Introduktion till grammatik

TDP019 Projekt: Datorspråk
Föreläsning 2

LINKÖPINGS UNIVERSITET

Pontus Haglund
Institutionen för datavetenskap
2023-02-15

Översikt

- BNF-formalismen
- Grammatik
- Parseträd
- Syntaxträd
- Semikolon, begin-end eller inte
- Argumentlösa finktionsanrop (med parentes?)

BNF

Backus-Naur form

$$A \rightarrow \alpha$$

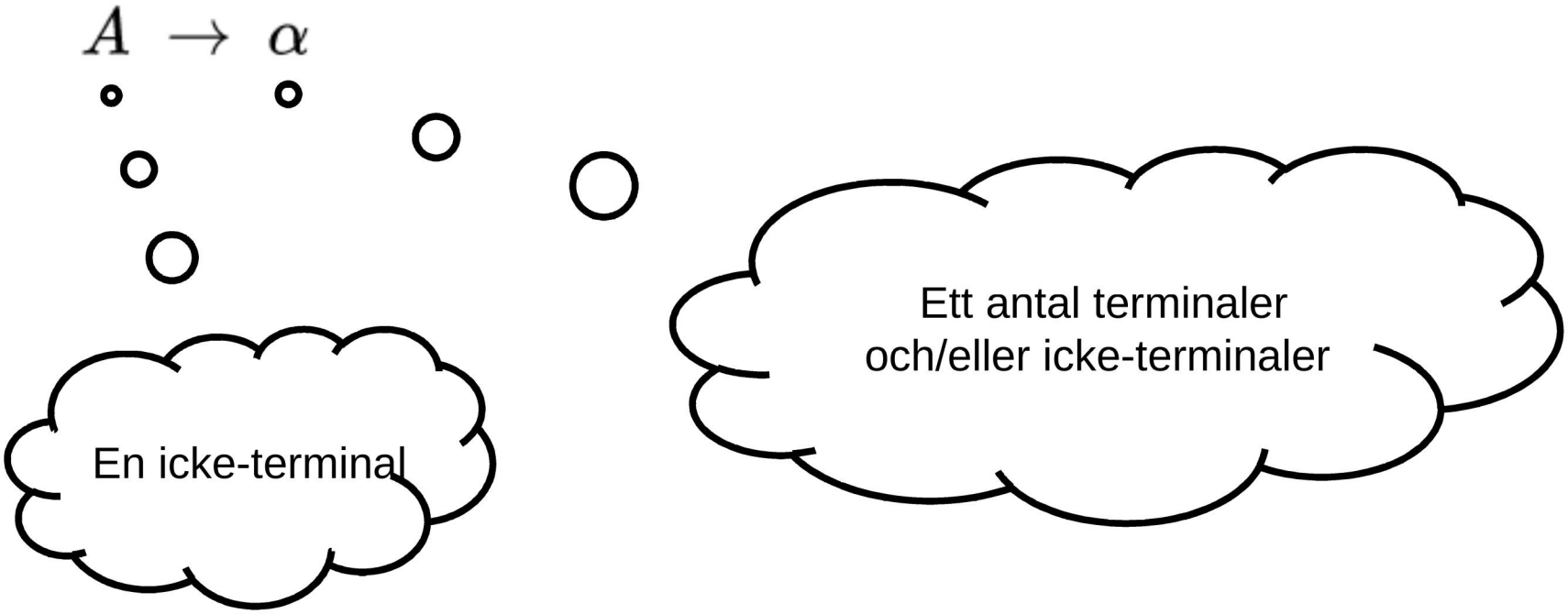
BNF

Backus-Naur form

$$A \rightarrow \alpha$$

BNF

Backus-Naur form



BNF

Backus-Naur form

$$A \rightarrow \alpha$$

För att råda bot på stökiga grammatiker

BNF – Helhet och delar

Helhet → Del Del Del
Helhet ← Del Del Del

BNF – asci-notation

Helhet → Del Del Del
Helhet ← Del Del Del

Helhet ::= Del Del Del
Helhet =:: Del Del Del

Grammatik – Terminal / icke-terminal

uttryck -> tal
uttryck -> uttryck plus uttryck

Grammatik – Terminal / icke-terminal

uttryck -> tal
uttryck -> uttryck plus uttryck

<uttryck> ::= <tal>
<uttryck> ::= <uttryck> + <uttryck>

Grammatik – Terminal / icke-terminal

uttryck -> tal
uttryck -> uttryck plus uttryck

<uttryck> ::= <tal>
<uttryck> ::= <uttryck> ”+” <uttryck>

Grammatik – Terminal / icke-terminal

uttryck -> tal
uttryck -> uttryck plus uttryck

<uttryck> ::= <tal>
<uttryck> ::= <uttryck> ”+” <uttryck>

Icke-terminaler kan härledas vidare av en regel (som kanske kommer ovanför eller under den aktuella raden)

Grammatik – Terminal / icke-terminal

uttryck -> tal
uttryck -> uttryck plus uttryck

<uttryck> ::= <tal>
<uttryck> ::= <uttryck> ”+” <uttryck>

Icke-terminaler kan härledas vidare av en regel (som kanske kommer ovanför eller under den aktuella raden)

Terminaler är tecken eller delar som inte kan härledas vidare

Grammatik – Terminal / icke-terminal

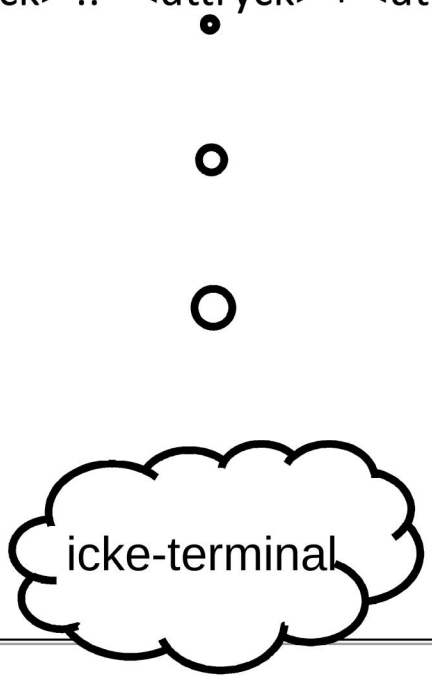
uttryck -> tal
uttryck -> uttryck plus uttryck

<uttryck> ::= <tal>
<uttryck> ::= <uttryck> + <uttryck>

Grammatik – Terminal / icke-terminal

uttryck -> tal
uttryck -> uttryck plus uttryck

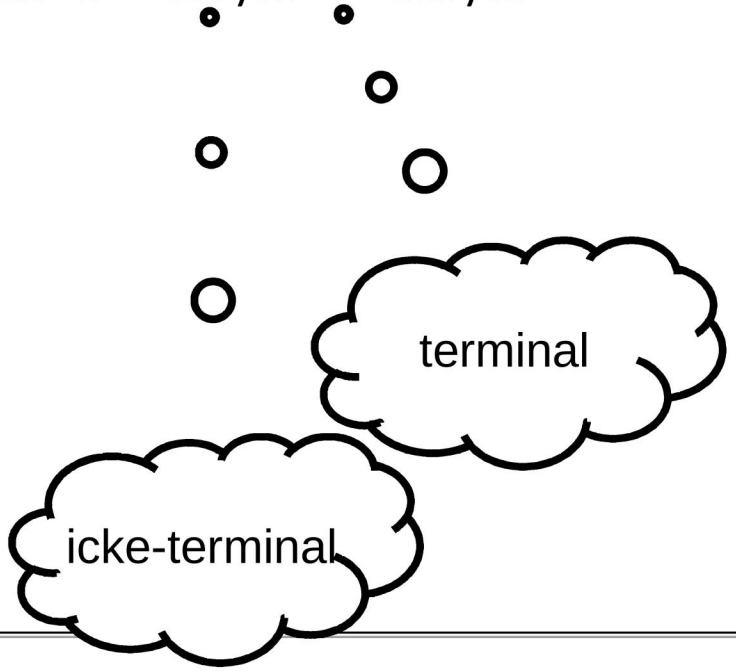
<uttryck> ::= <tal>
<uttryck> ::= <uttryck> + <uttryck>



Grammatik – Terminal / icke-terminal

uttryck -> tal
uttryck -> uttryck plus uttryck

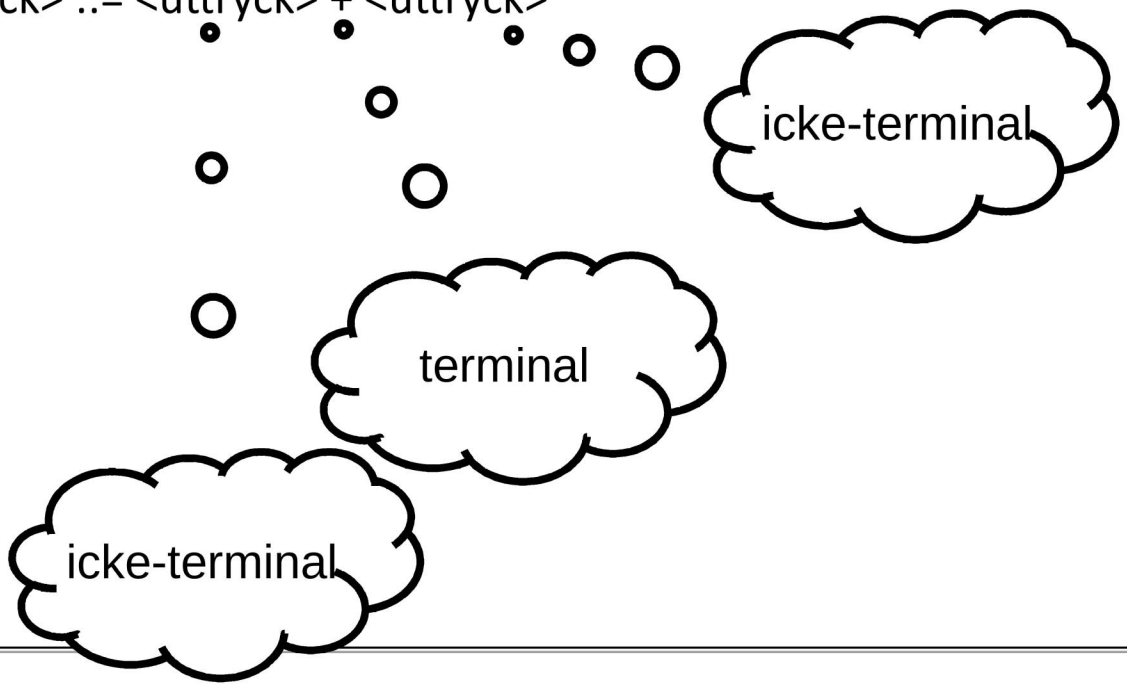
<uttryck> ::= <tal>
<uttryck> ::= <uttryck> + <uttryck>



Grammatik – Terminal / icke-terminal

uttryck -> tal
uttryck -> uttryck plus uttryck

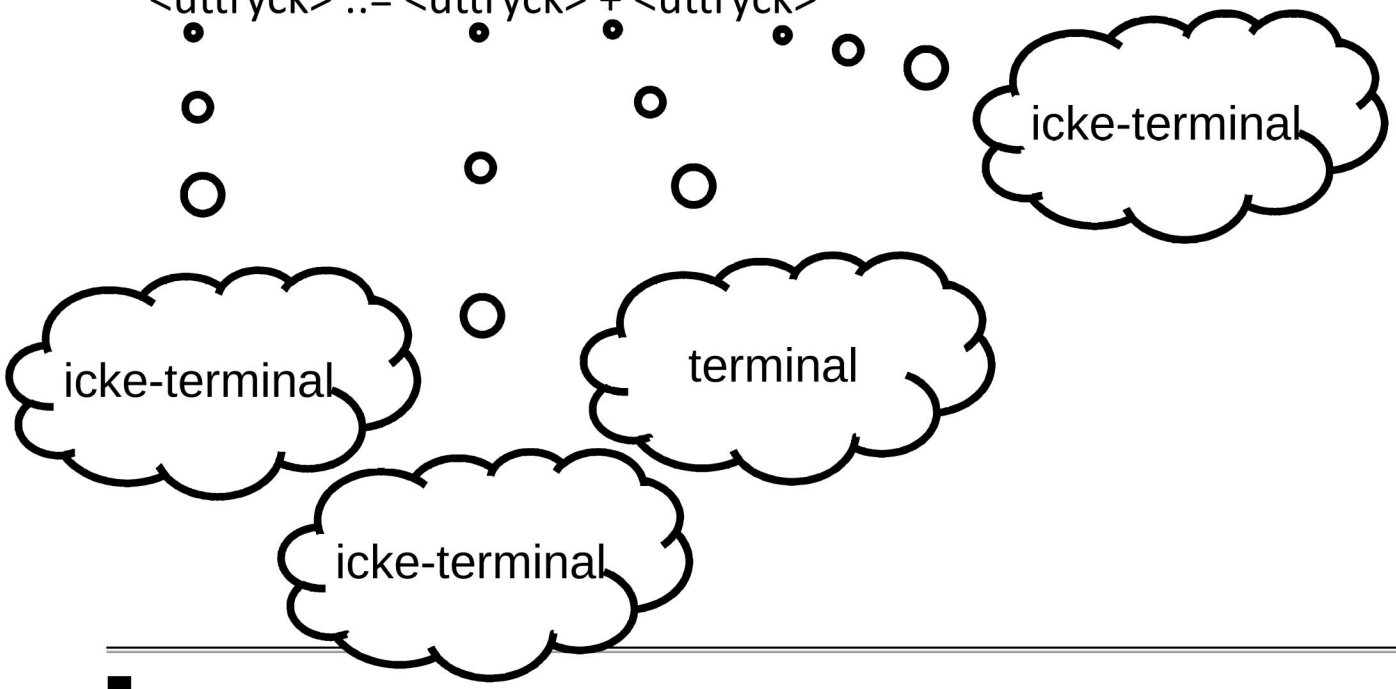
<uttryck> ::= <tal>
<uttryck> ::= <uttryck> + <uttryck>



Grammatik – Terminal / icke-terminal

uttryck -> tal
uttryck -> uttryck plus uttryck

<uttryck> ::= <tal>
<uttryck> ::= <uttryck> + <uttryck>



Grammatik – Terminal / icke-terminal

uttryck -> tal
uttryck -> uttryck plus uttryck

<uttryck> ::= <tal>
<uttryck> ::= <uttryck> + <uttryck>

Grammatik – adress

```
 <postal-address> ::= <name-part> <street-address> <zip-part>

      <name-part> ::= <personal-part> <last-name> <opt-suffix-part> <EOL> | <personal-part> <name-part>

  <personal-part> ::= <initial> "." | <first-name>

 <street-address> ::= <house-num> <street-name> <opt-apt-num> <EOL>

       <zip-part> ::= <town-name> "," <state-code> <ZIP-code> <EOL>

<opt-suffix-part> ::= "Sr." | "Jr." | <roman-numeral> | ""
    <opt-apt-num> ::= <apt-num> | ""
```


Exempel från: https://en.wikipedia.org/wiki/Backus%E2%80%93Naur_form

Grammatik

<program> ::= program <satser> slut-program

Grammatik

<program> ::= program <satser> slut-program

<satser> ::= <sats>
| <sats> <satser>

Grammatik

<program> ::= program <satser> slut-program

<satser> ::= <sats>
| <sats> <satser>

<sats> ::= <tilldelning> | <vilkor> |... kan finnas massa mer, styrstrukturer etc

Grammatik

<program> ::= program <satser> slut-program

<satser> ::= <sats>
| <sats> <satser>

<sats> ::= <tilldelning> | <vilkor> |... kan finnas massa mer, styrstrukturer etc

<tilldelning> ::= tilldela <variabel> <uttryck>

Grammatik

<program> ::= program <satser> slut-program

<satser> ::= <sats>
| <sats> <satser>

<sats> ::= <tilldelning> | <vilkor> |... kan finnas massa mer, styrstrukturer etc

<tilldelning> ::= tilldela <variabel> <uttryck>

<vilkor> ::= om <predikatuttryck> | om <predikatuttryck>
så <sats> | så <sats>
annars <sats> |

Grammatik

<program> ::= program <satser> slut-program

<satser> ::= <sats>
| <sats> <satser>

<sats> ::= <tilldelning> | <vilkor> |... kan finnas massa mer, styrstrukturer etc

<tilldelning> ::= tilldela <variabel> <uttryck>

<vilkor> ::= om <predikatuttryck> | om <predikatuttryck>
så <sats> | så <sats>
annars <sats> |

Om vi vill ha semikolon efter varje sats, hur fungerar det i vilkorsdelen?

Grammatik

<program> ::= program <satser> slut-program

<satser> ::= <sats>
| <sats> <satser>

<sats> ::= <tilldelning> | <vilkor> |... kan finnas massa mer, styrstrukturer etc

<tilldelning> ::= tilldela <variabel> <uttryck>

<vilkor> ::= om <predikatuttryck> | om <predikatuttryck>
så <sats> | så <sats>
annars <sats> |

Om vi vill ha semikolon efter varje sats, hur fungerar det i vilkorsdelen?
Behöver vi ha ett semikolon efter varje?

Grammatik

<program> ::= program <satser> slut-program

<satser> ::= <sats>
| <sats> <satser>

<sats> ::= <tilldelning> | <vilkor> |... kan finnas massa mer, styrstrukturer etc

<tilldelning> ::= tilldela <variabel> <uttryck>

<vilkor> ::= om <predikatuttryck> | om <predikatuttryck>
så <sats> | så <sats>
annars <sats> |

Om vi vill ha semikolon efter varje sats, hur fungerar det i vilkorsdelen?
Behöver vi ha ett semikolon efter varje?
Hur blir det om man utelämnar annars-delen?

Grammatik - end

<program> ::= program <satser> slut-program

<satser> ::= <sats>
| <sats> <satser>

<sats> ::= <tilldelning> | <vilkor> |... kan finnas massa mer, styrstrukturer etc

<tilldelning> ::= tilldela <variabel> <uttryck>

<vilkor> ::= om <predikatuttryck> | om <predikatuttryck>
så <sats> | så <sats>
annars <sats> | end
end

Grammatik - indentering

<program> ::= program <satser> slut-program

<satser> ::= <sats>
| <sats> <satser>

<sats> ::= <tilldelning> | <vilkor> |... kan finnas massa mer, styrstrukturer etc

<tilldelning> ::= tilldela <variabel> <uttryck>

<vilkor> ::= om <predikatuttryck> | om <predikatuttryck>
så <sats> | så <sats>
annars <sats> |

Finns text om hur man hanterar indenteringskänslighet på kurswebben. Indentering är i princip bara en annan version av begin/end. Kräver lite eget läsande ansvar att få till det.

Parseträd

LINKÖPINGS UNIVERSITET

Parseträd

```
E -> E + E | E * E | V
V -> x | y | z
```

Parseträd – tolka ett uttryck

```
E -> E + E | E * E | V
V -> x | y | z

x * y + z
```

Parseträd – Lättare notation?

```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```

Parseträd – Bygg träd

```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```

Parseträd – Bygg träd


```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z
```

```
x * y + z
```

Parseträd – Bygg träd


```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```

Parseträd – Bygg träd


```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```

Parseträd – Bygg träd


```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```

Parseträd – Bygg träd

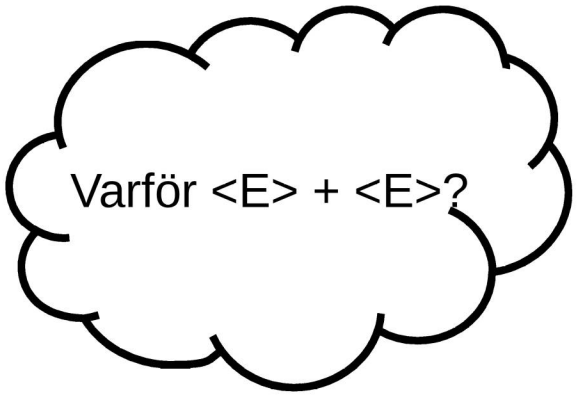

```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z
```


```
x * y + z
```

Parseträd – Bygg träd

<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

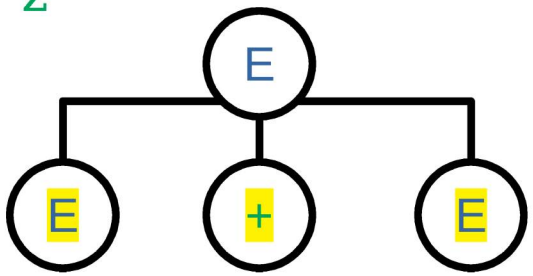
x * y + z



Parseträd – Bygg träd

<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

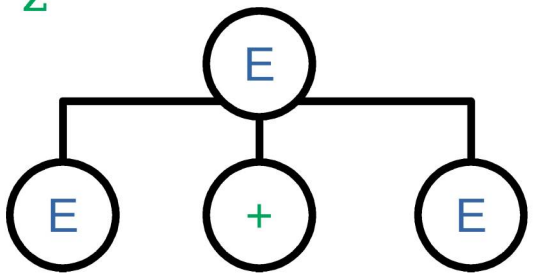
x * y + z



Parseträd – Bygg träd

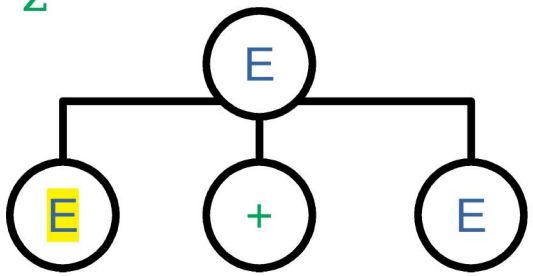

```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z
```

```
x * y + z
```



Parseträd – Bygg träd

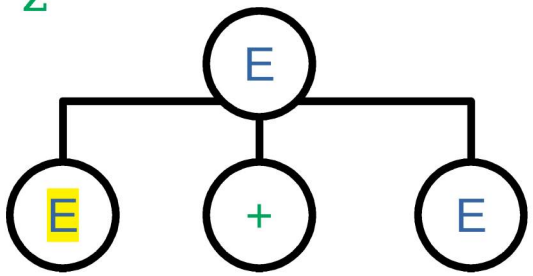

```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```



Parseträd – Bygg träd

<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

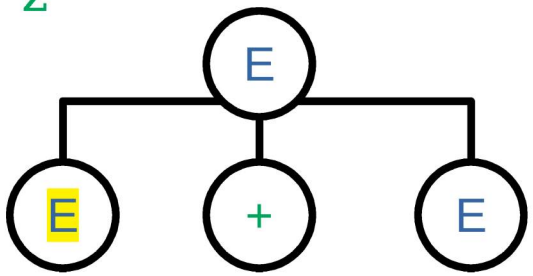
x * y + z



Parseträd – Bygg träd

<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

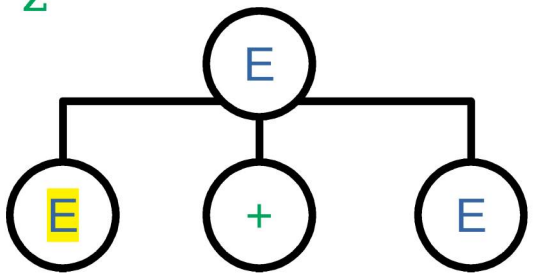
x * y + z



Parseträd – Bygg träd

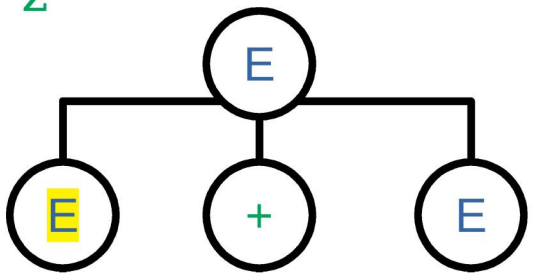
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z



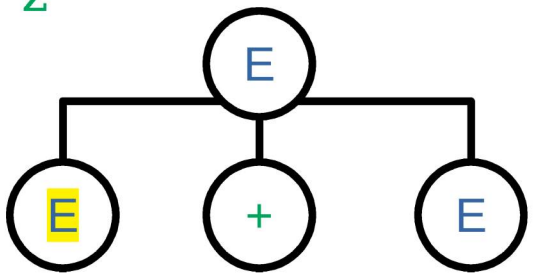
Parseträd – Bygg träd


```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```



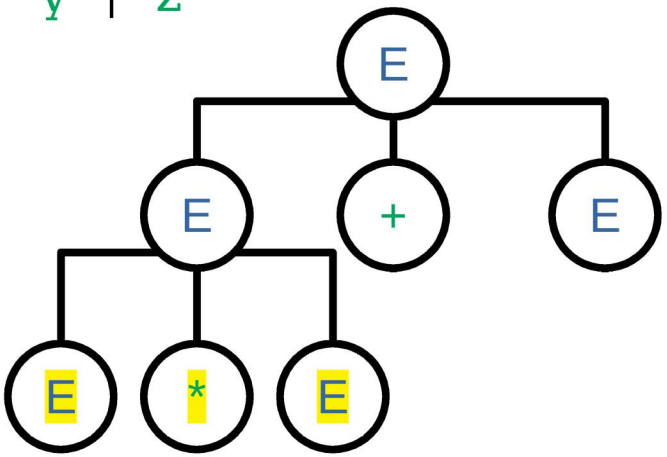
Parseträd – Bygg träd


```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```



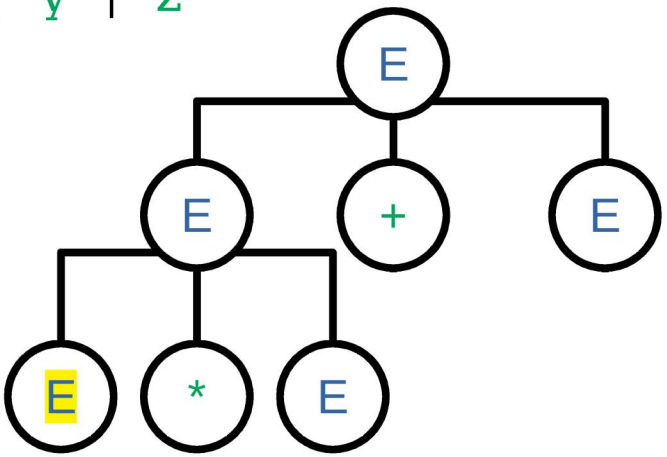
Parseträd – Bygg träd


```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```



Parseträd – Bygg träd

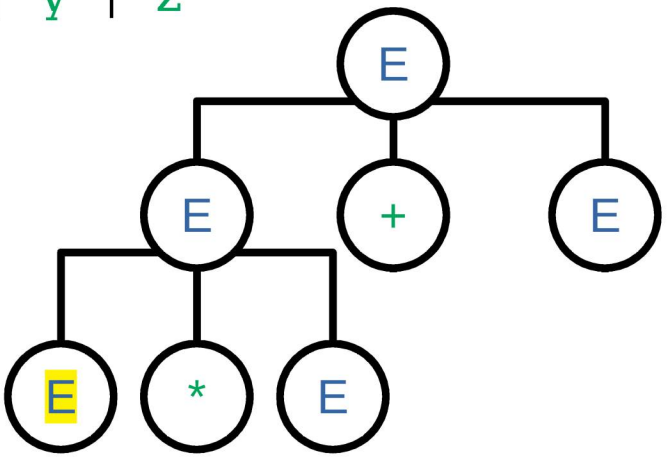

```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```



Parseträd – Bygg träd

<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

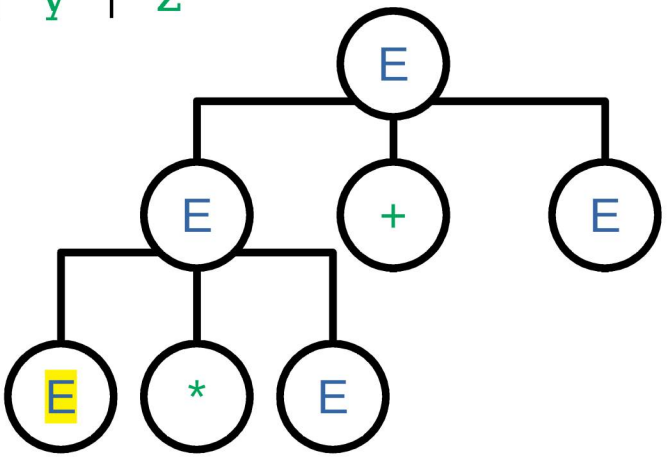
x * y + z



Parseträd – Bygg träd

<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

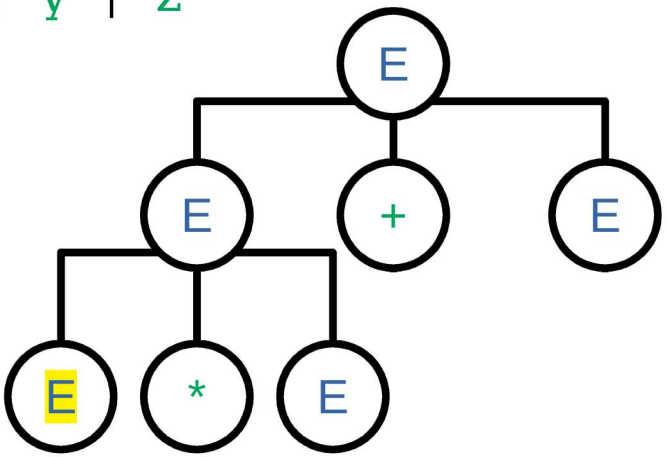
x * y + z



Parseträd – Bygg träd

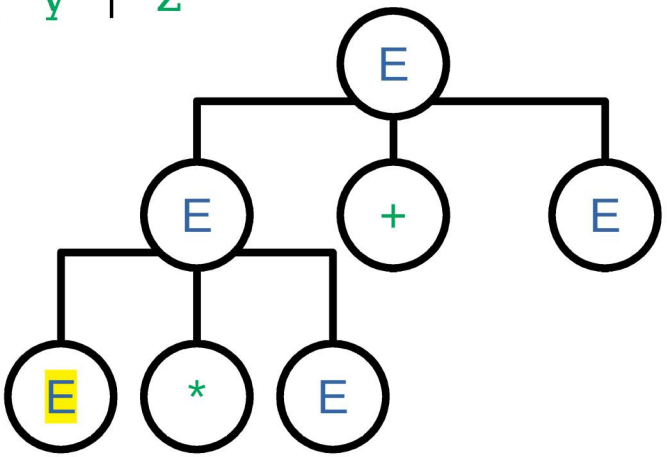
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z



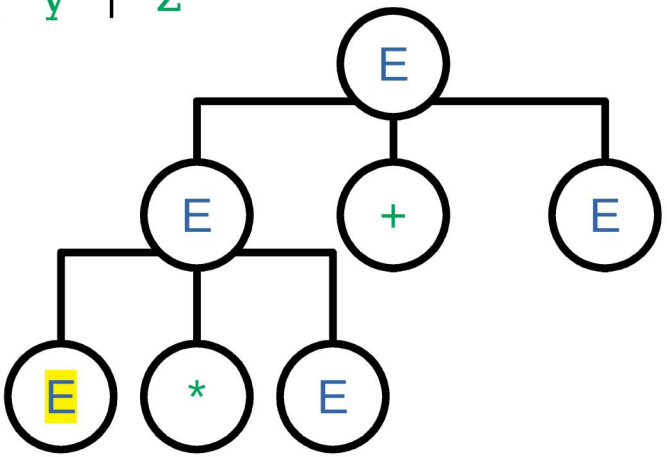
Parseträd – Bygg träd


```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```



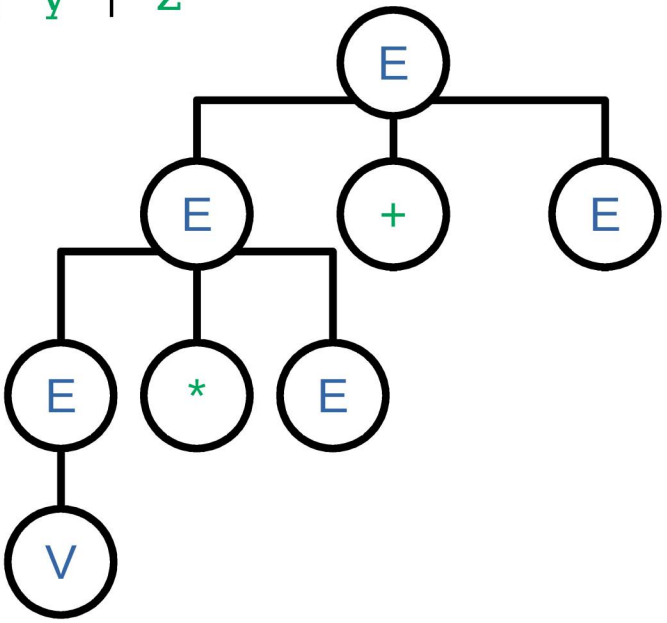
Parseträd – Bygg träd


```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```



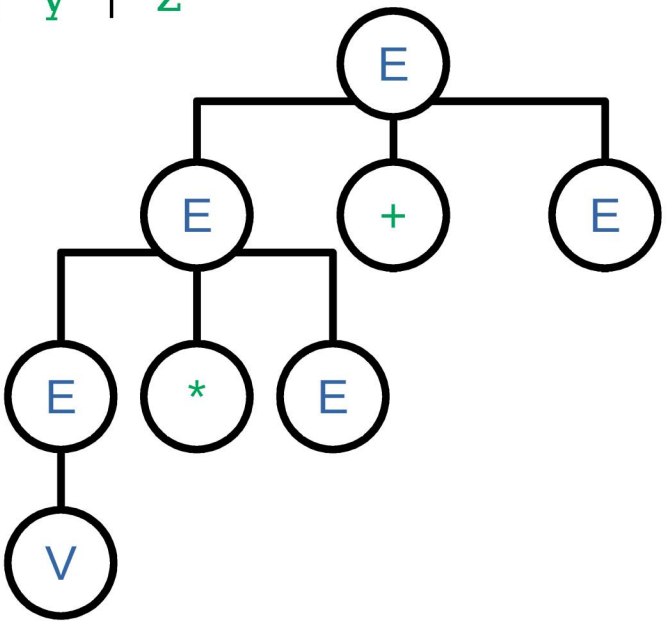
Parseträd – Bygg träd


```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```



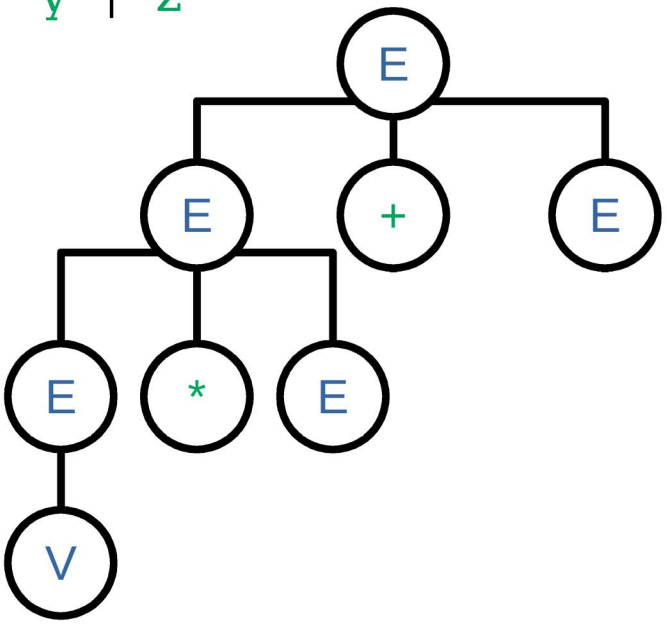
Parseträd – Bygg träd


```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```



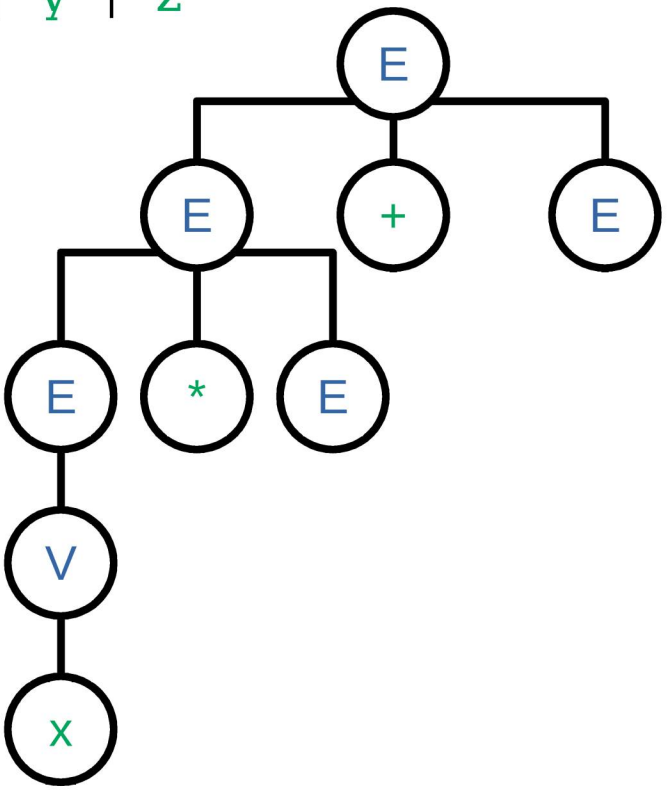
Parseträd – Bygg träd


```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```



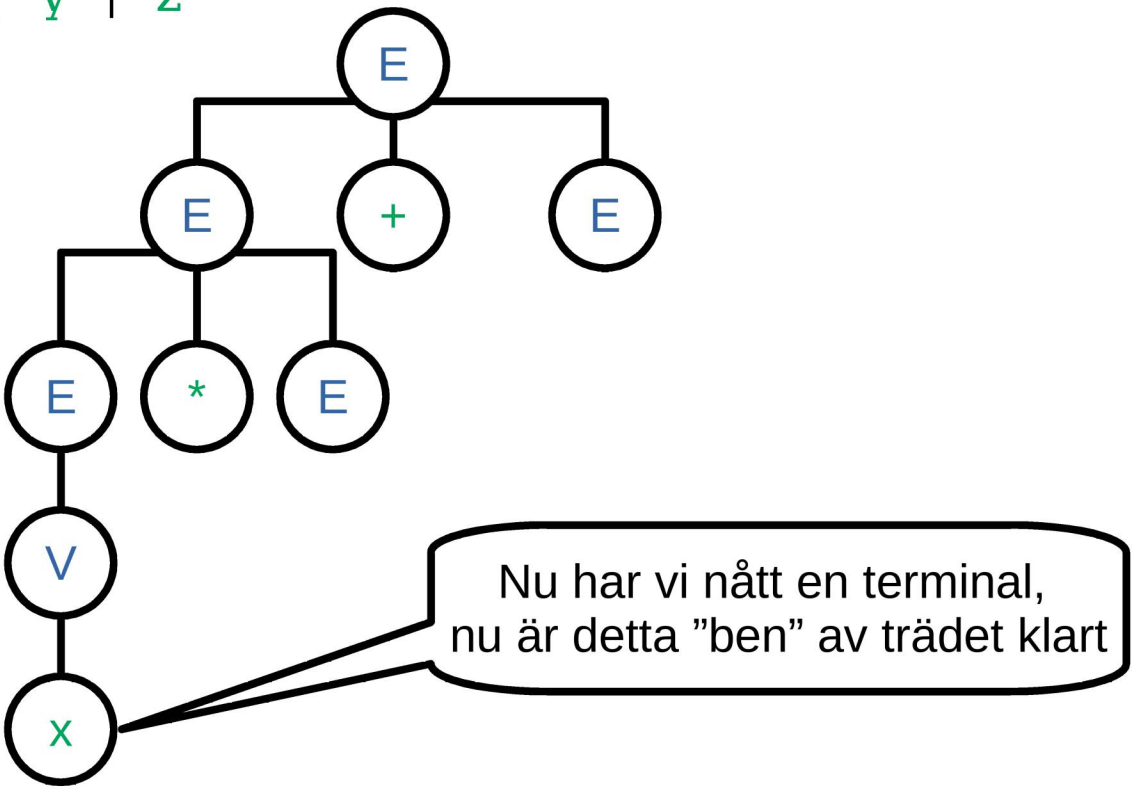
Parseträd – Bygg träd


```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```



Parseträd – Bygg träd

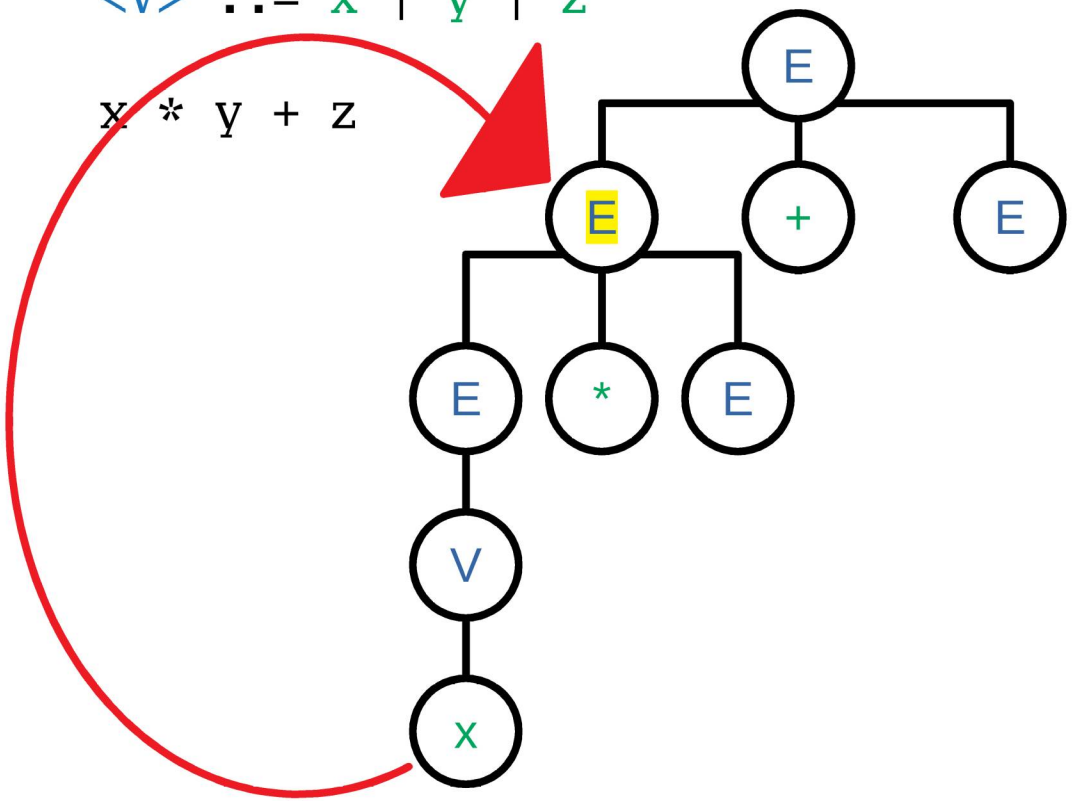

```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```



Parseträd – Bygg träd

<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

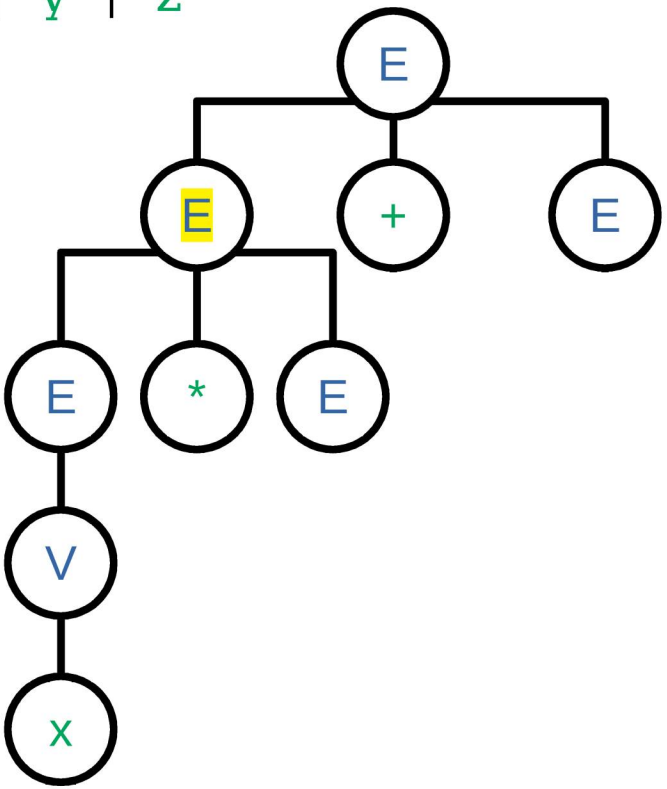
x * y + z



Parseträd – Bygg träd

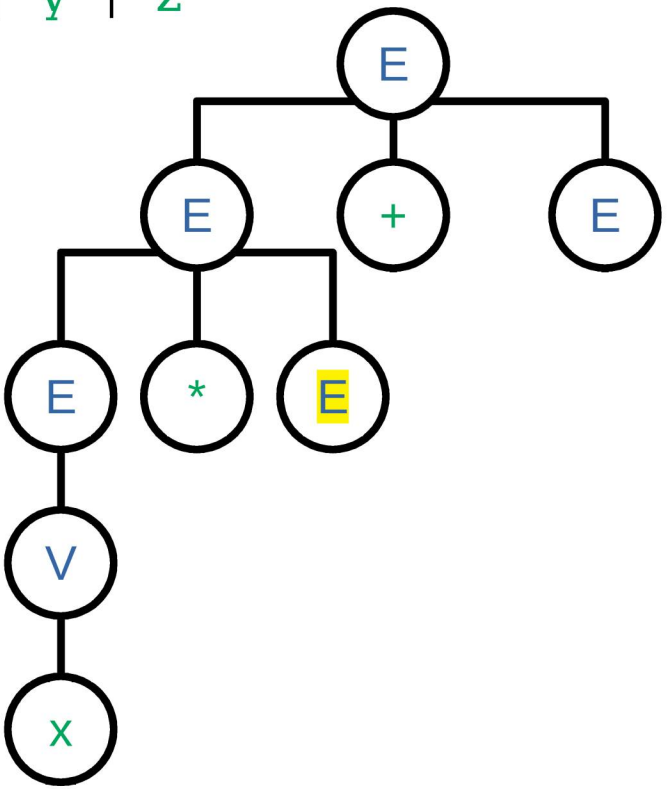

```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z
```

x * y + z



Parseträd – Bygg träd

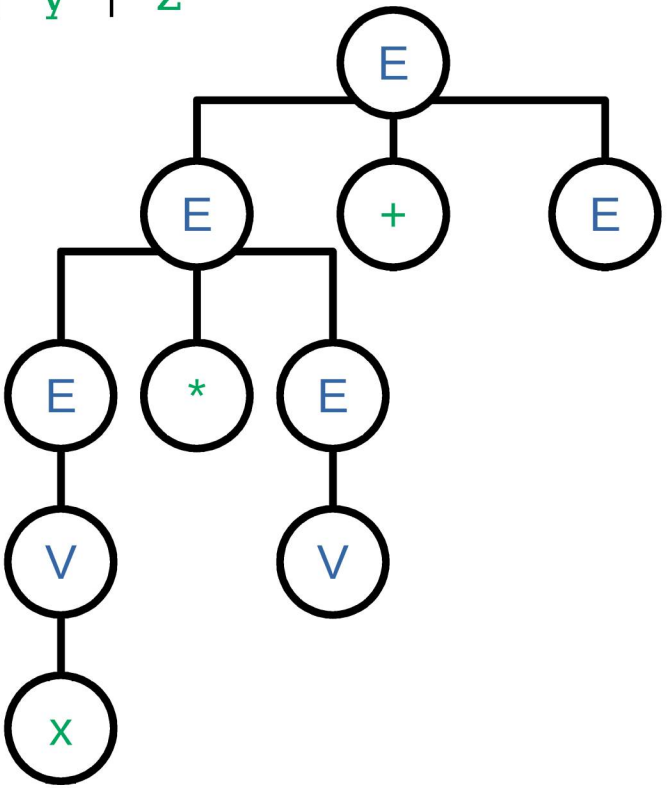

```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```



Parseträd – Bygg träd


```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z
```

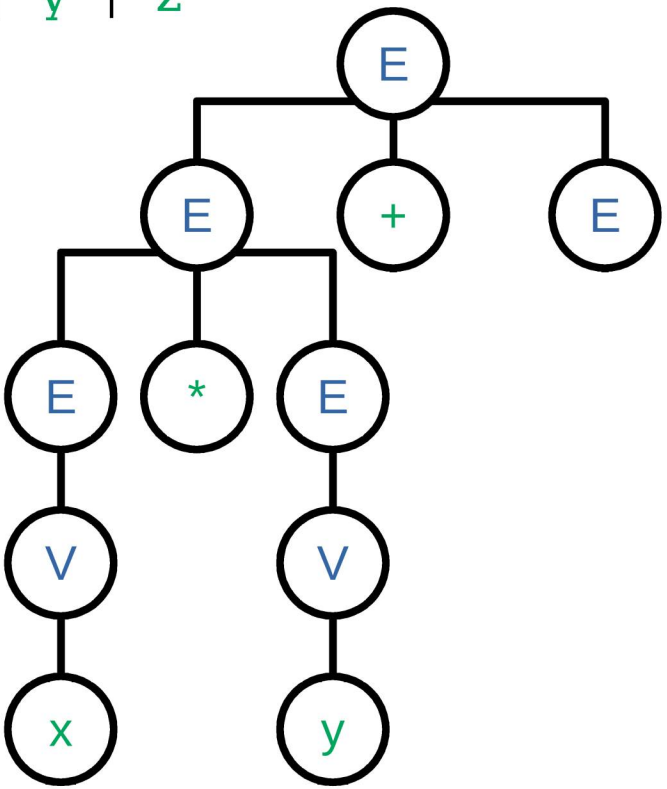
```
x * y + z
```



Parseträd – Bygg träd


```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z
```

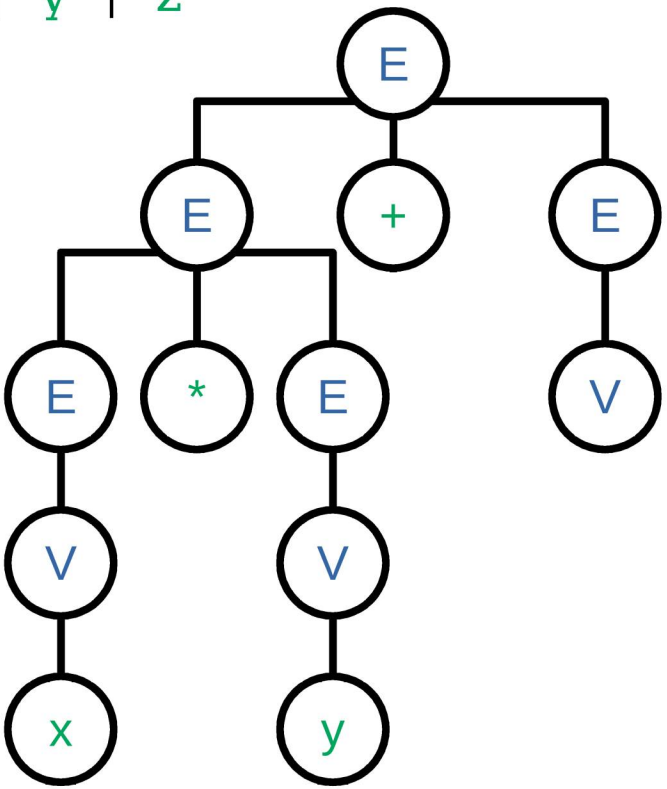
```
x * y + z
```



Parseträd – Bygg träd

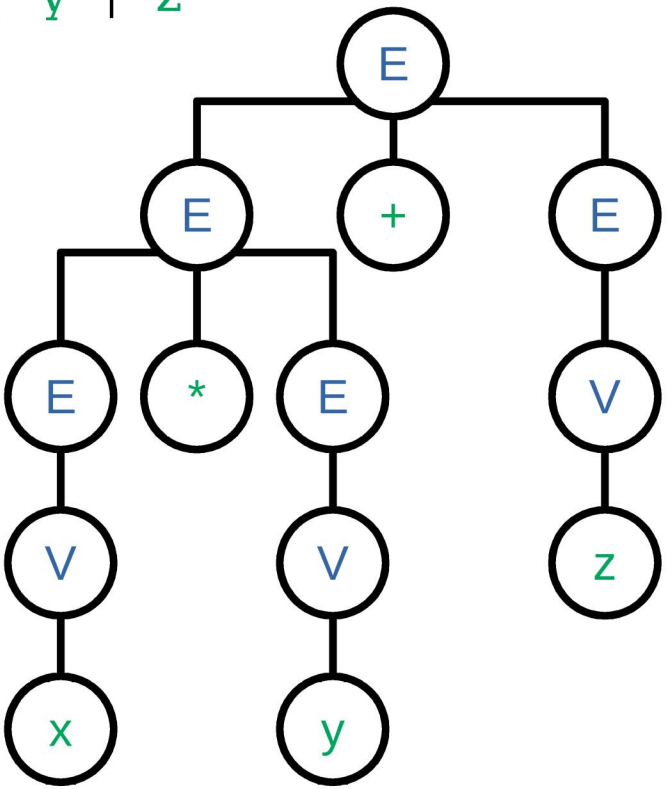

```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z
```

```
x * y + z
```



Parseträd – Bygg träd

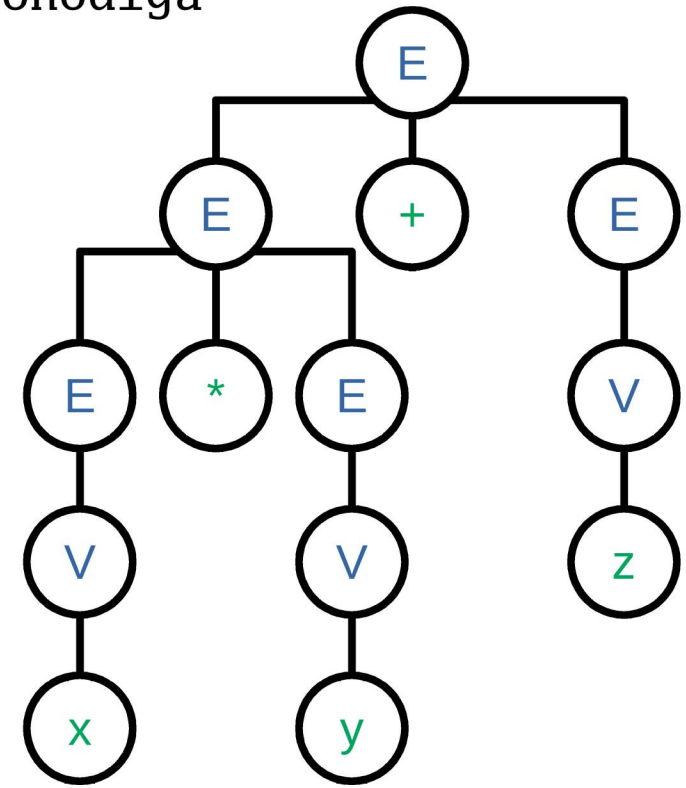

```
<E> ::= <E> + <E> | <E> * <E> | <V>
<V> ::= x | y | z

x * y + z
```



Abstrakta syntaxträd - AST

Detta byggs inte egentligen av datorn, namnen är onödiga

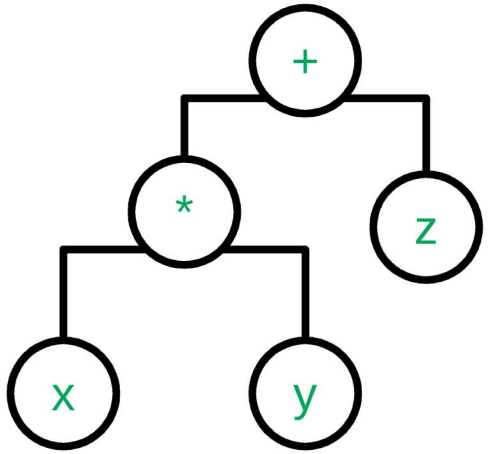
x * y + z



Abstrakta syntaxträd - AST

Detta är närmare till vad datorn faktiskt kommer skapa

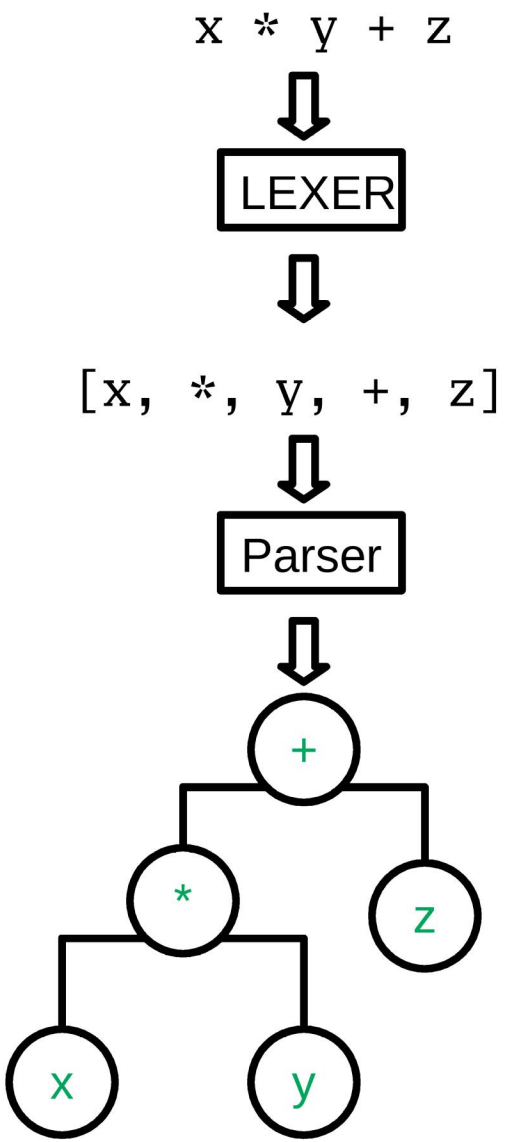
```
x * y + z
```



Parseträd vs AST

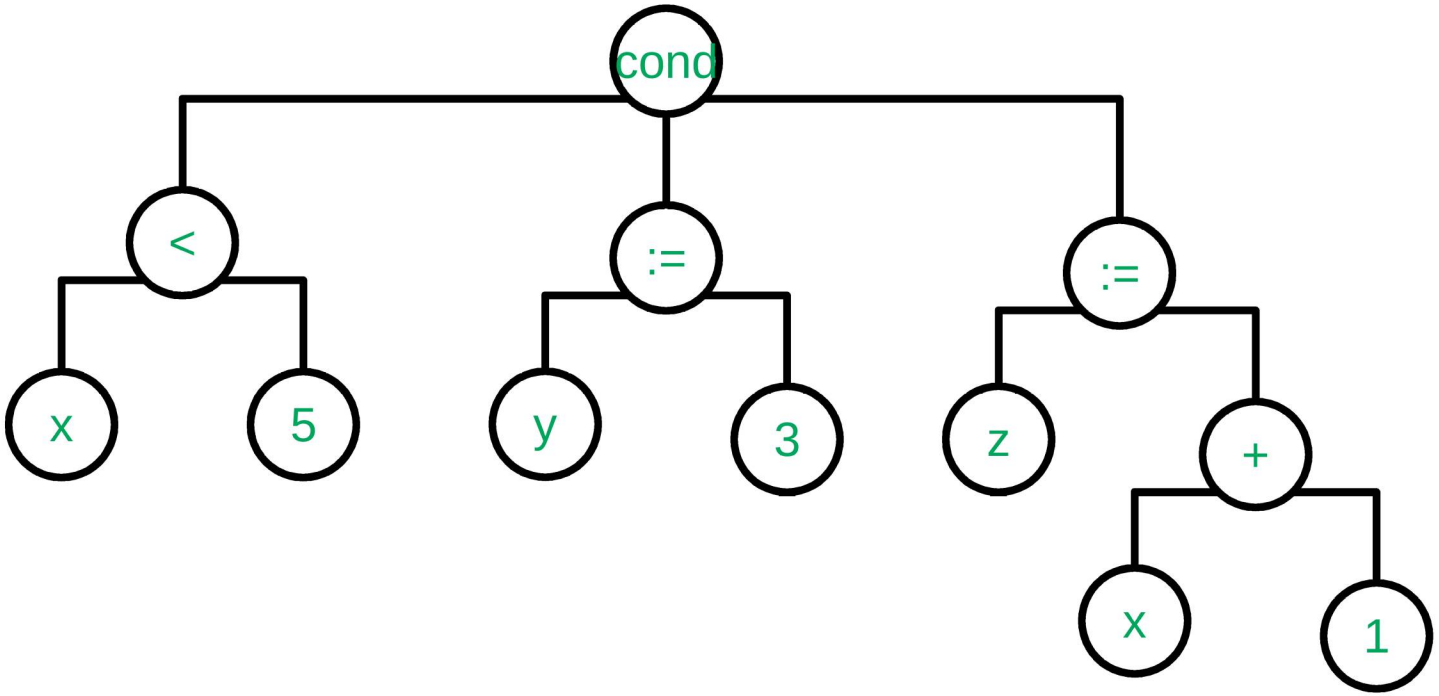
- Parseträg ligger närmare grammatiken
- AST är vad som genereras vid körning

Parser



Ett till exempel

```
if x < 5
then y := 3
else z := x + 1
```

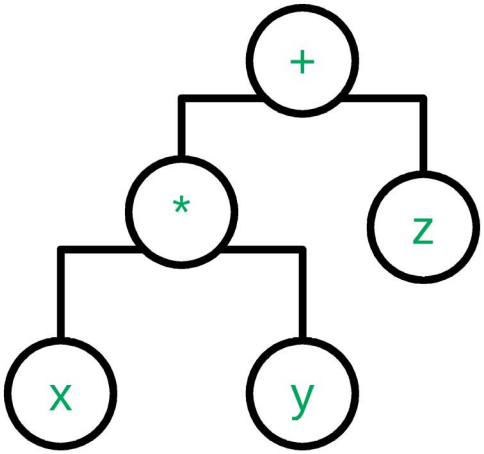


Resultat av parsning (AST)

Vad skapas?

Om detta är vad datorn ska skapa…
Vad är egentligen det här trädet?

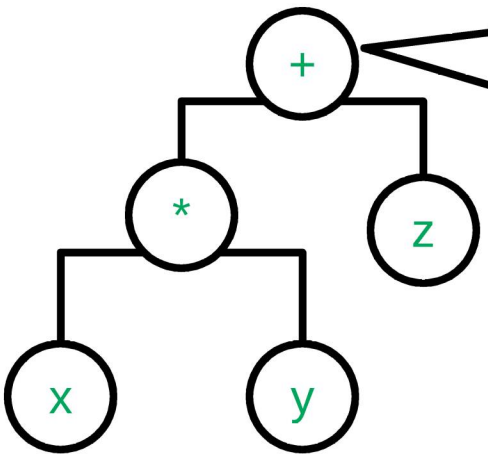
```
x * y + z
```



Vad skapas?

Om detta är vad datorn ska skapa…
Vad är egentligen det här trädet?

```
x * y + z
```

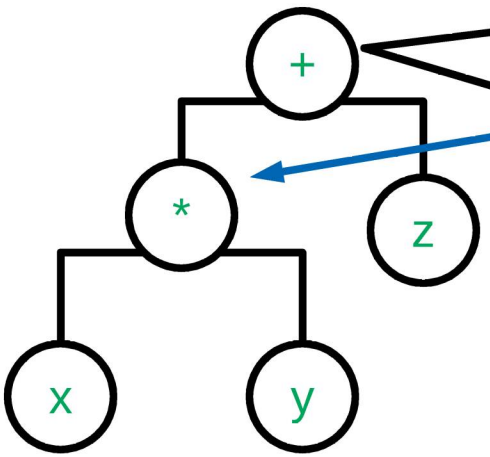



```
class Addition
  def initialize(lhs, rhs)
    @lhs = lhs
    @rhs = rhs
  end

  def evaluate
    @lhs.evaluate + @rhs.evaluate
  end
end
```

Vad skapas?

Om detta är vad datorn ska skapa…
Vad är egentligen det här trädet?

```
x * y + z
```

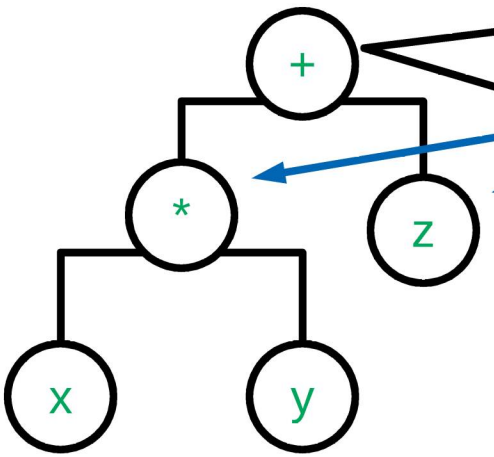



```
class Addition
  def initialize(lhs, rhs)
    @lhs = lhs
    @rhs = rhs
  end

  def evaluate
    @lhs.evaluate + @rhs.evaluate
  end
end
```

Vad skapas?

Om detta är vad datorn ska skapa…
Vad är egentligen det här trädet?

```
x * y + z
```

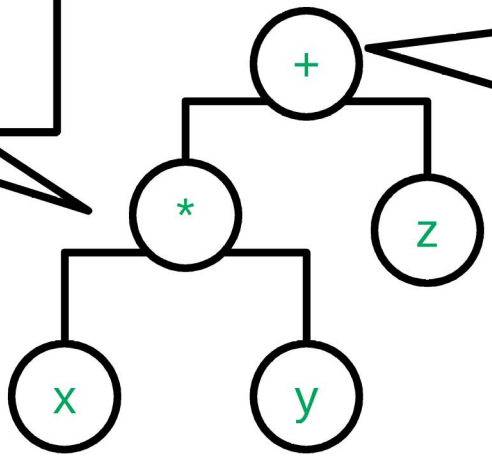



```
class Addition
  def initialize(lhs, rhs)
    @lhs = lhs
    @rhs = rhs
  end

  def evaluate
    @lhs.evaluate + @rhs.evaluate
  end
end
```

Vad skapas?

Om detta är vad datorn ska skapa…
Vad är egentligen det här trädet?

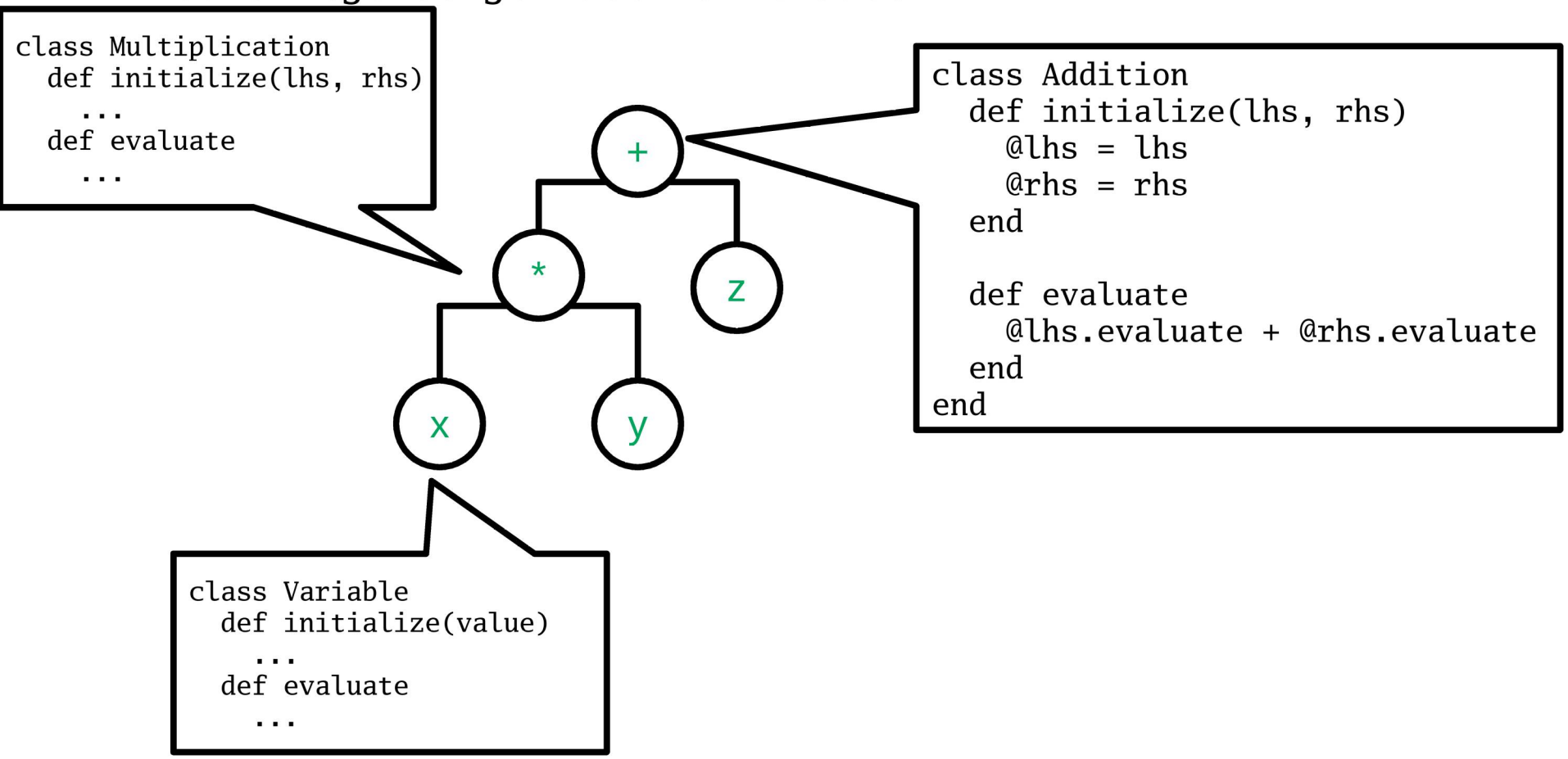
```
class Multiplication
  def initialize(lhs, rhs)
    ...
  def evaluate
    ...
```




```
class Addition
  def initialize(lhs, rhs)
    @lhs = lhs
    @rhs = rhs
  end

  def evaluate
    @lhs.evaluate + @rhs.evaluate
  end
end
```

Vad skapas?

Om detta är vad datorn ska skapa…
Vad är egentligen det här trädet?



Hur?

- Vi vill att vår parser genererar detta träd i form av objekt, men hur åstadkommer vi detta?

Hur?

- Vi vill att vår parser genererar detta träd i form av objekt, men hur åstadkommer vi detta?

```
match(:term, '*', :dice) {|a, _, b| a * b }
```

Hur?

- Vi vill att vår parser genererar detta träd i form av objekt, men hur åstadkommer vi detta?

```
match(:term, '*', :dice) {|a, _, b| a * b }

match(:term, '*', :dice) {|a, _, b| Multiplication.new(a, b) }
```

Grammatiska problem

LINKÖPINGS UNIVERSITET

Funktionsanrop

- Vi vill att båda dessa fungerar i vårt programspråk:

```
foo(x,y,z)
foo(x)
foo()
```

Funktionsanrop

```
foo(x,y,z)
foo(x)
foo()

<call>   ::= <name> (<params>)

<params> ::= <params>, <param>
           | <empty>
```

Funktionsanrop


```
foo(x,y,z)
foo(x)
foo()

<call>   ::= <name> (<params>)

<params> ::= <params>, <param>
           | <empty>
```

Funktionsanrop


```
foo(x,y,z)
foo(x)
foo()

<call>   ::= <name> (<params>)

<params> ::= <params>, <param>
           | <empty>

foo(,x)
```

Funktionsanrop en lösning

```
foo(x,y,z)
foo(x)
foo

<call> ::= <name> (<params>)
         | <name> () |

<params> ::= <params>, <param>
           | <param>
```

www.liu.se

LINKÖPINGS UNIVERSITET