

Řez, negace

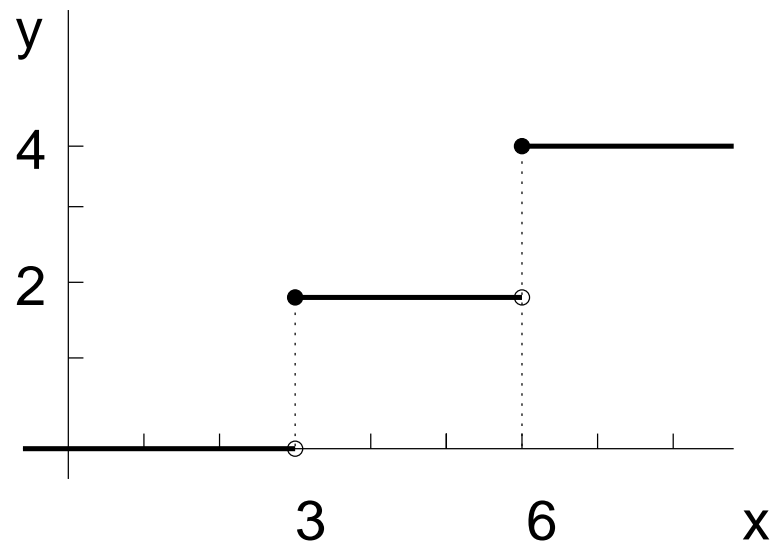
Řez a upnutí

$f(X,0) :- X < 3$.

$f(X,2) :- 3 \leq X, X < 6$.

$f(X,4) :- 6 \leq X$.

přidání **operátoru řezu** `!, !'`



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

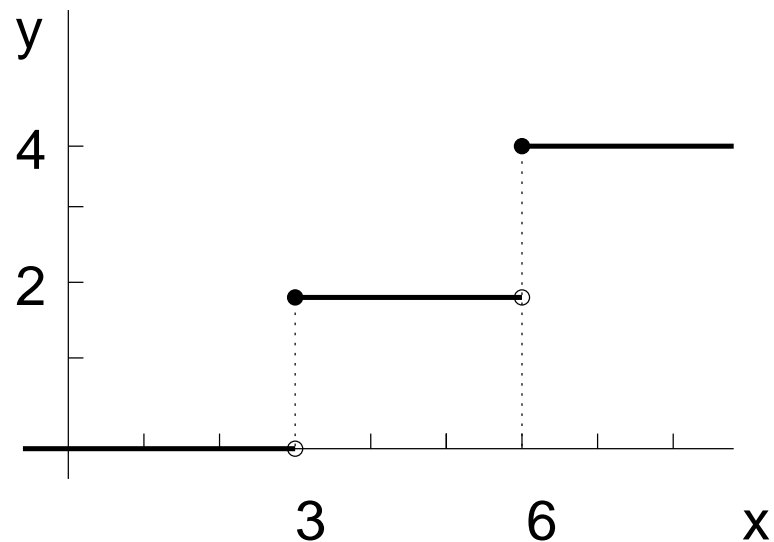
Řez a upnutí

$f(X,0) :- X < 3, !.$

$f(X,2) :- 3 \leq X, X < 6, !.$

$f(X,4) :- 6 \leq X.$

přidání **operátoru řezu** `,,!’’`



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

Upnutí: po splnění podcílů před řezem se už další klauzule neuvažují

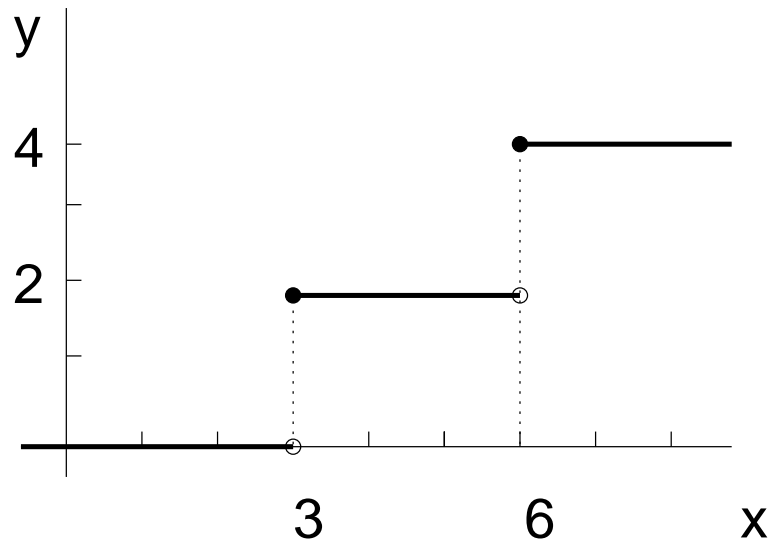
Řez a upnutí

$f(X,0) :- X < 3, !.$

$f(X,2) :- 3 \leq X, X < 6, !.$

$f(X,4) :- 6 \leq X.$

přidání **operátoru řezu** `,,!'`



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

$f(X,0) :- X < 3, !. \quad \%(1)$

$f(X,2) :- X < 6, !. \quad \%(2)$

$f(X,4).$

Upnutí: po splnění podcílů před řezem se už další klauzule neuvažují

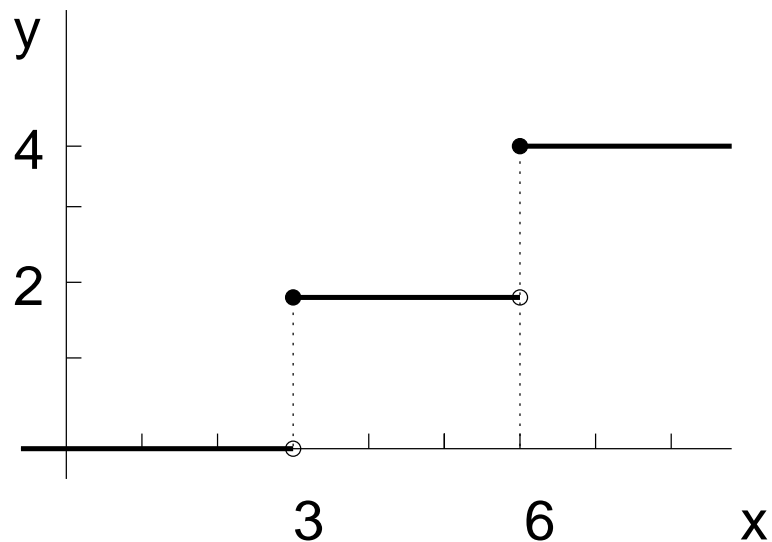
Řez a upnutí

$f(X,0) :- X < 3, !.$

$f(X,2) :- 3 \leq X, X < 6, !.$

$f(X,4) :- 6 \leq X.$

přidání **operátoru řezu** `,,!'`



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

$f(X,0) :- X < 3, !. \quad \%(1)$

$f(X,2) :- X < 6, !. \quad \%(2)$

$f(X,4).$

$?- f(1,Y).$

● Smazání řezu v (1) a (2) změní chování programu

● **Upnutí:** po splnění podcílů před řezem se už další klauzule neuvažují

Řez a ořezání

$f(X,Y) \text{ :- } s(X,Y).$

$s(X,Y) \text{ :- } Y \text{ is } X + 1.$

$s(X,Y) \text{ :- } Y \text{ is } X + 2.$

$?- f(1,Z).$

Řez a ořezání

$f(X,Y) :- s(X,Y).$

$s(X,Y) :- Y \text{ is } X + 1.$

$s(X,Y) :- Y \text{ is } X + 2.$

?- $f(1,Z).$

$Z = 2 ? ;$

$Z = 3 ? ;$

no

Řez a ořezání

$f(X,Y) \text{ :- } s(X,Y).$

$s(X,Y) \text{ :- } Y \text{ is } X + 1.$

$s(X,Y) \text{ :- } Y \text{ is } X + 2.$

$?- f(1,Z).$

$Z = 2 ? ;$

$Z = 3 ? ;$

no

$f(X,Y) \text{ :- } s(X,Y), !.$

$s(X,Y) \text{ :- } Y \text{ is } X + 1.$

$s(X,Y) \text{ :- } Y \text{ is } X + 2.$

$?- f(1,Z).$

- **Ořezání:** po splnění podcílů před řezem se už neuvažuje další možné splnění těchto podcílů

Řez a ořezání

$f(X,Y) \text{ :- } s(X,Y).$

$s(X,Y) \text{ :- } Y \text{ is } X + 1.$

$s(X,Y) \text{ :- } Y \text{ is } X + 2.$

?- $f(1,Z).$

$Z = 2 ? ;$

$Z = 3 ? ;$

no

$f(X,Y) \text{ :- } s(X,Y), !.$

$s(X,Y) \text{ :- } Y \text{ is } X + 1.$

$s(X,Y) \text{ :- } Y \text{ is } X + 2.$

?- $f(1,Z).$

$Z = 2 ? ;$

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 $H \text{ :- } T_1, T_2, \dots, T_m, !, \dots, T_n$ je aktivována voláním cíle G , který je unifikovatelný s H . $G=h(X,Y)$
- V momentě, kdy je nalezen řez, existuje řešení cílů T_1, \dots, T_m $X=1, Y=1$
- **Ořezání:** při provádění řezu se už další možné splnění cílů T_1, \dots, T_m nehledá a všechny ostatní alternativy jsou odstraněny $Y=2$
- **Upnutí:** dále už nevyvolávám další klauzule, jejichž hlava je také unifikovatelná s G $X=2$

$?- h(X,Y).$	$h(X,Y)$
$h(1,Y) \text{ :- } t1(Y), !.$	$X=1 \quad / \quad \backslash \quad X=2$
$h(2,Y) \text{ :- } a.$	$t1(Y) \quad a \quad (\text{vynechej: upnutí})$
$t1(1) \text{ :- } b.$	$Y=1 \quad / \quad \backslash \quad Y=2$
$t1(2) \text{ :- } c.$	$b \quad c \quad (\text{vynechej: ořezání})$
	$/$

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

$c(X) \text{ :- } p(X) .$

$c(X) \text{ :- } v(X) .$

$p(1) . \quad p(2) . \quad v(2) .$

$?- c(2) .$

Řez: příklad

```
c(X) :- p(X).
```

```
c(X) :- v(X).
```

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

```
?- c(2).
```

```
true ? ; %p(2)
```

```
true ? ; %v(2)
```

```
no
```

```
?- c(X).
```

Řez: příklad

```
c(X) :- p(X).
```

```
c(X) :- v(X).
```

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

```
?- c(2).
```

```
true ? ; %p(2)
```

```
true ? ; %v(2)
```

```
no
```

```
?- c(X).
```

```
X = 1 ? ; %p(1)
```

```
X = 2 ? ; %p(2)
```

```
X = 2 ? ; %v(2)
```

```
no
```

Řez: příklad

`c(X) :- p(X).`

`c(X) :- v(X).`

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

`c1(X) :- v(X).`

`p(1). p(2).`

`v(2).`

`?- c(2).`

`true ? ; %p(2)`

`true ? ; %v(2)`

`no`

`?- c1(2).`

`?- c(X).`

`X = 1 ? ; %p(1)`

`X = 2 ? ; %p(2)`

`X = 2 ? ; %v(2)`

`no`

Řez: příklad

```
c(X) :- p(X).
```

```
c(X) :- v(X).
```

```
p(1). p(2).
```

```
v(2).
```

```
?- c(2).
```

```
true ? ; %p(2)
```

```
true ? ; %v(2)
```

```
no
```

```
?- c(X).
```

```
X = 1 ? ; %p(1)
```

```
X = 2 ? ; %p(2)
```

```
X = 2 ? ; %v(2)
```

```
no
```

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

```
c1(X) :- v(X).
```

```
?- c1(2).
```

```
true ? ; %p(2)
```

```
no
```

```
?- c1(X).
```


Řez: příklad

`c(X) :- p(X).`

`c(X) :- v(X).`

`p(1). p(2).`

`v(2).`

`?- c(2).`

`true ? ; %p(2)`

`true ? ; %v(2)`

`no`

`?- c(X).`

`X = 1 ? ; %p(1)`

`X = 2 ? ; %p(2)`

`X = 2 ? ; %v(2)`

`no`

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

`c1(X) :- v(X).`

`?- c1(2).`

`true ? ; %p(2)`

`no`

`?- c1(X).`

`X = 1 ? ; %p(1)`

`no`

Řez: cvičení

1. Porovnejte chování uvedených programů pro zadané dotazy.

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

?- 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
 - $f(X,1) :- X \geq 0, !. \quad f(X,-1) :- X < 0.$

Typy řezu

- Zlepšení efektivity programu: určíme, které alternativy nemá smysl zkoušet
- **Zelený řez:** odstraní pouze neúspěšná odvození

● $f(X,1) :- X \geq 0, !. \quad f(X,-1) :- X < 0.$

bez řezu zkouším pro nezáporná čísla 2. klauzuli

Typy řezu

- Zlepšení efektivity programu: určíme, které alternativy nemá smysl zkoušet

- **Zelený řez:** odstraní pouze neúspěšná odvození

 - $f(X,1) :- X \geq 0, !. \quad f(X,-1) :- X < 0.$

bez řezu zkouším pro nezáporná čísla 2. klauzuli

- **Modrý řez:** odstraní redundantní řešení

 - $f(X,1) :- X \geq 0, !. \quad f(0,1). \quad f(X,-1) :- X < 0.$

Typy řezu

● Zlepšení efektivity programu: určíme, které alternativy nemá smysl zkoušet

● **Zelený řez:** odstraní pouze neúspěšná odvození

● $f(X,1) :- X \geq 0, !. \quad f(X,-1) :- X < 0.$

bez řezu zkouším pro nezáporná čísla 2. klauzuli

● **Modrý řez:** odstraní redundantní řešení

● $f(X,1) :- X \geq 0, !. \quad f(0,1). \quad f(X,-1) :- X < 0.$

bez řezu vrací $f(0,1)$ 2x

Typy řezu

● Zlepšení efektivity programu: určíme, které alternativy nemá smysl zkoušet

● **Zelený řez:** odstraní pouze neúspěšná odvození

● $f(X,1) :- X \geq 0, !. f(X,-1) :- X < 0.$

bez řezu zkouším pro nezáporná čísla 2. klauzuli

● **Modrý řez:** odstraní redundantní řešení

● $f(X,1) :- X \geq 0, !. f(0,1). f(X,-1) :- X < 0.$

bez řezu vrátí $f(0,1)$ 2x

● **Červený řez:** odstraní úspěšná řešení

● $f(X,1) :- X \geq 0, !. f(_X,-1).$

Typy řezu

● Zlepšení efektivity programu: určíme, které alternativy nemá smysl zkoušet

● **Zelený řez:** odstraní pouze neúspěšná odvození

● $f(X,1) :- X \geq 0, !. \quad f(X,-1) :- X < 0.$

bez řezu zkouším pro nezáporná čísla 2. klauzuli

● **Modrý řez:** odstraní redundantní řešení

● $f(X,1) :- X \geq 0, !. \quad f(0,1). \quad f(X,-1) :- X < 0.$ bez řezu vrací $f(0,1)$ 2x

● **Červený řez:** odstraní úspěšná řešení

● $f(X,1) :- X \geq 0, !. \quad f(_X,-1).$ 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.` `muz(X) :- zena(X), !, fail.`
`different(_X,_Y).` `muz(_X).`

• Unární operátor `\+ P`

• jestliže `P` uspěje, potom `\+ P` neuspěje

`\+(P) :- P, !, fail.`

• v opačném případě `\+ P` uspěje

`\+(_).`

Negace jako neúspěch: operátor \+

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

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(X),rozumne(X)

```
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 ).
```

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

dobre(X),rozumne(X)

| dle (1), X/citroen

rozumne(citroen)

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)
```


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 (I)
```

```
drahe(citroen),!, fail
```

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 (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 ).
```

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

dobre(X),rozumne(X)

| dle (1), X/citroen

rozumne(citroen)

| dle (4)

\+ drahe(citroen)

| dle (I)

|\ dle (II)

drahe(citroen),!, fail



yes

no

Negace a proměnné

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

`\+(_). % (II)`

`dobre(citroen). % (1)`

`dobre(bmw). % (2)`

`drahe(bmw). % (3)`

`rozumne(Auto) :- % (4)`

`\+ drahe(Auto).`

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 ).
```

Negace a proměnné

rozumne(X), dobre(X)

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

```
\+(_). % (II)
```

```
dobre( citroen ). % (1)
```

```
dobre( bmw ). % (2)
```

```
drahe( bmw ). % (3)
```

```
rozumne( Auto ) :- % (4)
```

```
    \+ drahe( Auto ).
```

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

rozumne(X), dobre(X)

| dle (4)

\+ drahe(X), dobre(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 ).
```

rozumne(X), dobre(X)

| dle (4)

\+ drahe(X), dobre(X)

| dle (I)

drahe(X),!,fail,dobre(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 ).
```

rozumne(X), dobre(X)

| dle (4)

\+ drahe(X), dobre(X)

| dle (1)

drahe(X),!,fail,dobre(X)

| dle (3), X/bmw

!, fail, dobre(bmw)

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 (1)`

`drahe(X),!,fail,dobre(X)`

|
`dle (3), X/bmw`

`!, fail, dobre(bmw)`

|
`fail,dobre(bmw)`

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).`

z definice `\+ plyne`: není dokazatelné, že existuje X takové, že `drahe(X)` platí
tj. **pro všechna X** platí `\+ drahe(X)`

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).`
z definice `\+ plyne`: 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)`

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).`

z definice `\+` plyne: 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.`

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, !.`

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.`

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`

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.`

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, proved' 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, TeĽo)
 - všechny strukturované objekty stromy – i seznamy
 - funktor ".", dva argumenty
 - .(a, .(b, .(c, []))) = [a, b, c]
 - notace: [Hlava | TeĽo] = [a|TeĽo]

Reprezentace seznamu

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

Reprezentace seznamu

- **Seznam**: [a, b, c], prázdný seznam []
- **Hlava (libovolný objekt), tělo (seznam)**: .(Hlava, TeĽo)
 - všechny strukturované objekty stromy – i seznamy
 - funktor ".", dva argumenty
 - $.(a, .(b, .(c, []))) = [a, b, c]$
 - notace: [Hlava | TeĽo] = [a|TeĽo]
TeĽo je v [a|TeĽo] seznam, tedy píšeme [a, b, c] = [a | [b, c]]
- Lze psát i: [a,b|TeĽo]
 - před "|" je libovolný počet prvků seznamu , za "|" je seznam zbývajících prvků
 - [a,b,c] = [a|[b,c]] = [a,b|[c]] = [a,b,c|[]]

Reprezentace seznamu

- **Seznam**: $[a, b, c]$, prázdný seznam $[]$
- **Hlava (libovolný objekt), tělo (seznam)**: $.(Hlava, TeĽo)$
 - všechny strukturované objekty stromy – i seznamy
 - funktor ".", dva argumenty
 - $.(a, .(b, .(c, []))) = [a, b, c]$
 - notace: $[Hlava | TeĽo] = [a|TeĽo]$
TeĽo je v $[a|TeĽo]$ seznam, tedy píšeme $[a, b, c] = [a|[b, c]]$
- Lze psát i: $[a,b|TeĽo]$
 - před "|" je libovolný počet prvků seznamu, za "|" je seznam zbývajících prvků
 - $[a,b,c] = [a|[b,c]] = [a,b|[c]] = [a,b,c|[]]$
 - pozor: $[[a,b] | [c]] \neq [a,b | [c]]$

Reprezentace seznamu

- **Seznam**: $[a, b, c]$, prázdný seznam $[]$
- **Hlava (libovolný objekt), tělo (seznam)**: $.(Hlava, TeĽo)$
 - všechny strukturované objekty stromy – i seznamy
 - funktor ".", dva argumenty
 - $.(a, .(b, .(c, []))) = [a, b, c]$
 - notace: $[Hlava | TeĽo] = [a|TeĽo]$
TeĽo je v $[a|TeĽo]$ seznam, tedy píšeme $[a, b, c] = [a|[b, c]]$
- Lze psát i: $[a,b|TeĽo]$
 - před "|" je libovolný počet prvků seznamu, za "|" je seznam zbývajících prvků
 - $[a,b,c] = [a|[b,c]] = [a,b|[c]] = [a,b,c|[]]$
 - pozor: $[[a,b] | [c]] \neq [a,b | [c]]$
- 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)

Prvek seznamu

`member(1,[2,1,3,1,4])`

- `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)

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)

`member(1,[2,1,3,1,4])`

|
dle (2)

`member(1,[1,3,1,4])`

Prvek seznamu

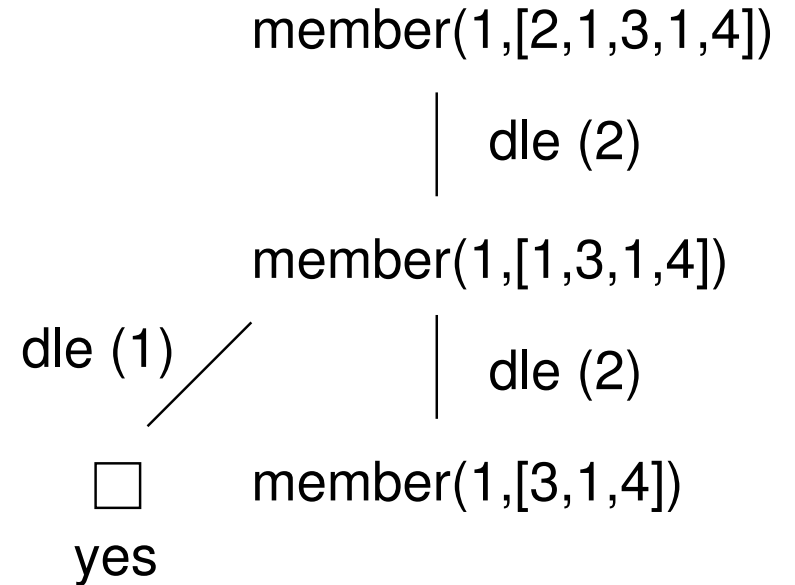
- `member(X, S)`
- platí: `member(b, [a,b,c])`.
- neplatí: `member(b, [[a,b]| [c]])`.
- X je prvek seznamu S, když

- X je hlava seznamu S nebo

`member(X, [X | _])`. %(1)

- X je prvek těla seznamu S

`member(X, [_ | Telo]) :-
 member(X, Telo)`. %(2)



Prvek seznamu

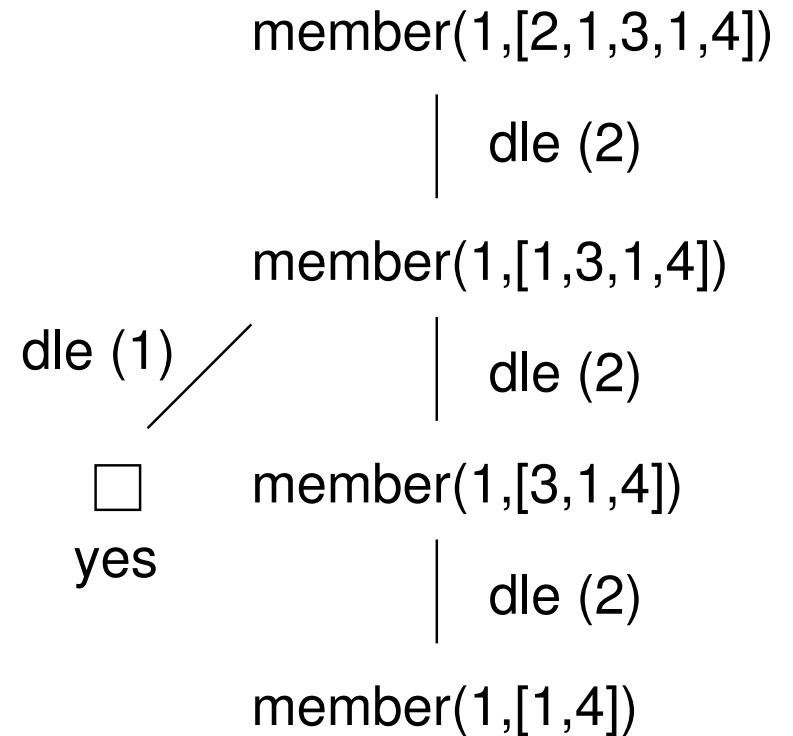
- `member(X, S)`
- platí: `member(b, [a,b,c])`.
- neplatí: `member(b, [[a,b]|[c]])`.
- X je prvek seznamu S, když

- X je hlava seznamu S nebo

`member(X, [X | _])`. %(1)

- X je prvek těla seznamu S

`member(X, [_ | Telo]) :-
member(X, Telo)`. %(2)



Prvek seznamu

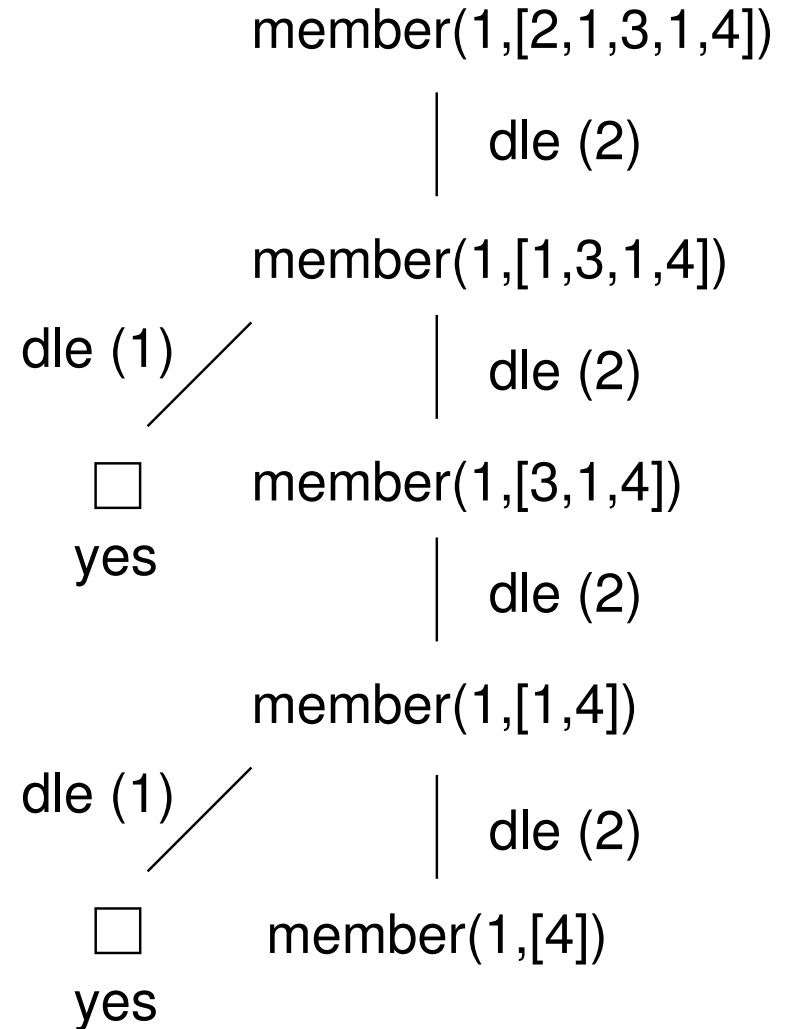
- `member(X, S)`
- platí: `member(b, [a,b,c])`.
- neplatí: `member(b, [[a,b]|[c]])`.
- X je prvek seznamu S, když

- X je hlava seznamu S nebo

`member(X, [X | _]).` %(1)

- X je prvek těla seznamu S

`member(X, [_ | Telo]) :-
member(X, Telo).` %(2)



Prvek seznamu

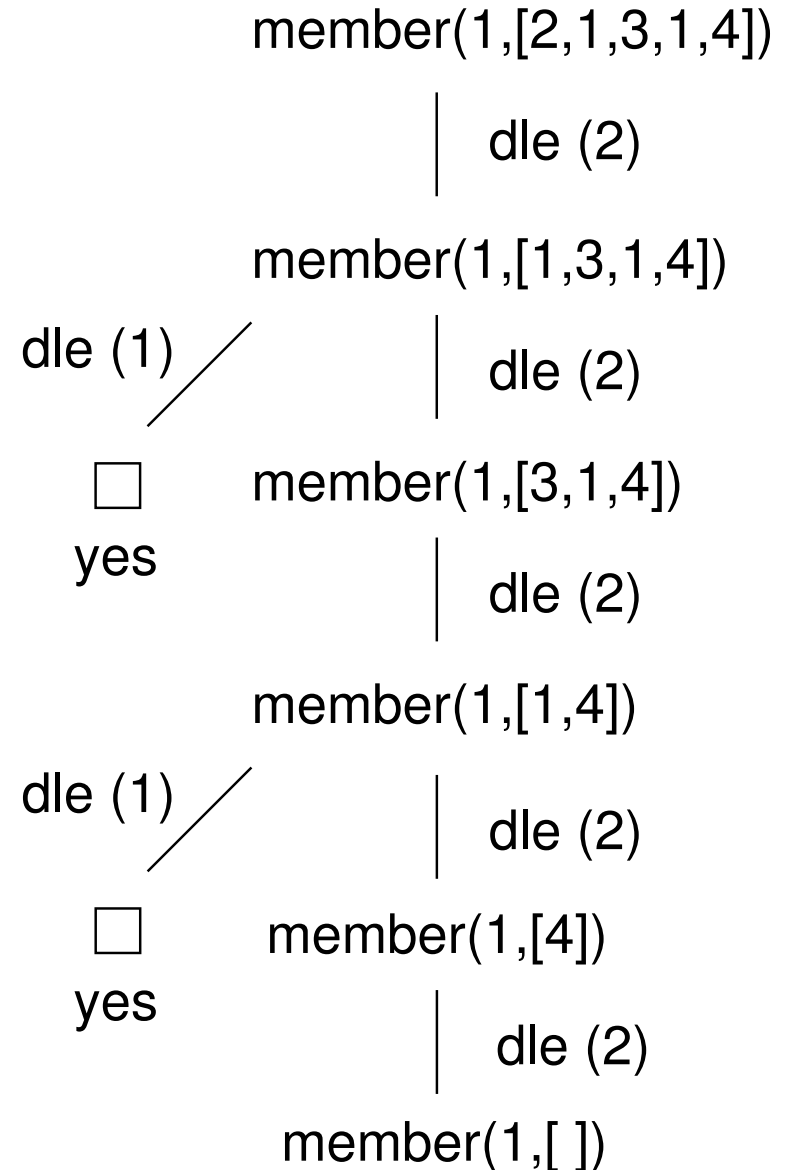
- `member(X, S)`
- platí: `member(b, [a,b,c])`.
- neplatí: `member(b, [[a,b]| [c]])`.
- X je prvek seznamu S, když

- X je hlava seznamu S nebo

`member(X, [X | _]).` %(1)

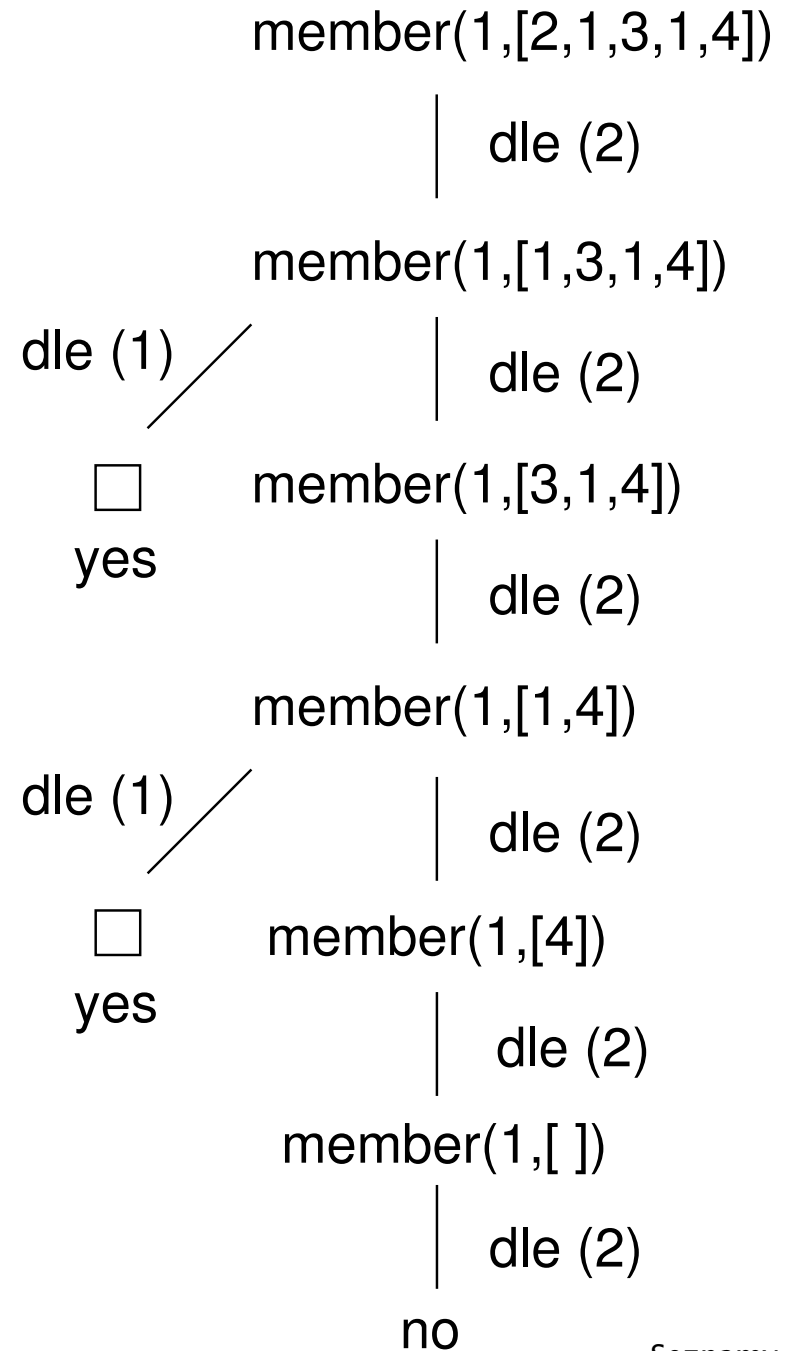
- X je prvek těla seznamu S

`member(X, [_ | Telo]) :-
member(X, Telo).` %(2)



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)



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)

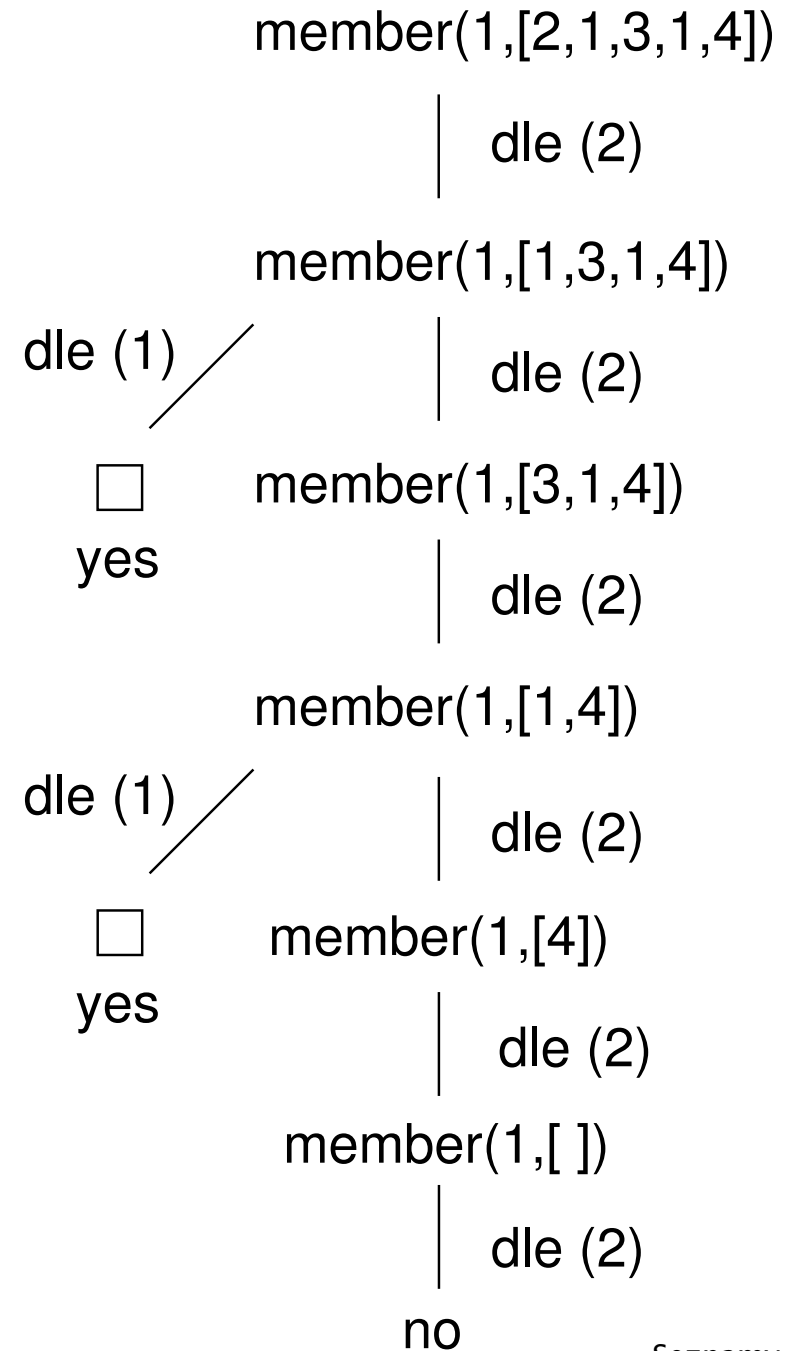
- X je prvek těla seznamu S

`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])`

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)`.

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])`

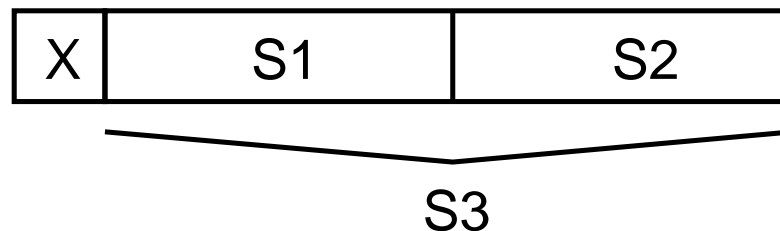
- Definice:

- 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]]`

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 = []`

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]`

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 `delete(X, S, S1)`

- Seznam `S1` odpovídá seznamu `S`, ve kterém je smazán prvek `X`
 - 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).`

Smazání prvku seznamu `delete(X, S, S1)`

- Seznam `S1` odpovídá seznamu `S`, ve kterém je smazán prvek `X`
 - 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]`

Smazání prvku seznamu `delete(X, S, S1)`

- Seznam `S1` odpovídá seznamu `S`, ve kterém je smazán prvek `X`
 - 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).`