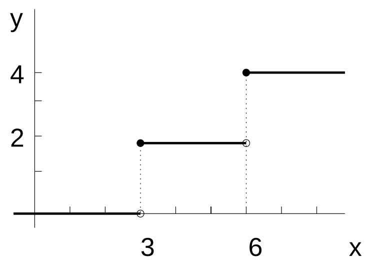
Řez, negace

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 chování 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 chování programu

Chování operátoru řezu

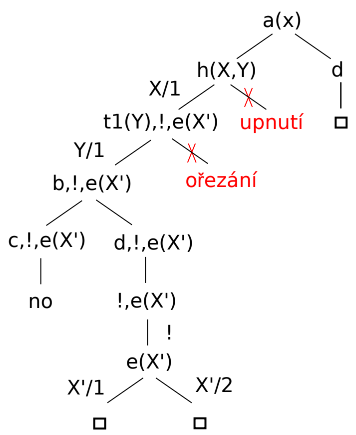
- Předpokládejme, že klauzule `H :- T1, T2, ..., Tm, !, ...Tn.` je aktivována voláním cíle G, který je unifikovatelný s H. G=h(X,Y)
- V momentě, kdy je nalezen řez, existuje řešení cílů T1, . . . , Tm X=1,Y=1
- **Ořezání:** při provádění řezu se už další možné splnění cílů T1, . . . , Tm nehledá a všechny 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: návrat na rodiče

```
?- a(X).

(1) a(X) :- h(X,Y).
(2) a(X) :- d.

(3) h(1,Y) :- t1(Y), !, e(X).
(4) h(2,Y) :- a.

(5) t1(1) :- b.
(6) t1(2) :- c.

(7) b :- c.
(8) b :- d.

(9) d.

(10) e(1) .
(11) e(2).
```



- Po zpracování klauzule s řezem se vracím až na rodiče této klauzule, tj. a(X)

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

  Poznámka: na vstupu pro X očekávám číslo
- **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 \+

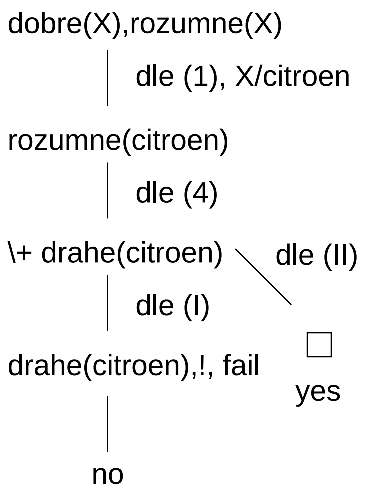
- `different(X,Y) :- X = Y, !, fail.`
  `different(_X,_Y).`

`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

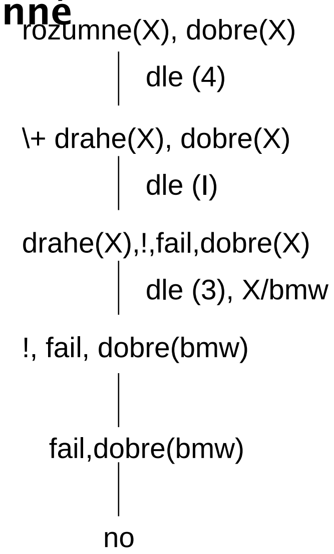
Negace a proměnné

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

dobre( citroen ).         % (1)
dobre( bmw ).             % (2)
drahe( bmw ).             % (3)
rozumne( Auto ) :-        % (4)
   \+ drahe( Auto ).

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



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 ).
```



Bezpečný cíl

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

  `?- \+ drahe( X ).` no
- `?- rozumne( citroen ).` yes

  `?- rozumne( 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
- `?- drahe( X ).`

  PTÁME SE: existuje X takové, že `drahe( X )` platí?
- `?- \+ drahe( X ).` \+ drahe(X) :- drahe(X),!,fail. \+ drahe(X).

  z definice \+ plyne: není dokazatelné, že existuje X takové, že drahe(X) platí

  tj. **pro všechna** X platí `\+ drahe( X )`
- TEDY: pro cíle s negací neplatí **existuje** X takové, že `\+ drahe( X )`

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

- Negace jako neúspěch používá **předpoklad uzavřeného světa**

  pravdivé je pouze to, co je dokazatelné

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: `min(X,Y,Z) :- X =< Y -> Z = X ; Z = Y.`
- `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]`

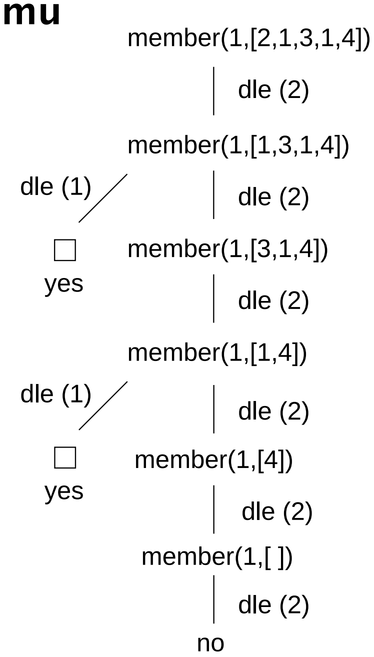
    `Telo` je v `[a|Telo]` seznam, tedy píšeme [a, b, c] = [a | [b, c]]
- Lze psát i: `[a,b|Telo]`
  - před "|" je libovolný počet prvků seznamu , za "|" je seznam zbývajících prvků
  - `[a,b,c] = [a|[b,c]] = [a,b|[c]] = [a,b,c|[]]`
  - pozor: `[ [a,b] | [c] ]` ≠ `[ a,b | [c] ]`
- Seznam jako **neúplná datová 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)
    ```
- Příklady použití:
  - `member(1,[2,1,3]).`
  - `member(X,[1,2,3]).`

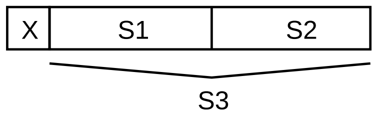


Spojení seznamů

- `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).`



Cvičení: append/2

```
append( [], S, S ).     % (1)
append( [X|S1], S2, [X|S3] ) :- append( S1, S2, S3).   % (2)

:- append([1,2],[3,4],A).
        | (2)
        | A=[1|B]
        |
:- append([2],[3,4],B).
        | (2)
        | B=[2|C]  => A=[1,2|C]
        |
:- append([],[3,4],C).
        | (1)
        | C=[3,4]  => A=[1,2,3,4],
        |
       yes
```