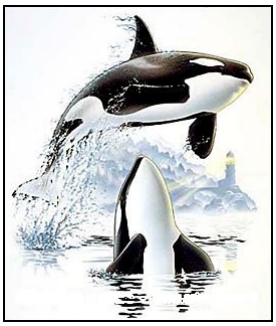
The Missing LINQ

- nye sprog features i VS 2008

Captator
Tlf: 8620 4242
www.captator.dk

Henrik Lykke Nielsen
Softwarearkitekt, Microsoft Regional Director for Denmark
lykke@captator.dk
Mobil: 2237 3311

Agenda

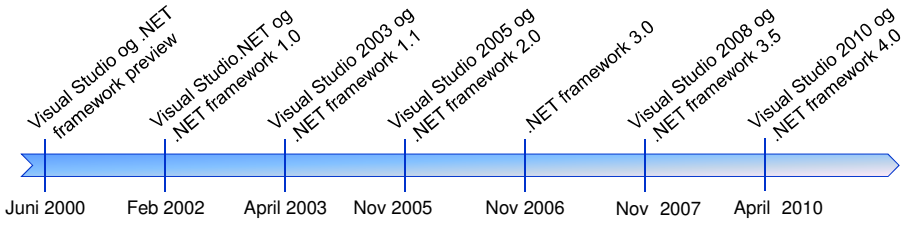


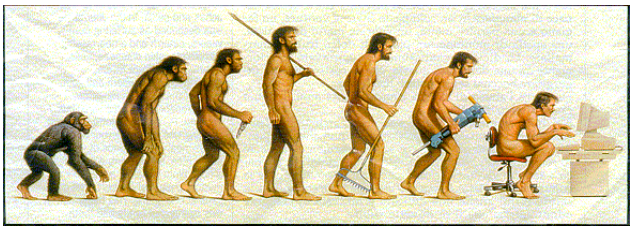
- **Sprog features i C# 3.0**
  - Objekt og collection initializers
  - Implicitly typed local variables
  - Anonyme typer
  - Lambda udtryk
  - Extension metoder
  - Partielle metoder
- **The Missing LINQ**
  - Standard query operatorer, query expressions
  - LINQ to Objects, LINQ to DataSets
  - LINQ to databaser, LINQ to XML

Visual Studio og .NET frameworket

Captator

- **En platform i udvikling**





Objekt initializers

Captator

- **Kan direkte sætte properties og fields ved instansiering**

```
class Person {
  public string Navn;
  public string CprNr;
  public string Adresse { get { ... } set { ... }
}
```

- **Klassen skal i dette første eksempel have en public, parameterløs konstruktør (paranteserne kan udelades)**

```
Person p = new Person() { Navn="Anders", Adresse="Andeby" };
```

- **Objekt initializeren svarer til:**

```
Person temp = new Person();
temp.Navn = "Anders";
temp.Adresse = "Andeby";
p = temp;
```

- **Kan kombineres med konstruktørparametre**

```
Person2 p2 = new Person2("Andersine") { Adresse = "Andeby" };
```

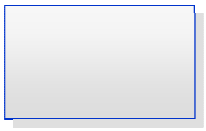
Objekt initializers

Captator

- **Objekt initializers kan nestes**

```
class Point
{
  public int X;
  public int Y;
}

class Rectangle
{
  public Point P1;
  public Point P2;
}
```

(P1.X, P1.Y)



(P2.X, P2.Y)

```
Point a = new Point { X=7, Y=42 };
Point b = new Point { X=17, Y=117 };
Rectangle r1 = new Rectangle { P1=a, P2=b };
int right1X = r1.P2.x;

Rectangle r2 = new Rectangle { P1 = new Point { X=10, Y=100 },
                               P2 = new Point { X=20, Y=200 }};
int right2X = r2.P2.X;
```


Collection initializers

Captator

- **Allerede eksisterende array initialisering**

```
int[] primesArray = new int[] { 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17 };
```

- **Collectionen skal implementere System.Collections.Generic.ICollection<T>**
  - Kalder Add(T)

```
List<int> primtal = new List<int> { 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17 };

List<Person> ænder = new List<Person> {
    new Person {Navn = "Anders And", Adresse = "Andeby"},
    new Person {Navn = "Andersine And", Adresse = "Andeby"},
    new Person {Navn = "Fætter Vims", Adresse = "Andeby"} };

System.Collections.ArrayList primesArrayList =
    new System.Collections.ArrayList { 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17 };
```

Implicitly typed local variables

Captator

- **Typen kan udledes af kompileren**

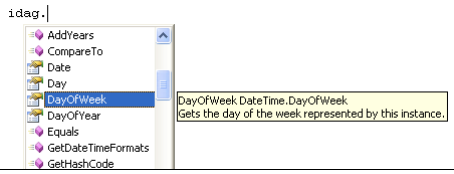
```
var pi = 3.14;
var navn = "Anders And";
var idag = System.DateTime.Today;

var tal = new int[] {10, 4, 17, 42};
var duck = new Person {Navn="Anders", Adresse="Andeby", Alder=71 };
```

Double

String

DateTime

- **Statisk typet!**
- **Fuld intellisense**
- **Kompilercheck**




```
System.Collections.Generic.List<Person> personer =
    new System.Collections.Generic.List<Person>();

var personer = new System.Collections.Generic.List<Person>();
```

april 2011 The Missing LINQ 7

Anonyme typer

Captator

- **En type behøver ikke at have noget (kendt) navn**

```
var b1 = new {Titel=".NET for hackere", Pris = 17.42};
var b2 = new {Titel=".NET for plattenslagere", Pris = 42.17};

b2 = b1;
var b3 = b2;
string bogensTitel = b1.Titel;

MessageBox.Show("Første bogs titel = " + b1.Titel);
MessageBox.Show("Tredje bogs titel = " + b3.Titel);
```

```
Person p = new Person()
 { Navn="Anders", Adresse="Andeby", Alder=71, CprNr="123456-7890" };

var addressInfo1 = new { p.Navn, p.Adresse };
var addressInfo2 = new { Navn = p.Navn, Adresse = p.Adresse };
var addressInfo3 = new { Name = p.Navn, Address = p.Adresse };

addressInfo2 = addressInfo1;

addressInfo3 = addressInfo2;
```

✗ Compiler fejl

april 2011 The Missing LINQ 8

Anonyme typer – casting by example

Captator

- **Følgende funktion returnerer en anonym type**

```
public object ReturnAnonymous()
{
  var anonymTypeInstans = new { Navn = "Anders And", Adresse = "Andeby" };
  return anonymTypeInstans;
}
```

- **Inferens af generiske typer gør, at ved kald af "Cast" kan typen T fastlægges ud fra parameteren "type"**

```
public T Cast<T>(object obj, T type)
{
  return (T)obj;
}
```

- **Parameteren "type" til "Cast" metoden angives som et eksempel på den anonyme type, der castes til**

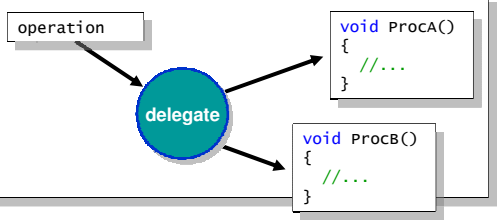
```
object obj = ReturnAnonymous();

var typed = Cast(obj, new { Navn = "", Adresse = "" });

MessageBox.Show(typed.Navn + " - " + typed.Adresse, "Data fra funktion");
```


Delegates (ingen nyheder her)

Captator

```
private delegate int MathOperation(int a, int b);

private int Add(int a, int b) {
  return a + b;
}

private int Subtract(int a, int b) {
  return a - b;
}

private int Multiply(int a, int b) {
  return a * b;
}

private void Calculate(MathOperation operation, int a, int b) {
  int result = operation(a, b);
}
```

```
MathOperation operation;

if (radAdd.Checked)
  operation = new MathOperation(Add);
else if (radSubtract.Checked)
  operation = (MathOperation) Subtract;
else if (radMultiply.Checked)
  operation = Multiply;

Calculate(operation, 42, 17);
```



Anonyme metoder (C# - 2.0)

Captator

- **Delegates kan erstattes med inline kodeblokke**

```
delegate [(parameter-list)] { anonymous-method-block }
```

- **Benytter delegate inferens**
- **Kan bruges hvor og som delegates kan bruges**
  - EventHandlers, callback-delegates
  - Eksplicit assignment, delegate-parameter i metodekald
- **Kode blokken kan undlade eller medtage delegate-typens parameterliste efter behov**
  - Undladt parameterliste er forskellig fra den tomme ( )
  - Returtypen og en eventuel parameterliste skal være kompatibel med delegatetypen
- **Kan "capture" omkringliggende metodes variable**
  - Forlænget levetid af disse lokale variable

april 2011 The Missing LINQ 11

Anonyme metoder (C# - 2.0)

Captator

```
private delegate int MinDelegateType(int a, int b);
```

```
MinDelegateType delCalc;

delCalc = delegate { return 17 + 42; };
MessageBox.Show("17 + 42 = " + delCalc(2, 2).ToString());

delCalc = delegate(int x, int y) { return x + y; };
MessageBox.Show("2 + 2 = " + delCalc(2, 2).ToString());

int j = 42;
delCalc = delegate(int x, int y) { return x + j; };
MessageBox.Show("2 + 42 = " + delCalc(2, 2).ToString());
```

```
private int i = 119;
private void btnAnonymeMetoder_Click(object sender, EventArgs e)
{
  MinDelegateType delCalc;

  int k = 7;
  delCalc = delegate(int x, int y) { return i / k + y; };
  MessageBox.Show("119 / 7 + 2 = " + delCalc(2, 2).ToString());
}
```

april 2011 The Missing LINQ 12

Lamba udtryk

Captator

- **Komprimerede anonyme metoder**

```
private delegate int MinDelegateType(int a);

private void ShowResult(MinDelegateType del, int i)
{
  MessageBox.Show(del(i).ToString());
}
```

```
MinDelegateType delCalc = delegate(int x) { return x + 42; };
ShowResult( delCalc, 17);

ShowResult( delegate(int x) { return x + 42; }, 18);

ShowResult( ((int x) => x + 42), 19);

ShowResult( (x => x + 42), 20);
```

x er eksplicit typet

x er implicit typet

- **Parametre til lambda udtryk kan være eksplicit eller implicit typede**

Lamba udtryk

Captator

- **Predefinerede generiske delegate typer: Func**
- **Ligger i System namespacet (System.Core.dll)**

```
delegate TResult Func<TResult>()
delegate TResult Func<T,TResult>(T arg)
delegate TResult Func<T1,T2,TResult>(T1 arg1, T2 arg2)
delegate TResult Func<T1,T2,T3,TResult>(T1 arg1, T2 arg2, T3 arg3)
delegate TResult Func<T1,T2,T3,T4,TResult>(T1 arg1, T2 arg2, T3 arg3, T4 arg4)
```

- **Eksempel – f3 svarer til f2 svarer til f1:**

```
private int NavnGivetFunktion(int x)
{
  return x + 42;
}
```

```
System.Func<int, int> f1 = NavnGivetFunktion;

System.Func<int, int> f2 = delegate(int x) { return x + 42; };
System.Func<int, int> f3 = (x => x + 42);
```

- **Action delegate typerne svarer til Func blot "void"**

Lamba udtryk

Captator

- **Predefineret generisk predikats-funktion**

```
delegate bool Predicate<T>(T obj)
```

- **Eksempel:**

```
System.Predicate<int> selector = ( x => x > 0);

if (selector(42))
{
  MessageBox.Show("Tallet kommer med.");
}
else
{
  MessageBox.Show("Tallet kommer ikke med.");
}
```

- **Expression trees kan repræsentere lambda udtryk som data**

Extension metoder

Captator

- **Kan udvide udvalgte typer med ekstra metoder**
- **Lav en extension metode**
  - Statisk metode i statisk klasse (C#), metode i module (VB)
  - Det første argument til metoden udpeger typen, som extension metode virker på
- **Importer namespacet (using (C#) / Imports (VB))**
  - Extension metoderne i det importerede namespace kan nu kaldes
- **Metoden kaldes som en instansmetode**
  - Kan naturligvis også kaldes via typen som normalt
- **Kan være almindelige såvel som generiske metoder**
- **Instansmetoder ”vinder over” extension metoder**

Extension metoder - eksempel

```
Namespace SuperExtensions
{
  public static class UserInterface
  {
    public static void Show(this string s)
    {
      System.Windows.Forms.MessageBox.Show(s);
    }
  }
}
```

this angiver objektet metoden kaldes på

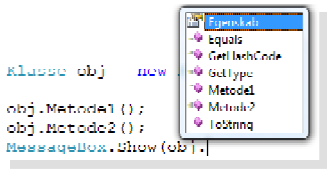
- I C# angiver ”this” som parameter-modifier, at dette er en extension metode

```
Using SuperExtensions;
```

```
SuperExtensions.UserInterface.Show("Hej statiske verden");

string str = "Hej verden";
str.Show();
```


Partielle typer – en VS2005 feature

- Typer kan deles over flere filer
  - Klasser og strukturer
- Bruges typisk i forbindelse med kodegenerering
  - “Skjuler” det genererede
  - Muliggør regenerering uden overskrivning af tilføjelser
  - Windows.Forms.Form, Windows.Forms.UserControl, Web.UI.Page, Web.UI.UserControl, System.Data.DataSet
- Angives med type-modifieren partial
- Opdelinger i partielle typer har ingen run-time betydning
- Members, interfaces og attributter kombineres
- Visibilitet og basis klasse skal stemme overens
- Intellisense betragter den samlede type



Partielle typer – en VS2005 feature

```
public partial class Klasse
{
  public void Metode1()
  {
    _state = "Skuddermudder";
  }

  public string Egenskab
  {
    get { return _state; }
  }
}
```

```
public partial class Klasse
{
  private string _state;

  public void Metode2()
  {
    _state = "Skummelskud";
  }
}
```

```
public class Klasse
{
  public void Metode1()
  {
    _state = "Skuddermudder";
  }

  public string Egenskab
  {
    get { return _state; }
  }

  private string _state;

  public void Metode2()
  {
    _state = "Skummelskud";
  }
}
```

```
Klasse obj = new Klasse();

obj.Metode1();
obj.Metode2();

MessageBox.Show(obj.Egenskab);
```


Partielle metoder

- **Giver mulighed for at en metode er defineret i én del af en partiel type og implementeret i en anden**
- **Bruges typisk ved kodegenerering, hvor man ønsker at give mulighed for tilpasning af det genererede**
- **Hvis en partiel metode ikke implementeres fjernes kaldet til den af kompileren**
  - Minder om events
- **Signaturen for metode definition og implementation skal matche**
- **Må ikke returnere en værdi (Sub (VB) / void (C#))**
- **Må ikke bruge access modifiers i C# - *skal* være Private i VB**

Partielle metoder

```
public partial class Firma
{
  partial void NameChanging(string oldValue, ref string newValue);

  partial void NameChanged(string newValue);

  private string _navn;

  public string Navn
  {
    get { return _navn; }

    set
    {
      NameChanging(_navn, ref value);

      if (_navn != value)
      {
        _navn = value;
        NameChanged(value);
      }
    }
  }
}
```

Ren signatur definition – ingen kode

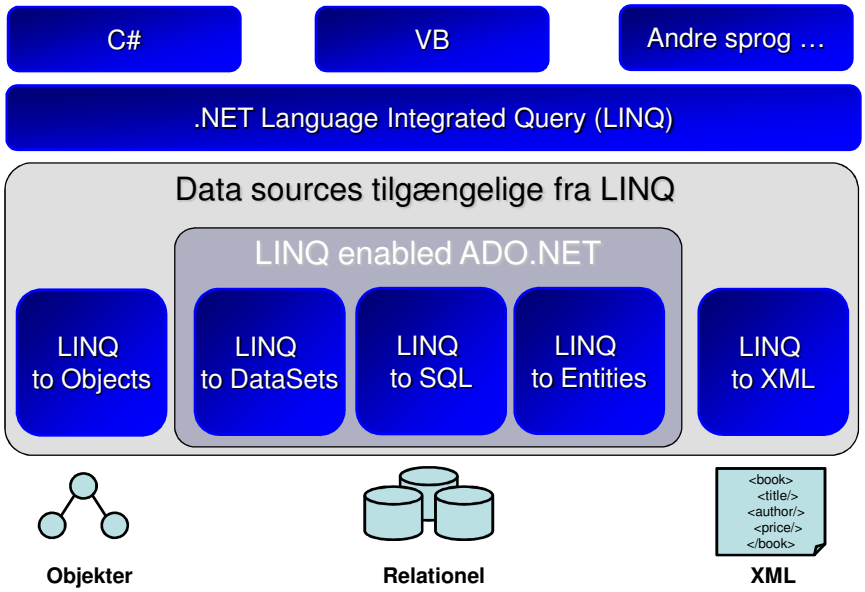
```
public partial class Firma
{
  partial void NameChanging(string oldValue,
                            ref string newValue)
  {
    if (newValue == "")
    {
      newValue = oldValue;
    }
  }

  partial void NameChanged(string newValue)
  {
    MessageBox.Show("Det nye navn er: " + newValue);
  }
}
```


Et problem … der måske eksisterer

```
string sql = "SELECT * FROM Authors";

var cmd = new System.Data.SqlClient.SqlCommand(sql, conn);
var adap = new System.Data.SqlClient.SqlDataAdapter(cmd);
var tbl = new System.Data.DataTable();
adap.Fill(tbl);

string navn = (string) tbl.Rows[0]["Name"];
```

- **Query, parametre og resultat er ikke stærkt typet**
  - Queryen er kun en streng
  - Parametre er svagt typede
  - Resultatet (f.eks. DataTable) er en collection af svagt typede objekter
- **Query sproget er typisk koblet til databaser**
  - Ikke-trivielt at lave querysprog

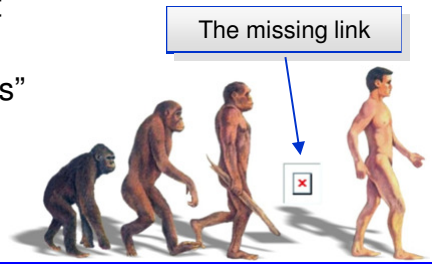
LINQ arkitektur



april 2011 The Missing LINQ 23

The Missing LINQ

- **LINQ danner bro mellem .NET sprog og "LINQ to *"**
- **Generel query facilitet i .NET frameworket**
  - Definerer en række standard query operatorer
    - Gennemløb, filtrering, projektion, ...
  - Et API til at query ethvert .NET array eller collection
  - Opererer på og returnerer IEnumerable<T> (C#) / IEnumerable(Of T) (VB) objekter (inklusive arrays)
  - Metoderne eksekveres først ved gennemløb
  - De fleste metoder kan "pipes"
  - Koden kan modulariseres
- **Deklarativ model**



april 2011 The Missing LINQ 24

Standard operatorer

- **Extension metoder defineret i System.Linq.Enumerable klassen**
- **De nuværende standard operatorer:**
  - Aggregate, All, Any, AsEnumerable, Average, Cast, Concat, Contains, Count, DefaultIfEmpty, Distinct, ElementAt, ElementAtOrDefault, Empty, Except, First, FirstOrDefault, GroupBy, GroupJoin, Intersect, Join, Last, LastOrDefault, LongCount, Max, Min, OfType, OrderBy OrderByDescending, Range, Repeat, Reverse, Select, SelectMany, SequenceEqual, Single, SingleOrDefault, Skip, SkipWhile, Sum, Take, TakeWhile, ThenBy, ThenByDescending, ToArray, ToDictionary, ToList, ToLookup, Union, Where

Standard query operatorer - Where

- **Filtrerer en sekvens udfra et predikat**

Extension metode

```
public static IEnumerable<T> Where<T>
                (this IEnumerable<T> source, Func<T,bool> predicate)
```

```
List<Person> ænder = new List<Person> {
    new Person {Navn = "Fætter Vims", Adresse = "Andeby"},
    new Person {Navn = "Andersine And", Adresse = "Andeby"},
    new Person {Navn = "Anders And", Adresse = "Andeby"} };

var res1=System.Linq.Enumerable.Where(ænder,
    (obj=>obj.Navn.StartsWith("Anders")));

foreach (Person obj in res1)
{
  MessageBox.Show(obj.Navn, "Kaldt som statisk metode");
}

var res2 = ænder.Where(obj => obj.Navn.StartsWith("Anders"));
foreach (Person obj in res2)
{
  MessageBox.Show(obj.Navn, "Kaldt som instans metode");
}
```

LINQ query expressions

```
List<Person> ænder = new List<Person> {
    new Person {Navn="Fætter Vims", Adresse="Andeby", Alder = 34},
    new Person ...} };
```

- **Sprogunderstøttelse for query udtryk**

```
var andeborgere = from duck in ænder
                  where duck.Adresse == "Andeby"
                  orderby duck.Alder, duck.Navn
                  select new {duck.Alder, duck.Navn};
```

Eksekveres som

```
var andeborgere = ænder.Where(duck => duck.Adresse == "Andeby")
                       .OrderBy(duck => duck.Alder)
                       .ThenBy(duck => duck.Navn)
                       .Select(duck => new {duck.Alder, duck.Navn});
```

```
foreach (var duck in andeborgere) {
  MessageBox.Show(duck.Navn + " " + duck.Alder);
}
```

- **Fleksible projektioner**

```
select new { duck.Navn, Født = System.DateTime.Now.Year-duck.Alder };
```


LINQ query operatorer

- **Clauses indbygget i VB (keywords)**
  - From, Select, Where, Order By, Join, Group By, Group Join, Aggregate, Let, Distinct, Skip, Skip While, Take, Take While
  - En query skal begynde med enten en *From* eller en *Aggregate* clause
- **Clauses indbygget i C# (keywords)**
  - from, where, select, group, into, orderby, join, let
  - En query skal begynde med en *From* clause
- **Øvrige LINQ operatorer kan kaldes som extension metoder (placeret I klasserne Enumerable og Queryable i System.Linq namespacet)**

LINQ query expressions

Captator

- **Når man definerer en LINQ query opbygges et expression tree**
- **Deferred (udskudt) eksekvering**
  - Normalt evalueres queryen først, når elementerne i resultatet tilgås (i eksempelvis en For Each-løkke)
  - Gør det muligt at kombinere queries
- **Immediate (øjeblikkelig) eksekvering**
  - Aggregate clauses (Count, Sum, …)
  - ToList() og ToArray()-metoderne kan bruges til caching

april 2011 The Missing LINQ 29

LINQ to Objects

Captator

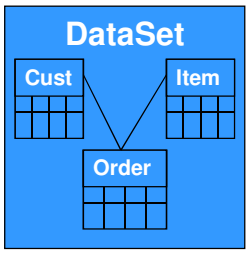
```
string[] dirPaths = Directory.GetDirectories(@"C:\CaptatorVss\Eifos2");

var foundDirs = from dirPath in dirPaths
                let dir = new System.IO.DirectoryInfo(dirPath)
                let fileCount = dir.GetDirectories().Count()
                where dir.Name.StartsWith("C") && fileCount > 3
                select dir;

foreach (var directory in foundDirs) {
  txtData.Text += directory.Name + "\r\n";
}
```

```
string[] dirPaths = Directory.GetDirectories(@"C:\CaptatorVss\Eifos2");

var foundDirs1 = from dirPath in dirPaths
                 let dir = new System.IO.DirectoryInfo(dirPath)
                 where dir.Name.StartsWith("C")
                select dir;

var foundDirs2 = from dirPath in foundDirs1
                 let fileCount = dir.GetDirectories().Count()
                 where fileCount > 3
                 select dir;

foreach (var directory in foundDirs2) {
  txtData.Text += directory.Name + "\r\n";
}
```

Queries kan kombineres, hvilket letter genbrug mærkbart

LINQ to DataSet

- DataSets er disconnectede datastrukturer
- Har en struktur der minder om relationelle databaser
- Standard LINQ syntax understøttelse
- Filtrering, projektion, joins
- Kan kombineres med andre in-memory datastrukturer
- Understøtter aggregering



LINQ to DataSet

- DataSets indeholder svagt typede data
- De svagt typede data skal gøres typestærke
  - Kald System.Data.DataTableExtensions.AsEnumerable extension-metoden på DataTable-objekter

```
public static System.Data.EnumerableRowCollection<DataRow>
    AsEnumerable(this System.Data.DataTable source)
```

  - System.Data.DataRowExtensions.Field extension-metoderne (en del overloads) giver typestærk tilgang til de enkelte felter

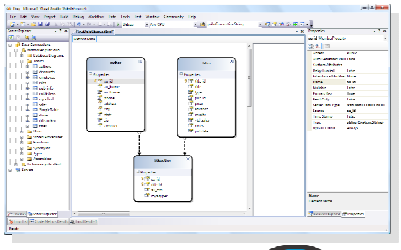
```
public static T Field<T>(this System.Data.DataRow row, string columnName,
    System.Data.DataRowVersion version)
```

```
var kundeNavne =
    from kunde in _ds.Tables["Customer"].AsEnumerable()
    where kunde.Field<string>("City") == "London"
    select new { CompanyName = kunde.Field<string>("CompanyName") };
```

LINQ to SQL

Captator

- Supporterer Microsoft SQL Server
- En simpel mappingmekanisme mellem relationel database og objektmodel
- Tager udgangspunkt i en én-til-én mapping mellem SQL Server database og objektmodel
- Mappinger kan foretages via attributter eller XML fil
- Designer til Visual Studio
- Udnytter deferred execution

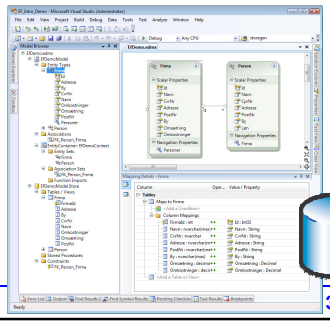


april 2011 The Missing LINQ 33

Entity frameworket og LINQ to Entities

Captator

- Database support via providermodel
- Entity Data Model (EDM)
  - SSDL - Storage Schema Definition Language
    - Beskriver hvordan databasen ser ud
  - CSDL - Conceptual Schema Definition Language)
    - Definerer entiteter der anvendes i applikationen
  - MSL - Mapping Specification Language
    - Mapper SSDL laget til CSDL laget
- Designer til Visual Studio
- Udnytter deferred execution

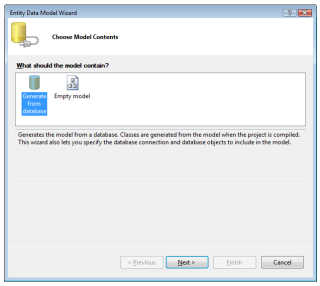


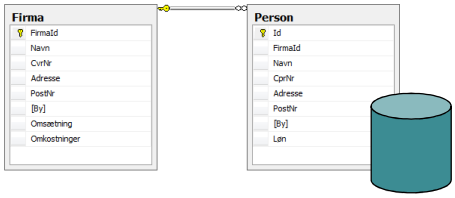
april 2011 The Missing LINQ 34

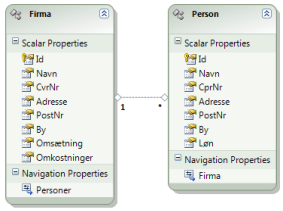
Træk og slip en Entity Framework model

Captator

- **Ud fra et database schema genereres en model og en række klasser**








```
var context = new EfDemoContext();

var firmaQuery = from f in context.Firma
                 select f;
Person and =
    firmaQuery.First().Personer.First(i=>i.Navn.StartsWith("And"));

string andensNavn = and.Navn;
```


LINQ to XML

Captator

- **System.Linq.Xml namespacet indeholder XML klasser til brug for LINQ to XML**
  - XML typer: XElement, XAttribute, …
  - System.Linq.Xml.Extensions indeholder extension metoder til brug for LINQ queries
- **Opbygning af XML**
- **Forespørgsler på og transformation af XML**
- **Manipulation af XML**

LINQ to XML

Captator

- **Læsning og transformation**

Source xml

```
<CustomerList>
  <Customer>
    <First>Anders</First>
    <Last>And</Last>
  </Customer>
  <Customer>
    <First>Joakim</First>
    <Last>von And</Last>
  </Customer>
</CustomerList>
```

Target xml

```
<Contacts>
  <Contact>
    <FirstName>Anders</FirstName>
    <LastName>And</LastName>
  </Contact>
  <Contact>
    <FirstName>Joakim</FirstName>
    <LastName>von And</LastName>
  </Contact>
</Contacts>
```

```
XElement kundeListe = XElement.Parse(xml);

XElement kontakter = new XElement("Contacts",
    from c in kundeListe.Elements("Customer")
    select new XElement("Contact",
    new XElement("FirstName", (string) c.Element("First")),
    new XElement("LastName", (string) c.Element("Last")) ));
```


LINQ to XML

Captator

- **Opbygning af XML vha. funktionel konstruktion**

```
System.IO.DirectoryInfo[] foundDirs = ...

System.Xml.Linq.XElement snippet =
    new System.Xml.Linq.XElement("directories",
        from dir in foundDirs
        select new System.Xml.Linq.XElement("directory",
            new System.Xml.Linq.XAttribute("fileCount",
                dir.GetDirectories().Count().ToString()),
            new System.Xml.Linq.XElement("fullName", dir.FullName)));

txtData.Text = snippet.ToString();
```

LINQ to XML

Captator

- **Opbygning af XML vha. funktionel konstruktion**

```
Dim foundDirs As System.IO.DirectoryInfo() = ...

Dim snippet As System.Xml.Linq.XElement = _
    New System.Xml.Linq.XElement("directories", _
        From dir In foundDirs _
        Select New System.Xml.Linq.XElement("directory", _
            New System.Xml.Linq.XAttribute("fileCount", _
                dir.GetDirectories().Count().ToString()), _
            New System.Xml.Linq.XElement("fullName", dir.FullName)))

txtData.Text = snippet.ToString()
```

- **Opbygning af XML vha. VBs integrerede syntaks**

```
Dim foundDirs = ...

Dim snippet As System.Xml.Linq.XElement = _
<directories>
  <%= From dir In foundDirs _
    Select <directory fileCount=<%= dir.GetDirectories().Count().ToString() %>>
             <fullName><%= dir.FullName %></fullName>
           </directory> %>
</directories>

txtData.Text = snippet.ToString()
```

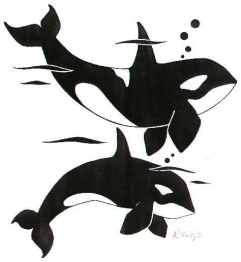
Indsætning af værdier

XML literals og latebinding i VB

Captator

```
Dim kundeliste As XElement = <CustomerList>
                               <Customer type="Privat">
                                 <First>Anders</First>
                                 <Last>And</Last>
                               </Customer>
                               <Customer type="Erhverv">
                                 <First>Joakim</First>
                                 <Last>von And</Last>
                               </Customer>
                             </CustomerList>

For Each Dim kunde In kundeliste.Customer
  MessageBox.Show(CStr(kunde.@type))
Next

Dim elementName = "vare"
Dim price = 42
Dim snippet As XElement = _
    <<%= elementName %>><pris><%= price %></pris></>

MessageBox.Show(snippet.ToString())
```

Spørgsmål



www.captator.dk

nyheder, artikler, information, ...

april 2011 The Missing LINQ 41