



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Eiropas Reģionālās attīstības fonds

Prioritāte: 2.1. Zinātne un inovācijas

Pasākums: 2.1.1. Zinātne, pētniecība un attīstība

Aktivitāte: 2.1.1.1. Atbalsts zinātnei un pētniecībai

Projekts: "Multi - modeļu izstrādes tehnoloģija .NET pielietojumu projektiem"

Projekta sākuma datums: 2014.gada 1.janvāris.

Projekta beigu datums: 2015.gada 30.jūnijs.

Līguma Nr. 2013/0031/2DP/2.1.1.1.0/13/APIA/VIAA/010

ESF finansējuma saņēmējs: SIA, SWH SETS

Sadarbības partneris: Elektronikas un datorzinātņu institūts (EDI)

Projekta aktivitātes Nr.1.2 "Universālā modeļa formāta izpēte" progresa pārskats

Pārskats Nr. 2 par periodu no 2014.gada 1.janvāra līdz 2014.gada 30.jūnijam.

SATURS

1	Kopsavilkums.....	3
2	Ievads.....	4
3	Rīki metamodeļu aprakstu veidošanai.....	5
4	Prasības formātam.....	7
5	Apmaiņas formāta definīcija.....	9
5.1	ARoot.....	9
5.2	AClass.....	10
5.3	ARelationship.....	10
5.4	AProperty.....	10
5.5	AClassList.....	10
5.6	ARelationshipList.....	10
5.7	ApropertyList.....	10
6	Literatūras saraksts.....	11
7	Pielikumi.....	12
7.1	Metamodeļu formāta glabāšanas XSD.....	12
7.2	Metamodeļa faila piemērs.....	14

1 Kopsavilkums

Pārskata periodā (2014-01-01 – 2014-06-30) projekta „Multi - modeļu izstrādes tehnoloģija .NET pielietojumu projektiem” aktivitātes Nr.1.2 "Universālā modeļa formāta izpēte" ietvaros veikti šādi darbi:

1. Microsoft DSL Tools izpēte;
2. MetaEdit+ izpēte;
3. Eclipse Modeling Framework(EMF) izpēte;
4. Eclipse Graphical Editing Framework (GMF) izpēte;
5. Metamodeļa glabāšanas formāta prasību analīze, identificēšana;
6. Apmaiņas formāta izstrāde:
 - a. Universālā modeļa tipu identificēšana un izstrāde – Aroot, ARelationship, AProperty, Aclass, AclassList, ARelationshipList, APropertyList;
 - b. Atbilstība starp universāla formāta tipiem un meta metamodeļa tipiem izstrāde;
7. Metamodeļu formāta glabāšanas XSD izstrāde.

2 Ievads

Šis pārskats ir veltīts projekta apakšaktivitātes Nr.1.2 "Universālā modeļa formāta izpēte" ietvaros veiktajiem pētījumiem.

Sākotnēji tika izpētīti rīki metamodeļu aprakstu veidošanai. Projekta ietvaros tika apskatīti - **Microsoft DSL Tools**, **MetaEdit+**, **Eclipse Modeling Framework(EMF)** un **Eclipse Graphical Editing Framework (GMF)**. Papildus tika ideintificētas prasības metamodeļu apmaiņas formātam. Pētījumu rezultātā izstrādāta metamodeļa aprkasta formāta definīcija, kas aprakstīts 5. nodaļā.

3 Rīki metamodeļu aprakstu veidošanai

Vienkāršākajā gadījumā metamodeļu aprakstu varētu veidot datnē stingri definētā formātā ierakstot modeļa aprakstu. Tomēr šādai pieejai ir daudzi trūkumi:

- metamodeļa definētājam ir jāpārzina metamodeļa formāts;
- ļoti viegli ir kļūdīties, izveidojot nekorektu metamodeļa aprakstu;
- metamodeļa verifikācijai vajadzīga speciāla programma;
- metamodeļa apraksts nav uzskatāms.

Tāpēc šim nolūkam labāk izveidot metamodeļu redaktoru, kas minētos trūkumus novērstu.

Lai metamodeļus uzskatāmi varētu parādīt modeļu izstrādātājiem, metamodeļu redaktoram būtu vajadzīga iespēja metamodeli attēlot diagrammas veidā.

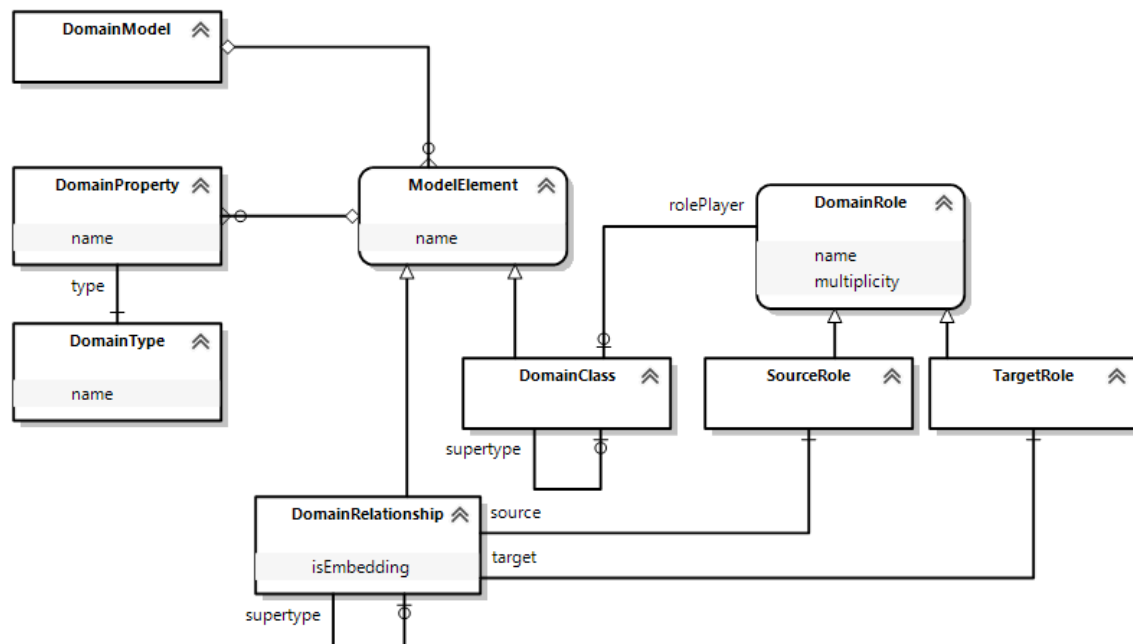
Eksistē vairākas tehnoloģijas un rīki, ar kuru palīdzību var izveidot šādu redaktoru. Var minēt **Microsoft DSL Tools**, **MetaEdit+**, **Eclipse Modeling Framework(EMF)** un **Eclipse Graphical Editing Framework (GMF)**. Visi minētie rīki izmanto uz metamodeļiem balstītu pieeju.

Nākošajā tabulā ir parādīti minēto rīku metamodeļi, vides, kurā tie darbojas, datu apmaiņas formāti.

	MS DSL Tools	MetaEdit+	EMF/GEF
Meta metamodelis	Savs meta metamodelis	Meta-Object Facility (MOF)	Savs meta metamodeli Ecore
Vide	Visual Studio	Atsevišķa lietojumprogramma	Eclipse
Valoda	.NET C#	Sava valoda GOPRR	Java
Datu glabāšanas formāts	XML ar savu XSD Iespēja izveidot un izmantot savu datu glabāšanas formātu	XML Metadata Interchange (XMI)	XML Metadata Interchange (XMI)
Licence	Microsoft Public License	Commercial	Eclipse Public License

Tā kā projekts tiek izstrādāts .NET vidē, priekšroka būtu dodama rīkam, kurš ir veidots izmantojot .NET tehnoloģiju. EMF strādā Eclipse vidē un ir orientēts uz Java lietojumprogrammu izstrādātājiem [1]. MetaEdit+ ir maksas produkts, turklāt izstrādē izmanto savu valodu [2]. MS DSL Tools ļauj izveidot MS Visual Studio spraudņus. Tas nozīmē, ka ar MS DSL Tools veidotais redaktors būs integrēts MS Visual Studio, un tā izstrādes vidē tiks lietots .NET un valoda C# [3].

Apskatīsim MS DSL Tools meta metamodeli, lai pārlicinātos, ka ar tā palīdzību varam aprakstīt mūsu metamodeļus [4]. Meta metamodelis ir vienkāršots, lai atvieglotu uztveramību – tajā neparādās diagrammu grafiskie elementi un visi atribūti.



Apskatīsim MS DSL Tools iespējamās objektu tipus. **DomainClass** diagrammā parādīsies kā objekts, to parasti attēlo kā taisnstūri (iespējamās dažādas kontūrlīnijas). Objekti ar tipu DomainClass var būt savā starpā savienoti ar **DomainRelationship** (izmantojot **SourceRole** un **TargetRole**). DomainRelationship diagrammā parādās kā līnija, kas savieno dažādus objektus. Ja DomainRelationship ir atribūts **isEmbedding** ar vērtību „true”, tad DomainClass objekts, kurš ir savienots caur TargetRole objektu, diagrammā tiks iekļauts objektā, kurš savienots ar SourceRole. Gan objektiem ar tipu DomainClass, gan tipu DomainRelationship, var būt **DomainProperty**, kurai ir noteikts datu tips. Ir iespējams nodēfinēt atbilstību starp mūsu meta metamodela objektiem un MS DSL Tools meta metamodela objektiem. Tabulā parādīta šī atbilstība.

Meta metamodela tips	Atbilstība MS DSL Tools meta metamodelī
MEntity	DomainClass
MClass	DomainClass
MModel	DomainClass
MAttribute	MAttribute
MLink	DomainRelationship ar source un target DomainRolēm
superClass	DomainRelationship ar source un target DomainRolēm
Saite uz MAttribute	DomainRelationship (isEmbedding) ar source un target DomainRolēm
MMAtribute	DomainProperty

4 Prasības formātam

Izvēloties metamodeļu glabāšanas formātu būtu jāņem vērā sekojoši nosacījumi:

- Formātam būtu jābūt viegli producējamam un analizējamam.
- Formāts ir jāatbalsta metamodeļu redaktoram.
- Vēlams, lai formāts būtu viegli lasāms un saprotams.
- Formātam būtu jābūt tādām, lai meta metamodeļa papildināšanas gadījumā, tas nemainītos.

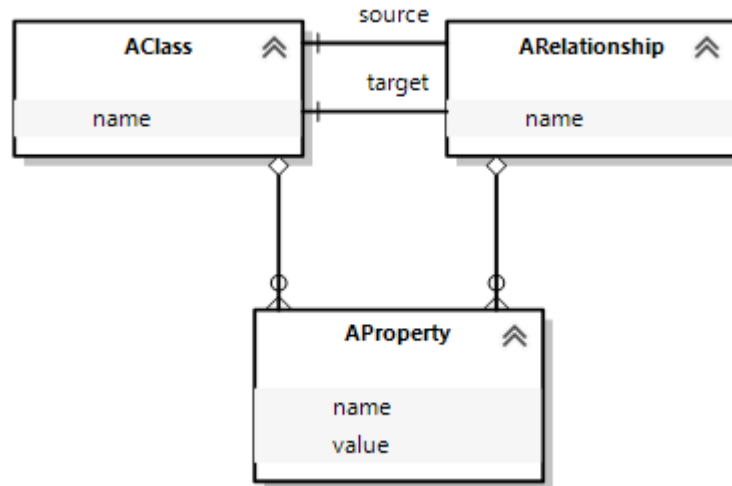
Dažādu formātu izpēte tika veikta izvēloties modeļu apmaiņas formātus[5]. Tāpat kā modeļu apmaiņas formātam, metamodeļu glabāšanas formātam tika izvēlēts XML. Vajadzētu tikai nedefinēt precīzi, kāds būs šis XML, t. i. nedefinēt XSD.

Pēc noklusēšanas MS DSL diagrammu glabāšanai izmanto XML formātu [6]. MS DSL Tools diagramma tiek glabāta 2 XML failos. Viens no failiem apraksta diagrammas loģisko saturu, otrs - grafisko elementu izvietojumu. Tas nozīmē, ka saturīgais modeļa apraksts ir atdalīts no objektu attēlojuma diagrammā. Tātad mūsu meta modeļu apraksti varētu glabāties failā, kurā atrodas saturīgais apraksts.

Apskatīsim, vai noklusētais formāts ir pietiekoši labs, lai to varētu izmantot metamodeļu glabāšanai. XML elementu līmenī MS DSL izmanto ar DSL veidotā modeļa jēdzienus. Tas nozīmē, ka katram objekta tipam, kuru var izveidot ar redaktoru, XML formātā atbilst elements. DomainProperty XML atbilst vai nu elements, vai atribūts. Tas rada sekojošu problēmu. Mūsu meta metamodelis ļauj definēt meta metaatribūtus metamodeļos. Parādoties jaunam meta metaatribūtam, MS DSL XML formātā parādās vai nu jauns elements, vai jauns atribūts. Tas nozīmē - ja metamodeļu glabāšanai tiktu izmantots MS DSL noklusētais formāts, tas nebūtu fiksēts. Tādēļ tika pieņemts lēmums, metamodeļu glabāšanai veidot savu formātu.

Lai formāts būtu stingri fiksēts to vajadzētu veidot uz meta metamodeļa bāzes. Šeit ir divas iespējas. Var veidot formātu atbilstoši mūsu izstrādātajam meta metamodelim vai arī atbilstoši MS DSL tools metamodelim. Ja formātu veidotu atbilstoši mūsu izstrādātajam meta metamodelim, tad jebkurš meta metamodeļa papildinājums, ja tāds būtu vajadzīgs, novestu pie formāta maiņas. Turklāt MS DSL tools meta metamodelis ir vienkāršāks, un var nedefinēt atbilstību starp mūsu meta metamodeļa tipiem un MS DSL tools metamodeļa tipiem. Tāpēc metamodeļu glabāšanas formāts tika veidots atbilstoši MS DSL tools metamodelim.

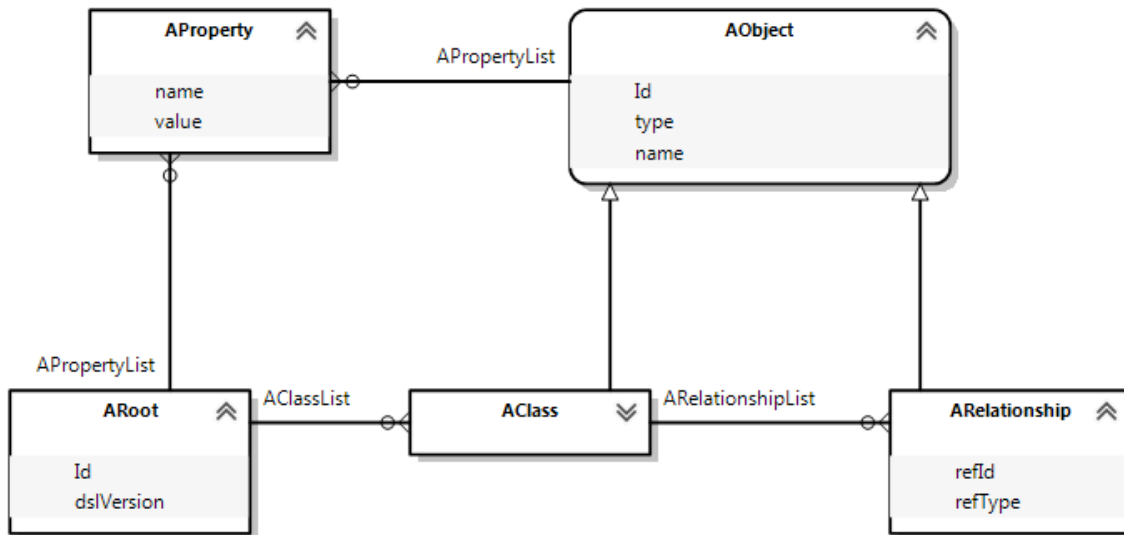
Mēģināsim izveidot pavisam vienkāršu MS DSL tools loģisko meta metamodeli. Faktiski DSL meta metamodelis ļauj veidot objektus (AClass), kuri savā starpā savienoti ar saitēm (ARelationship). Gan objektiem, gan saitēm var būt kaut kādas īpašības (AProperty). Mūsu metamodeļu glabāšanas formātam vajadzētu spēt saglabāt datus, modelim kurš redzams nākošajā diagrammā.



5 Apmaiņas formāta definīcija

Precīza formāla formāta definīcija dota pielikumā(XSD formā). Šī nodaļa veltīta sastāvdaļu izskaidrojumam.

Nākošajā diagrammā redzams modelis metamodeļu glabāšanas formātam. Salīdzinot ar modeli iepriekšējā nodaļā, ir ņemts vērā, ka datu glabāšanas formāts ir XML. Tādēļ diagrammā parādās saknes elements ARoot un vairāki atribūti.



Nākošajā tabulā ir parādīta atbilstība starp universāla formāta tiem un meta metamodeļa tiem:

Universālā modeļa formāts	Meta metamodeļa tipi
ARoot	Nav atbilstības – saknes elements
ARelationship	MLink kopā ar myTarget superClass saite uz visiem piederošajiem MAttribute
AProperty	MMAtribute
AClass	MEntity MClass MModel MAttribute
AClassList	Saraksts ar visiem AClass objektiem, kuri ir diagrammā
ARelationshipList	Saraksts ar visiem piederošajiem ARelationship
APropertyList	Saraksts ar visiem piederošajiem MMAtribute

Apskatīsim sīkāk elementus.

5.1 ARoot

ARoot ir saknes elements, kurš var saturēt AClassList elementu un APropertyList elementu. AClassList elements sevī ietver visus modeļa objektus. ARoot elementam ir

atribūti Id - unikāls identifikators un dslVersion – apmaiņas formāta versijas numurs. APropertyList var saturēt AProperty elementus. Šis elements pievienots, lai varētu saglabāt kaut kādus diagrammas atribūtus, ja tas būtu nepieciešams.

5.2 AClass

AClass elements reprezentē objektu un var saturēt ARelationshipList un APropertyList elementus. ARelationshipList elements sevī var ietver ARelationship elementus.

AClass elementam ir atribūti Id – unikāls identifikators, type – objekta tips un name – objekta vārds. Objekta tips ir viens no meta metamodeļa tipiem (MEntity, MClass, MModel, MAttribute)

5.3 ARelationship

ARelationship elements reprezentē saiti starp 2 objektiem. ARelationship elementam ir atribūti Id – unikāls identifikators, type – objekta tips, name – objekta vārds, refId – reference uz objektu un refType – referencētā objekta tips. ARelationship elements var saturēt elementu ApropertyList.

5.4 AProperty

AProperty elementam ir atribūti name – vārds un value – vērtība. Saturīgi elements atbilst meta metaatribūtam.

5.5 AClassList

AClassList ir saraksts no AClass elementiem. Elementam atribūtu nav.

5.6 ARelationshipList

ARelationshipList ir saraksts no ARelationship elementiem. Elementam atribūtu nav.

5.7 ApropertyList

APropertyList ir saraksts no AProperty elementiem. Elementam atribūtu nav.

6 Literatūras saraksts

[1] Using GEF with EMF

[2] MetaEdit+ Domain-Specific Modeling tools <http://www.metacase.com/products.html>

[3] Modeling SDK for Visual Studio - Domain-Specific Languages.

<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb126259.aspx>

[4] Projekta aktivitātes Nr.1.1 "Meta metamodeļu izpēte" progresā pārskats.

[5] Projekta aktivitātes Nr.1.4 "Modeļu kodēšana un ielādes metožu izpēte" progresā pārskats.

[6] Modeling SDK for Visual Studio - Domain-Specific Languages Customizing File Storage and XML Serialization - <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb126447.aspx>

7 Pielikumi

7.1 Metamodeļu formāta glabāšanas XSD

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">

  <xs:simpleType name="OType">
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:enumeration value="MEntity"/>
      <xs:enumeration value="MClass"/>
      <xs:enumeration value="MCopyBlock"/>
      <xs:enumeration value="MModel"/>
      <xs:enumeration value="MClassPlaceholder"/>
      <xs:enumeration value="MAttribute"/>
      <xs:enumeration value="MCluster"/>
      <xs:enumeration value="mLink"/>
      <xs:enumeration value="mContains"/>
      <xs:enumeration value="superclass"/>
      <xs:enumeration value="include"/>
      <xs:enumeration value="hasMAttribute"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>

  <xs:complexType name="APropertyType">
    <xs:attribute name="name" type="xs:string" use="required" />
    <xs:attribute name="value" type="xs:string" use="required" />
  </xs:complexType>

  <xs:complexType name="APropertyListType">
    <xs:sequence minOccurs="0">
      <xs:element maxOccurs="unbounded" name="AProperty" type="APropertyType"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>

  <xs:complexType name="AObjectType">
    <xs:sequence minOccurs="0">
      <xs:element maxOccurs="1" name="APropertyList" type="APropertyListType"/>
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="Id" type="xs:string" use="required" />
    <xs:attribute name="type" type="OType" use="required" />
    <xs:attribute name="name" type="xs:string" use="required" />
  </xs:complexType>
```

```
<xs:complexType name="ARelationshipType">
  <xs:complexContent>
    <xs:extension base="AObjectType">
      <xs:attribute name="refId" type="xs:string" use="required" />
      <xs:attribute name="refType" type="OType" use="required"/>
    </xs:extension>
  </xs:complexContent>
</xs:complexType>

<xs:complexType name="ARelationshipListType">
  <xs:sequence minOccurs="1">
    <xs:element maxOccurs="unbounded" name="ARelationship"
type="ARelationshipType"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>

<xs:complexType name="AClassType">
  <xs:complexContent>
    <xs:extension base="AObjectType">
      <xs:sequence minOccurs="0">
        <xs:element maxOccurs="1" name="ARelationshipList"
type="ARelationshipListType"/>
      </xs:sequence>
    </xs:extension>
  </xs:complexContent>
</xs:complexType>

<xs:complexType name="AClassListType">
  <xs:sequence>
    <xs:element maxOccurs="unbounded" name="AClass" type="AClassType"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>

<xs:element name="Root">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element maxOccurs="1" name="AClassList" type="AClassListType"/>
      <xs:element maxOccurs="1" name="APropertyList" type="APropertyListType"/>
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="dslVersion" type="xs:string" use="required" />
    <xs:attribute name="Id" type="xs:string" use="required" />
  </xs:complexType>
</xs:element>
</xs:schema>
```

7.2 Metamodeļa faila piemērs

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<Root xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" dslVersion="1.0.0.0" Id="87e9c02c-
748a-47c4-b830-90061c25e361">
  <AClassList>
    <AClass Id="8e196710-ef1b-413c-9178-7bc2eeea5cc5" type="MModel"
name="Entities">
      <ARelationshipList>
        <ARelationship Id="320213b4-68f4-401c-a238-695277f685db"
type="hasMAttribute" refId="da5adb44-c446-48c5-b511-1cb43b1a4409"
refType="MEntity" />
      </ARelationshipList>
    </AClass>
    <AClass Id="da5adb44-c446-48c5-b511-1cb43b1a4409" type="MAttribute"
name="dataBase">
      <APropertyList>
        <AProperty name="isMandatory" value="false" />
        <AProperty name="isMultiple" value="false" />
        <AProperty name="isTechnical" value="false" />
        <AProperty name="isName" value="false" />
        <AProperty name="constraint" value="" />
      </APropertyList>
    </AClass>
    <AClass Id="cbae3267-0da9-4c8f-989c-30aa47e0ba10" type="MEntity"
name="Entity">
      <APropertyList>
        <AProperty name="isTechnical" value="false" />
        <AProperty name="isExtendedVisibleISN" value="false" />
      </APropertyList>
      <ARelationshipList>
        <ARelationship Id="b667ea53-9bac-4275-85d1-039ca6065a2d" type="mContains"
name="" refId="ce35fe7a-5fab-4616-bc00-ca5f93251297" refType="MEntity">
          <APropertyList>
            <AProperty name="isMandatory" value="false" />
            <AProperty name="isMultiple" value="true" />
            <AProperty name="isTechnical" value="false" />
          </APropertyList>
        </ARelationship>
        <ARelationship Id="e5f2abb8-bdc7-4c4e-a76c-e8ad3d7c2f64"
type="hasMAttribute" refId="487a54bb-16b3-4dae-a77f-7668524aa65d"
refType="MEntity" />
        <ARelationship Id="c78cd0ec-586d-498e-9a74-f0e2b37e5eb3"
type="hasMAttribute" refId="3f679706-38dc-4694-94b1-4003ce13a2b4"
refType="MEntity" />
      </ARelationshipList>
    </AClass>
  </AClassList>
</Root>
```

```

    </ARelationshipList>
  </AClass>
  <AClass Id="487a54bb-16b3-4dae-a77f-7668524aa65d" type="MAttribute"
name="name">
  <APropertyList>
    <AProperty name="isMandatory" value="true" />
    <AProperty name="isMultiple" value="false" />
    <AProperty name="isTechnical" value="false" />
    <AProperty name="isName" value="true" />
    <AProperty name="constraint" value="" />
  </APropertyList>
</AClass>
  <AClass Id="3f679706-38dc-4694-94b1-4003ce13a2b4" type="MAttribute"
name="isVirtual">
  <APropertyList>
    <AProperty name="isMandatory" value="true" />
    <AProperty name="isMultiple" value="false" />
    <AProperty name="isTechnical" value="false" />
    <AProperty name="isName" value="false" />
    <AProperty name="constraint" value="" />
    <AProperty name="dataType" value="bool" />
  </APropertyList>
</AClass>
  <AClass Id="ce35fe7a-5fab-4616-bc00-ca5f93251297" type="MEntity"
name="Unit">
  <APropertyList>
    <AProperty name="isTechnical" value="false" />
    <AProperty name="isExtendedVisibleISN" value="false" />
  </APropertyList>
  <ARelationshipList>
    <ARelationship Id="cb8db537-21d6-4703-bfe3-36ce54fb4387"
type="hasMAttribute" refId="12b15d2b-f1fb-4ef7-9d3b-6572bc596d0b"
refType="MEntity" />
    <ARelationship Id="f9ca20ee-d7f9-4c7c-8a82-e0a0a7473a9c"
type="hasMAttribute" refId="c5c12468-4968-4531-8a29-1953571a7ba6"
refType="MEntity" />
    <ARelationship Id="82219e32-9ae3-4fc0-8e35-4f9da55340a3"
type="hasMAttribute" refId="465fbbf7-6f19-414d-8e79-f21a7dc77ed6"
refType="MEntity" />
  </ARelationshipList>
</AClass>
  <AClass Id="12b15d2b-f1fb-4ef7-9d3b-6572bc596d0b" type="MAttribute"
name="name">
  <APropertyList>
    <AProperty name="isMandatory" value="true" />
    <AProperty name="isMultiple" value="false" />

```

```
<AProperty name="isTechnical" value="false" />
<AProperty name="isName" value="true" />
<AProperty name="constraint" value="" />
</APropertyList>
</AClass>
<AClass Id="c5c12468-4968-4531-8a29-1953571a7ba6" type="MAttribute"
name="cType">
  <APropertyList>
    <AProperty name="isMandatory" value="false" />
    <AProperty name="isMultiple" value="false" />
    <AProperty name="isTechnical" value="false" />
    <AProperty name="isName" value="false" />
    <AProperty name="constraint" value="" />
  </APropertyList>
</AClass>
<AClass Id="465fbbf7-6f19-414d-8e79-f21a7dc77ed6" type="MAttribute"
name="isVirtual">
  <APropertyList>
    <AProperty name="isMandatory" value="true" />
    <AProperty name="isMultiple" value="false" />
    <AProperty name="isTechnical" value="false" />
    <AProperty name="isName" value="false" />
    <AProperty name="constraint" value="" />
    <AProperty name="dataType" value="bool" />
  </APropertyList>
</AClass>
</AClassList>
<APropertyList>
  <AProperty name="ModelLocks" value="None" />
</APropertyList>
</Root>
```