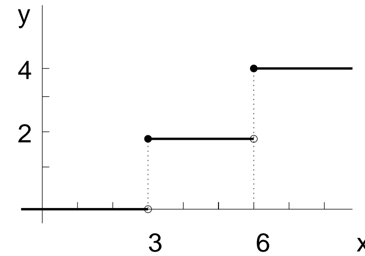
Řez, negace

Řez a upnutí

```
f(X,0) :- X < 3, !.
f(X,2) :- 3 =< X, X < 6, !.
f(X,4) :- 6 =< X.
```

přidání **operátoru řezu** ,,!''




```
?- f(1,Y), Y>2.

f(X,0) :- X < 3, !.  %(1)
f(X,2) :- X < 6, !.  %(2)
f(X,4).

?- f(1,Y).
```

- Smazání řezu v (1) a (2) změní deklarativní význam programu
- **Upnutí:** po splnění podcílů před řezem se už další klauzule neuvažují

Řez a ořezání

```
f(X,Y) :- s(X,Y).
s(X,Y) :- Y is X + 1.
s(X,Y) :- Y is X + 2.

?- f(1,Z).
Z = 2 ? ;
Z = 3 ? ;
no
```

```
f(X,Y) :- s(X,Y), !.
s(X,Y) :- Y is X + 1.
s(X,Y) :- Y is X + 2.

?-  f(1,Z).
Z = 2 ? ;
no
```

- **Ořezání:** po splnění podcílů před řezem se už neuvažuje další možné splnění těchto podcílů
- Smazání řezu změní deklarativní význam programu

Chování operátoru řezu

- Předpokládejme, že klauzule `H :- T1, T2, ..., Tm, !, ...Tn.` je aktivována voláním cíle G, který je unifikovatelný s H. G=h(X,Y)
- V momentě, kdy je nalezen řez, existuje řešení cílů T1, . . . , Tm X=1,Y=1
- **Ořezání:** při provádění řezu se už další možné splnění cílů T1, . . . , Tm nehledá a všechny ostatní alternativy jsou odstraněny Y=2
- **Upnutí:** dále už nevyvolávám další klauzule, jejichž hlava je také unifikovatelná s G X=2

```
?- h(X,Y).

h(1,Y) :- t1(Y), !.
h(2,Y) :- a.

t1(1) :- b.
t1(2) :- c.
```

```
          h(X,Y)
  X=1   /    \  X=2
    t1(Y)     a   (vynechej: upnutí)
Y=1 /    \ Y=2
  b        c   (vynechej: ořezání)
/
```

Řez: příklad

```
c(X) :- p(X).            c1(X) :- p(X), !.
c(X) :- v(X).            c1(X) :- v(X).

          p(1).  p(2).       v(2).

?- c(2).                 ?- c1(2).
true ? ;  %p(2)          true ?  ; %p(2)
true ? ;  %v(2)          no
no

?- c(X).                 ?- c1(X).
X = 1 ? ; %p(1)          X = 1 ?  ; %p(1)
X = 2 ? ; %p(2)          no
X = 2 ? ; %v(2)
no
```


Řez: cvičení

1. Porovnejte chování uvedených programů pro zadané dotazy.

```
a(X,X) :- b(X).        a(X,X) :- b(X),!.      a(X,X) :- b(X),c.
a(X,Y) :- Y is X+1.    a(X,Y) :- Y is X+1.    a(X,Y) :- Y is X+1.
b(X) :- X > 10.        b(X) :- X > 10.        b(X) :- X > 10.
                                              c :- !.

?- a(X,Y).
?- a(1,Y).
?- a(11,Y).
```

2. Napište predikát pro výpočet maxima `max( X, Y, Max )`

Typy řezu

- Zlepšení efektivity programu: určíme, které alternativy nemá smysl zkoušet
- **Zelený řez:** odstraní pouze neúspěšná odvození
  - `f(X,1) :- X >= 0, !.  f(X,-1) :- X < 0.`
    bez řezu zkouším pro nezáporná čísla 2. klauzuli
- **Modrý řez:** odstraní redundantní řešení
  - `f(X,1) :- X >= 0, !.  f(0,1). f(X,-1) :- X < 0.` bez řezu vrací f(0,1) 2x
- **Červený řez:** odstraní úspěšná řešení
  - `f(X,1) :- X >= 0, !.  f(_X,-1).` bez řezu uspěje 2. klauzule pro nezáporná čísla

Negace jako neúspěch

- **Speciální cíl pro nepravdu (neúspěch)** `fail` **a pravdu** `true`
- X a Y nejsou unifikovatelné: `different(X, Y)`
- ```
  different( X, Y ) :- X = Y, !, fail.
  different( _X, _Y ).
  ```
- X je muž: `muz(X)`

  ```
  muz( X ) :- zena( X ), !, fail.
  muz( _X ).
  ```
  ```

Negace jako neúspěch: operátor \+

- `different(X,Y) :- X = Y, !, fail.` `different(_X,_Y).` `muz(X) :- zena(X), !, fail.` `muz(_X).`
- Unární operátor \+ P
  - jestliže P uspěje, potom \+ P neuspěje
    `\+(P) :- P, !, fail.`
  - v opačném případě \+ P uspěje
    `\+(_).`
- `different( X, Y ) :- \+ X=Y.`
- `muz( X ) :- \+ zena( X ).`
- Pozor: takto definovaná negace \+P vyžaduje **konečné odvození** P

Negace a proměnné

```
\+(P) :- P, !, fail. % (I)
\+(_).               % (II)

dobre( citroen ).         % (1)
dobre( bmw ).             % (2)

drahe( bmw ).             % (3)

rozumne( Auto ) :-        % (4)
   \+ drahe( Auto ).

?- dobre( X ), rozumne( X ).
```

dobre(X),rozumne(X)
| dle (1), X/citroen
rozumne(citroen)
| dle (4)
\+ drahe(citroen) — dle (II) → □ yes
| dle (I)
drahe(citroen),!, fail
|
no

Negace a proměnné

```
\+(P) :- P, !, fail. % (I)
\+(_).               % (II)

dobre( citroen ).         % (1)
dobre( bmw ).             % (2)

drahe( bmw ).             % (3)

rozumne( Auto ) :-        % (4)
   \+ drahe( Auto ).

?- rozumne( X ), dobre( X ).
```

rozumne(X), dobre(X)
| dle (4)
\+ drahe(X), dobre(X)
| dle (I)
drahe(X),!,fail,dobre(X)
| dle (3), X/bmw
!, fail, dobre(bmw)
|
fail,dobre(bmw)
|
no

Bezpečný cíl

- `?- rozumne( citroen ).` yes
  `?- rozumne( X ).` no
- `?- \+ drahe( citroen ).` yes
  `?- \+ drahe( X ).` no
- \+ P **je bezpečný: proměnné** P **jsou v okamžiku volání** P **instanciovány**
  - negaci používáme pouze pro bezpečný cíl P

Chování negace

- `?- \+ drahe( citroen ).` yes

  `?- \+ drahe( X ).` no
- Negace jako neúspěch používá **předpoklad uzavřeného světa**

  pravdivé je pouze to, co je dokazatelné
- `?- \+ drahe( X ).` \+ drahe(X) :- drahe(X),!,fail. \+ drahe(X).

  není dokazatelné, že existuje X takové, že drahe(X) platí

  tj. **pro všechna** X platí `\+ drahe( X )`
- `?- drahe( X ).`

  VÍME: existuje X takové, že `drahe( X )` platí
- ALE: pro cíle s negací neplatí **existuje** X takové, že `\+ drahe( X )`

⇒ **negace jako neúspěch není ekvivalentní negaci v matematické logice**

Predikáty na řízení běhu programu I.

- **řez „!"**
- `fail`: cíl, který vždy neuspěje `true`: cíl, který vždy uspěje
- \+ P: negace jako neúspěch

  `\+ P :- P, !, fail; true.`
- `once(P)`: vrátí pouze jedno řešení cíle P

  `once(P) :- P, !.`
- Vyjádření **podmínky:** `P -> Q ; R`
  - jestliže platí P tak Q `(P -> Q ; R) :- P, !, Q.`
  - v opačném případě R `(P -> Q ; R) :- R.`
  - příklad:`abs(X, AbsX ) :- X >= 0 -> AbsX = X ; AbsX is - X.`
- `P -> Q`
  - odpovídá: `(P -> Q; fail)`
  - příklad: `zaporne(X) :- number(X) -> X < 0.`

Predikáty na řízení běhu programu II.

- `call(P)`: zavolá cíl P a uspěje, pokud uspěje P
- nekonečná posloupnost backtrackovacích voleb: `repeat`

```
repeat.
repeat :- repeat.
```

klasické použití: **generuj akci** X**, proveď ji a otestuj, zda neskončit**

```
Hlava :- ...
        uloz_stav( StaryStav ),
        repeat,
          generuj( X ),       % deterministické: generuj, provadej, testuj
          provadej( X ),
          testuj( X ),
        !,
        obnov_stav( StaryStav ),
        ...
```


Seznamy

Reprezentace seznamu

- **Seznam**: [a, b, c], prázdný seznam []
- **Hlava (libovolný objekt)**, **tělo (seznam)**: .(Hlava, Telo)
  - všechny strukturované objekty stromy – i seznamy
  - funktor ".", dva argumenty
  - .(a, .(b, .(c, []))) = [a, b, c]
  - notace: [Hlava | Telo] = [a|Telo]

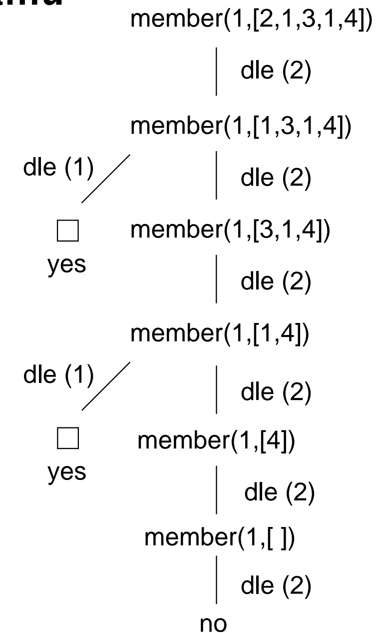
    Telo je v [a|Telo] seznam, tedy píšeme [a, b, c] = [a | [b, c]]
- Lze psát i: [a,b|Telo]
  - před "|" je libovolný počet prvků seznamu , za "|" je seznam zbývajících prvků
  - [a,b,c] = [a|[b,c]] = [a,b|[c]] = [a,b,c|[]]
  - pozor: [[a,b] | [c]] ≠ [a,b | [c]]
- Seznam jako **neúplná datová struktura:** [a,b,c|T]
  - Seznam = [a,b,c|T], T = [d,e|S], Seznam = [a,b,c,d,e|S]

Prvek seznamu

- member(X, S)
- platí: member(b, [a,b,c]).
- neplatí: member(b, [[a,b]|[c]]).
- X je prvek seznamu S, když
  - X je hlava seznamu S nebo

    member(X, [X | _]). %(1)
  - X je prvek těla seznamu S

    member(X, [_ | Telo]) :-
        member(X, Telo). %(2)
- Další příklady použití:
  - member(X,[1,2,3]).
  - member(1,[2,1,3,1]).



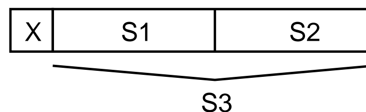
Spojení seznamů

- append(L1, L2, L3)
- Platí: append([a,b], [c,d], [a,b,c,d])
- Neplatí: append([b,a], [c,d], [a,b,c,d]),

    append([a,[b]], [c,d], [a,b,c,d])
- Definice:
  - pokud je 1. argument prázdný seznam, pak 2. a 3. argument jsou stejné seznamy:

    append([], S, S).
  - pokud je 1. argument neprázdný seznam, pak má 3. argument stejnou hlavu jako 1.:

    append([X|S1], S2, [X|S3]) :- append(S1, S2, S3).



Příklady použití append

- append([], S, S).

  append([X|S1], S2, [X|S3]) :- append(S1, S2, S3).
- **Spojení seznamů:** append([a,b,c], [1,2,3], S).

  S = [a,b,c,1,2,3]

  append([a, [b,c], d], [a, [], b], S).

  S = [a, [b,c], d, a, [], b]]
- **Dekompozice seznamu na dva seznamy:** append(S1, S2, [a, b]).

  S1 = [], S2 = [a,b] ;

  S1 = [a], S2 = [b] ? ;

  S1 = [a,b], S2 = []
- **Vyhledávání v seznamu:** append(Pred, [c | Za], [a,b,c,d,e]).

  Pred = [a,b], Za = [d,e]
- **Předchůdce a následník:** append(_, [Pred,c,Za|_], [a,b,c,d,e]).

  Pred = b, Za = d

Smazání prvku seznamu

- Smazání prvku `delete( X, S, S1 )`
  - jestliže X je hlava seznamu S, pak výsledkem je tělo S
    ```
    delete( X, [X|Telo], Telo).
    ```
  - jestliže X je v těle seznamu, pak X je smazán až v těle
    ```
    delete( X, [Y|Telo], [Y|Telo1] ) :- delete( X, Telo, Telo1 ).
    ```
- `delete` smaže libovolný výskyt prvku pomocí backtrackingu
  ```
  ?- delete(a, [a,b,a,a], S).
  S = [b,a,a];
  S = [a,b,a];
  S = [a,b,a]
  ```
- `delete`, který smaže pouze první výskyt prvku X
  - ```
    delete( X, [X|Telo], Telo) :- !.
    delete( X, [Y|Telo], [Y|Telo1] ) :- delete( X, Telo, Telo1).
    ```
    ```