96	30,67	28,67		35,00		51,68	51,89	53,12			33,11	37,56	36,46
200	33,11	33,28	33,74	31,17		37,74		57,35	57,64	58,44			35,61	40,06	
220	36,37	36,58	36,83	33,67		40,53		62,99	63,35	63,80			38,11	42,56	
240	39,63	39,90	39,95	36,17		43,41		68,64	69,11	69,20			40,61	45,06	
260	42,86	43,20	43,07	38,67		46,30		74,24	73,82	74,60			43,11	47,56	
280	46,07	46,50	46,21	41,17		49,25		79,79	80,54	80,04			45,61	50,06	
300	49,28	49,82	49,35	43,67		52,25		85,35	86,29	85,47			48,11	52,56	
320	52,46	53,10	52,48	46,17		55,26		90,86	91,97	90,90			50,61	55,06	
340	55,62	56,18	55,63	48,67		58,30		96,34	97,30	96,35			53,11	57,56	

Tab. 5c. $H = 30$; $v_0 = 6,0$; $\beta = 0,004$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_P P_M P$	$P_M P_P P_M P$	$P_M P_P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	9,44					0,00	0,00	16,36					12,91
20	3,33	3,33	9,95	18,89				5,77	5,77	17,24					13,56
40	6,66	6,66	11,35	19,91				11,55	11,55	19,66			19,53		15,48
60	9,98	10,00	13,35	21,10				17,28	17,32	23,11			17,63		17,66
80	13,27	13,32	15,73	22,70				22,98	23,07	27,24	27,24		20,13		23,29
100	16,56	16,64	18,33	24,58				28,68	28,82	31,75	31,57		22,63		26,28
120	19,81	19,96	21,07	26,69				34,31	34,57	36,50	35,90		25,13		29,32
140	23,03	23,26	23,90	28,98				39,89	40,28	41,39	40,23		27,63		32,03
160	26,22	26,54	26,79	31,45				45,41	45,97	46,41	44,56		30,13		34,53
180	29,39	29,89	29,72	34,04				50,90	51,68	51,48	48,89		32,63		37,03
200	32,50	33,12	32,67	36,67				56,29	57,36	56,59	53,22		35,13		39,53
220	35,57	36,36	35,64	39,37				61,61	62,98	61,73	57,55		37,63		42,03
240	38,60	39,62	38,61	42,15				66,86	68,62	66,88	61,88		40,13		44,53
260		42,84		44,94					74,20		66,21		42,63		47,03
280		46,06		47,79					79,78		70,54		45,13		49,53
300		49,28		50,68					85,35		74,87		47,63		52,03
320		52,44		53,59					90,83		79,20		50,13		54,53
340		55,42		56,51					95,99		83,53		52,63		57,03

Tab. 5d. $H = 30$; $v_0 = 6,0$; $\beta = 0,006$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_M S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	9,19	18,38			0,00	0,00	15,92					12,58
20	3,33	3,33	9,69	18,64			5,77	5,77	16,78					13,22
40	6,65	6,66	11,04	19,33			11,52	11,55	19,12				19,05	15,79
60	9,95	9,98	12,99	20,55			17,23	17,28	22,50				21,55	17,21
80	13,21	13,30	15,29	22,08			22,88	23,03	26,48				24,05	22,69
100	16,43	16,60	17,81	23,91	17,78		28,46	28,75	30,85	30,80			26,55	25,60
120	19,59	19,90	20,46	25,98	20,28		33,93	34,46	35,44	35,13			29,05	
140	22,69	23,18	23,19	28,20	22,78		39,30	40,15	40,17	39,46			31,55	
160	25,73	26,42	25,98	30,58	25,28		44,56	45,76	45,00	43,79			34,05	
180	28,71	29,64	28,79	33,08	27,78	33,06	49,73	51,37	49,86	48,12	57,27		36,55	
200	31,60	32,86	31,63	35,63	30,28	35,56	54,73	56,91	54,79	52,45	61,60		39,05	
220		36,02		38,25	32,78	38,06		62,39		56,78	65,93		41,55	
240		39,18		40,93	35,28	40,56		67,86		61,11	70,26		44,05	
260		42,30		43,64	37,78	43,06		73,26		65,44	74,59		46,55	
280		45,38		46,38	40,28	45,56		78,60		69,77	78,92		49,05	
300		48,46		49,16	42,78	48,06		83,93		74,10	83,25		51,55	
320		51,46		51,96	45,28	50,56		89,13		78,43	87,58		54,05	
340		54,26		54,76	47,78	53,06		93,98		82,76	91,91		56,55	

Tab. 6a. $H = 30$; $v_0 = 6,4$; $\beta = 0,000$

τ	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_M S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	9,37	18,74			0,00	0,00	16,23					12,81
20	3,12	3,12	9,88	19,00			5,40	5,40	17,11					13,46
40	6,25	6,25	11,27	19,76			10,82	10,82	19,52				19,41	15,16
60	9,37	9,37	13,26	20,96			16,23	16,23	22,97				21,91	17,52
80	12,50	12,50	15,62	22,54			21,65	21,65	27,05	27,06		17,51	24,41	20,23
100	15,62	15,62	18,22	24,40			27,05	27,05	31,56	31,38		20,01	26,91	23,11
120	18,75	18,75	20,96	26,52			32,48	32,48	36,30	35,72		25,01	29,41	26,07
140	21,87	21,87	23,80	28,80			37,88	37,88	41,22	40,04		27,51	31,91	29,08
160	25,00	25,00	26,70	31,24	31,24		43,23	43,23	46,25	44,38	54,11	30,01	34,41	32,13
180	28,12	28,12	29,65	33,80	33,74		48,71	48,71	51,35	48,70	58,44	32,51	36,91	35,19
200	31,25	31,25	32,63	36,44	36,24		54,13	54,13	56,51	53,04	62,77	35,01	39,41	38,27
220	34,37	34,37	35,63	39,16	38,74		59,53	59,53	61,71	57,36	67,10	37,51	41,91	41,35
240	37,50	37,50	38,65	41,92	41,24		64,95	64,95	66,94	61,70	71,43	40,01	44,41	44,45
260	40,62	40,62	41,69	44,74	43,74		70,35	70,35	72,21	66,02	75,76	42,51	46,91	47,55
280	43,75	43,75	44,74	47,60	46,24		75,78	75,78	77,49	70,36	80,09	45,01	49,41	50,65
300	46,87	47,87	47,80	50,48	48,74		81,18	81,18	82,79	74,68	84,42	47,51	51,91	53,76
320	50,00	50,00	50,87	53,40	51,24		86,60	86,60	88,11	79,02	88,75	50,01	54,41	56,86
340	53,12	53,12	53,94	56,32	53,74		92,00	92,00	93,43	83,34	93,08	52,51	56,91	59,98

Tab. 6b. $H = 30$; $v_0 = 6,4$; $\beta = 0,002$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P P_M P$	$P_M P P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	9,10			18,20		0,00	0,00	15,76					12,44
20	3,12	3,12	9,60			18,46		5,40	5,40	16,62					13,07
40	6,25	6,25	10,95			19,20		10,82	10,82	18,96				18,88	14,72
60	9,36	9,38	12,88			20,36		16,21	16,23	22,30			17,01	21,38	17,02
80	12,49	12,50	15,16			21,84		21,63	21,65	26,26			19,51	23,88	19,65
100	15,59	15,62	17,69	17,66		23,69		27,00	27,05	30,64	30,58		22,01	26,38	22,45
120	18,71	18,75	20,35	20,16		25,75		32,41	32,48	35,24	34,91		24,51	28,88	25,32
140	21,80	21,86	23,10	22,66		27,97		37,76	37,86	40,01	39,24		27,01	31,38	28,25
160	24,89	24,98	25,90	25,16		30,33		43,11	43,27	44,86	43,57		29,51	33,88	31,20
180	27,97	28,08	28,76	27,66		32,80	32,81	48,44	48,63	49,81	47,90	56,83	32,01	36,38	34,18
200	31,04	31,18	31,64	30,16		35,38	35,31	53,76	54,00	54,79	52,23	61,16	34,51	38,88	
220	34,10	34,32	34,54	32,66		38,02	37,81	59,06	59,44	59,82	56,56	65,49	37,01	41,38	
240	37,15	37,42	37,45	35,16		40,69	40,31	64,34	64,81	64,86	60,89	69,82	39,51	43,88	
260	40,18	40,50	40,38	37,66		43,42	42,81	69,59	70,15	69,93	65,22	74,15	42,01	46,38	
280	43,20	43,60	43,31	40,16		46,20	45,31	74,82	74,14	75,02	69,55	78,48	44,51	48,88	
300	46,19	46,70	46,26	42,66		48,97	47,81	80,00	80,89	80,12	73,88	82,81	47,01	51,38	
320	49,18	49,78	49,21	45,16		51,80	50,31	85,18	86,22	85,23	78,21	87,14	49,51	53,88	
340	52,15	52,86	52,15	47,66		54,63	52,81	90,32	91,55	90,32	82,54	91,47	52,01	56,38	

Tab. 6c. $H = 30; v_0 = 6,4; \beta = 0,004$

τ	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_S S_M$ $S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	8,85		17,69		0,00	0,00	15,32					12,10
20	3,12	3,12	9,32		17,95		5,40	5,40	16,15					12,71
40	6,24	6,24	10,64		18,65		10,81	10,81	18,43				18,37	14,32
60	9,35	9,38	12,52		19,79		16,19	16,23	21,68				20,87	16,56
80	12,45	12,48	14,74		21,28		21,56	21,61	25,52			19,02	23,37	19,12
100	15,52	15,60	17,19	17,18	23,04		26,88	27,02	29,76	29,76		21,52	25,87	21,84
120	18,57	18,70	19,75	19,68	25,03		32,16	32,39	34,20	34,09		24,02	28,37	24,64
140	21,59	21,80	22,41	22,18	27,18		37,39	37,76	38,82	38,42		26,52	30,87	27,49
160	24,59	24,90	25,12	24,68	29,48		42,59	43,13	43,51	42,75		29,02	33,37	
180	27,54	27,96	27,87	27,18	31,88		47,70	48,43	48,27	47,08		31,52	35,87	
200	30,47	31,04	30,63	29,68	34,37		52,77	53,76	53,06	51,41		34,02	38,37	
220	33,35	34,10	33,42	32,18	36,91		57,76	59,06	57,88	55,74		36,52	40,87	
240	36,19	37,14	36,20	34,68	39,49		62,68	64,33	62,69	60,07		39,02	43,37	
260		40,18		37,18	42,15			69,59		64,40		41,52	45,87	
280		43,18		39,68	44,83			74,78		68,73		44,02	48,37	
300		46,20		42,18	47,52			80,02		73,06		46,52	50,87	
320		49,18		44,68	50,24			85,18		77,39		49,02	53,37	
340		52,14		47,18	52,97			90,31		81,72		51,52	55,87	

Tab. 6d. $H = 30$; $v_0 = 6,4$; $\beta = 0,006$

τ	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P P_M$	$P_M P P P P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	8,61		17,22			0,00	0,00	14,91					11,79
20	3,12	3,12	9,08		17,46			5,40	5,40	15,72					12,38
40	6,24	6,24	10,35		18,16			10,81	10,82	17,93				17,90	13,95
60	9,32	9,36	12,18		19,27			16,14	16,21	21,10				20,40	16,13
80	12,38	12,45	14,33		20,70			21,44	21,58	24,83				18,54	18,62
100	15,39	15,56	16,70		22,42			26,66	26,95	28,92				21,04	21,37
120	18,37	18,64	19,18	19,18	24,36			31,82	32,28	33,22	33,23			23,54	27,90
140	21,27	21,72	21,75	21,68	26,45			36,84	37,62	37,67	37,56			26,04	30,40
160	24,13	24,76	24,36	24,18	28,67			41,79	42,88	42,19	41,89			28,54	32,90
180	26,91	27,78	27,00	26,68	31,00			46,61	48,11	46,74	46,22			31,04	35,40
200	29,63	30,78	29,67	29,18	33,40			51,32	53,31	51,38	50,55			33,54	37,90
220		33,78		31,68	35,86				58,51		54,88			36,04	40,40
240		36,74		34,18	38,36		38,37		63,63		59,21	66,45		38,54	42,90
260		39,66		36,68	40,92		40,87		68,69		63,54	70,78		41,04	45,40
280		42,54		39,18	43,50		43,37		73,68		67,87	75,11		43,54	47,90
300		45,42		41,68	46,08		45,87		78,67		72,20	79,44		46,04	50,40
320		48,26		44,18	48,71		48,37		83,59		76,53	83,77		48,54	52,90
340		51,06		46,68	51,32		50,87		88,43		80,86	88,10		51,04	55,40

Tab. 7a. $H = 35; v_0 = 5,6; \beta = 0,000$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P P_M P$	$P_M P P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S M$	$S_M S S M$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	12,50			25,00		0,00	0,00	21,65					17,07
20	3,57	3,57	13,00			25,26		6,18	6,18	22,52					17,72
40	7,14	7,14	14,40			26,00		12,37	12,37	24,94				24,81	19,45
60	10,71	10,71	16,46			27,20		18,55	18,55	27,54			21,87	27,31	21,93
80	14,28	14,28	18,98	18,93		28,80		24,73	24,73	32,87	32,79		24,37	29,81	24,86
100	17,86	17,86	21,80	21,43		30,72		30,97	30,97	37,76	37,12		26,87	32,31	28,04
120	21,43	21,43	24,81	23,93		32,92		37,12	37,12	42,97	41,45		29,37	34,81	31,37
140	25,00	25,00	27,95	26,43		35,36		43,30	43,30	48,41	45,78	61,25	31,87	37,31	34,76
160	28,57	28,57	31,18	28,93		37,96		49,48	49,48	54,00	50,11	65,58	34,37	39,81	38,20
180	32,14	32,14	34,49	31,43		40,72		55,67	55,67	59,74	54,44	69,91	36,87	42,31	41,68
200	35,71	35,71	37,84	33,93		43,60		61,85	61,85	65,54	58,77	74,24	39,37	44,81	45,10
220	39,28	39,28	41,23	36,43		46,56		68,03	68,03	71,41	63,10	78,57	41,87	47,31	48,69
240	42,86	42,86	44,64	38,93		49,62		74,24	74,24	77,32	67,43	82,90	44,37	49,81	52,20
260	46,43	46,43	48,08	41,43		52,74		80,42	80,42	83,27	71,76	87,23	46,87	52,31	55,73
280	50,00	50,00	51,54	43,93		55,90		86,60	86,60	89,27	76,09	91,56	49,37	54,81	59,26
300	53,57	53,57	55,01	46,43		59,12		92,78	92,78	95,28	80,42	95,89	51,87	57,31	62,80
320	57,14	57,14	58,49	48,93		62,36		98,97	98,97	101,31	84,75	100,22	54,37	59,81	66,35
340	60,71	60,71	61,99	51,43		65,66		105,15	105,15	107,37	89,08	104,55	56,87	62,31	69,73

Tab. 7b. $H = 35$; $v_0 = 5,6$; $\beta = 0,002$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$F_M P P P P$	$P_M P P P P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	12,08		24,16		0,00	0,00	20,92					16,51
20	3,57	3,57	12,56		24,41		6,18	6,18	21,76					17,15
40	7,14	7,14	13,92		25,13		12,37	12,37	24,10				24,01	18,81
60	10,70	10,71	15,91		26,29		18,53	18,55	27,55			21,17	26,51	21,41
80	14,26	14,28	18,34	18,33	27,83		24,70	24,73	31,76	31,75		23,67	29,01	24,04
100	17,83	17,86	21,06	20,83	29,69		30,88	30,93	36,48	36,08		26,17	31,51	27,12
120	21,38	21,40	23,97	23,33	31,81		37,03	37,06	41,51	40,41		28,67	34,01	30,32
140	24,92	24,98	26,99	25,83	34,17		43,16	43,27	46,75	44,74		31,17	36,51	33,61
160	28,45	28,52	30,11	28,33	36,68		49,28	49,40	52,15	49,07		33,67	39,01	36,93
180	31,97	32,10	33,29	30,83	39,34		55,37	55,60	57,66	53,40		36,17	41,51	40,29
200	35,48	35,66	36,52	33,33	42,12		61,45	61,76	63,25	57,73		38,67	44,01	43,58
220	38,97	39,20	39,78	35,83	44,98		67,50	67,90	68,89	62,06		41,17	46,51	
240	42,46	42,76	43,05	38,33	47,93		73,54	74,06	74,56	66,39		43,67	49,01	
260	45,92	46,30	46,35	40,83	50,94		79,53	80,19	80,28	70,72		46,17	51,51	
280	46,37	49,84	49,67	43,33	53,99		85,51	86,32	86,02	75,05		48,67	54,01	
300	52,80	53,36	52,99	45,83	57,06		91,45	92,42	91,77	79,38		51,17	56,51	
320	56,21	56,90	56,31	48,33	60,22		97,36	98,55	97,53	83,71		53,67	59,01	
340	59,60	60,42	59,65	50,83	63,41		103,23	104,65	103,31	88,04		56,17	61,51	

Tab. 7c. $H = 35$; $v_0 = 5,6$; $\beta = 0,004$

τ	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	11,70					0,00	0,00	20,26					15,99
20	3,57	3,57	12,17					6,18	6,18	21,07					16,59
40	7,13	7,14	13,47					12,35	12,37	25,08				23,27	18,21
60	10,68	10,72	15,40					18,50	18,55	26,66			20,51	25,77	20,55
80	14,22	14,26	17,75					24,63	24,70	30,74	30,74		23,01	28,27	23,28
100	17,74	17,82	20,37					30,71	30,86	35,28	35,07		25,51	30,77	26,27
120	21,23	21,36	23,17					36,77	37,00	40,13	39,40		28,01	33,27	29,38
140	24,68	24,92	26,08					42,74	43,16	45,18	43,73		30,51	35,77	32,56
160	28,10	28,44	29,07					48,67	49,25	50,36	48,06		33,01	38,27	
180	31,48	31,96	32,13					54,52	55,36	55,65	52,39		35,51	40,77	
200	34,82	35,48	35,21					60,31	61,45	60,99	56,72		38,01	43,27	
220	38,11	38,92	38,32					66,07	67,48	66,37	61,05		40,51	45,77	
240	41,36	42,46	41,44					71,64	73,54	71,77	65,38		43,01	48,27	
260	44,56	45,92	44,57					77,19	79,53	77,19	69,71		45,51	50,77	
280		49,36							85,49		74,04		48,01	53,27	
300		52,78							91,42		78,37		50,51	55,77	
320		56,20							97,34		82,70		53,01	58,27	
340		59,60							103,23		87,03		55,51	60,77	

Tab. 7d. $H = 35$; $v_0 = 5,6$; $\beta = 0,006$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P P_M$	$P_M P P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S_M$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	11,35			22,69		0,00	0,00	19,65					15,52
20	3,57	3,57	11,80			22,93		6,18	6,18	20,43					16,10
40	7,12	7,14	13,06			23,60		12,33	12,37	22,62				22,58	17,68
60	10,65	10,70	14,92			24,68		18,43	18,53	25,85				25,08	19,96
80	14,15	14,24	17,19			26,13		24,51	24,66	29,78			22,38	27,58	22,61
100	17,60	17,80	19,73	19,68		27,86		30,48	30,83	34,17	34,09		24,88	30,08	25,52
120	20,99	21,30	22,42	22,18		29,85		36,35	36,89	38,83	38,42		27,38	32,58	29,98
140	24,32	24,82	25,23	24,68		32,05		42,12	42,98	43,70	42,75		29,88	35,08	
160	27,57	28,30	28,09	27,18		34,39		47,75	49,01	48,64	47,08		32,38	37,58	
180	30,75	31,76	31,00	29,68		36,87	36,86	53,26	55,01	53,69	51,41	63,85	34,88	40,08	
200	33,85	35,20	33,94	32,18		39,45	39,36	58,60	60,97	58,78	55,74	68,18	37,38	42,58	
220	36,87	38,60	36,89	34,68		42,10	41,86	63,86	66,85	62,61	60,07	72,51	39,88	45,08	
240		41,98		37,18		44,84	44,36		72,70		64,40	76,84	42,38	47,58	
260		45,32		39,68		47,67	46,86		78,49		68,73	81,17	44,88	50,08	
280		48,64		42,18		50,46	49,36		84,25		73,06	85,50	47,38	52,58	
300		51,90		44,68		53,30	51,86		87,19		77,39	89,83	49,88	55,08	
320		55,14		47,18		56,16	54,36		95,50		81,72	94,16	52,38	57,58	
340		58,36		49,68		59,08	56,86		101,08		86,05	98,49	54,88	60,08	

Tab. 8a. $H = 35$; $v_0 = 6,0$; $\beta = 0,000$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P P$	$P_M P_M P P P$	$P_M P_M P P P P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_M S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	11,67		23,34		0,00	0,00	0,00	20,21					15,94
20	3,33	3,33	12,13		23,56		5,77	5,77	5,77	21,01					16,53
40	6,67	6,67	13,44		24,26		11,55	11,55	11,55	23,28				23,21	18,15
60	10,00	10,00	15,37		25,38		17,32	17,32	17,32	26,62			20,33	25,71	20,49
80	13,33	13,33	17,72		26,88		23,09	23,09	23,09	30,69	30,69		22,83	28,21	23,11
100	16,67	16,67	20,34		28,68		28,87	28,87	28,87	35,23	35,02		25,33	30,71	25,18
120	20,00	20,00	23,15		30,74		34,64	34,64	34,64	40,10	39,35		27,83	33,21	29,27
140	23,33	23,33	26,09		33,00		40,41	40,41	40,41	45,19	43,68		30,33	35,71	32,44
160	26,67	26,67	29,11	35,44	35,44		46,19	46,19	46,19	50,42	48,01	61,38	32,83	38,21	35,66
180	30,00	30,00	32,19	37,94	38,00	38,00	51,96	51,96	51,96	55,75	52,34	65,71	35,33	40,71	38,89
200	33,33	33,33	35,31	40,44	40,68	40,68	57,73	57,73	57,73	61,16	56,67	70,04	37,83	43,21	42,07
220	36,67	36,67	38,48	42,94	43,46	43,46	63,51	63,51	63,51	66,65	61,00	74,37	40,33	45,71	45,45
240	40,00	40,00	41,67	45,44	46,30	46,30	69,28	69,28	69,28	72,17	65,33	78,70	42,83	48,21	48,72
260	43,33	43,33	44,88	47,94	49,22	49,22	75,05	75,05	75,05	77,73	69,66	83,03	45,33	50,71	52,18
280	46,67	46,67	48,10	50,44	52,18	52,18	80,83	80,83	80,83	83,31	73,99	87,36	47,83	53,21	55,31
300	50,00	50,00	51,34	52,94	55,19	55,19	86,60	86,60	86,60	88,92	78,32	91,69	50,33	55,71	58,45
320	53,33	53,33	54,59	55,44	58,22	58,22	92,38	92,38	92,38	94,55	82,65	96,02	52,83	58,21	61,93
340	56,67	56,67	57,85	57,94	61,28	61,28	98,15	98,15	98,15	100,20	86,98	100,34	55,33	60,71	65,06

Tab. 8b. $H = 35$; $v_0 = 6,0$; $\beta = 0,002$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_S S_M$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	11,28	22,56	0,00	0,00	0,00	19,54						15,41
20	3,33	3,33	11,72	22,77	5,77	5,77	20,30	20,30						15,98
40	6,67	6,67	12,99	23,46	11,55	11,55	22,49	22,49					22,45	17,65
60	9,99	10,00	14,85	24,53	17,30	17,32	25,73	25,73					24,95	19,80
80	13,32	13,34	17,12	25,98	23,07	23,09	29,66	29,66					27,45	22,45
100	16,64	16,66	19,65	27,71	28,82	28,87	34,04	34,04	33,96				29,95	25,31
120	19,95	19,98	22,36	29,71	34,55	34,60	38,73	38,73	38,28				32,45	28,30
140	23,25	23,32	25,20	31,89	40,27	40,39	43,64	43,64	42,62				34,95	31,37
160	26,55	26,64	28,11	34,24	45,98	46,14	48,69	48,69	46,94				37,45	34,46
180	29,84	29,96	31,07	36,71	51,68	51,89	53,82	53,82	51,28	63,58			39,95	37,61
200	33,11	33,28	34,08	39,30	57,35	57,65	59,02	59,02	55,61	67,91			42,45	40,67
220	36,37	36,58	37,12	41,99	62,99	63,35	64,30	64,30	59,94	72,24			44,95	
240	39,63	39,90	40,19	44,72	68,64	69,11	69,60	69,60	64,26	76,57			47,45	
260	42,86	43,20	43,27	47,54	74,24	74,82	74,94	74,94	68,60	80,90			49,95	
280	46,07	46,50	46,35	50,40	79,79	80,54	80,28	80,28	72,92	85,23			52,45	
300	49,28	49,82	49,45	53,28	85,35	86,29	85,65	85,65	77,26	89,56			54,95	
320	52,46	53,10	52,56	56,22	90,86	91,97	91,03	91,03	81,58	93,89			57,45	
340	55,62	56,18	55,67	59,16	96,34	97,30	96,41	96,41	85,92	98,22			59,95	

Tab. 8c. $H = 35$; $v_0 = 6,0$; $\beta = 0,004$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	10,92				0,00	0,00	18,92					14,93
20	3,33	3,33	11,35				5,77	5,77	19,66					15,49
40	6,66	6,66	12,58				11,55	11,55	21,78				21,76	17,03
60	9,98	10,00	14,38				17,28	17,32	24,90				24,26	19,18
80	13,27	13,32	16,57				22,98	23,07	28,70			21,64	26,76	21,76
100	16,56	16,64	19,01				28,68	28,82	32,92			24,14	29,26	24,57
120	19,81	19,96	21,62	19,01			34,31	34,57	37,45			26,64	31,76	27,43
140	23,03	23,26	24,35	24,01			39,89	40,28	42,17			29,14	34,26	30,39
160	26,22	26,54	27,14	26,51			45,41	45,97	47,01			31,64	36,76	
180	29,39	29,89	29,99	29,01			50,90	51,68	51,94			34,14	39,26	
200	32,50	33,12	32,86	31,51			56,29	57,36	56,91			36,64	41,76	
220	35,57	36,36	35,76	34,01			61,61	62,98	61,94			39,14	44,26	
240	38,60	39,62	38,68	36,51			66,86	68,62	66,99			41,64	46,76	
260	41,58	42,84	41,60	39,01			72,02	74,20	72,05			44,14	49,26	
280		46,06		41,51				79,78				46,64	51,76	
300		49,28		44,01				85,35				49,14	54,26	
320		52,44		46,51				90,83				51,64	56,76	
340		55,42		49,01				95,99				54,14	59,26	

Tab. 8d. $H = 35$; $v_0 = 6,0$; $\beta = 0,006$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P P$	$P_M P P P P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$S_M S S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	10,59	21,18			0,00	0,00	18,35						14,49
20	3,33	3,33	11,01	21,38			5,77	5,77	19,07						15,03
40	6,65	6,66	12,19	22,02			11,52	11,55	21,12					21,12	16,50
60	9,95	9,98	13,94	23,03			17,23	17,28	24,14					23,62	18,57
80	13,21	13,30	16,05	24,39			22,88	23,03	27,80				21,01	26,12	21,12
100	16,43	16,60	18,41	26,01			28,46	28,78	31,88				23,51	28,62	23,80
120	19,59	19,90	20,94	27,87		20,90	33,93	34,46	36,27				26,01	31,12	26,61
140	22,69	23,18	23,54	29,91		23,40	39,30	40,15	40,77				28,51	33,62	
160	25,73	26,42	26,23	32,11		25,90	44,56	45,76	45,41				31,01	36,12	
180	28,71	29,64	28,93	34,41		28,40	49,73	51,37	50,11				33,51	38,62	
200	31,60	32,86	31,68	36,81		30,90	54,73	56,91	54,87				36,01	41,12	
220	34,42	36,02	34,43	39,30		33,40	59,62	62,39	59,63				38,51	43,62	
240		39,18		41,88		35,90		67,86					41,01	46,12	
260		42,30		44,49		38,40		73,26					43,51	48,62	
280		45,38		47,08		40,90		78,60					46,01	51,12	
300		48,46		49,75		43,40		83,93					48,51	53,62	
320		51,46		52,44		45,90		89,13					51,01	56,12	
340		54,28		55,14		48,40		93,98					53,51	58,62	

Tab. 9a. $H = 35$; $v_0 = 6,4$; $\beta = 0,000$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_S S_M$ $S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	10,94				0,00	0,00	18,95					14,94
20	3,12	3,12	11,37				5,40	5,40	19,69					15,50
40	6,25	6,25	12,60				10,82	10,82	21,82				21,81	17,02
60	9,37	9,37	14,41				16,23	16,23	24,96				24,31	19,20
80	12,50	12,50	16,61				21,65	21,65	28,77				26,81	21,78
100	15,62	15,62	19,07				27,05	27,05	33,03	33,02		21,69	29,31	24,55
120	18,75	18,75	21,71		19,06		32,48	32,48	37,60	37,35		24,19	31,81	27,45
140	21,87	21,87	24,46		24,06		37,88	37,88	42,36	41,68		26,69	34,31	30,42
160	25,00	25,00	27,29		26,56		43,23	43,23	47,27	46,01		29,19	36,81	33,43
180	28,12	28,12	30,18		29,06		48,71	48,71	52,27	50,34		31,69	39,31	36,47
200	31,25	31,25	33,11		31,56		54,13	54,13	57,35	54,67	66,03	34,19	41,81	39,44
220	34,37	34,37	36,07		34,06		59,53	59,53	62,48	59,00	70,36	36,69	44,31	42,49
240	37,50	37,50	39,06		36,56		64,95	64,95	67,65	63,33	74,69	39,19	46,81	45,68
260	40,62	40,62	42,07		39,06		70,35	70,35	72,87	67,66	79,02	41,69	49,31	48,76
280	43,75	43,75	45,10		41,56		75,78	75,78	78,11	71,99	83,35	44,19	51,81	51,85
300	46,87	46,87	48,13		44,06		81,18	81,18	83,36	76,32	87,68	46,69	54,31	54,95
320	50,00	50,00	51,18		46,56		86,60	86,60	88,64	80,65	92,01	49,19	56,81	58,07
340	53,12	53,12	54,24		49,06		92,00	92,00	93,95	84,98	96,34	51,69	59,31	61,18

Tab. 9b. $H = 35$; $v_0 = 6,4$; $\beta = 0,002$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_M S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	10,57				0,00	0,00	18,31					14,44
20	3,12	3,12	10,99				5,40	5,40	19,03					14,99
40	6,25	6,25	12,18				10,82	10,82	21,09				21,09	16,45
60	9,36	9,38	13,93				16,21	16,23	24,12				23,59	18,52
80	12,48	12,50	16,05				21,63	21,65	27,80			21,01	26,09	21,04
100	15,59	15,62	18,42				27,00	27,05	31,91			23,51	28,59	23,73
120	18,71	18,72	20,97	20,92			32,41	32,42	36,32	36,24		26,01	31,09	26,54
140	21,80	21,86	23,62	23,42			37,76	37,86	40,91	40,57		28,51	33,59	29,40
160	24,89	24,98	26,35	25,92			43,11	43,27	45,64	44,90		31,01	36,09	32,32
180	27,97	28,08	29,13	28,42			48,44	48,63	50,45	49,23		33,51	38,59	35,26
200	31,04	31,18	31,95	30,92			53,76	54,00	55,34	53,56		36,00	41,09	38,14
220	34,10	34,32	34,71	33,42			59,06	59,44	60,27	57,89	68,15	38,51	43,59	
240	37,15	37,42	37,67	35,92			64,34	64,81	65,24	62,22	72,48	41,01	46,09	
260	40,18	40,50	40,56	38,42			69,59	70,15	70,25	66,55	76,81	43,51	48,59	
280	43,20	43,60	43,46	40,92			74,82	75,51	75,27	70,88	81,14	46,01	51,09	
300	46,19	46,70	46,36	43,42			80,00	80,89	80,29	75,21	85,47	48,51	53,59	
320	49,18	49,78	49,27	45,92			85,18	86,22	85,34	79,54	89,80	51,01	56,09	
340	52,15	52,86	52,19	48,42			90,32	91,55	90,40	83,87	94,13	53,51	58,59	

Tab. 9c. $H = 35$; $v_0 = 6,4$; $\beta = 0,004$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_M S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00		10,24			20,48	0,00	0,00	17,73					13,99
20	3,12	3,12	10,64			20,68	5,40	5,40	18,43					14,52
40	6,24	6,24	11,79			21,28	10,81	10,82	20,42				20,42	15,95
60	9,35	9,38	13,48			22,27	16,19	16,23	23,35				22,92	17,99
80	12,45	12,48	15,53			23,58	21,56	21,61	26,90			20,34	25,42	20,38
100	15,52	15,60	17,82			25,15	26,88	27,02	30,86			22,84	27,92	22,99
120	18,57	18,70	20,28	20,27		26,96	32,16	32,39	35,12	35,11		25,34	30,42	25,71
140	21,59	21,80	22,83	22,77		28,93	37,39	37,76	39,54	39,44		27,84	32,92	28,49
160	24,59	24,90	25,45	25,27		31,06	42,59	43,13	44,08	43,77		30,34	35,42	
180	27,54	27,96	28,11	27,77		33,30	47,70	48,43	48,69	48,10		32,84	37,92	
200	30,47	31,04	30,81	30,27		35,64	52,77	53,76	53,36	52,43		35,34	40,42	
220	33,35	34,10	33,52	32,77		38,06	57,76	59,06	58,07	56,76		37,84	42,92	
240	36,19	37,14	36,26	35,27		40,55	62,68	64,33	62,80	61,09	70,22	40,34	45,42	
260	38,98	40,18	39,00	37,77		43,07	67,52	69,59	67,54	65,42	74,55	42,84	47,92	
280		43,18		40,27		45,65		74,78		69,75	78,88	45,34	50,42	
300		46,20		42,77		48,27		80,02		74,08	83,21	47,84	52,92	
320		49,18		45,27		50,90		85,18		78,41	87,54	50,34	55,42	
340		52,14		47,77		53,55		90,31		82,74	91,87	52,84	57,92	

Tab. 9d. $H = 35$; $v_0 = 6,4$; $\beta = 0,006$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P P$	$P_M P_M P P P$	$P_M P_M P P P P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_S S_M$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	9,93				19,86	0,00	0,00	17,20					13,58
20	3,12	3,12	10,32				20,06	5,40	5,40	17,87					14,09
40	6,24	6,24	11,43				20,64	10,81	10,82	19,80					15,48
60	9,32	9,36	13,07				21,60	16,14	16,21	22,63				22,30	17,45
80	12,38	12,48	15,05				22,86	21,44	21,61	26,06				24,80	19,78
100	15,39	15,56	17,26				24,38	26,66	26,95	29,89			22,18	27,30	22,31
120	18,37	18,64	19,62				26,13	31,82	32,28	33,98			24,68	29,80	24,95
140	21,27	21,72	22,07				28,04	36,84	37,62	38,23			27,18	32,30	
160	24,13	24,76	24,58			24,56	30,09	41,79	42,88	42,57			29,68	34,80	
180	26,91	27,78	27,13			27,06	32,25	46,61	48,11	46,99			32,18	37,30	
200	29,63	30,78	29,70			29,56	34,51	51,32	53,31	51,42			34,68	39,80	
220	32,27	33,78	32,27			32,06	36,84	55,89	58,51	55,89			37,18	42,30	
240		36,74				34,56	39,24		63,63				39,68	44,80	
260		39,66				37,06	41,71		68,69				42,18	47,30	
280		42,54				39,56	44,14		73,68				44,68	49,80	
300		45,42				42,06	46,63		78,67				47,18	52,30	
320		48,26				44,56	49,16		83,59			80,77	49,68	54,80	
340		51,06				47,06	51,70		88,43			85,10	52,18	57,30	

Tab. 10a. $H = 40$; $v_0 = 5,6$; $\beta = 0,000$

τ	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P P$	$P_M P P P P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	14,28			28,56	0,00	0,00	24,73					19,51
20	3,57	3,57	14,72			28,80	6,18	6,18	25,49					20,09
40	7,14	7,14	15,97			29,44	12,37	12,37	27,66				27,63	21,62
60	10,71	10,71	17,86			30,52	18,55	18,55	30,93			23,91	30,13	23,93
80	14,28	14,28	20,20			31,94	24,73	24,73	34,99	34,99		26,41	32,63	26,70
100	17,86	17,86	22,87			33,70	30,93	30,93	39,61	39,32		28,91	35,13	29,77
120	21,43	21,43	25,75			35,72	37,12	37,12	44,60	43,65		31,41	37,63	32,99
140	25,00	25,00	28,79			37,96	43,30	43,30	49,86	47,98		33,91	40,13	36,74
160	28,57	28,57	31,94	40,40		40,40	49,48	49,48	55,32	52,31	69,98	36,41	42,63	39,70
180	32,14	32,14	35,17	42,90		43,00	55,67	55,67	60,92	56,64	74,31	38,91	45,13	43,17
200	35,71	35,71	38,47	45,40		45,74	61,85	61,85	66,63	60,97	78,04	41,41	47,63	46,64
220	39,28	39,28	41,80	47,90		48,58	68,03	68,03	72,40	65,30	82,97	43,91	50,13	50,12
240	42,86	42,86	45,17	50,40		51,50	74,24	74,24	78,23	69,63	87,30	46,41	52,63	53,63
260	46,43	46,43	48,58	52,90		54,52	80,42	80,42	84,14	73,96	91,63	48,91	55,13	57,14
280	50,00	50,00	52,00	55,40		57,58	86,60	86,60	90,07	78,29	95,96	51,41	57,63	60,66
300	53,57	53,57	55,44	57,90		60,72	92,78	92,78	96,02	82,62	100,29	53,91	60,13	64,19
320	57,14	57,14	58,90	60,40		63,88	98,97	98,97	102,02	86,95	104,42	56,41	62,63	67,73
340	60,71	60,71	62,37	62,90		67,10	105,15	105,15	108,03	91,28	108,95	58,91	65,13	71,26

Tab. 10b. $H = 40$; $v_0 = 5,6$; $\beta = 0,002$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P P$	$P_M P P P P$	$P_M P P P P P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S S_M$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	13,74		27,47			0,00	0,00	23,79					18,78
20	3,57	3,57	14,16		27,70			6,18	6,18	24,53					19,33
40	7,14	7,14	15,36		28,32			12,37	12,37	26,61				26,60	20,80
60	10,70	10,71	17,18		29,36			18,53	18,55	29,75				29,10	23,03
80	14,26	14,28	19,44		30,72			24,70	24,73	33,66			25,51	31,60	25,69
100	17,83	17,86	21,99	21,92	32,41			30,88	30,93	38,09	37,96		28,01	34,10	28,64
120	21,38	21,40	24,76	24,42	34,36			37,03	37,06	42,88	42,29		30,51	36,60	31,75
140	24,92	24,98	27,68	26,92	36,51			43,16	43,27	47,93	46,62		33,01	39,10	34,96
160	28,45	28,52	30,69	29,42	38,87			49,28	49,40	53,16	50,95		35,51	41,60	38,23
180	31,97	32,10	33,79	31,92	41,35	41,33		55,37	55,60	58,53	55,28	71,59	38,01	44,10	41,54
200	35,48	35,66	36,95	34,42	43,98	43,83		61,45	61,76	64,00	59,61	75,92	40,51	46,60	44,88
220	38,97	39,20	40,14	36,92	46,71	46,33		67,50	67,90	69,52	63,94	80,25	43,01	49,10	48,13
240	42,46	42,76	43,36	39,42	49,51	48,83		73,54	74,06	75,10	68,27	84,58	45,51	51,60	
260	45,92	46,30	46,61	41,92	52,41	51,33		79,53	80,19	80,74	72,60	88,91	48,01	54,10	
280	46,37	49,84	49,87	44,42	55,35	53,83		85,51	86,32	86,38	76,93	93,24	50,51	56,60	
300	52,80	53,36	53,15	46,92	58,36	56,33		91,45	92,42	92,06	81,26	97,57	53,01	59,10	
320	56,21	56,90	56,44	49,42	61,39	58,83		97,36	98,55	97,76	85,59	101,90	55,51	61,60	
340	59,60	60,42	59,74	51,92	64,48	61,33		103,23	104,65	103,46	89,92	106,23	58,01	64,10	

Tab. 10c. $H = 40; v_0 = 5,6; \beta = 0,004$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_P P_M P$	$P_M P_P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	13,25		26,49		0,00	0,00	22,94					18,12
20	3,57	3,57	13,65		26,71		6,18	6,18	23,65					18,65
40	7,13	7,14	14,81		27,31		12,35	12,37	25,65				25,65	20,08
60	10,68	10,72	16,56		28,31		18,50	18,55	28,68				28,15	21,22
80	14,22	14,26	18,72		29,62		24,63	24,70	32,42				30,65	24,79
100	17,74	17,82	21,18	21,17	31,25		30,71	30,86	36,69	36,67			33,15	27,63
120	21,23	21,36	23,84	23,67	33,12		36,77	37,00	41,28	41,00			35,65	30,63
140	24,68	24,92	26,63	26,17	35,18		42,74	43,16	46,13	45,33			38,15	36,89
160	28,10	28,44	29,52	28,67	37,44		48,67	49,25	51,13	49,66			40,65	
180	31,48	31,96	32,47	31,17	39,84		54,52	55,36	56,24	53,99			43,15	
200	34,82	35,48	35,48	33,67	42,37	42,34	60,31	61,45	61,46	58,32	73,34	39,66	45,65	
220	38,11	38,96	38,51	36,17	44,98	44,84	66,07	67,48	66,70	62,65	77,67	42,16	48,15	
240	41,36	42,46	41,56	38,67	47,67	47,34	71,64	73,54	71,99	66,98	82,00	44,66	50,65	
260	44,56	45,92	44,64	41,17	50,45	49,84	77,19	79,53	77,31	71,31	86,33	47,16	53,15	
280	47,70	49,36	37,71	43,67	53,26	52,34	82,62	85,49	82,64	75,65	90,66	49,66	55,65	
300		52,78		46,17	56,14	54,84		91,42		79,97	94,99	52,16	58,15	
320		56,20		48,67	59,04	57,34		97,34		84,30	99,32	54,66	60,65	
340		59,60		51,17	61,99	59,84		103,23		88,63	103,64	57,16	63,15	

Tab. 10d. $H = 40$; $v_0 = 5,6$; $\beta = 0,006$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P$	$P_M P_M P_M P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_S S_M$ $S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	12,80		25,60		0,00	0,00	22,16					17,52
20	3,57	3,57	13,19		25,81		6,18	6,18	22,86					18,04
40	7,12	7,14	14,31		26,38		12,33	12,37	24,78					19,42
60	10,65	10,70	15,99		27,34		18,43	18,53	27,69				27,28	21,49
80	14,15	14,24	18,07		28,61		24,51	24,66	31,30			23,86	29,78	23,98
100	17,60	17,80	20,44		30,18		30,48	30,83	35,39			26,36	32,28	26,73
120	20,99	21,30	22,98	22,93	31,98		36,35	36,89	39,80	39,72		28,86	34,78	29,63
140	24,32	24,82	25,65	25,43	33,97		42,12	42,98	44,43	44,05		31,36	37,28	32,62
160	27,57	28,30	28,41	27,93	36,14		47,75	49,01	49,21	48,38		33,86	39,78	
180	30,75	31,76	31,22	30,43	38,45		53,26	55,00	54,08	52,71		36,36	42,28	
200	33,85	35,20	34,08	32,93	40,87		58,60	60,97	59,03	57,04		38,86	44,78	
220	36,87	38,60	36,94	35,43	43,38	43,36	63,86	66,85	63,98	61,37	75,11	41,36	47,28	
240	39,82	41,98	39,82	37,93	45,96	45,86	68,97	72,70	68,96	65,70	79,44	43,86	49,78	
260		45,32		40,43	48,62	48,36		78,49		70,03	83,77	46,36	52,28	
280		48,64		42,93	51,31	50,86		84,25		74,36	88,10	48,86	54,78	
300		51,90		45,43	54,06	53,36		87,19		78,69	92,43	51,36	57,28	
320		55,14		47,93	56,82	55,86		95,50		83,02	96,76	53,86	59,78	
340		58,36		50,43	59,63	58,36		101,08		87,35	101,08	56,36	62,28	

Tab. 11a. $H = 40$; $v_0 = 6,0$; $\beta = 0,000$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P P_M P$	$P_M P P P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	13,33			26,66		0,00	0,00	23,09					18,21
20	3,33	3,33	13,74			26,88		5,77	5,77	23,80					18,74
40	6,67	6,67	14,91			27,48		11,55	11,55	25,82				25,82	20,18
60	10,00	10,00	16,67			28,48		17,32	17,32	28,87				28,32	22,32
80	13,33	13,33	18,86			29,82		23,09	23,09	32,66				30,82	24,92
100	16,67	16,67	21,34			31,44		28,87	28,87	36,96				33,32	27,78
120	20,00	20,00	24,04			33,34		34,64	34,64	41,64				35,82	30,79
140	23,33	23,33	26,87			35,44		40,41	40,41	46,54				38,32	33,91
160	26,67	26,67	29,81			37,72		46,19	46,19	51,63				40,82	37,08
180	30,00	30,00	32,83			40,14		51,96	51,96	56,86				43,32	40,29
200	33,33	33,33	35,90			42,68		57,73	57,73	62,18				45,82	43,53
220	36,67	36,67	39,01			45,34		63,51	63,51	67,57				48,32	46,78
240	40,00	40,00	42,16			48,08		69,28	69,28	73,02				50,82	50,05
260	43,33	43,33	45,34			50,88		75,05	75,05	78,53				53,32	53,34
280	46,67	46,67	48,53			53,74		80,83	80,83	84,05				55,82	56,62
300	50,00	50,00	51,75			56,66		86,60	86,60	89,63				58,32	59,91
320	53,33	53,33	54,97			59,62		92,38	92,38	95,21				60,82	63,21
340	56,67	56,67	58,21			62,62		98,15	98,15	100,82				63,32	65,53

Tab. 11b. $H = 40$; $v_0 = 6,0$; $\beta = 0,002$

τ	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P P_M P$	$P_M P P P P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	12,82			25,64		0,00	0,00	22,21					17,53
20	3,33	3,33	13,22			25,86		5,77	5,77	22,89					18,04
40	6,67	6,67	14,34			26,43		11,55	11,55	24,84					19,42
60	9,99	10,00	16,03			27,40		17,30	17,32	27,77				27,34	21,49
80	13,32	13,34	18,14			28,68		23,07	23,09	31,42			23,93	29,84	23,98
100	16,64	16,67	20,52			30,24		28,82	28,87	35,54			26,43	32,34	26,73
120	19,95	19,98	23,11	23,02		32,07		34,55	34,60	40,03	39,87		28,93	34,84	29,63
140	23,25	23,32	25,83	25,52		34,09		40,27	40,39	44,74	44,20		31,43	37,34	32,68
160	26,55	26,64	28,65	28,02		36,28		45,98	46,14	49,62	48,53		33,93	39,84	35,68
180	29,84	29,96	31,54	30,52		38,60		51,68	51,89	54,63	52,86		36,43	42,34	38,76
200	33,11	33,28	34,48	33,02		41,04		57,35	57,64	59,72	57,19		38,93	44,84	41,88
220	36,37	36,58	37,46	35,52		43,60	43,54	62,99	63,35	64,88	61,52	75,41	41,43	47,34	45,01
240	39,63	39,90	40,47	38,02		46,25	46,04	68,64	69,11	70,09	65,85	79,74	43,93	49,84	
260	42,86	43,20	43,50	40,52		48,91	48,54	74,24	74,82	75,35	70,18	84,07	46,43	52,34	
280	46,07	46,50	46,55	43,02		51,66	51,04	79,79	80,54	80,62	74,51	88,40	48,93	54,84	
300	49,28	49,82	49,61	45,52		54,46	53,54	85,35	86,29	85,93	78,84	92,73	51,43	57,34	
320	52,46	53,10	52,67	48,02		57,30	56,04	90,86	91,97	91,23	83,17	97,06	53,93	59,84	
340	55,62	56,18	55,75	50,52		60,17	58,54	96,34	97,30	96,56	87,50	101,39	56,43	62,34	

Tab. 11c. $H = 40$; $V_0 = 6,0$; $\beta = 0,004$

τ	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P P_M P$	$P_M P P P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	12,36					0,00	0,00	21,41					16,91
20	3,33	3,33	12,74			24,73		5,77	5,77	22,07					17,41
40	6,66	6,66	13,83			25,49		11,55	11,55	23,95				26,45	18,74
60	9,98	10,00	15,45			26,41		17,28	17,32	26,77			23,09	28,95	20,74
80	13,27	13,32	17,48			27,65		22,98	23,07	30,27			25,59	31,45	23,14
100	16,56	16,64	19,77			29,15		28,68	28,82	34,23			28,09	33,95	25,70
120	19,81	19,96	22,25	22,24		30,91		34,31	34,57	38,54	38,52		30,59	36,45	28,59
140	23,03	23,26	24,86	24,74		32,85		39,89	40,28	43,05	42,85		33,09	38,95	31,48
160	26,22	26,54	27,55	27,24		34,96		45,41	45,97	47,72	47,18		35,59	41,45	34,43
180	29,39	29,89	30,31	29,74		37,19		50,90	51,68	52,50	51,51		38,09	43,95	
200	32,50	33,12	33,11	32,24		39,53		56,29	57,36	57,35	55,84		40,59	46,45	
220	35,57	36,36	35,94	34,74		41,98		61,61	62,98	62,25	60,17		43,09	48,95	
240	38,60	39,62	38,79	37,24		44,51	44,48	66,86	68,62	67,19	64,50	77,05	45,59	51,45	
260	41,58	42,84	41,66	39,74		47,08	46,98	72,02	74,20	72,16	68,83	81,38	48,09	53,95	
280	44,51	46,06	44,53	42,24		49,71	49,48	77,09	79,78	77,12	73,16	85,71	50,59	56,45	
300		49,28		44,74		52,39	51,98		85,35		77,49	90,04	53,09	58,95	
320		52,44		47,24		55,10	54,48		90,83		81,82	94,37	55,59	61,45	
340		55,42		49,74		57,85	56,98		95,99		86,15	98,70			

Tab. 11d. $H = 40$; $v_0 = 6,0$; $\beta = 0,006$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	11,97		23,89		0,00	0,00	20,69					16,36
20	3,33	3,33	12,31		24,09		5,77	5,77	21,32					16,83
40	6,65	6,66	13,36		24,62		11,52	11,55	23,13					18,12
60	9,95	9,98	14,93		25,52		17,23	17,28	25,85				25,61	20,05
80	13,21	13,30	16,87		26,71		22,88	23,03	29,22				28,11	22,38
100	16,43	16,60	19,07		28,16		28,46	28,75	33,03			24,74	30,61	24,95
120	19,59	19,90	21,45		29,85		33,93	34,46	37,16			27,24	33,11	27,65
140	22,69	23,18	23,94	23,94	31,72		39,30	40,15	41,47	41,46		29,74	35,61	30,45
160	25,73	26,42	26,52	26,44	33,74		44,56	45,76	45,93	45,79		32,24	38,11	
180	28,71	29,64	29,15	28,94	35,89		49,73	51,37	50,48	50,12		34,74	40,61	
200	31,60	32,86	31,80	31,44	38,14		54,73	56,91	55,08	54,45		37,24	43,11	
220	34,42	36,02	34,48	33,94	40,49		59,62	62,39	59,71	58,78		39,74	45,61	
240	37,17	39,18	37,16	36,44	42,91		64,38	67,86	64,37	63,11		42,24	48,11	
260		42,30		38,94	45,37			73,26		67,44		44,74	50,61	
280		45,38		41,44	47,89	47,87		78,60		71,77	82,92	47,24	53,11	
300		48,46		43,94	50,45	50,37		83,93		76,10	87,25	49,74	55,61	
320		51,46		46,44	53,03	52,87		89,13		80,43	91,58	52,24	58,11	
340		54,26		48,94	55,65	55,37		93,98		84,76	95,91	54,74	60,61	

Tab. 12a. $H = 40$; $v_0 = 6.4$; $\beta = 0.000$

τ	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	12,50			25,00	0,00	0,00	21,65					17,07
20	3,12	3,12	12,88			25,20	5,40	5,40	22,31					17,58
40	6,25	6,25	13,97			25,76	10,82	10,82	24,20					18,92
60	9,37	9,37	15,62			26,70	16,23	16,23	27,05				26,70	20,94
80	12,50	12,50	17,68			27,94	21,65	21,65	30,62			23,08	29,20	23,36
100	15,62	15,62	20,01			29,48	27,05	27,05	34,66			25,58	31,70	26,04
120	18,75	18,75	22,53	22,50		31,24	32,48	32,48	39,02	38,96		28,08	34,20	28,87
140	21,87	21,87	25,19	25,00		33,22	37,88	37,88	43,63	43,29		30,58	36,70	31,79
160	25,00	25,00	27,95	27,50		35,36	43,23	43,23	48,41	47,62		33,08	39,20	34,76
180	28,12	28,12	30,78	30,00		37,64	48,71	48,71	53,31	51,95		35,58	41,70	37,76
200	31,25	31,25	33,66	32,50		40,02	54,13	54,13	58,30	56,28		38,08	44,20	40,81
220	34,37	34,37	36,58	35,00		42,50	59,53	59,53	63,36	60,61	73,60	40,58	46,70	24,85
240	37,50	37,50	39,53	37,50		45,06	64,95	64,95	68,47	64,94	77,93	43,08	49,20	46,92
260	40,62	40,62	42,50	40,00		47,70	70,35	70,35	73,61	69,27	82,26	45,58	51,70	49,99
280	43,75	43,75	45,50	42,50		50,38	75,78	75,78	78,81	73,60	86,59	48,08	54,20	53,08
300	46,87	46,87	48,51	45,00		53,12	81,18	81,18	84,02	77,93	90,92	50,58	56,70	56,27
320	50,00	50,00	51,54	47,50		55,90	86,60	86,60	89,27	82,26	95,25	53,08	59,20	59,26
340	53,12	53,12	54,58	50,00		58,72	92,00	92,00	94,53	86,59	99,58	55,58	61,70	61,36

Tab. 12b. $H = 40$; $v_0 = 6,4$; $\beta = 0,002$

τ	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	12,03		24,05		0,00	0,00	20,83					16,43
20	3,12	3,12	12,39		24,24		5,40	5,40	21,46					16,91
40	6,25	6,25	13,44		24,78		10,82	10,82	23,27					18,20
60	9,36	9,38	15,02		25,68		16,21	16,23	26,02				25,76	20,15
80	12,49	12,51	17,00		26,87		21,63	21,65	29,45				28,26	22,48
100	15,59	15,62	19,24		28,36		27,00	27,05	33,32			24,96	30,76	24,05
120	18,71	18,75	21,66		30,05		32,41	32,47	37,52			27,46	33,26	27,78
140	21,80	21,86	24,21	24,16	31,95		37,76	37,86	41,94	41,85		29,96	35,76	30,59
160	24,89	24,98	26,86	26,66	34,01		43,11	43,27	46,52	46,18		32,46	38,26	33,45
180	27,97	28,08	29,57	29,16	36,16		48,44	48,63	51,22	50,51		34,96	40,76	36,34
200	31,04	31,18	32,33	31,66	38,48		53,76	54,00	56,00	54,84		37,46	43,26	39,26
220	34,10	34,32	35,13	34,16	40,86		59,06	59,44	60,84	59,17		39,96	45,76	42,20
240	37,15	37,42	37,94	36,66	43,32		64,34	64,81	65,72	63,50		42,46	48,26	
260	40,18	40,50	40,78	39,16	45,86	45,82	69,59	70,15	70,63	67,83	79,37	44,96	50,76	
280	43,20	43,60	43,64	41,66	48,43	48,32	74,82	77,14	77,99	72,16	83,70	47,46	53,26	
300	46,19	46,70	46,51	44,16	51,06	50,82	80,00	80,89	80,55	76,49	88,03	49,96	55,76	
320	49,18	49,78	49,39	46,66	53,72	53,32	85,18	89,22	85,54	80,82	92,36	52,46	58,26	
340	52,15	52,86	52,28	49,16	56,42	55,82	90,32	91,55	90,54	85,15	96,69	54,96	60,76	

Tab. 12c. $H = 40$; $v_0 = 6,4$; $\beta = 0,004$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P_M P_P$	$P_M P_M P_P P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S_S S_M$	$S_M S_M S_S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	11,59				0,00	0,00	20,07				15,85
20	3,12	3,12	11,95		23,19		5,40	5,40	20,69				16,32
40	6,24	6,24	12,96		23,89		10,81	10,82	22,44				17,56
60	9,35	9,38	14,48		24,76		16,19	16,23	25,08			24,91	19,44
80	12,45	12,48	16,38		25,91		21,56	21,61	28,38			27,41	21,69
100	15,52	15,60	18,53		27,33		26,88	27,02	32,10			24,11	24,18
120	18,57	18,70	20,86		28,96		32,16	32,39	36,12			26,61	26,80
140	21,59	21,80	23,30		30,79		37,39	37,76	40,36			29,11	29,51
160	24,59	24,90	25,83	25,80	32,77		42,59	43,13	44,74	44,70		31,61	32,28
180	27,54	27,96	28,42	28,30	34,87		47,70	48,43	49,22	49,02		34,11	39,91
200	30,47	31,04	31,05	30,80	37,07		52,77	53,76	53,77	53,35		36,61	42,41
220	33,35	34,10	33,70	33,30	39,35		57,76	59,06	58,37	57,68		39,11	44,91
240	36,19	37,14	36,37	35,80	41,71		62,68	64,33	63,00	62,01		41,61	47,41
260	38,98	40,18	39,05	38,30	44,14		67,52	69,59	67,64	66,34		44,11	49,91
280	41,74	43,18	41,75	40,80	46,60		72,29	74,78	72,31	70,67		46,61	52,41
300		46,20		43,30	49,12	49,11		80,02		75,00		49,11	54,91
320		49,18		45,80	51,66	51,61		85,18		79,30		51,61	57,41
340		52,14		48,30	54,25	54,11		90,31		83,66		54,11	59,91

Tab. 12d. $H = 40$; $v_0 = 6,4$; $\beta = 0,006$

r	P	PP	$P_M P$	$P_M P_M P$	$P_M P P_M P$	$P_M P P P_M P$	$P_M P P P P_M P$	S	SS	$S_M S$	$S_M S_M S$	$S_M S S_M S$	$S_M S S S_M S$	$P_M P_M S$	$S_M P_M S$	$P_M S$
0	0,00	0,00	11,20					0,00	0,00	19,40						15,33
20	3,12	3,12	11,54				22,41	5,40	5,40	19,99						15,76
40	6,24	6,24	12,51				23,08	10,81	10,82	21,67						16,99
60	9,32	9,36	13,98				23,92	16,14	16,21	24,22					24,11	18,80
80	12,38	12,48	15,82				25,03	21,44	21,61	27,39					26,61	20,98
100	15,39	15,56	17,88				26,40	26,66	26,95	30,96					29,11	23,39
120	18,37	18,64	20,11				27,97	31,82	32,28	34,82					31,61	25,92
140	21,27	21,72	22,45				29,73	36,84	37,62	38,88					34,11	28,55
160	24,13	24,76	24,86				31,63	41,79	42,88	43,06				28,21	36,61	
180	26,91	27,78	27,33				33,65	46,61	48,11	47,33				30,71	39,11	
200	29,63	30,78	29,82				35,76	51,32	53,31	51,65				35,71	41,61	
220	32,27	33,78	32,33				37,95	55,89	58,51	55,99				38,21	44,11	
240	34,84	36,74	34,85				40,21	60,34	63,63	60,35				40,71	46,61	
260		39,66					42,54		68,69					43,21	49,11	
280		42,54					44,89		73,68					45,71	51,61	
300		45,42					47,29		78,67					48,21	54,11	
320		48,26					49,72		83,59					50,71	56,61	
340		51,06					52,18		88,43					53,21	59,11	

Tab. 13. Maximální vzdálenosti r_z a jim příslušné časy příchodu t_z pro vlny P ; S ; $P_M P$; $S_M S$ a $P_M S$.

H	v_0	β	r_z	t_z		r_z	t_z
			P ; $P_M P$; S ; $S_M S$	P ; $P_M P$	S ; $S_M S$	$P_M S$	$P_M S$
25	5,6	0,002	320,16	56,24	97,40	177,25	37,26
25	5,6	0,004	229,13	39,60	68,59	131,15	28,63
25	5,6	0,006	189,30	32,21	55,78	110,74	24,66
25	6,0	0,002	320,16	52,49	90,91	177,25	34,77
25	6,0	0,004	229,13	36,96	64,02	131,15	26,72
25	6,0	0,006	189,30	30,06	52,06	110,74	23,02
25	6,4	0,002	320,16	49,21	85,23	177,25	32,60
25	6,4	0,004	229,13	34,65	60,02	131,15	25,05
25	6,4	0,006	189,30	28,18	48,81	110,74	21,58
30	5,6	0,002	351,57	61,55	106,61	196,23	41,66
30	5,6	0,004	252,19	43,31	75,02	145,75	32,12
30	5,6	0,006	208,14	35,20	60,96	123,06	27,69
30	6,0	0,002	351,57	57,45	99,51	196,23	38,89
30	6,0	0,004	252,19	40,43	70,02	145,75	29,98
30	6,0	0,006	208,14	32,85	56,90	123,06	25,84
30	6,4	0,002	351,57	53,86	93,28	196,23	36,46
30	6,4	0,004	252,19	37,90	65,64	145,75	28,10
30	6,4	0,006	208,14	30,80	53,34	123,06	24,23
35	5,6	0,002	380,66	66,43	115,06	214,01	45,83
35	5,6	0,004	273,68	46,71	80,90	159,50	35,41
35	5,6	0,006	227,08	37,93	65,70	135,35	30,58
35	6,0	0,002	380,66	62,00	107,39	214,01	42,78
35	6,0	0,004	273,68	43,60	75,51	159,50	33,05
35	6,0	0,006	227,08	35,40	61,32	135,35	28,50
35	6,4	0,002	380,66	58,13	100,68	214,01	40,10
35	6,4	0,004	273,68	40,87	70,79	159,50	30,98
35	6,4	0,006	227,08	33,19	57,48	135,35	26,72
40	5,6	0,002	407,92	70,96	122,90	230,85	49,80
40	5,6	0,004	293,94	49,86	86,35	172,57	38,54
40	5,6	0,006	244,40	40,46	70,07	146,76	33,22
40	6,0	0,002	407,92	66,23	114,71	230,85	46,48
40	6,0	0,004	293,94	46,53	80,60	172,57	35,97
40	6,0	0,006	244,40	37,76	65,40	146,76	31,01
40	6,4	0,002	407,92	62,09	107,54	230,85	43,58
40	6,4	0,004	293,94	43,63	75,56	172,57	33,72
40	6,4	0,006	244,40	35,40	61,31	146,76	29,07

Tab. 14. Kritické vzdálenosti r^* a příslušné časy příchodu t^* vln čelných a odrazeno-čelných.

H	v_0	β	r^*		t^*		r^*		t^*		r^*	t^*	
			$P_M P_M P_S$ $S_M S_M S$	$S_M S_M S$	$P_M P_M P$	$S_M S_M S$	$P_M P_M P_M$ $P_M P$	$S_M S_S S_M S$	$S_M P_M S$	$S_M P_M S$			
25	5,6	0,000	49,01	21,66	12,51	21,66	98,02	25,01	43,32	22,09	16,92	35,55	14,71
25	5,6	0,002	51,53	21,68	12,52	21,68	103,06	25,03	43,36	22,75	16,59	37,14	14,55
25	5,6	0,004	54,35	21,75	12,56	21,75	108,70	25,12	43,51	23,43	16,28	38,89	14,42
25	5,6	0,006	57,56	21,95	12,67	21,95	115,12	25,34	43,90	24,13	16,01	40,84	14,34
25	6,0	0,000	56,70	21,83	12,60	21,83	113,40	25,21	43,66	24,01	16,02	40,35	14,31
25	6,0	0,002	60,17	22,04	12,73	22,04	120,34	25,45	44,09	24,76	15,73	42,46	14,23
25	6,0	0,004	64,20	22,37	12,92	22,37	128,40	25,84	44,75	25,53	15,46	44,86	14,19
25	6,0	0,006	69,06	22,90	13,22	22,90	138,12	26,44	45,80	26,32	15,21	47,69	14,21
25	6,4	0,000	66,66	22,55	13,02	22,55	133,32	26,04	45,10	26,03	15,25	46,34	14,14
25	6,4	0,002	71,17	23,10	13,34	23,10	142,34	26,67	46,19	26,87	14,99	49,02	14,16
25	6,4	0,004	78,13	23,90	13,80	23,90	156,26	27,59	47,79	27,74	14,75	52,93	14,27
25	6,4	0,006	86,70	25,18	14,54	25,18	173,40	29,07	50,35	28,63	14,52	57,66	14,53
30	5,6	0,000	58,81	25,98	15,00	25,98	117,62	30,00	51,97	26,50	20,30	42,65	17,65
30	5,6	0,002	62,49	26,01	15,02	26,01	124,98	30,04	52,02	27,47	19,84	44,98	17,43
30	5,6	0,004	66,70	26,18	15,12	26,18	133,40	30,23	52,36	28,45	19,40	47,57	17,26
30	5,6	0,006	71,65	26,53	15,32	26,53	143,30	30,64	53,06	29,47	19,01	50,56	17,17
30	6,0	0,000	68,04	26,18	15,12	26,18	136,08	30,23	52,36	28,82	19,22	48,43	17,17
30	6,0	0,002	73,10	26,51	15,30	26,51	146,20	30,61	53,01	29,90	18,79	51,50	17,05
30	6,0	0,004	79,24	27,07	15,63	27,07	158,48	31,26	54,14	31,01	18,41	55,12	17,02
30	6,0	0,006	87,05	28,00	16,16	28,00	174,10	32,33	55,99	32,16	18,07	59,60	17,12
30	6,4	0,000	80,00	27,05	15,62	27,05	160,00	31,24	54,11	31,24	18,31	55,62	16,96
30	6,4	0,002	87,51	27,87	16,09	27,87	175,02	32,19	55,75	32,45	17,93	59,98	17,01
30	6,4	0,004	97,47	29,21	16,87	29,21	194,94	33,73	58,43	33,71	17,58	65,59	17,22
30	6,4	0,006	112,51	31,60	18,25	31,60	225,02	36,49	63,21	35,01	17,28	73,76	17,76
35	5,6	0,000	68,61	30,32	17,51	30,32	137,24	35,01	60,64	30,92	23,67	49,76	20,59

35	5,6	0,002	73,67	17,54	30,38	147,34	35,08	60,76	32,24	23,04	52,95	20,29
35	5,6	0,004	79,63	17,70	30,66	159,26	35,40	61,31	33,59	22,47	56,61	20,08
35	5,6	0,006	86,92	18,05	31,26	173,84	36,09	62,51	34,98	21,95	60,95	20,00
35	6,0	0,000	79,38	17,64	30,56	158,76	35,29	61,12	33,62	22,42	56,50	19,90
35	6,0	0,002	86,38	17,90	31,01	172,76	35,80	62,01	35,10	21,84	60,74	19,87
35	6,0	0,004	95,22	18,41	31,89	190,44	36,82	63,78	36,62	21,34	65,92	19,88
35	6,0	0,006	107,29	19,31	33,44	214,58	38,62	66,89	38,21	20,89	72,75	20,10
35	6,4	0,000	93,33	18,23	31,57	186,66	36,46	63,15	36,45	21,37	64,89	19,80
35	6,4	0,002	103,78	18,90	32,73	207,56	37,79	65,46	38,10	20,86	70,94	19,88
35	6,4	0,004	118,62	20,10	34,81	237,24	40,20	69,63	39,82	20,40	79,22	20,25
35	6,4	0,006	145,45	22,75	39,40	290,90	45,49	78,80	41,63	20,00	93,54	21,37
40	5,6	0,000	78,41	20,00	34,64	156,82	40,00	69,29	35,34	27,04	56,87	23,52
40	5,6	0,002	85,10	20,05	34,73	170,20	40,11	69,47	37,06	26,23	61,08	23,14
40	5,6	0,004	93,20	20,32	35,19	186,40	40,64	70,39	38,84	25,51	66,02	22,91
40	5,6	0,006	103,61	20,88	36,17	207,22	41,77	72,34	40,68	24,86	72,14	22,87
40	6,0	0,000	90,72	20,16	34,92	181,44	40,32	69,84	38,43	25,63	64,57	22,89
40	6,0	0,002	100,02	20,52	35,55	200,04	41,05	71,09	40,36	24,89	70,19	22,70
40	6,0	0,004	112,28	21,28	36,85	224,56	42,55	73,70	42,36	24,24	77,32	22,76
40	6,0	0,006	130,64	22,77	39,43	261,28	45,53	78,87	44,46	23,67	87,55	23,19
40	6,4	0,000	106,66	20,83	36,08	213,32	41,66	72,15	41,65	24,41	74,15	22,35
40	6,4	0,002	120,64	21,74	37,66	241,28	43,48	75,32	43,82	23,74	82,23	22,74
40	6,4	0,004	142,14	23,57	40,83	284,28	47,14	81,65	46,09	23,17	94,11	23,37
40	6,4	0,006	197,43	29,49	51,08	394,86	58,99	102,17	48,49	22,68	122,96	26,08