# Paměť v ekonomických modelech

Pavel Krejčí

Matematický ústav AV ČR

BIOLOGICKÉ INSPIRACE INFORMATIKY
7. 4. 2017

## Motto:

## Motto:

Lidé nejsou o nic chytřejší než elementární částice, z nichž jsou složeni.

## Motto:

Lidé nejsou o nic chytřejší než elementární částice, z nichž jsou složeni.

## Příklady:

- Problém dopravního proudu: Řidiči na silnici se chovají jako stlačitelná tekutina.

Motto:

Lidé nejsou o nic chytřejší než elementární částice, z nichž jsou složeni.

Příklady:

- Problém dopravního proudu: Řidiči na silnici se chovají jako stlačitelná tekutina.
- Finanční trhy: Obchodníci na finančních trzích se chovají jako deformovatelné těleso.

Motto:

Lidé nejsou o nic chytřejší než elementární částice, z nichž jsou složeni.

Příklady:

- Problém dopravního proudu: Řidiči na silnici se chovají jako stlačitelná tekutina.
- Finanční trhy: Obchodníci na finančních trzích se chovají jako deformovatelné těleso.
- Centrální banky: Rozhodování o změně úrokové míry se řídí modelem pro třecí kontakt pevného tělesa s podložkou.

Motto:

Lidé nejsou o nic chytřejší než elementární částice, z nichž jsou složeni.

Příklady:

- Problém dopravního proudu: Řidiči na silnici se chovají jako stlačitelná tekutina.
- Finanční trhy: Obchodníci na finančních trzích se chovají jako deformovatelné těleso.
- Centrální banky: Rozhodování o změně úrokové míry se řídí modelem pro třecí kontakt pevného tělesa s podložkou.

Rozdíly:

Motto:

Lidé nejsou o nic chytřejší než elementární částice, z nichž jsou složeni.

Příklady:

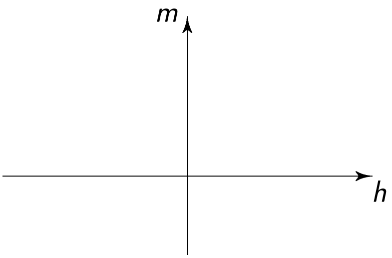
- Problém dopravního proudu: Řidiči na silnici se chovají jako stlačitelná tekutina.
- Finanční trhy: Obchodníci na finančních trzích se chovají jako deformovatelné těleso.
- Centrální banky: Rozhodování o změně úrokové míry se řídí modelem pro třecí kontakt pevného tělesa s podložkou.

Rozdíly:

Pevná tělesa si pamatují svůj tvar, tekutiny nemají paměť.

## Madelungovy zákony magnetické paměti

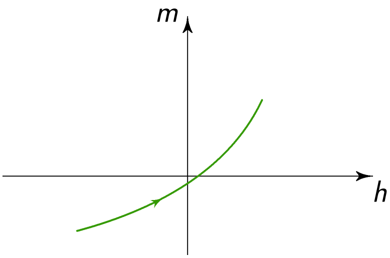
- Tvar monotónní magnetizační křivky nezávisí na rychlosti změny.
- Lokální tvar křivky vycházející z bodu obratu nezávisí na předchozí historii.
- Po druhém obratu se křivka vrací do výchozího bodu.
- Dále křivka pokračuje stejně, jako kdyby žádná odbočka nebyla.




Erwin Madelung: Über Magnetisierung durch schnell verlaufende Ströme und die Wirkungsweise des Rutherford-Marconischen Magnetdetektors. *Ann. Phys.* **17** (1905), 861–890.

## Madelungovy zákony magnetické paměti

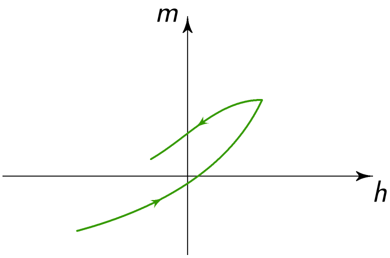
- Tvar monotónní magnetizační křivky nezávisí na rychlosti změny.
- Lokální tvar křivky vycházející z bodu obratu nezávisí na předchozí historii.
- Po druhém obratu se křivka vrací do výchozího bodu.
- Dále křivka pokračuje stejně, jako kdyby žádná odbočka nebyla.




Erwin Madelung: Über Magnetisierung durch schnell verlaufende Ströme und die Wirkungsweise des Rutherford-Marconischen Magnetdetektors. *Ann. Phys.* **17** (1905), 861–890.

# Madelungovy zákony magnetické paměti

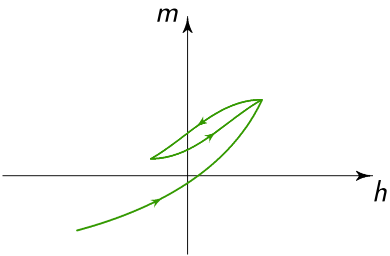
- Tvar monotónní magnetizační křivky nezávisí na rychlosti změny.
- Lokální tvar křivky vycházející z bodu obratu nezávisí na předchozí historii.
- Po druhém obratu se křivka vrací do výchozího bodu.
- Dále křivka pokračuje stejně, jako kdyby žádná odbočka nebyla.




Erwin Madelung: Über Magnetisierung durch schnell verlaufende Ströme und die Wirkungsweise des Rutherford-Marconischen Magnetdetektors. *Ann. Phys.* **17** (1905), 861–890.

## Madelungovy zákony magnetické paměti

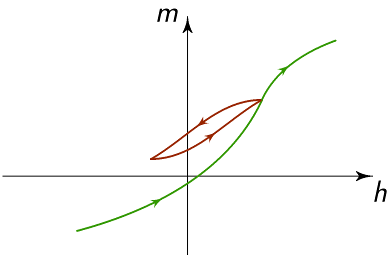
- Tvar monotónní magnetizační křivky nezávisí na rychlosti změny.
- Lokální tvar křivky vycházející z bodu obratu nezávisí na předchozí historii.
- Po druhém obratu se křivka vrací do výchozího bodu.
- Dále křivka pokračuje stejně, jako kdyby žádná odbočka nebyla.




Erwin Madelung: Über Magnetisierung durch schnell verlaufende Ströme und die Wirkungsweise des Rutherford-Marconischen Magnetdetektors. *Ann. Phys.* **17** (1905), 861–890.

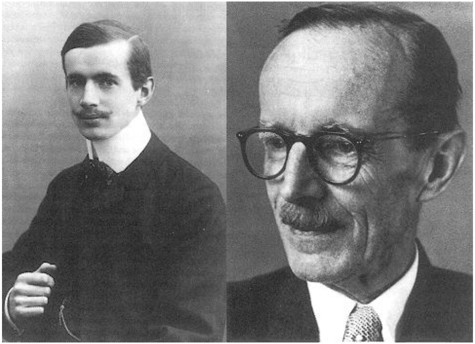
## Madelungovy zákony magnetické paměti

- Tvar monotónní magnetizační křivky nezávisí na rychlosti změny.
- Lokální tvar křivky vycházející z bodu obratu nezávisí na předchozí historii.
- Po druhém obratu se křivka vrací do výchozího bodu.
- Dále křivka pokračuje stejně, jako kdyby žádná odbočka nebyla.




Erwin Madelung: Über Magnetisierung durch schnell verlaufende Ströme und die Wirkungsweise des Rutherford-Marconischen Magnetdetektors. *Ann. Phys.* **17** (1905), 861–890.

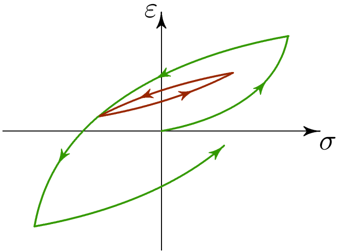
# Erwin Madelung



18. 5. 1881 Bonn – 1. 8. 1972 Frankfurt a.M.

# Prandtlův (Berlinerův) pružně plastický experiment

Stejnou strukturu paměti pozoroval Ludwig Prandtl při cyklickém namáhání kovových materiálů.



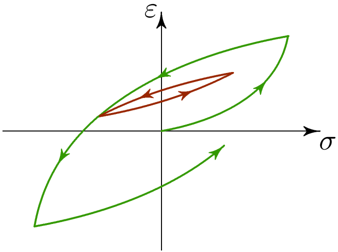

$\sigma$ ... síla

$\varepsilon$ ... deformace

S. Berliner: Über das Verhalten des Gußeisens bei langsamen Belastungswechseln. *Ann. Phys.* **20** (1906), 527–562.

## Prandtlův (Berlinerův) pružně plastický experiment

Stejnou strukturu paměti pozoroval Ludwig Prandtl při cyklickém namáhání kovových materiálů.



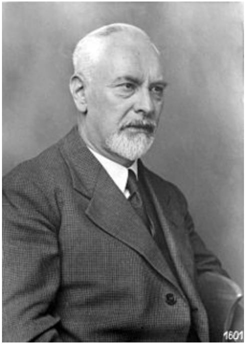

$\sigma$ ... síla

$\varepsilon$ ... deformace

S. Berliner: Über das Verhalten des Gußeisens bei langsamen Belastungswechseln. *Ann. Phys.* **20** (1906), 527–562.

L. Prandtl: Ein Gedankenmodell zur kinetischen Theorie der festen Körper. *Z. Ang. Math. Mech.* **8** (1928), 85–106.

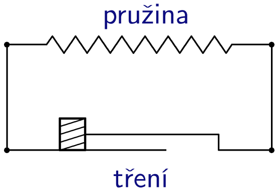
# Ludwig Prandtl

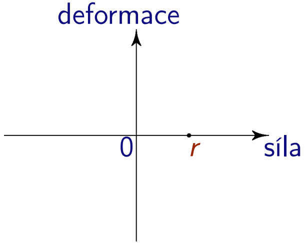



4. 2. 1875 Freising – 15. 8. 1953 Göttingen

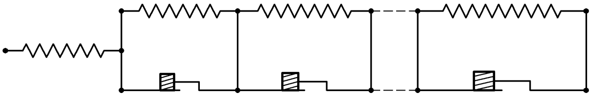
# Prandtlův model

Element paměti je znázorněn jako paralelní kombinace pružiny a tření.



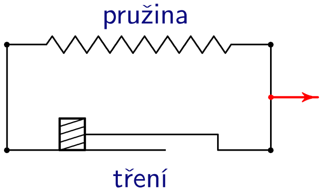



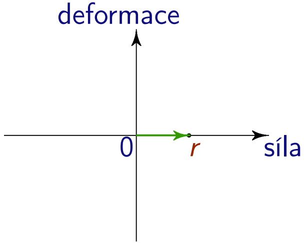

Výsledná paměť je představována jako sériová kombinace jednotlivých elementů (nazývaná též Prandtlův-Išlinského model) s různými hodnotami mezí kluzu a tuhosti pružin:



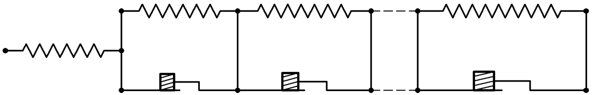
# Prandtlův model

Element paměti je znázorněn jako paralelní kombinace pružiny a tření.



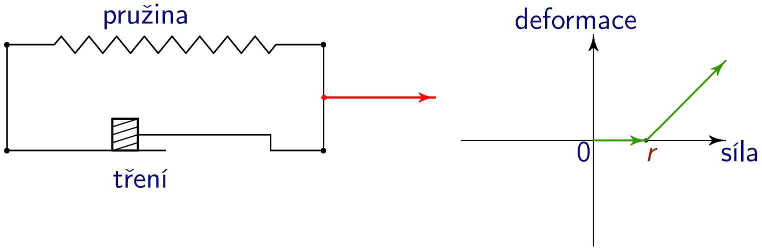




Výsledná paměť je představována jako sériová kombinace jednotlivých elementů (nazývaná též Prandtlův-Išlinského model) s různými hodnotami mezí kluzu a tuhosti pružin:

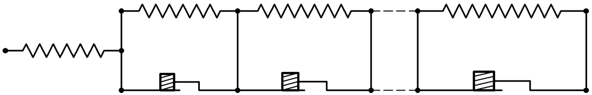


# Prandtlův model

Element paměti je znázorněn jako paralelní kombinace pružiny a tření.

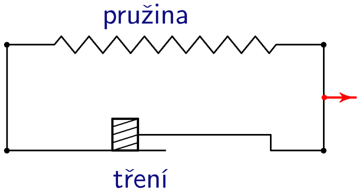


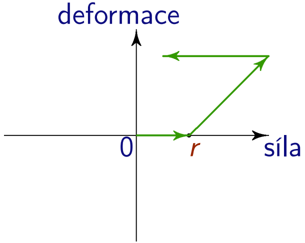

Výsledná paměť je představována jako sériová kombinace jednotlivých elementů (nazývaná též Prandtlův-Išlinského model) s různými hodnotami mezí kluzu a tuhosti pružin:



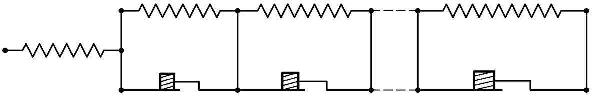
# Prandtlův model

Element paměti je znázorněn jako paralelní kombinace pružiny a tření.



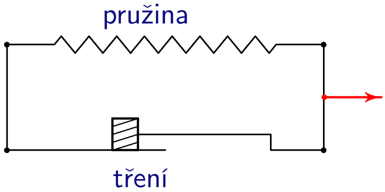



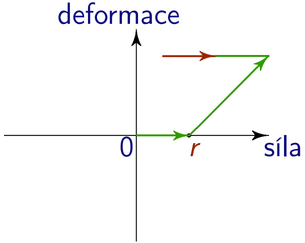

Výsledná paměť je představována jako sériová kombinace jednotlivých elementů (nazývaná též Prandtlův-Išlinského model) s různými hodnotami mezí kluzu a tuhosti pružin:



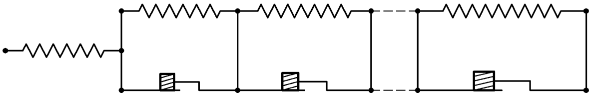
# Prandtlův model

Element paměti je znázorněn jako paralelní kombinace pružiny a tření.



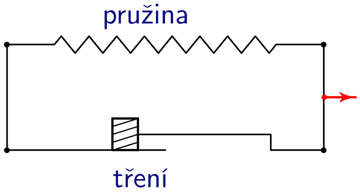



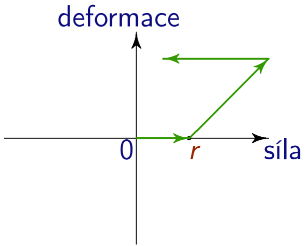

Výsledná paměť je představována jako sériová kombinace jednotlivých elementů (nazývaná též Prandtlův-Išlinského model) s různými hodnotami mezí kluzu a tuhosti pružin:



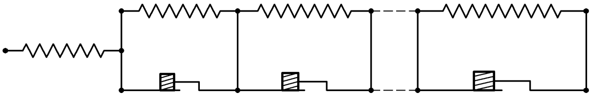
# Prandtlův model

Element paměti je znázorněn jako paralelní kombinace pružiny a tření.



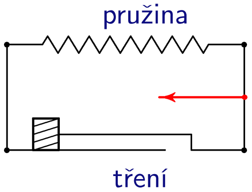



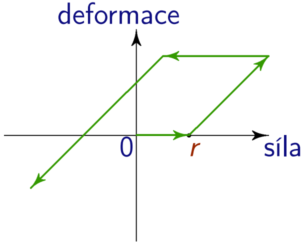

Výsledná paměť je představována jako sériová kombinace jednotlivých elementů (nazývaná též Prandtlův-Išlinského model) s různými hodnotami mezí kluzu a tuhosti pružin:



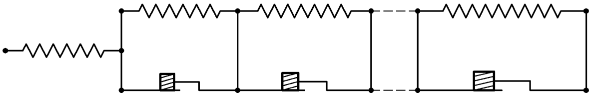
# Prandtlův model

Element paměti je znázorněn jako paralelní kombinace pružiny a tření.



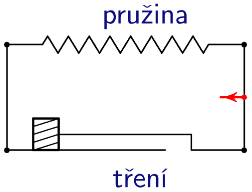



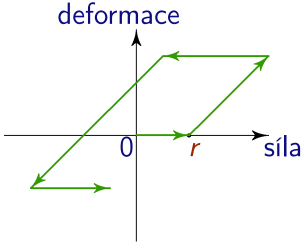

Výsledná paměť je představována jako sériová kombinace jednotlivých elementů (nazývaná též Prandtlův-Išlinského model) s různými hodnotami mezí kluzu a tuhosti pružin:



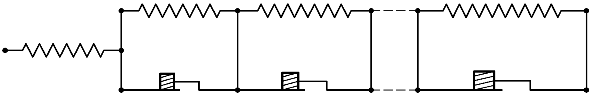
# Prandtlův model

Element paměti je znázorněn jako paralelní kombinace pružiny a tření.

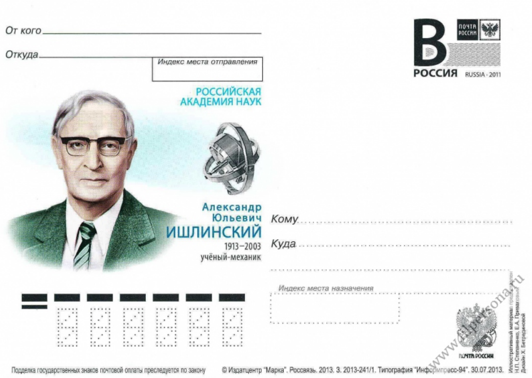



Výsledná paměť je představována jako sériová kombinace jednotlivých elementů (nazývaná též Prandtlův-Išlinského model) s různými hodnotami mezí kluzu a tuhosti pružin:



# Alexander Jul'jevič Išlinskij




24. 7. (6. 8.) 1913 Moskva – 7. 2. 2003 Moskva

# Mark Alexandrovič Krasnosel'skij


27. 4. 1920 Starokonstantinov – 13. 2. 1997 Moskva

## Matematický výsledek

Brokateho věta. *Každý jednorozměrný systém s pamětí splňující Madelungovy zákony lze reprezentovat prostřednictvím funkce působící na Prandtlovu-Išlinského soustavu paměťových elementů*.

## Matematický výsledek

Brokateho věta. *Každý jednorozměrný systém s pamětí splňující Madelungovy zákony lze reprezentovat prostřednictvím funkce působící na Prandtlovu-Išlinského soustavu paměťových elementů*.

Nemusí se nutně jednat o lineární kombinaci jako u původního Prandtlova-Išlinského modelu. Brokateho věta nedává obecný návod, jak najít pro konkrétní systém s pamětí jeho reprezentaci.

## Matematický výsledek

Brokateho věta. *Každý jednorozměrný systém s pamětí splňující Madelungovy zákony lze reprezentovat prostřednictvím funkce působící na Prandtlovu-Išlinského soustavu paměťových elementů*.

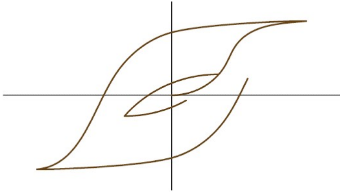
Nemusí se nutně jednat o lineární kombinaci jako u původního Prandtlova-Išlinského modelu. Brokateho věta nedává obecný návod, jak najít pro konkrétní systém s pamětí jeho reprezentaci.

S parametrem $r$ pracujeme jako s novou proměnnou. Je to paměťová proměnná a charakterizuje hloubku paměti.

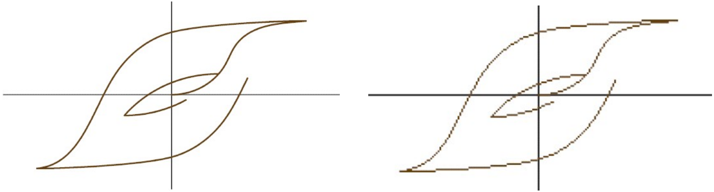
# Martin Brokate

30. 1. 1953 Stuttgart –

# Barkhausenův experiment

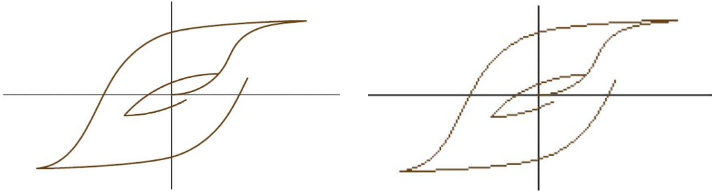


## Barkhausenův experiment



Barkhausen v roce 1919 pozoroval magnetické hysterezní smyčky a všiml si, že nejsou spojité, ale jsou poskládány z malých skoků.

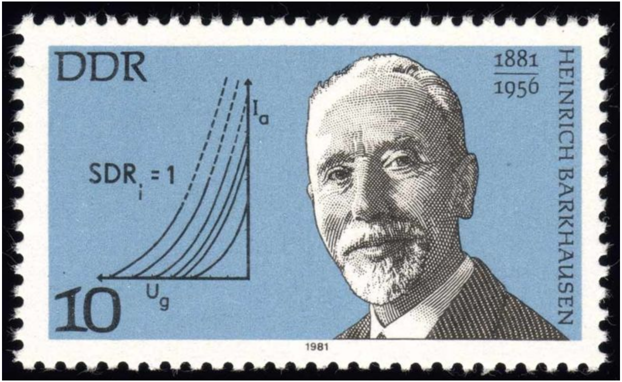
## Barkhausenův experiment



Barkhausen v roce 1919 pozoroval magnetické hysterezní smyčky a všiml si, že nejsou spojité, ale jsou poskládány z malých skoků.

Nová měření ukázala, že skoky nejsou izolované, ale lavinovitě se šíří - mikromagnetická teorie.

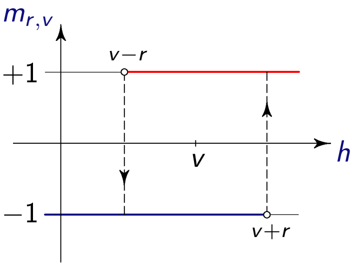
# Heinrich Barkhausen




2. 12. 1881 Brémy – 20. 2. 1956 Drážďany

## Preisachův model: magnetický dipól

Magnetizace dipólu $m_{r,v}$ může nabývat jen dvou hodnot: $+1$ and $-1$. Přepínání dipólu je určeno časovým průběhem intenzity magnetického pole $h$:




Přepíná se při hodnotách
$v$ ... pole interakce
se zpožděním
$r$ ... pole koercivity

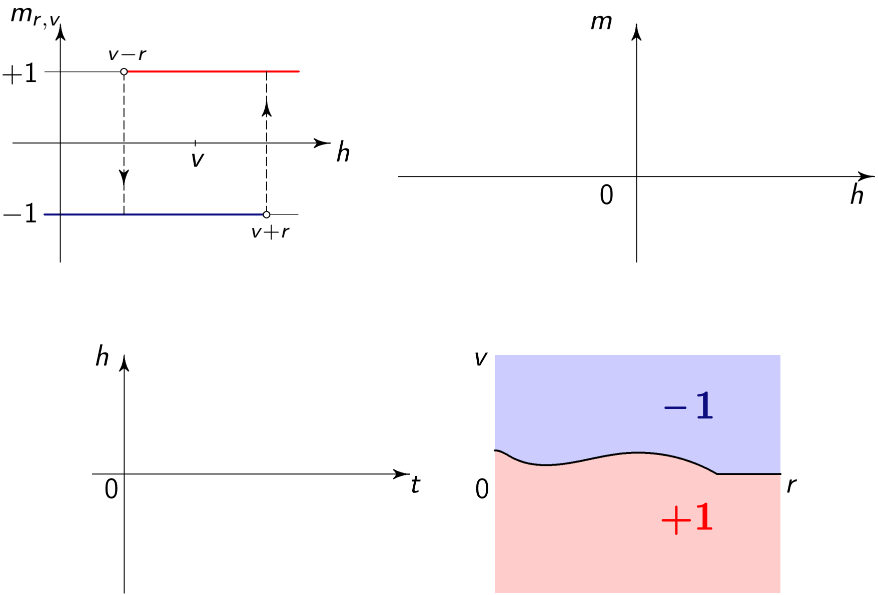
Magnetické vlastnosti konkrétního materiálu závisí na rozložení jednotlivých dipólů $m_{r,v}$ s hustotou pravděpodobnosti $\mu(r, v)$.

F. Preisach: Über die magnetische Nachwirkung. *Z. Phys.* **94** (1935), 277–302.

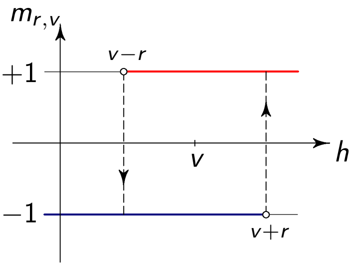
## Ferenc Preisach

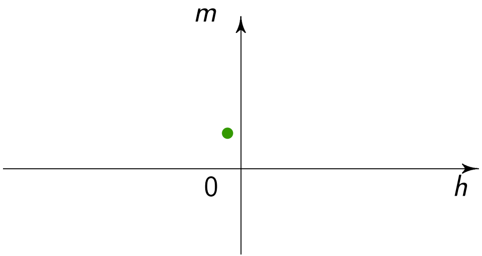
10. 3. 1905 Budapešť – 10(-14). 3. 1943 zajatecký tábor Moršansk (?)

# Preisachův model

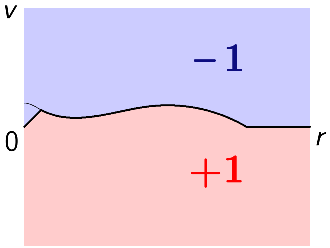


# Preisachův model

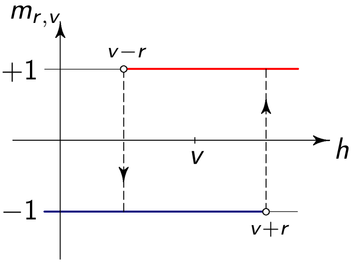


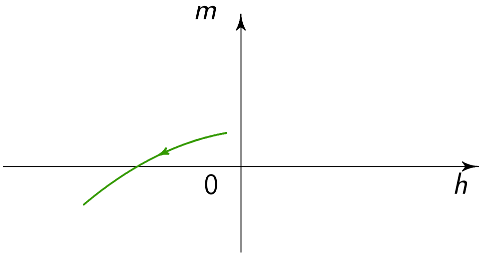




$$m(t) = m_0 \iint_{\mathbf{R}^2_+} m_{r,v}(t)\,\mathrm{d}\mu(r,v)$$

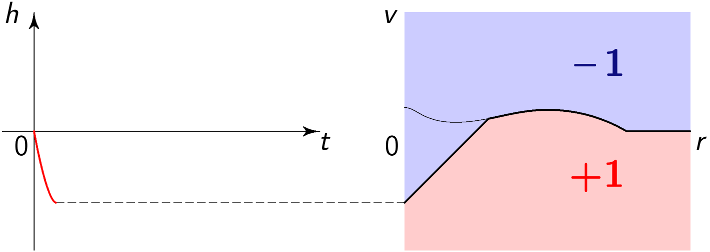



# Preisachův model

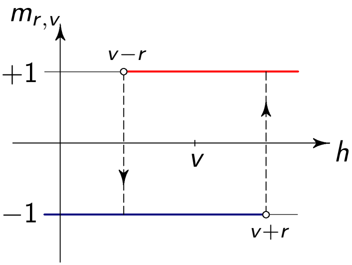


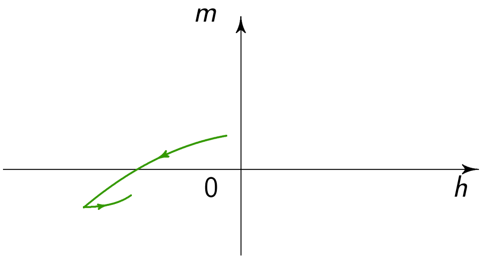




$$m(t) = m_0 \iint_{\mathbf{R}^2_+} m_{r,v}(t)\,\mathrm{d}\mu(r,v)$$

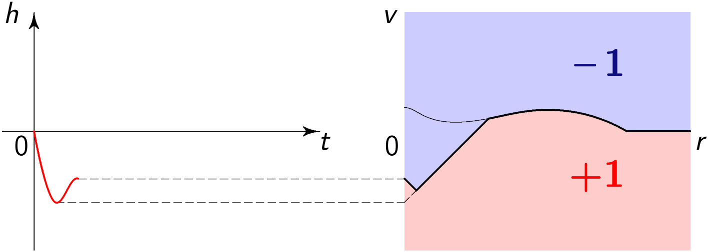


# Preisachův model

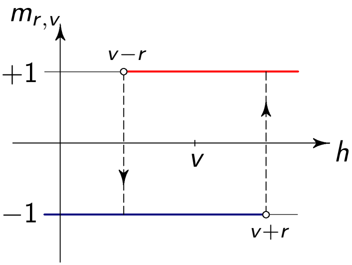


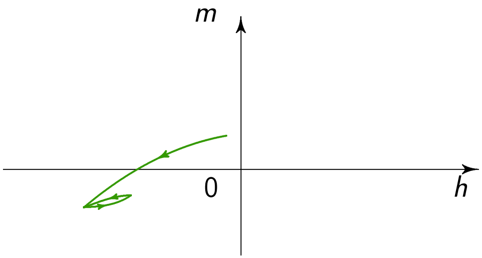




$$m(t) = m_0 \iint_{\mathbf{R}_+^2} m_{r,v}(t)\,\mathrm{d}\mu(r,v)$$

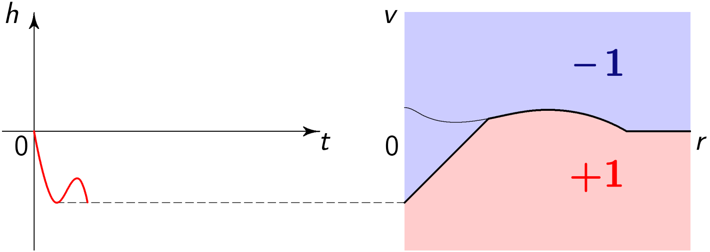


# Preisachův model

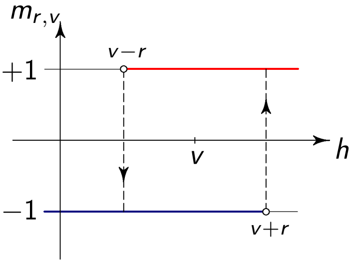


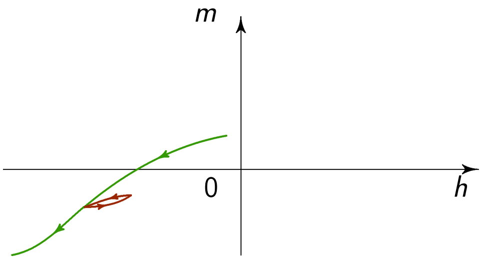




$$m(t) = m_0 \iint_{\mathbf{R}^2_+} m_{r,v}(t)\,\mathrm{d}\mu(r,v)$$

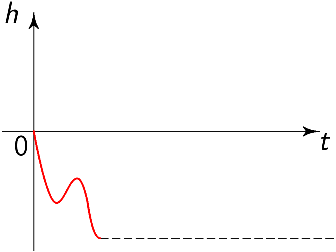


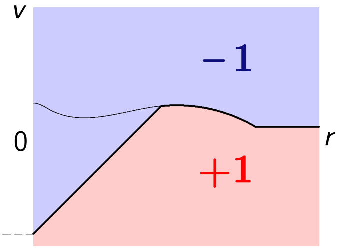
# Preisachův model



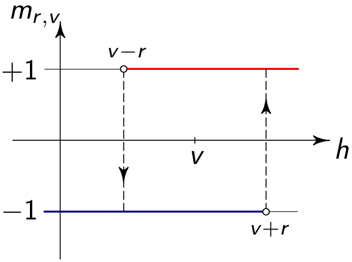



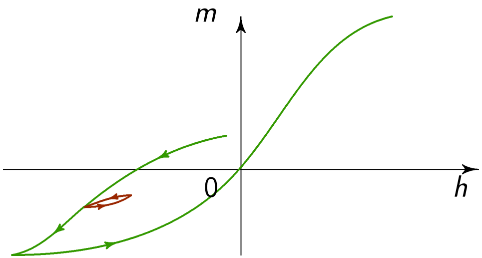

$$m(t) = m_0 \iint_{\mathbf{R}^2_+} m_{r,v}(t)\,\mathrm{d}\mu(r,v)$$



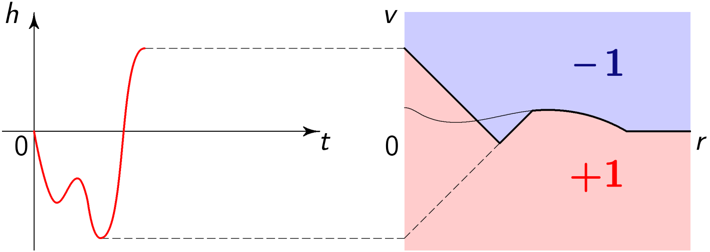



# Preisachův model

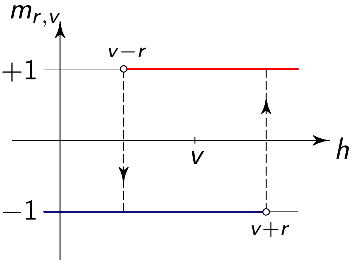


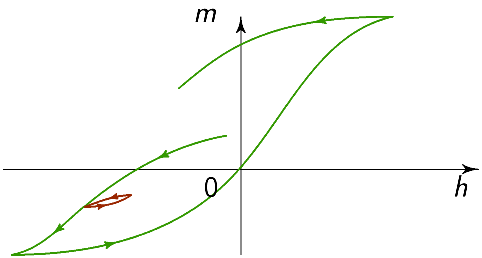




$$m(t) = m_0 \iint_{\mathbf{R}^2_+} m_{r,v}(t)\,\mathrm{d}\mu(r,v)$$

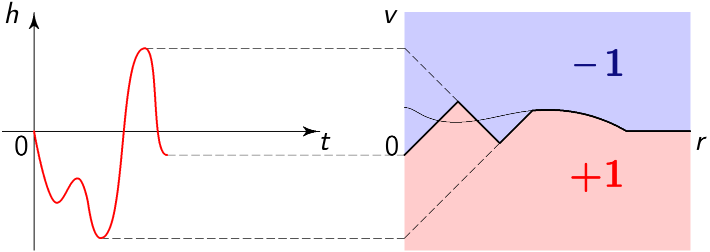


# Preisachův model

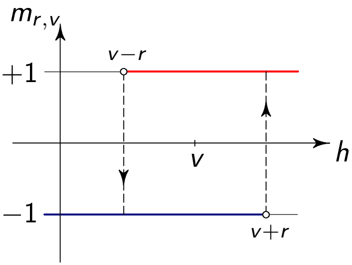


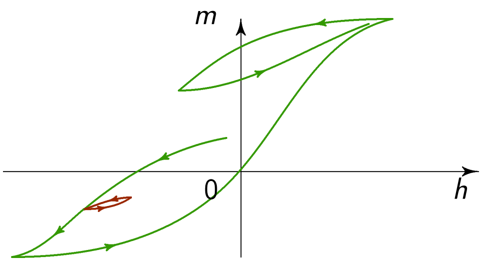




$$m(t) = m_0 \iint_{\mathbf{R}_+^2} m_{r,v}(t)\,\mathrm{d}\mu(r,v)$$

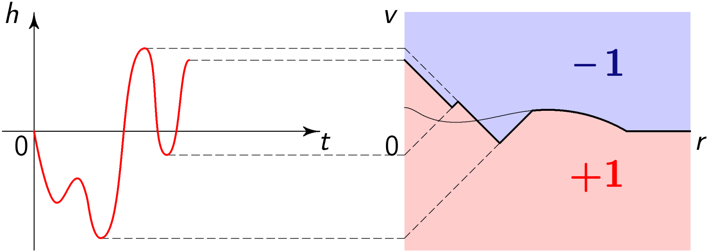


# Preisachův model

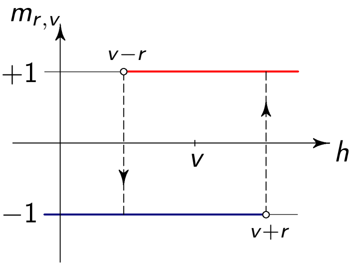


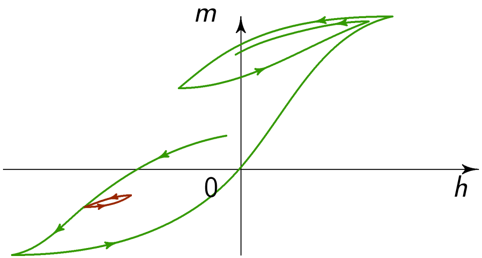




$$m(t) = m_0 \iint_{\mathbf{R}_+^2} m_{r,v}(t)\,\mathrm{d}\mu(r,v)$$

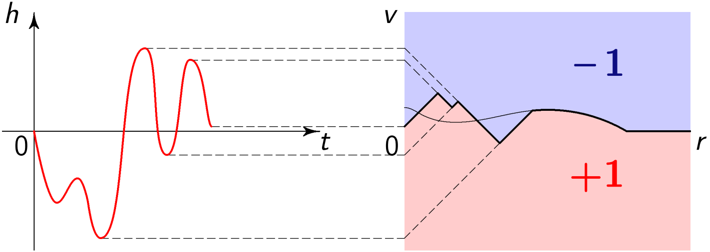


# Preisachův model

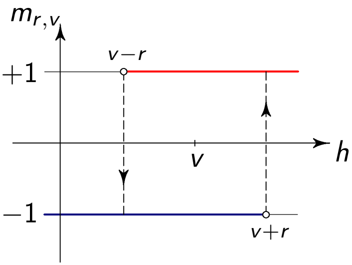


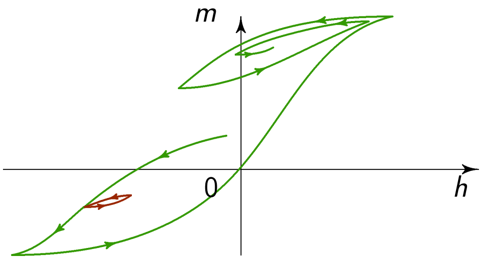




$$m(t) = m_0 \iint_{\mathbf{R}^2_+} m_{r,v}(t)\,\mathrm{d}\mu(r,v)$$

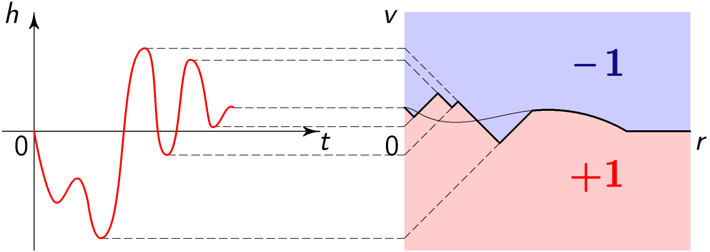


# Preisachův model

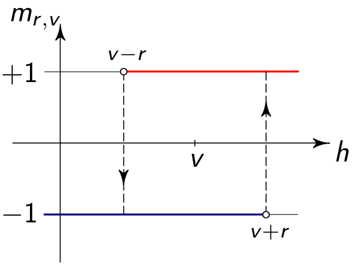


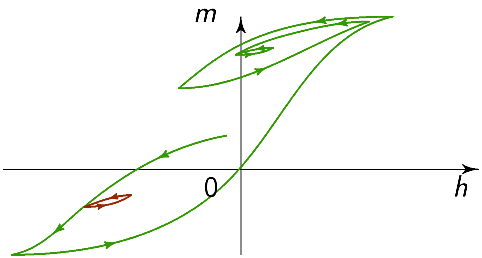




$$m(t) = m_0 \iint_{\mathbf{R}^2_+} m_{r,v}(t)\, \mathrm{d}\mu(r,v)$$

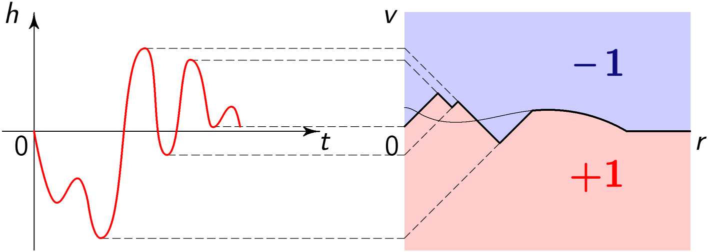


# Preisachův model

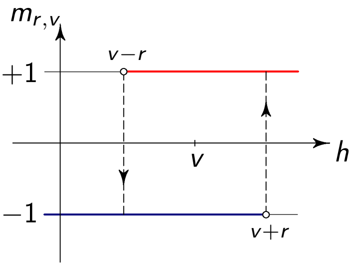


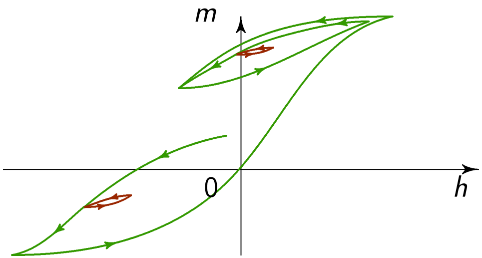




$$m(t) = m_0 \iint_{\mathbf{R}^2_+} m_{r,v}(t)\,\mathrm{d}\mu(r,v)$$

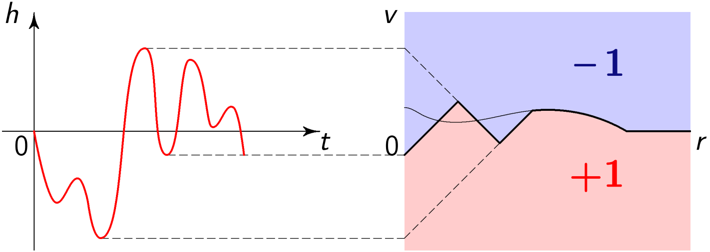


# Preisachův model

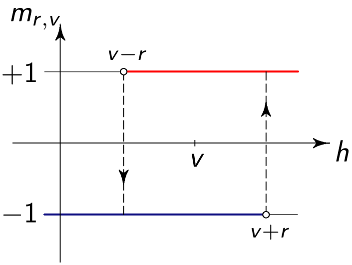


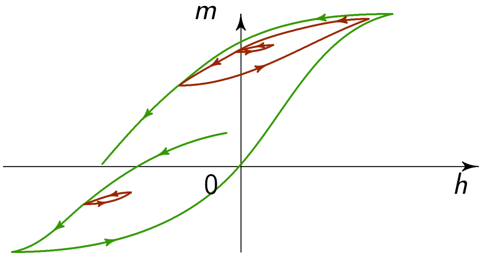




$$m(t) = m_0 \iint_{\mathbf{R}_+^2} m_{r,v}(t)\,\mathrm{d}\mu(r,v)$$

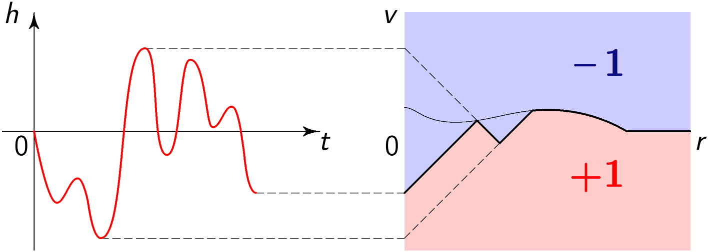


# Preisachův model

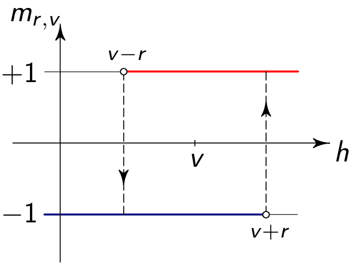


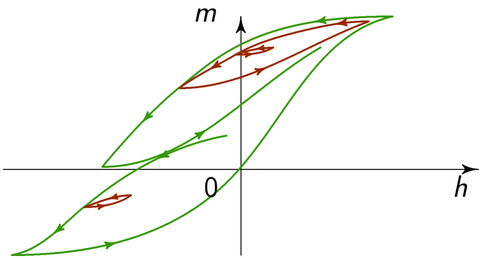




$$m(t) = m_0 \iint_{\mathbf{R}^2_+} m_{r,v}(t)\,\mathrm{d}\mu(r,v)$$

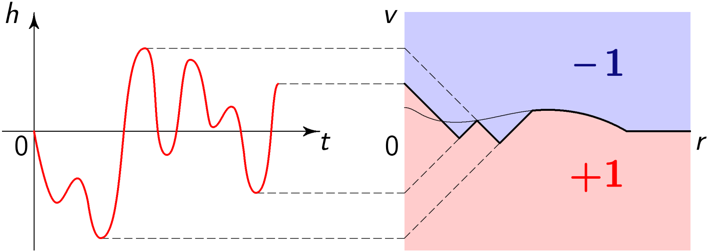


## Preisachův model




$$m(t) = m_0 \iint_{\mathbf{R}^2_+} m_{r,v}(t)\,\mathrm{d}\mu(r,v)$$



## Vztah mezi Preisachovým a Prandtlovým-Išlinského modelem

Věta. *Poloha pohyblivého rozhraní mezi oblastmi dipólů s hodnotami* $-1$ *a* $+1$ *v Preisachově modelu je určena rozložením Prandtlových paměťových elementů při budící síle o stejném průběhu.*

## Vztah mezi Preisachovým a Prandtlovým-Išlinského modelem

Věta. *Poloha pohyblivého rozhraní mezi oblastmi dipólů s hodnotami* $-1$ *a* $+1$ *v Preisachově modelu je určena rozložením Prandtlových paměťových elementů při budící síle o stejném průběhu.*

To je zvláštní případ Brokateho věty, kdy reprezentující funkci lze zapsat pomocí integrálu.

## Vztah mezi Preisachovým a Prandtlovým-Išlinského modelem

Věta. *Poloha pohyblivého rozhraní mezi oblastmi dipólů s hodnotami* $-1$ *a* $+1$ *v Preisachově modelu je určena rozložením Prandtlových paměťových elementů při budící síle o stejném průběhu.*

To je zvláštní případ Brokateho věty, kdy reprezentující funkci lze zapsat pomocí integrálu.

Každý z Prandtlových paměťových elementů lze matematicky definovat jako řešení jisté variační nerovnice.

## Vztah mezi Preisachovým a Prandtlovým-Išlinského modelem

Věta. *Poloha pohyblivého rozhraní mezi oblastmi dipólů s hodnotami* $-1$ *a* $+1$ *v Preisachově modelu je určena rozložením Prandtlových paměťových elementů při budící síle o stejném průběhu.*

To je zvláštní případ Brokateho věty, kdy reprezentující funkci lze zapsat pomocí integrálu.

Každý z Prandtlových paměťových elementů lze matematicky definovat jako řešení jisté variační nerovnice.

Popis časového průběhu Preisachova modelu magnetické hystereze lze tedy převést na matematickou úlohu řešení soustav variačních nerovnic.

## Finanční trhy

## Finanční trhy

Uvažujme obchodování v časovém intervalu $t \in [0, T]$ s určitou komoditou, základní cena za jednotku (závisející např. na měnících se výrobních nákladech, dopravě, politické situaci atd.) v čase $t$ v referenční měně nechť je označena $p(t) > 0$. Tržní cena pak je dána vzorcem

$$q(t) = \varrho^{\kappa}(t)p(t)\,,$$

kde $\varrho(t) > 0$ je koeficient vyjadřující *náladu na trhu* v čase $t$ a $\kappa > 0$ je empirický exponent.

## Finanční trhy

Uvažujme obchodování v časovém intervalu $t \in [0, T]$ s určitou komoditou, základní cena za jednotku (závisející např. na měnících se výrobních nákladech, dopravě, politické situaci atd.) v čase $t$ v referenční měně nechť je označena $p(t) > 0$. Tržní cena pak je dána vzorcem

$$q(t) = \varrho^{\kappa}(t)p(t)\,,$$

kde $\varrho(t) > 0$ je koeficient vyjadřující *náladu na trhu* v čase $t$ a $\kappa > 0$ je empirický exponent.

Označme $A$ množinu *obchodníků*, kteří nakupují a prodávají příslušný produkt. Obchodníky rozdělíme do tříd $A_r \subset A$ podle jejich *obchodní strategie*, kterou charakterizujeme číslem $0 < r < 1$ vyjadřujícím jejich *míru připravenosti riskovat*.

# Rod Cross

27. 3. 1951 Glasgow –

# Alexej Vadimovič Pokrovskij

2. 6. 1948 Voroněž – 1. 9. 2010 Cork

# Obchodní strategie

Obchodníci nereagují okamžitě na malé cenové fluktuace. Každý z nich má jiný přístup k hodnocení rizika a tendencí trhu.

# Obchodní strategie

Obchodníci nereagují okamžitě na malé cenové fluktuace. Každý z nich má jiný přístup k hodnocení rizika a tendencí trhu.

Řekneme, že obchodník $\alpha \in A$ patří do třídy $A_r$, pokud jeho obchodní strategie je následující:

(a) Když $\alpha$ koupí produkt v čase $t_0$ za cenu $q(t_0)$, podrží jej až do doby, než relativní pokles ceny vzhledem k maximu v časech $t > t_0$ dosáhne hodnoty $r$. Okamžik prodeje $t_1$ je tedy definován vztahem

$$t_1 = \min \left\{ t > t_0 : \frac{q(t)}{\max\{q(\tau) : t_0 \le \tau \le t\}} \le 1 - r \right\}.$$

# Obchodní strategie

Obchodníci nereagují okamžitě na malé cenové fluktuace. Každý z nich má jiný přístup k hodnocení rizika a tendencí trhu.

Řekneme, že obchodník $\alpha \in A$ patří do třídy $A_r$, pokud jeho obchodní strategie je následující:

(a) Když $\alpha$ koupí produkt v čase $t_0$ za cenu $q(t_0)$, podrží jej až do doby, než relativní pokles ceny vzhledem k maximu v časech $t > t_0$ dosáhne hodnoty $r$. Okamžik prodeje $t_1$ je tedy definován vztahem

$$t_1 = \min\left\{t > t_0 : \frac{q(t)}{\max\{q(\tau) : t_0 \le \tau \le t\}} \le 1 - r\right\}.$$

(b) Když $\alpha$ prodá produkt v čase $t_1$ za cenu $q(t_1)$, koupí jej zpět teprve tehdy, až relativní přírůstek ceny vzhledem k minimu v časech $t > t_1$ dosáhne hodnoty $r$. Okamžik nákupu $t_2$ je tedy definován vztahem

$$t_2 = \min\left\{t > t_1 : \frac{q(t)}{\min\{q(\tau) : t_1 \le \tau \le t\}} \ge 1 + r\right\}.$$

## Logaritmické ceny

Zvolíme nějakou referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ a definujeme *log-ceny* $v(t) = \log(p(t)/\bar{p})$, $w(t) = \log(q(t)/\bar{p})$ a *logaritmickou náladu trhu* $\sigma(t) = \log \varrho(t)$, které tudíž splňují vztah

$$w(t) = \kappa\sigma(t) + v(t)\,.$$

## Logaritmické ceny

Zvolíme nějakou referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ a definujeme *log-ceny* $v(t) = \log(p(t)/\bar{p})$, $w(t) = \log(q(t)/\bar{p})$ a *logaritmickou náladu trhu* $\sigma(t) = \log \varrho(t)$, které tudíž splňují vztah

$$w(t) = \kappa\sigma(t) + v(t) .$$

Obchodní strategie obchodníků z $A_r$ v log-cenách se dá popsat takto:

## Logaritmické ceny

Zvolíme nějakou referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ a definujeme *log-ceny* $v(t) = \log(p(t)/\bar{p})$, $w(t) = \log(q(t)/\bar{p})$ a *logaritmickou náladu trhu* $\sigma(t) = \log \varrho(t)$, které tudíž splňují vztah

$$w(t) = \kappa\sigma(t) + v(t) .$$

Obchodní strategie obchodníků z $A_r$ v log-cenách se dá popsat takto:

(a') Když $\alpha$ koupí produkt v čase $t_0$ za log-cenu $w(t_0)$, příští čas prodeje $t_1$ se určí jako nejmenší čas $t > t_0$ takový, že

$$w(t) - \max\{w(\tau) : t_0 \leq \tau \leq t\} \leq \log(1 - r) \approx -r.$$

## Logaritmické ceny

Zvolíme nějakou referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ a definujeme *log-ceny* $v(t) = \log(p(t)/\bar{p})$, $w(t) = \log(q(t)/\bar{p})$ a *logaritmickou náladu trhu* $\sigma(t) = \log \varrho(t)$, které tudíž splňují vztah

$$w(t) = \kappa\sigma(t) + v(t)\,.$$

Obchodní strategie obchodníků z $A_r$ v log-cenách se dá popsat takto:

(a') Když $\alpha$ koupí produkt v čase $t_0$ za log-cenu $w(t_0)$, příští čas prodeje $t_1$ se určí jako nejmenší čas $t > t_0$ takový, že

$$w(t) - \max\{w(\tau) : t_0 \leq \tau \leq t\} \leq \log(1 - r) \approx -r.$$

(b') Když $\alpha$ prodá produkt v čase $t_1$ za log-cenu $w(t_1)$, příští čas nákupu $t_2$ je dán jako nejmenší čas $t > t_1$ takový, že

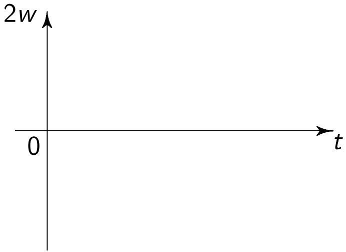
$$w(t) - \min\{w(\tau) : t_1 \leq \tau \leq t\} \geq \log(1 + r) \approx r.$$

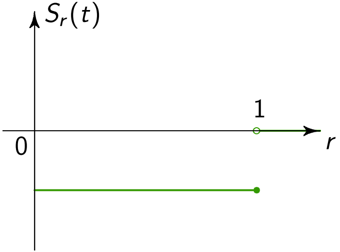
## Funkce vlastnictví

Všichni obchodníci z $A_r$ mají stejnou strategii. Tudíž všichni současně buď příslušný produkt vlastní nebo nevlastní. Stav vlastnictví produktu popíšeme funkcí $S_r(t)$, která může nabývat pouze hodnot $1$ (obchodníci z $A_r$ v čase $t$ produkt vlastní) nebo $-1$ (nevlastní).

Referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ zvolíme tak, aby $+\frac{1}{2}$ byla maximální možná a $-\frac{1}{2}$ minimální možná log-cena pro finanční transakce. Log-ceny se tedy pohybují v intervalu $[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$. Obchodníci z tříd $A_r$ pro $r > 1$ se proto žádné transakce nezúčastní.

Počáteční podmínku zvolíme tak, jako by všichni obchodníci třídy $A_r$ prodali své akcie v nějakém čase $t < 0$ za log-cenu $-\frac{1}{2}$, neboli $S_r(0) = -1$ pro $r \leq 1$.



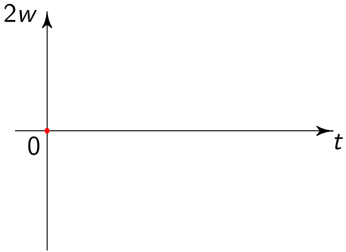



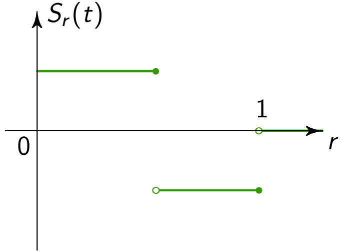
## Funkce vlastnictví

Všichni obchodníci z $A_r$ mají stejnou strategii. Tudíž všichni současně buď příslušný produkt vlastní nebo nevlastní. Stav vlastnictví produktu popíšeme funkcí $S_r(t)$, která může nabývat pouze hodnot $1$ (obchodníci z $A_r$ v čase $t$ produkt vlastní) nebo $-1$ (nevlastní).

Referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ zvolíme tak, aby $+\frac{1}{2}$ byla maximální možná a $-\frac{1}{2}$ minimální možná log-cena pro finanční transakce. Log-ceny se tedy pohybují v intervalu $[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$. Obchodníci z tříd $A_r$ pro $r > 1$ se proto žádné transakce nezúčastní.

Počáteční podmínku zvolíme tak, jako by všichni obchodníci třídy $A_r$ prodali své akcie v nějakém čase $t < 0$ za log-cenu $-\frac{1}{2}$, neboli $S_r(0) = -1$ pro $r \leq 1$.



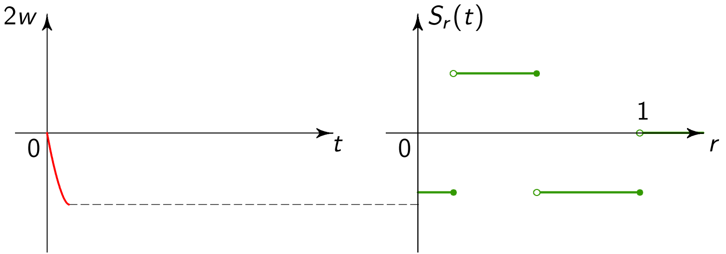



# Funkce vlastnictví

Všichni obchodníci z $A_r$ mají stejnou strategii. Tudíž všichni současně buď příslušný produkt vlastní nebo nevlastní. Stav vlastnictví produktu popíšeme funkcí $S_r(t)$, která může nabývat pouze hodnot $1$ (obchodníci z $A_r$ v čase $t$ produkt vlastní) nebo $-1$ (nevlastní).

Referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ zvolíme tak, aby $+\frac{1}{2}$ byla maximální možná a $-\frac{1}{2}$ minimální možná log-cena pro finanční transakce. Log-ceny se tedy pohybují v intervalu $[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$. Obchodníci z tříd $A_r$ pro $r > 1$ se proto žádné transakce nezúčastní.

Počáteční podmínku zvolíme tak, jako by všichni obchodníci třídy $A_r$ prodali své akcie v nějakém čase $t < 0$ za log-cenu $-\frac{1}{2}$, neboli $S_r(0) = -1$ pro $r \leq 1$.

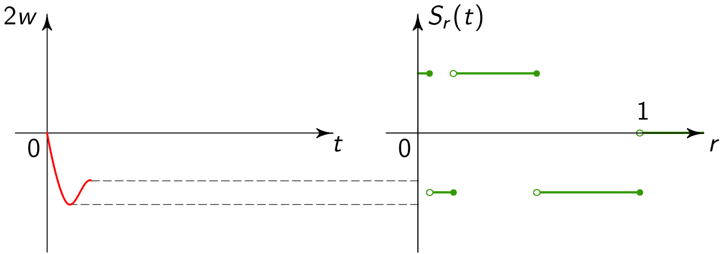


# Funkce vlastnictví

Všichni obchodníci z $A_r$ mají stejnou strategii. Tudíž všichni současně buď příslušný produkt vlastní nebo nevlastní. Stav vlastnictví produktu popíšeme funkcí $S_r(t)$, která může nabývat pouze hodnot $1$ (obchodníci z $A_r$ v čase $t$ produkt vlastní) nebo $-1$ (nevlastní).

Referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ zvolíme tak, aby $+\frac{1}{2}$ byla maximální možná a $-\frac{1}{2}$ minimální možná log-cena pro finanční transakce. Log-ceny se tedy pohybují v intervalu $[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$. Obchodníci z tříd $A_r$ pro $r > 1$ se proto žádné transakce nezúčastní.

Počáteční podmínku zvolíme tak, jako by všichni obchodníci třídy $A_r$ prodali své akcie v nějakém čase $t < 0$ za log-cenu $-\frac{1}{2}$, neboli $S_r(0) = -1$ pro $r \leq 1$.

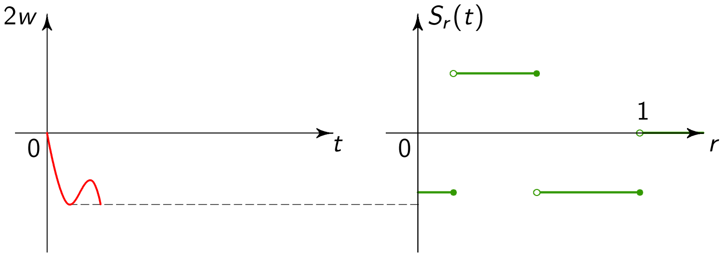


## Funkce vlastnictví

Všichni obchodníci z $A_r$ mají stejnou strategii. Tudíž všichni současně buď příslušný produkt vlastní nebo nevlastní. Stav vlastnictví produktu popíšeme funkcí $S_r(t)$, která může nabývat pouze hodnot $1$ (obchodníci z $A_r$ v čase $t$ produkt vlastní) nebo $-1$ (nevlastní).

Referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ zvolíme tak, aby $+\frac{1}{2}$ byla maximální možná a $-\frac{1}{2}$ minimální možná log-cena pro finanční transakce. Log-ceny se tedy pohybují v intervalu $[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$. Obchodníci z tříd $A_r$ pro $r > 1$ se proto žádné transakce nezúčastní.

Počáteční podmínku zvolíme tak, jako by všichni obchodníci třídy $A_r$ prodali své akcie v nějakém čase $t < 0$ za log-cenu $-\frac{1}{2}$, neboli $S_r(0) = -1$ pro $r \leq 1$.

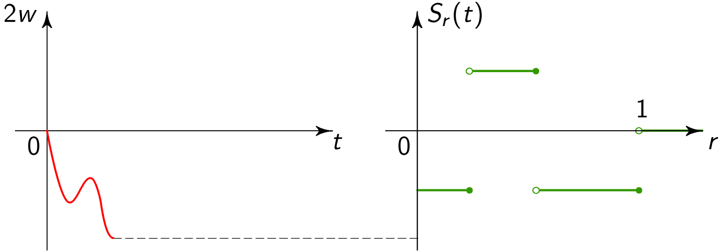


## Funkce vlastnictví

Všichni obchodníci z $A_r$ mají stejnou strategii. Tudíž všichni současně buď příslušný produkt vlastní nebo nevlastní. Stav vlastnictví produktu popíšeme funkcí $S_r(t)$, která může nabývat pouze hodnot $1$ (obchodníci z $A_r$ v čase $t$ produkt vlastní) nebo $-1$ (nevlastní).

Referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ zvolíme tak, aby $+\frac{1}{2}$ byla maximální možná a $-\frac{1}{2}$ minimální možná log-cena pro finanční transakce. Log-ceny se tedy pohybují v intervalu $[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$. Obchodníci z tříd $A_r$ pro $r > 1$ se proto žádné transakce nezúčastní.

Počáteční podmínku zvolíme tak, jako by všichni obchodníci třídy $A_r$ prodali své akcie v nějakém čase $t < 0$ za log-cenu $-\frac{1}{2}$, neboli $S_r(0) = -1$ pro $r \leq 1$.

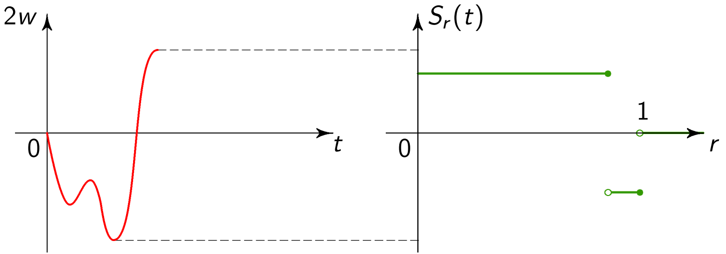


## Funkce vlastnictví

Všichni obchodníci z $A_r$ mají stejnou strategii. Tudíž všichni současně buď příslušný produkt vlastní nebo nevlastní. Stav vlastnictví produktu popíšeme funkcí $S_r(t)$, která může nabývat pouze hodnot $1$ (obchodníci z $A_r$ v čase $t$ produkt vlastní) nebo $-1$ (nevlastní).

Referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ zvolíme tak, aby $+\frac{1}{2}$ byla maximální možná a $-\frac{1}{2}$ minimální možná log-cena pro finanční transakce. Log-ceny se tedy pohybují v intervalu $[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$. Obchodníci z tříd $A_r$ pro $r > 1$ se proto žádné transakce nezúčastní.

Počáteční podmínku zvolíme tak, jako by všichni obchodníci třídy $A_r$ prodali své akcie v nějakém čase $t < 0$ za log-cenu $-\frac{1}{2}$, neboli $S_r(0) = -1$ pro $r \leq 1$.

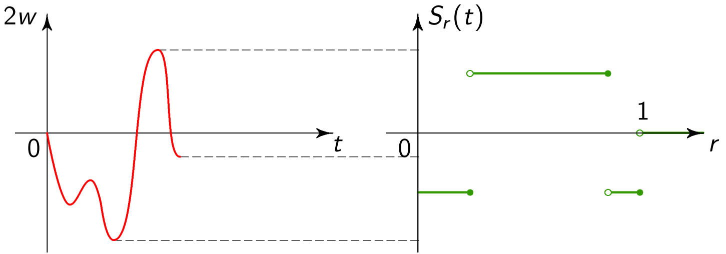


## Funkce vlastnictví

Všichni obchodníci z $A_r$ mají stejnou strategii. Tudíž všichni současně buď příslušný produkt vlastní nebo nevlastní. Stav vlastnictví produktu popíšeme funkcí $S_r(t)$, která může nabývat pouze hodnot $1$ (obchodníci z $A_r$ v čase $t$ produkt vlastní) nebo $-1$ (nevlastní).

Referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ zvolíme tak, aby $+\frac{1}{2}$ byla maximální možná a $-\frac{1}{2}$ minimální možná log-cena pro finanční transakce. Log-ceny se tedy pohybují v intervalu $[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$. Obchodníci z tříd $A_r$ pro $r > 1$ se proto žádné transakce nezúčastní.

Počáteční podmínku zvolíme tak, jako by všichni obchodníci třídy $A_r$ prodali své akcie v nějakém čase $t < 0$ za log-cenu $-\frac{1}{2}$, neboli $S_r(0) = -1$ pro $r \leq 1$.

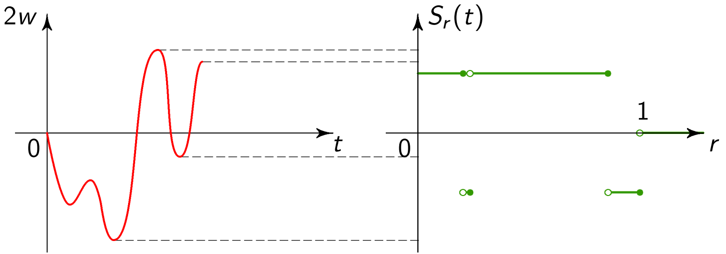


# Funkce vlastnictví

Všichni obchodníci z $A_r$ mají stejnou strategii. Tudíž všichni současně buď příslušný produkt vlastní nebo nevlastní. Stav vlastnictví produktu popíšeme funkcí $S_r(t)$, která může nabývat pouze hodnot $1$ (obchodníci z $A_r$ v čase $t$ produkt vlastní) nebo $-1$ (nevlastní).

Referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ zvolíme tak, aby $+\frac{1}{2}$ byla maximální možná a $-\frac{1}{2}$ minimální možná log-cena pro finanční transakce. Log-ceny se tedy pohybují v intervalu $[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$. Obchodníci z tříd $A_r$ pro $r > 1$ se proto žádné transakce nezúčastní.

Počáteční podmínku zvolíme tak, jako by všichni obchodníci třídy $A_r$ prodali své akcie v nějakém čase $t < 0$ za log-cenu $-\frac{1}{2}$, neboli $S_r(0) = -1$ pro $r \leq 1$.

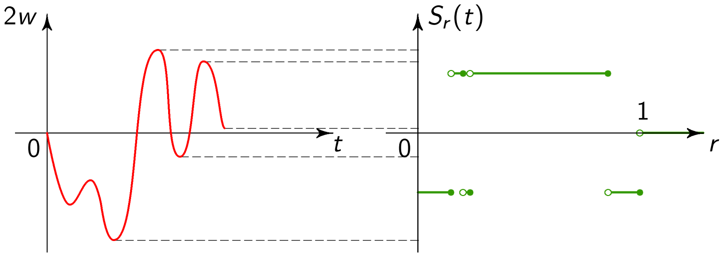


## Funkce vlastnictví

Všichni obchodníci z $A_r$ mají stejnou strategii. Tudíž všichni současně buď příslušný produkt vlastní nebo nevlastní. Stav vlastnictví produktu popíšeme funkcí $S_r(t)$, která může nabývat pouze hodnot $1$ (obchodníci z $A_r$ v čase $t$ produkt vlastní) nebo $-1$ (nevlastní).

Referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ zvolíme tak, aby $+\frac{1}{2}$ byla maximální možná a $-\frac{1}{2}$ minimální možná log-cena pro finanční transakce. Log-ceny se tedy pohybují v intervalu $[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$. Obchodníci z tříd $A_r$ pro $r > 1$ se proto žádné transakce nezúčastní.

Počáteční podmínku zvolíme tak, jako by všichni obchodníci třídy $A_r$ prodali své akcie v nějakém čase $t < 0$ za log-cenu $-\frac{1}{2}$, neboli $S_r(0) = -1$ pro $r \leq 1$.

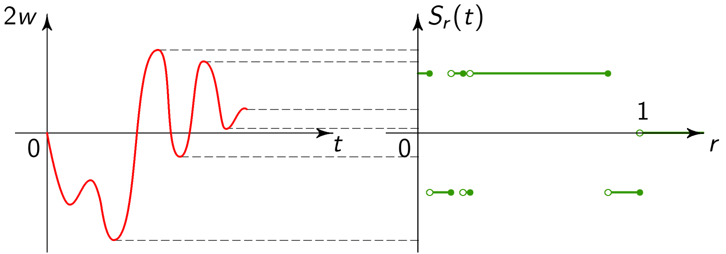


## Funkce vlastnictví

Všichni obchodníci z $A_r$ mají stejnou strategii. Tudíž všichni současně buď příslušný produkt vlastní nebo nevlastní. Stav vlastnictví produktu popíšeme funkcí $S_r(t)$, která může nabývat pouze hodnot $1$ (obchodníci z $A_r$ v čase $t$ produkt vlastní) nebo $-1$ (nevlastní).

Referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ zvolíme tak, aby $+\frac{1}{2}$ byla maximální možná a $-\frac{1}{2}$ minimální možná log-cena pro finanční transakce. Log-ceny se tedy pohybují v intervalu $[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$. Obchodníci z tříd $A_r$ pro $r > 1$ se proto žádné transakce nezúčastní.

Počáteční podmínku zvolíme tak, jako by všichni obchodníci třídy $A_r$ prodali své akcie v nějakém čase $t < 0$ za log-cenu $-\frac{1}{2}$, neboli $S_r(0) = -1$ pro $r \le 1$.

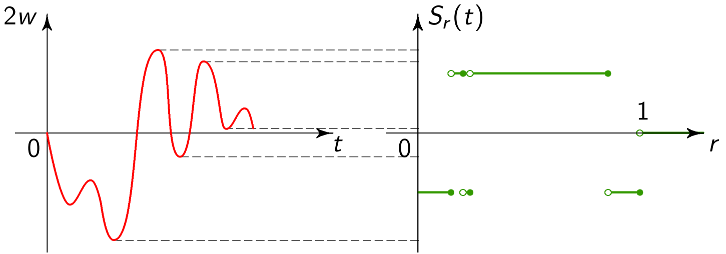


# Funkce vlastnictví

Všichni obchodníci z $A_r$ mají stejnou strategii. Tudíž všichni současně buď příslušný produkt vlastní nebo nevlastní. Stav vlastnictví produktu popíšeme funkcí $S_r(t)$, která může nabývat pouze hodnot $1$ (obchodníci z $A_r$ v čase $t$ produkt vlastní) nebo $-1$ (nevlastní).

Referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ zvolíme tak, aby $+\frac{1}{2}$ byla maximální možná a $-\frac{1}{2}$ minimální možná log-cena pro finanční transakce. Log-ceny se tedy pohybují v intervalu $[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$. Obchodníci z tříd $A_r$ pro $r > 1$ se proto žádné transakce nezúčastní.

Počáteční podmínku zvolíme tak, jako by všichni obchodníci třídy $A_r$ prodali své akcie v nějakém čase $t < 0$ za log-cenu $-\frac{1}{2}$, neboli $S_r(0) = -1$ pro $r \leq 1$.

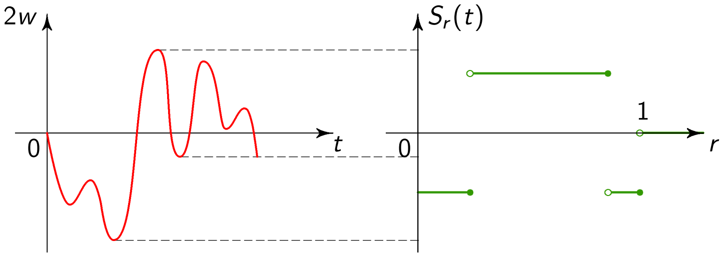


## Funkce vlastnictví

Všichni obchodníci z $A_r$ mají stejnou strategii. Tudíž všichni současně buď příslušný produkt vlastní nebo nevlastní. Stav vlastnictví produktu popíšeme funkcí $S_r(t)$, která může nabývat pouze hodnot $1$ (obchodníci z $A_r$ v čase $t$ produkt vlastní) nebo $-1$ (nevlastní).

Referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ zvolíme tak, aby $+\frac{1}{2}$ byla maximální možná a $-\frac{1}{2}$ minimální možná log-cena pro finanční transakce. Log-ceny se tedy pohybují v intervalu $[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$. Obchodníci z tříd $A_r$ pro $r > 1$ se proto žádné transakce nezúčastní.

Počáteční podmínku zvolíme tak, jako by všichni obchodníci třídy $A_r$ prodali své akcie v nějakém čase $t < 0$ za log-cenu $-\frac{1}{2}$, neboli $S_r(0) = -1$ pro $r \leq 1$.

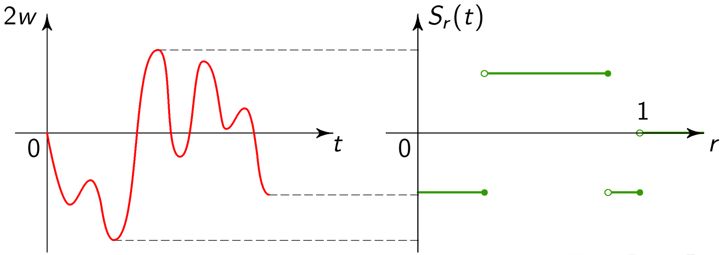


# Funkce vlastnictví

Všichni obchodníci z $A_r$ mají stejnou strategii. Tudíž všichni současně buď příslušný produkt vlastní nebo nevlastní. Stav vlastnictví produktu popíšeme funkcí $S_r(t)$, která může nabývat pouze hodnot $1$ (obchodníci z $A_r$ v čase $t$ produkt vlastní) nebo $-1$ (nevlastní).

Referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ zvolíme tak, aby $+\frac{1}{2}$ byla maximální možná a $-\frac{1}{2}$ minimální možná log-cena pro finanční transakce. Log-ceny se tedy pohybují v intervalu $[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$. Obchodníci z tříd $A_r$ pro $r > 1$ se proto žádné transakce nezúčastní.

Počáteční podmínku zvolíme tak, jako by všichni obchodníci třídy $A_r$ prodali své akcie v nějakém čase $t < 0$ za log-cenu $-\frac{1}{2}$, neboli $S_r(0) = -1$ pro $r \leq 1$.

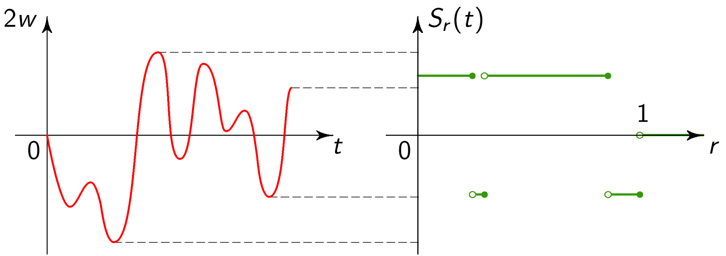


## Funkce vlastnictví

Všichni obchodníci z $A_r$ mají stejnou strategii. Tudíž všichni současně buď příslušný produkt vlastní nebo nevlastní. Stav vlastnictví produktu popíšeme funkcí $S_r(t)$, která může nabývat pouze hodnot $1$ (obchodníci z $A_r$ v čase $t$ produkt vlastní) nebo $-1$ (nevlastní).

Referenční měnovou jednotku $\bar{p}$ zvolíme tak, aby $+\frac{1}{2}$ byla maximální možná a $-\frac{1}{2}$ minimální možná log-cena pro finanční transakce. Log-ceny se tedy pohybují v intervalu $[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$. Obchodníci z tříd $A_r$ pro $r > 1$ se proto žádné transakce nezúčastní.

Počáteční podmínku zvolíme tak, jako by všichni obchodníci třídy $A_r$ prodali své akcie v nějakém čase $t < 0$ za log-cenu $-\frac{1}{2}$, neboli $S_r(0) = -1$ pro $r \leq 1$.



## Nálada na trhu

## Nálada na trhu

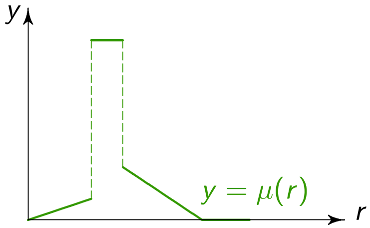
Uvažujme nejdřív zjednodušený model, v němž všichni obchodníci mají stejnou logaritmickou tržní náladu $\sigma(t)$, která se řídí jen podle relativní „tržní síly" tříd $A_r$.

## Nálada na trhu

Uvažujme nejdřív zjednodušený model, v němž všichni obchodníci mají stejnou logaritmickou tržní náladu $\sigma(t)$, která se řídí jen podle relativní „tržní síly'' tříd $A_r$.

Jinak řečeno: předpokládáme, že existuje funkce $\mu(r)$ vyjadřující *relativní váhu názoru* obchodníků z $A_r$, a taková, že

$$\sigma(t) = \int_0^1 \mu(r) S_r(t) \, \mathrm{d}r.$$




Graf funkce $\mu$ má typicky zvonovitý tvar, $\mu(0) = \mu(1) = 0$.

## Vztah modelu finančního trhu k Preisachovu a Prandtlovu-Išlinského modelu

Věta. *Funkce vlastnictví* $S_r(t)$ *je rovna derivaci podle paměťové proměnné* $r$ *Prandtlovy paměťové funkce, která popisuje pohyb rozhraní v Preisachově modelu.*

## Vztah modelu finančního trhu k Preisachovu a Prandtlovu-Išlinského modelu

Věta. *Funkce vlastnictví $S_r(t)$ je rovna derivaci podle paměťové proměnné $r$ Prandtlovy paměťové funkce, která popisuje pohyb rozhraní v Preisachově modelu.*

Zobrazení $F$, které log-ceně $w(t)$ přiřazuje tržní náladu $\sigma(t)$ podle vzorce

$$\sigma(t) = F(w)(t)$$

proto patří do třídy Prandtlových-Išlinského operátorů a tržní log-cenu $w(t)$ při dané historii vstupní log-ceny $v(t)$ určíme jako řešení rovnice

$$w(t) = \kappa F(w)(t) + v(t).$$

## Vztah modelu finančního trhu k Preisachovu a Prandtlovu-Išlinského modelu

Věta. *Funkce vlastnictví $S_r(t)$ je rovna derivaci podle paměťové proměnné $r$ Prandtlovy paměťové funkce, která popisuje pohyb rozhraní v Preisachově modelu.*

Zobrazení $F$, které log-ceně $w(t)$ přiřazuje tržní náladu $\sigma(t)$ podle vzorce

$$\sigma(t) = F(w)(t)$$

proto patří do třídy Prandtlových-Išlinského operátorů a tržní log-cenu $w(t)$ při dané historii vstupní log-ceny $v(t)$ určíme jako řešení rovnice

$$w(t) = \kappa F(w)(t) + v(t).$$

Tato rovnice je jednoznačně řešitelná pro každý průběh vstupní log-ceny $v(t)$, právě když

$$\kappa\mu(r) < 1 \qquad \text{pro všechna } r > 0.$$

# Jak vznikají singularity na trhu?

## Jak vznikají singularity na trhu?

Sklon každé ze soustavy křivek $w - \kappa F(w)$ je $1 - \kappa\mu(r)$. Jestliže podmínka

$$\kappa\mu(r) < 1 \qquad \text{pro všechna } r > 0$$

není splněna, není tržní log-cena $w(t)$ jednoznačně určena průběhem vstupní log-ceny $v(t)$ a mohou se objevovat finanční bubliny!

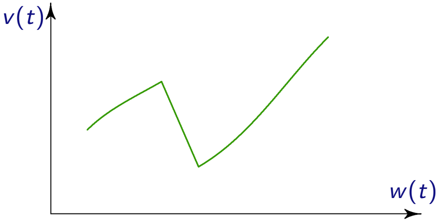
## Jak vznikají singularity na trhu?

Sklon každé ze soustavy křivek $w - \kappa F(w)$ je $1 - \kappa\mu(r)$. Jestliže podmínka

$$\kappa\mu(r) < 1 \qquad \text{pro všechna } r > 0$$

není splněna, není tržní log-cena $w(t)$ jednoznačně určena průběhem vstupní log-ceny $v(t)$ a mohou se objevovat finanční bubliny!

Představme si situaci, kdy vstupní log-cena $v(t)$ roste,



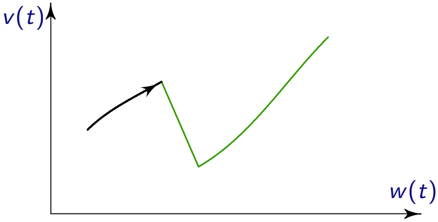
Jak vznikají singularity na trhu?

Sklon každé ze soustavy křivek $w - \kappa F(w)$ je $1 - \kappa\mu(r)$. Jestliže podmínka

$$\kappa\mu(r) < 1 \qquad \text{pro všechna } r > 0$$

není splněna, není tržní log-cena $w(t)$ jednoznačně určena průběhem vstupní log-ceny $v(t)$ a mohou se objevovat finanční bubliny!

Představme si situaci, kdy vstupní log-cena $v(t)$ roste,




Zelenou barvou je označena stoupající větev operátoru $w - \kappa F(w)$.

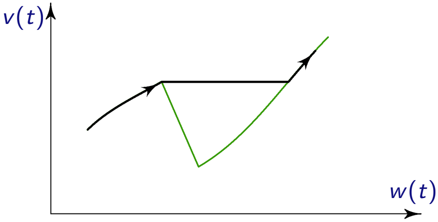
## Jak vznikají singularity na trhu?

Sklon každé ze soustavy křivek $w - \kappa F(w)$ je $1 - \kappa\mu(r)$. Jestliže podmínka

$$\kappa\mu(r) < 1 \qquad \text{pro všechna } r > 0$$

není splněna, není tržní log-cena $w(t)$ jednoznačně určena průběhem vstupní log-ceny $v(t)$ a mohou se objevovat finanční bubliny!

Představme si situaci, kdy vstupní log-cena $v(t)$ roste,




Zelenou barvou je označena stoupající větev operátoru $w - \kappa F(w)$.

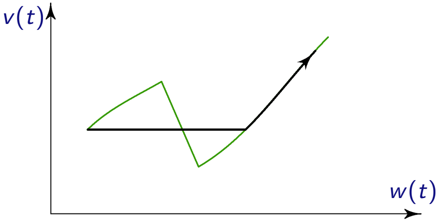
## Jak vznikají singularity na trhu?

Sklon každé ze soustavy křivek $w - \kappa F(w)$ je $1 - \kappa\mu(r)$. Jestliže podmínka

$$\kappa\mu(r) < 1 \qquad \text{pro všechna } r > 0$$

není splněna, není tržní log-cena $w(t)$ jednoznačně určena průběhem vstupní log-ceny $v(t)$ a mohou se objevovat finanční bubliny!

Představme si situaci, kdy vstupní log-cena $v(t)$ roste,




Zelenou barvou je označena stoupající větev operátoru $w - \kappa F(w)$.

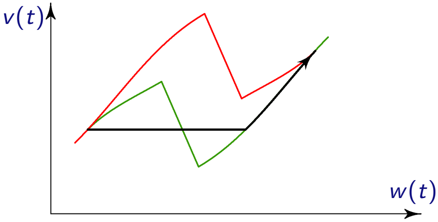
# Jak vznikají singularity na trhu?

Sklon každé ze soustavy křivek $w - \kappa F(w)$ je $1 - \kappa\mu(r)$. Jestliže podmínka

$$\kappa\mu(r) < 1 \qquad \text{pro všechna } r > 0$$

není splněna, není tržní log-cena $w(t)$ jednoznačně určena průběhem vstupní log-ceny $v(t)$ a mohou se objevovat finanční bubliny!

Představme si situaci, kdy vstupní log-cena $v(t)$ roste,




Zelenou barvou je označena stoupající větev operátoru $w - \kappa F(w)$.

Červenou barvou je označena klesající větev operátoru $w - \kappa F(w)$.

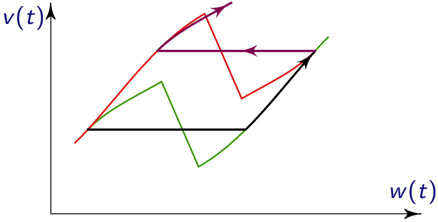
# Jak vznikají singularity na trhu?

Sklon každé ze soustavy křivek $w - \kappa F(w)$ je $1 - \kappa\mu(r)$. Jestliže podmínka

$$\kappa\mu(r) < 1 \qquad \text{pro všechna } r > 0$$

není splněna, není tržní log-cena $w(t)$ jednoznačně určena průběhem vstupní log-ceny $v(t)$ a mohou se objevovat finanční bubliny!

Představme si situaci, kdy vstupní log-cena $v(t)$ roste,




Zelenou barvou je označena stoupající větev operátoru $w - \kappa F(w)$.

Červenou barvou je označena klesající větev operátoru $w - \kappa F(w)$.

Zpětný skok = finanční bublina !

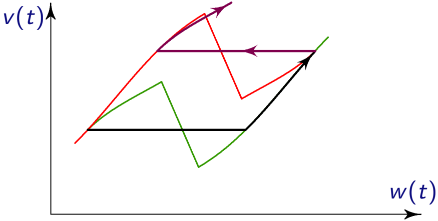
## Jak vznikají singularity na trhu?

Sklon každé ze soustavy křivek $w - \kappa F(w)$ je $1 - \kappa\mu(r)$. Jestliže podmínka

$$\kappa\mu(r) < 1 \qquad \text{pro všechna } r > 0$$

není splněna, není tržní log-cena $w(t)$ jednoznačně určena průběhem vstupní log-ceny $v(t)$ a mohou se objevovat finanční bubliny!

Představme si situaci, kdy vstupní log-cena $v(t)$ roste,




Zelenou barvou je označena stoupající větev operátoru $w - \kappa F(w)$.

Červenou barvou je označena klesající větev operátoru $w - \kappa F(w)$.

Zpětný skok = finanční bublina !

Důsledek. Finanční bubliny mohou vznikat tehdy, když malá skupina silných obchodníků dominantně ovlivňuje náladu na trhu.

# Závěry

## Závěry

- Vývoj na finančních trzích popisujeme pomocí Prandtlových a Prandtlových-Išlinského mechanických modelů paměti;

## Závěry

- Vývoj na finančních trzích popisujeme pomocí Prandtlových a Prandtlových-Išlinského mechanických modelů paměti;
- Podobně lze modelovat situace, kdy nálada na trhu není jednotná; různí obchodníci mohou mít různé nálady. To vede na složitější soustavy rovnic s nespojitými Prandtlovými-Išlinského operátory;

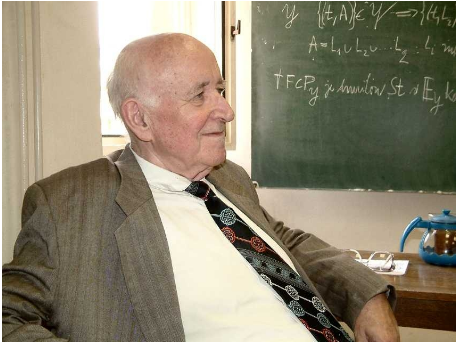
## Závěry

- Vývoj na finančních trzích popisujeme pomocí Prandtlových a Prandtlových-Išlinského mechanických modelů paměti;
- Podobně lze modelovat situace, kdy nálada na trhu není jednotná; různí obchodníci mohou mít různé nálady. To vede na složitější soustavy rovnic s nespojitými Prandtlovými-Išlinského operátory;
- Také rozhodování centrálních bank o úpravě úrokové míry na základě informací o vývoji HDP a inflace se dají popsat Prandtlovým-Išlinského počtem. Lze přitom odvodit podmínky pro polohu a případně stabilitu rovnovážných stavů;

## Závěry

- Vývoj na finančních trzích popisujeme pomocí Prandtlových a Prandtlových-Išlinského mechanických modelů paměti;
- Podobně lze modelovat situace, kdy nálada na trhu není jednotná; různí obchodníci mohou mít různé nálady. To vede na složitější soustavy rovnic s nespojitými Prandtlovými-Išlinského operátory;
- Také rozhodování centrálních bank o úpravě úrokové míry na základě informací o vývoji HDP a inflace se dají popsat Prandtlovým-Išlinského počtem. Lze přitom odvodit podmínky pro polohu a případně stabilitu rovnovážných stavů;
- Jedním z hlavních matematických nástrojů na zkoumání nespojitých procesů s pamětí je Kurzweilův integrál.

## Jaroslav Kurzweil



7. 5. 1926 Praha –

## Poučení pro investory

## Poučení pro investory

**Př 23, 4**
Neštvi se za bohatstvím, z vlastního rozumu toho zanech.

## Poučení pro investory

**Př 23, 4**

Neštvi se za bohatstvím, z vlastního rozumu toho zanech.

**Mt 19, 23-24**

Ježíš řekl svým učedníkům: „Amen, pravím vám, že bohatý těžko vejde do království nebeského. Znovu vám říkám, snáze projde velbloud uchem jehly než bohatý do Božího království."

## Poučení pro investory

**Př 23, 4**
Neštvi se za bohatstvím, z vlastního rozumu toho zanech.

**Mt 19, 23-24**
Ježíš řekl svým učedníkům: „Amen, pravím vám, že bohatý těžko vejde do království nebeského. Znovu vám říkám, snáze projde velbloud uchem jehly než bohatý do Božího království."

**Dhammapada, 15/200**
velmi šťastně žijeme
my, kdo nic nemáme,
budeme se živit radostným nadšením
jako Zářící bohové