Digiehituse arengud, kogemused ja võimalused läbi praktiku silmade

Siim Saidla
PNL insenerid

PNL insenerid

PNL insenerid



BIM koordineerimine

Teostusmudelid

Mudeldamine

Mudelite ekspertiisid

Tootmisjoonised

Konsultatsioonid

ÜLEVAADE

Neli sammu nõuetest halduseni

PNL insenerid

1

Nõuded

RKAS-ist ÜBN-ini

2

Andmed ja AI

Miks kvaliteetne mudel on AI alus

3

Koostöö

Tehnoloogia leiab vastuolud, inimesed lahendavad

4

Teostus ja haldus

Tõeallikas halduses

Nõuded on liikunud geomeetriast andmete suunas

PNL insenerid

COBIM

2013

Esimesed eestikeelsed BIM juhendmaterjalid

Narva PPA Ühishoone 2012

RKAS

2018; 2020

Esimesed BIM nõuded

ÜBN 3.1

2022

Avaliku sektori tellijate nõuete koondamine

ÜBN 3.2

2026

3.1 nõuete täpsustus

ÜBN 4.0

?

Uus raamistik

Suund: geomeetria → andmed → kontrollitav, masinloetav info

1 · NÕUDED

ÜBN 3.2 muudatused võrreldes ÜBN 3.1-ga

PNL insenerid

Ühik eraldi veerus

Enne oli ühik selgituse tekstis, nt „(l/s)“. Nüüd on eraldi veerg „Ühik“ (79 omadusel).

12 uut omadust

Nt 700_Ühendus (ühendus hooneautomaatikaga) 9 KVJ elemendil ja VK pumbal.

Täpsemad IFC viited

Osasüsteemi tähis on seotud IfcSystem’iga (22 lehel), andmetüüpe on parandatud (nt 202_Faasid: IfcInteger).

Ühtlasem nimetamine

Sidekriipsuga nimekuju (200_El-võimsus, 405_Toru-ühendus), 155_Toru-diameeter on nüüd Toru-läbimõõt.

	User defined property set: KVJ_Klapp							
KVJ	Omadus / Atribuut	Näide	Ühik	ES	EP	PP	TP	TJ	Selgitus
	001_Nimetus	Reguleerklapp							Üldnimetus elemendi kohta
	002_Tähis	RK1							Elemendi tähis või tüüp projektis
	003_Osasüsteemi-nimetus	Sissepuhe 1							Osasüsteemi nimetus, kuhu element kuulub
	004_Osasüsteemi-tähis	S1							Osasüsteemi tähis, kuhu element kuulub
	100_Rõhukadu	6.174	Pa						Arvutuslik või tegelik rõhukadu
	110_Vooluhulk	120	l/s						Projekteeritud või seadistatud vooluhulk
	115_Voolukiirus	3.82	m/s						Projekteeritud või seadistatud voolukiirus
	120_Suurus	160	mm						Seadme ühendusmõõt torustikuga
	125_Seadeasend	40							Klapi seadeasend
	140_Tulepüsivus	EIS 60							Klapi tulepüsivuse näitaja
	700_Ühendus	TRUE							Kas on olemas ühendus hooneautomaatikaga
	900_Tootja	Halton							Elemendi tootja
	905_Mudel	PRA-125							Elemendi referents, mudeli tunnus või nimetus
	910_Tooteinfo	\suhteline link							Elemendi suhteline link tootelehele
	915_Kasutus-ja-hooldusjuhend	\suhteline link							Elemendi suhteline link kasutus- ja hooldusjuhendile

274 → 286

omadust 24 VK ja KVJ lehel: 12 uut, ühtegi pole eemaldatud

ÜBN 4.0: nõuded tulevad kasutusjuhu põhiselt

PNL insenerid

Kasutusjuhu põhised nõuded

Mitte samad nõuded kõigile hoonetüüpidele ja tegevustele

Andmepaketid vastavalt vajadusele

- **BIM-põhine loamenetlus ja EHR**
- **Teostusmudel**
- **Mahtude arvutus**
- **„Minimaalne BIM“**

Vähem omadusi igapäevaselt

Projekteerija täidab vähem omadusi. Omaduste mallid on olemas: kui projektis on vaja rohkem omadusi, saab neid lisada ja standardsus säilib.

Varaelementide loendid

Väärtus, mida lisada omaduse 001_Nimetus alla, et oleks üheselt selge, millise elemendiga on tegu. Standardne nimetus andmebaasist annab ka masinloetavuse.

Näide omaduste mallist: KJ_Toru

Punane raam: varaelemendi omadused 001–045 (nimetus, tüüp, süsteem, ID, varagrupp, kulukood, ühik, maht, materjal, klassifikaator)

KJ_Toru	AN162_OsasüsteemiKood	Üksiktoru	(blank)	(blank)	esitab osasüsteemi koodi
	AN192_Kirjeldus	(blank)	(blank)	täpsem kirjeldus, kui on vaja lisai	selgitav nimetus
	HP248_Survetugevusklass	16	(blank)	lisada nimirõhk	süsteemi komponentide nimirõhuklass
	MC153_Pikikalle	2	mm/m	toru lang	toru kalle
	MH112_PõhjaKõrgusAlguses	39.39	m	torule määratud kõrgusmärk algus	põhja kõrgusmärk elemendi alguses
	MH114_PohjaKõrgusLõpus	39.26	m	torule määratud kõrgusmärk lõpu	põhja kõrgusmärk elemendi lõpus
	ML420_Pikkus	6.0	m	toru pikkus	kahe punkti vaheline kaugus
	MR617_Nimiläbimõõt	150	(blank)	töötoru nimiläbimõõt (DN)	nimiläbimõõt
	MR621_VälisLäbimõõt	100	mm	välimine toru läbimõõt (isolatsioo	välisläbimõõt
	MT274_SeinaPaksus	4.5	mm	töötoru seina paksus	seina paksus
	PA191_Mudel	Teras, PN 16, isolatsioon II kla	(blank)	elemendile määratud konkreetne r	toote tunnus
	PB410_Staatus	Projekteeritav	(blank)	olek (projekteeritav, likvideeritav,	määrab elemendi staatuse ehitusprotsessi suhtes
	TS137_EhitamisePaigaldusAeg	2025.08.25	aaaa.kk.pp	elemendi paigaldamise kuupäev v	installeerimise kuupäev
	VR145_Tootja	Uponor	(blank)	elemendi tootja	organisatsioon, kes toote valmistas ja/või koostas; tootja (
	VU108_Skeem	\suhteline link\kataloog1\kata	(blank)	element on seotud suhtelise lingi a	URL-link, mis viitab ühele või mitmele visandile, tavaliselt D
	VU128_TeostusdokLink	\suhteline link\kataloog1\kata	(blank)	element on seotud suhtelise lingi a	viide välisele teabeallikale elemendi paigaldus- või ehitusp
	VU133_Juhendid	\suhteline link\kataloog1\kata	(blank)	element on seotud suhtelise lingi a	URL-link, mis viitab ühele või mitmele kasutusjuhendile, tav
	VU140_Tooteinfo	\suhteline link\kataloog1\kata	(blank)	element on seotud suhtelise lingi a	tooteinfo; URL-link, mis viitab ühele või mitmele tooteandm
	001_Nimetus	(blank)	(blank)	(blank)	varaelemendi soovitud täpsusega nimetus
	005_Tüüp	(blank)	(blank)	(blank)	tüüpi esitav kood
	010_Süsteem	(blank)	(blank)	(blank)	süsteemi esitav kood
	015_ID	(blank)	(blank)	(blank)	varalemendi ID kood
	020_Varagrupp	(blank)	(blank)	(blank)	tüübi kood koos nimetusega
	025_Kulukood	(blank)	(blank)	tellija makseartikli number	makseartikkel või muu ettevõtte spetsiifiline (kulu)kood
	030_Ühik	(blank)	(blank)	makseartiklist tulenev ühik	mahu väärtust kirjeldav ühik (nt tk, m, jm, m2, m3)
	035_Maht	(blank)	(blank)	(blank)	mahtu kirjeldav väärtus numbrina
	040_Materjal	(blank)	(blank)	(blank)	materjali kirjeldav väärtus
	045_Klassifikaator	(blank)	(blank)	(blank)	klassifikaator

Näide: varaelementide nimetused

PNL insenerid



	L	N
	40-VaraelementNimetus	Andmema
mulatsioo	Jahutusseadme akumulatsioo	KVJ
i (kalorifee	Kaudne veesoojendi (kalorifee	KVJ
	Küttekalorifeer	KVJ
	Soojenduspatarei	KVJ
	Gaasi mahuti	KVJ
	Elektriline boiler	KVJ
	Elektrikatel	KVJ
	Otsene veesoojendi	KVJ
	Soojaveeboiler	KVJ
	Veesoojendi	KVJ
/ pind	Elektriline soojendav pind	KVJ
	Elektrikeris	KVJ
	Elektriküttekalorifeer	KVJ
	Elektriline konvektor	KVJ
	Elektriline küttekeha	KVJ
	Küttekeha	KVJ
	Põrandaliistu küte	KVJ
	Radiaator	KVJ
	Soojendav kaabel	KVJ
üte	Elektriline põrandaküte	KVJ
		KVJ
kt	Kaarsoojendusobjekt	KVJ
		KVJ
	Induktsioonsoojendi	KVJ
		KVJ

Standardne nimetus andmebaasist

Ühine nimekiri valikutega, nt Radiaator, Küttekeha, Elektriline boiler, Soojendav kaabel.

Väärtus omaduse 001_Nimetus alla

Üheselt arusaadav, millise elemendiga on tegu.

Masinloetavus

Standardne nimetus andmebaasist annab andmetele masinloetavuse.

Radiaatori valik annab masinale klassifikaatori ja IFC klassi

PNL insenerid

Projekteerija valib sõnaraamatust

Radiaator

CCI KLASSIFIKAATOR
P.EBB18

IFC KLASS (IFC 4.3.2)
IfcSpaceHeater
Tüüp IfcSpaceHeaterType, RADIATOR

ANDMEMALL JA ÜHIK
KVJ_Küttekeha
Ühik: tk

P.EBB10	Elektrikeris	Elektrikeris	KVJ	Küttekeha	KVJ_Küttekeha	tk	IfcSpaceHeater	IfcSpaceHe
P.EBB11	Elektriküttekalorifeer	Elektriküttekalorifeer	KVJ	Küttekeha	KVJ_Küttekeha	tk	IfcSpaceHeater	IfcSpaceHe
P.EBB12	Elektriline konvektor	Elektriline konvektor	KVJ	Küttekeha	KVJ_Küttekeha	tk	IfcSpaceHeater	IfcSpaceHe
P.EBB13	Elektriline küttekeha	Elektriline küttekeha	KVJ	Küttekeha	KVJ_Küttekeha	tk	IfcElectricAppliance	IfcElectricAp
P.EBB16	Küttekeha	Küttekeha	KVJ	Küttekeha	KVJ_Küttekeha	tk	IfcSpaceHeater	IfcSpaceHe
P.EBB17	Põrandaliistu küte	Põrandaliistu küte	KVJ	Küttekeha	KVJ_Küttekeha	tk	IfcSpaceHeater	IfcSpaceHe
P.EBB18	Radiaator	Radiaator	KVJ	Küttekeha	KVJ_Küttekeha	tk	IfcSpaceHeater	IfcSpaceHe
P.EBC01	Elektriküttekaabel	Soojendav kaabel	KVJ	Küttekeha	KVJ_Küttekeha		IfcTubeBundle	IfcTubeBund
P.EBC10	Elektriline põrandaküte	Elektriline põrandaküte	KVJ	Küttekeha	KVJ_Küttekeha	tk	IfcTubeBundle	IfcTubeBund
P.EBE			KVJ	Küttekeha	KVJ_Küttekeha	tk	IfcSpaceHeater	
P.EBE01	Kaarsoojendusobjekt	Kaarsoojendusobjekt	KVJ	Küttekeha	KVJ_Küttekeha	tk	IfcSpaceHeater	IfcSpaceHe
P.EBF			KVJ	Küttekeha	KVJ_Küttekeha	tk	IfcSpaceHeater	
P.EBF01	Induktsioonsoojendi	Induktsioonsoojendi	KVJ	Küttekeha	KVJ_Küttekeha	tk	IfcSpaceHeater	IfcSpaceHe

Projekteerija valib ühe nime, masin teab ülejäänu

AI on nii hea, kui mudelis olevad andmed

PNL insenerid

BIM mudel
andmekandja



AI
andmetöötleja



Vastus
kiire, aga kas õige?

Kvaliteetne mudel

Õiged andmed, kiire ja usaldusväärne vastus

Puudulik mudel

Valed klassid ja täitmata omadused: AI annab kiiresti vale vastuse

Usaldus kaob ühe vale vastusega

IFC struktuur sobib AI-le lugemiseks ja täitmiseks

```
#31841=IFCQUANTITYLENGTH('Width',$,$,660.,$);
#31842=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('505_Paksus',$,IFCLENGTHMEASURE(660.00000000000011),$);
#31843=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('515_Neto-pindala',$,IFCAREAMEASURE(301.02513683141228),$);
#31844=IFCPROPERTYSET('0IDInO6x5SRJ9PTQRYQAD8',#18,'AR_Plaat','',(#31842,#31843));
#31845=IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('3XcGL_UFakPwKNvO6OI$rI',#18,$,$,(#31765),#31844);
#31846=IFCQUANTITYLENGTH('Depth','',$,299.99999999999989,$);
#31847=IFCQUANTITYLENGTH('Perimeter','',$,227.69128595123632,$);
#31848=IFCQUANTITYAREA('GrossArea','',$,301.02513683141223,$);
#31849=IFCQUANTITYAREA('NetArea','',$,301.02513683141228,$);
#31850=IFCQUANTITYVOLUME('GrossVolume','',$,90.307541049423648,$);
#31851=IFCQUANTITYVOLUME('NetVolume','',$,198.67659030873213,$);
#31852=IFCELEMENTQUANTITY('3v5Aw2DMEE9KJOC03zsTuM',#18,'Qto_SlabBaseQuantities',$,$,(#31836,#31837,#31838,#31839,#3184
#31853=IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('1iZbeMpyxgJrwuHhyYCwFG',#18,$,$,(#31765),#31852);
#31854=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('001_Nimetus',$,IFCTEXT('-1. korruse lagi haljastuse all'),$);
#31855=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('205_T\X\E4his',$,IFCTEXT('KL-1'),$);
#31856=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('330_Tulep\X\FCsivus',$,IFCTEXT('REI60'),$);
#31857=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('340_Soojusl\X\E4bivus',$,IFCREAL(0.26000000000000001),$);
#31858=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('340_Soojusl\X\E4bivus',$,IFCREAL(0.26000000000000001),$);
#31859=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('505_Paksus',$,IFCLENGTHMEASURE(660.00000000000011),$);
#31860=IFCPROPERTYSET('0tYw$$CTHWA8g$lfrcEqMx',#18,'AR_Plaat',$,(#25431,#31680,#31854,#31855,#31856,#31858,#31859));
#31861=IFCAXIS2PLACEMENT3D(#3,$,$);
#31862=IFCLOCALPLACEMENT(#80,#31861);
#31879=IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#31919));
#31880=IFCSLAB('1Z9TWmKXb5WfkklR2QjEVu',#18,'Floor:KL-1 parklapealne haljastus:6035266',$,'Floor:KL-1 parklapealne hal
#31881
```

IFC mudeli väljavõte Notepadis

Struktureeritud tekst

Iga omadus on eraldi rida: nimi, väärtus ja andmetüüp.

AI loeb andmed

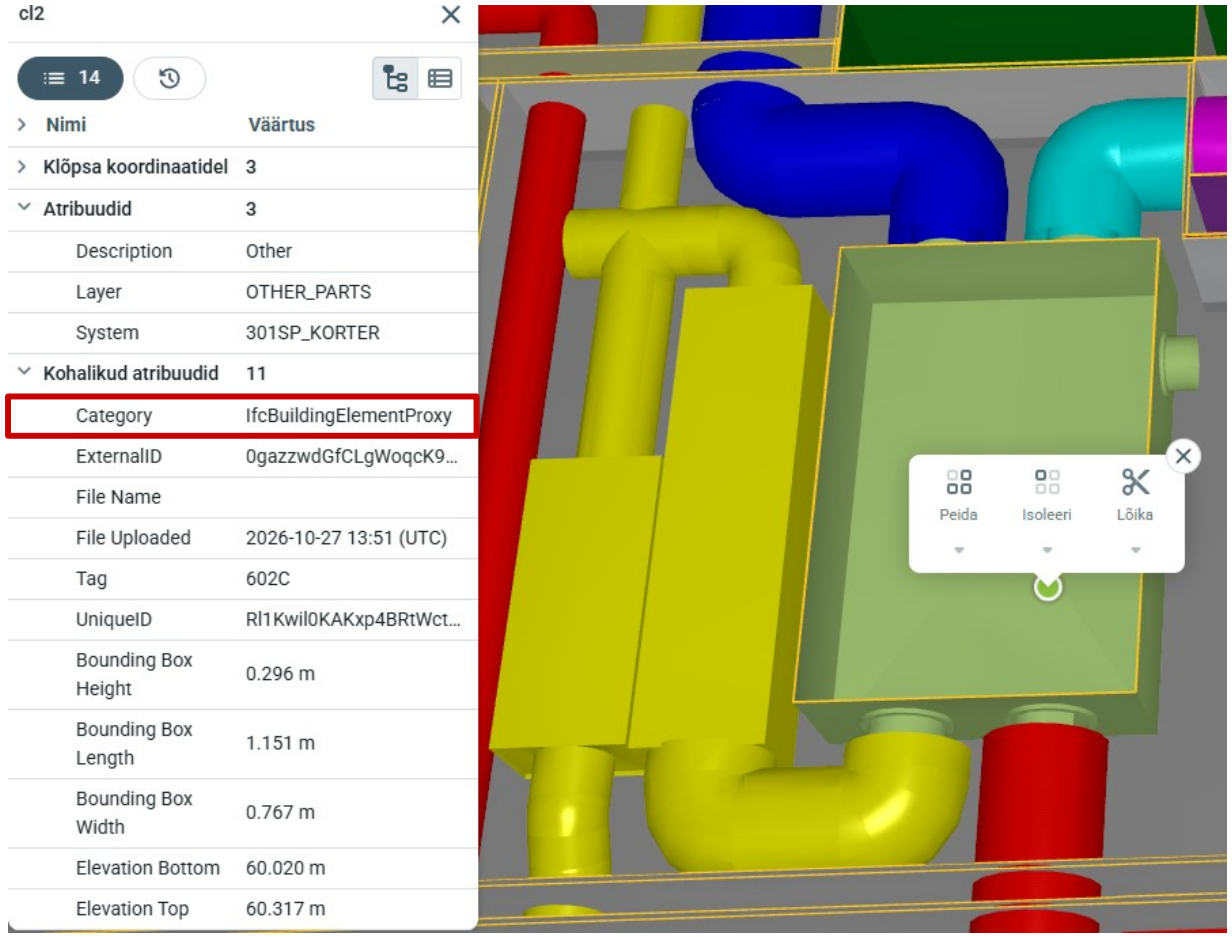
Mudeli sisu on lihtne tekst, mida AI saab kiiresti läbi lugeda.

AI täidab omadused

Omaduste väärtusi saab lugeda ja täita samas struktuuris.

AI loeb ainult seda, mida mudelisse on kirjeldatud

PNL insenerid



Punane raam: üldine kategooria, elementi pole kirjeldatud

Pildist AI veel elementi ei tuvasta

Kui elementi pole kirjeldatud, ei tea AI, mis element see on.

Andmesisu annab elemendile tähenduse

Kui ventseadmele lisada mürasummuti andmesisu, on see AI jaoks mürasummuti.

IFC-st Notepadis üksi ei piisa

Usaldusväärseks tulemuseks ja kontrolliks on vaja ka 3D pilti ja BIM tarkvara.

Tehnoloogia on tööriist, see ei vabasta koostööst

PNL insenerid

TEHNOLOOGIA AITAB

- Analüüsida oluliselt rohkem lahendusi
- Tuvastada vastuolusid ja näpuvigu
- Jõuda paremini toimivate lahendusteni

INSENERID JA ARHITEKTID

- Lahendada vastuolud koos
- Teha ettepanekuid muudatuste kohta
- Anda teistele aega varakult arvestada

Probleem ei ole vastuolude leidmises, vaid nende koos lahendamises

Kuidas edastada ettepanekuid muudatuste kohta nii, et teised osapooled saaksid varakult arvestada?

Projektijuht kui tuletõrjuja

PNL insenerid



Koostöö vajab tugevaid dirigente

PNL insenerid

DIRIGENDID

Tugevad dirigendid, kes panevad projekteerimismeeskonna ühtse orkestrina mängima

Projektijuhid

Haldavad ja suunavad protsesse tervikuna.

Mitte tuletõrjujad, kes kavalalt probleeme elimineerivad.

BIM koordinaatorid

Panevad digitööriistad ühte jalga astuma.

Juhivad infot õiges suunas.

Projekteerimine on orkester, mis vajab dirigenti



3 · KOOSTÖÖ

Kus ehitus kaotab aega ja kvaliteeti

PNL insenerid

01
Killustunud infovahetus

02
Projektipank | CDE

03
Projekteerimise nõrk juhtimine

04
Projektiosade vastuolud

05
Tulekustutamine ajagraafikus ja kvaliteedi hoidmine

06
Standardiseerimine

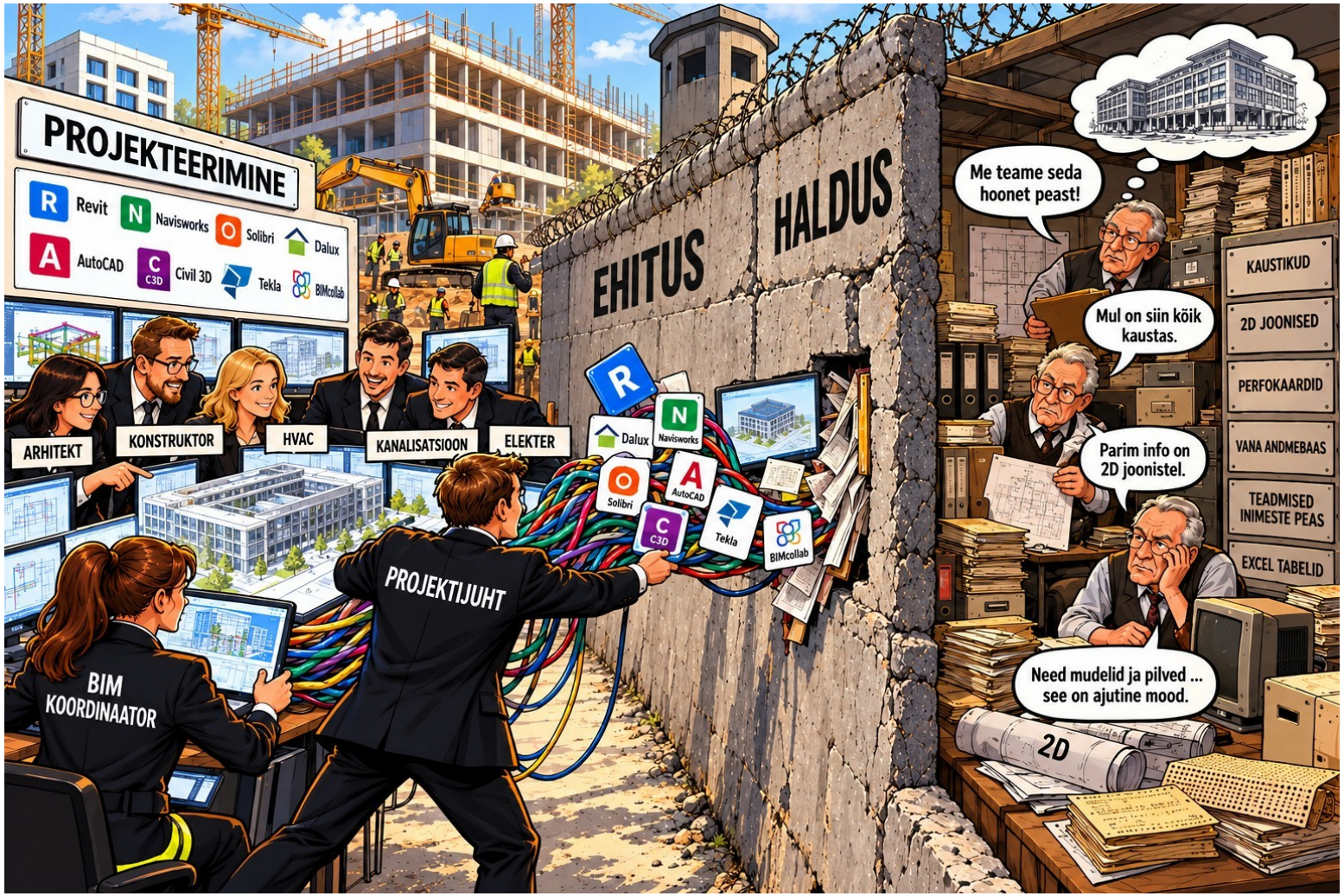
Kus oleme ehituse elukaares digitaalehitusega

PNL insenerid

Lähteolukorra mõõdistamine	Projekteerimine	Ehitamine	Haldamine
Kus me oleme	**Kus me oleme**	**Kus me oleme**	**Kus me oleme**
Droonid, robotid, skännerid	Parameetriline disain ja automatiseerimine	BIM mudelid ehitusplatsil ja nutiseadmetes	**Digiehitus jõuab haldusesse vaevaliselt**

Müür ehituse ja halduse vahel

PNL insenerid



Infomudel on üks tõe allikas

PNL insenerid

INFOMUDEL

Üks tõe allikas

Ajakohastatakse ehitise muutudes. Mudel on andmekandja, mida on info mõttes oluliselt lihtsam hallata ja ajakohasena hoida.

2D JOONISED JA TABELID

Joonistel puudub omavaheline seos

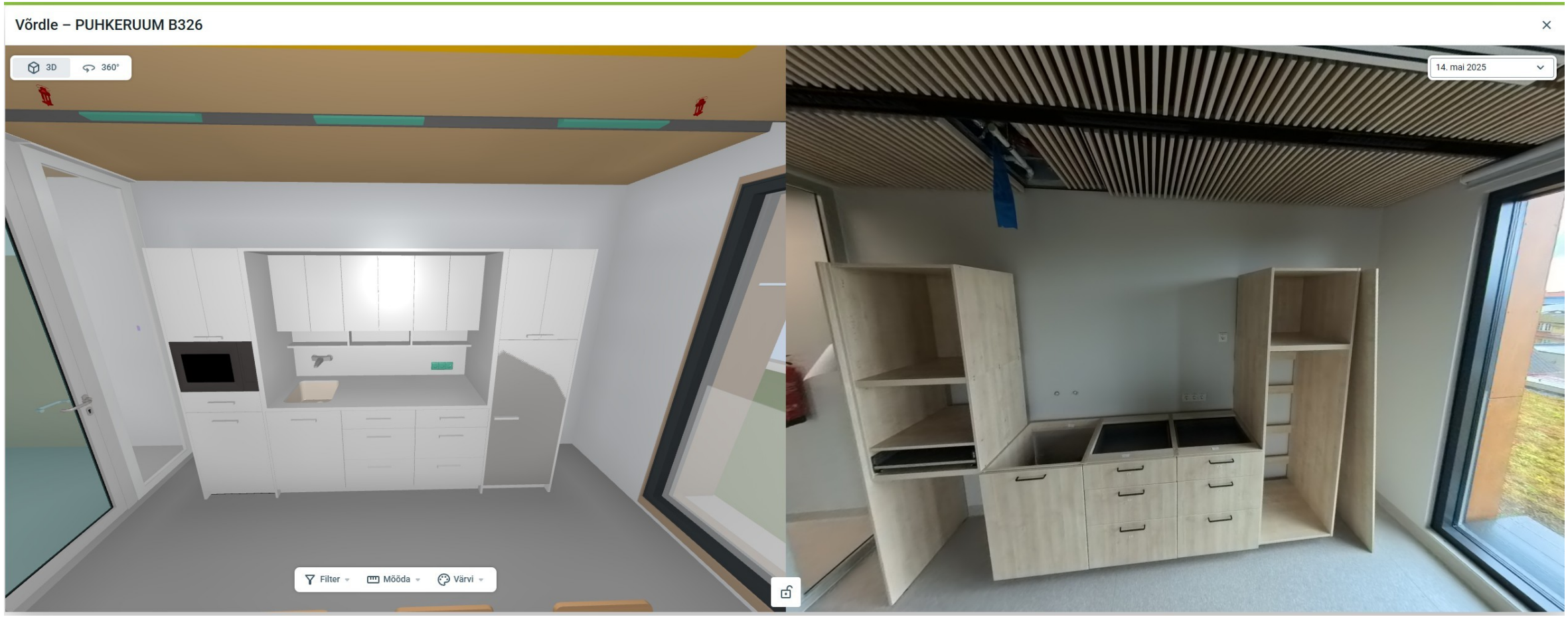
Suur hulk tabeleid

Kõik muutuvad vastuolulisteks, kui hoones toimub muudatus

Mudelit on lihtsam hoida ajakohasena kui eraldi jooniseid ja tabeleid

Mudel ja foto: andmete õigsuse kontroll

PNL insenerid



Mudel ja pilt hoonest kõrvuti: kontrollime andmete õigsust

Infohaldus pärast ehituse valmimist

PNL insenerid



Küsimused, millele mõelda

PNL insenerid

1

Kas ja kuidas me tagame teostusmudelite õigsust?

2

Kas teostusmudelite koostamise üle peaks teostama järelevalvet?

3

Kes peaks tagama mudelite ajakohasena püsimise ekspluatatsiooni vältel?

4

Kas teostusmudeleid on võimalik uuendada?

KOKKUVÕTE

Kolm sõnumit, mis kaasa võtta

PNL insenerid

1

Kvaliteetne andmesisu on AI alus

2

Tehnoloogia toetab, inimesed lahendavad

3

Tõene teostus- ja haldusmudel on oluline osa terviklikust elukaarest

Kõige suurem väljakutse on mõttemaailma muutus

PNL insenerid



Siim Saidla

PNL insenerid

E-POST

siim.saidla@pnl.ee

VEEB

www.pnl.ee