

2019年7月17日
i-Construction推進コンソーシアム
第5回企画委員会
資料-4

ICT施工の海外動向（フィンランドの事例） ～公共事業へのBIM導入アプローチの違い～



土木研究所 技術推進本部
先端技術チーム 新田恭士



国土交通省

1. Tampere Tramway project

- 市街地の既存道路上に建設する路面鉄道事業
- 地下埋設物の情報もBIMで記録管理
- マシンオペレーターまでもがデータを共有

2. Southern Ring Road of Lahti Project

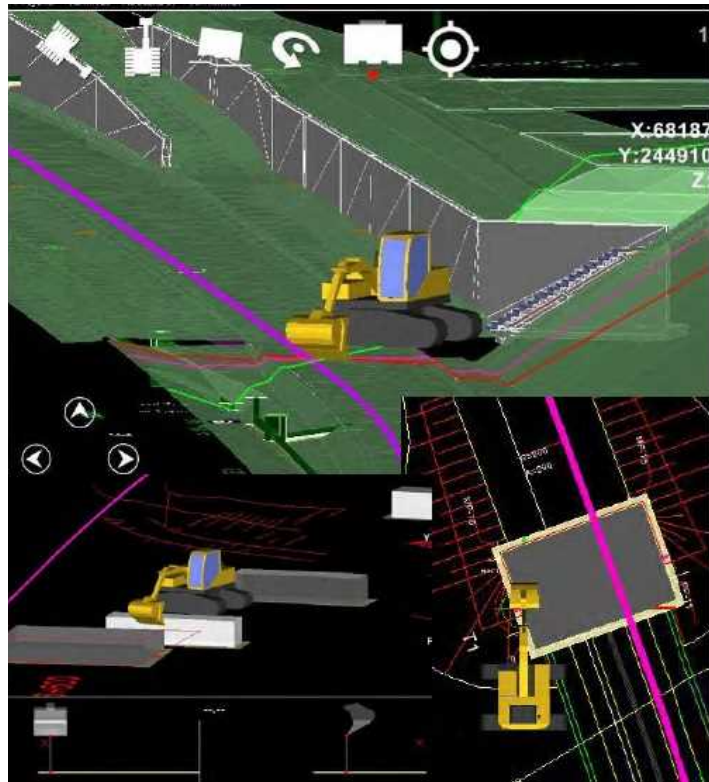
- 複数のトンネルや橋梁を含む道路事業
- 着工までの10か月で事業計画を立案

3. 共通事項

- 日本にはないプロジェクトアライアンス方式
- 全てのデジタル情報をアライアンス内で共有
- コピーを作らずリアルタイム更新し共有
- 専門家としてのBIMマネージャーを設置

- 実現場への適用により「ローカルルール」が充実＝“infra BIMの進化”の構図
- 事業者は、維持管理へのデータ継承によるメリットを意図

1. Tampere Tramway project (維持管理へのデータ継承)



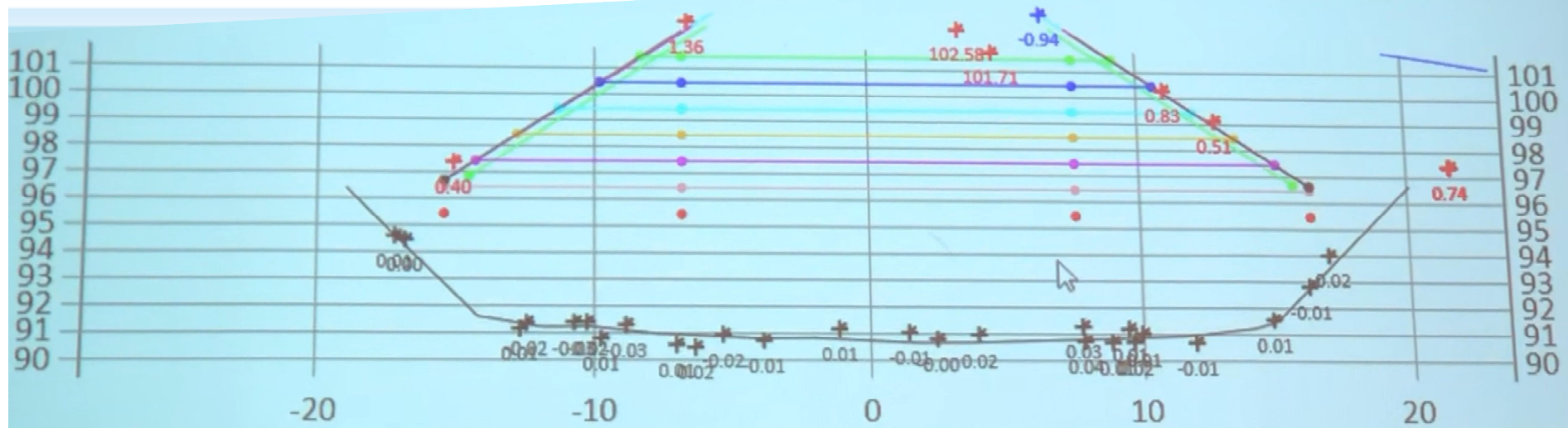
Using InfraBIM to design and construct a modern tramway system

RAITIOTIEALLIANSSI

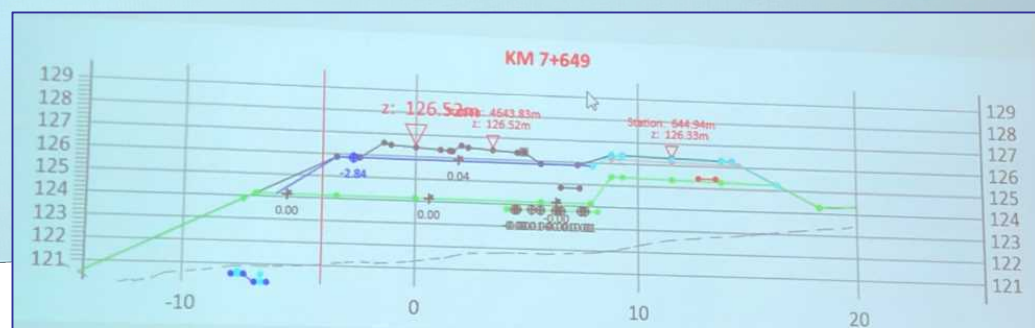


◆ BIMをクラウドでリアルタイム共有
日々の施工状況を発注者・設計者・測量者・オペレータまでが、全ての現地情報をクラウドでリアルタイムに共有

◆ 機械施工データの共有
マシンガイダンスだけでなく、土木施工管理に有効な埋設物の位置情報、出来形情報を施工機械から取得 (finBIMのコードを使いオペレータが登録)



- | Kaikki Tyhjä
- Mvk_Suutala_162500.xml
- Ho107_Louhepenger_yp_S13-S14_1811.xml
- Ho107_S13-S14_Maisemataytto_Yp_Rev-B.xml
- Ho107_Kalkasa_yp_S13-S14_181120_Rev-A.xml
- Ho107_Rata_Yyp_6340-6963_2010.xml
- Ho107_Rata_Ayp_6824-6963_2012.xml
- TRT_RATA_mittalinja_20181023IBG.dxf
- Ho107_Runkoreitti_S12_Kanjoninkatu...



- | Kaikki Tyhjä
- Ho107_Rata_JKPP-4_Yyp_kmv_7580-7850_2010.xml
- Ho107_Rata_JKPP-4_Ayp_kmv_7580-7850_2012.xml
- Hallilan_johtosiirto_arinat_20180911.xml (Pintatunnus: 133100)
- Hallilanjohtosilta_puolka_20180911.xml
- TRT_RATA_mittalinja_20181023IBG.dxf
- TRT_S15-Pekunsuonkatu_pinnat_1141.xml
- Ho107_Rata_JKPP4_Jak_kmv_7580-7850_21210.xml
- Ho107_VT9-SSA10_TSV-varausputket_Arina_yp_Rev-A_1831.xml
- Ho107_Runkoreitti_S12_Kanjoninkatu_Arina_yp_133100_RevA.xml (Pintatunnus: 133100)
- Ho107e_SR-arnat_S12-Karjoni_Arinat_20181106.xml (Pintatunnus: 133100)
- Ho107_Rata_Aryp_kmv_7580-7850_2100.xml (Pintatunnus: 210000)
- Ho107_Rata_Aryp_kmv_7580-7850_2100_1141.xml
- Ho107_Rata_Aryp_7850-8285_2100.xml
- TRT_Maanpinta_Lohko3.xml
- TRT_Maanpinta_Ho107_3dputket.xml

【施工管理におけるBIM利用】
任意断面において、実測値(現況地盤高)と設計値(施工計画)をコードに応じて色別に表示できる。

Classification system (現場で拡張・追加)

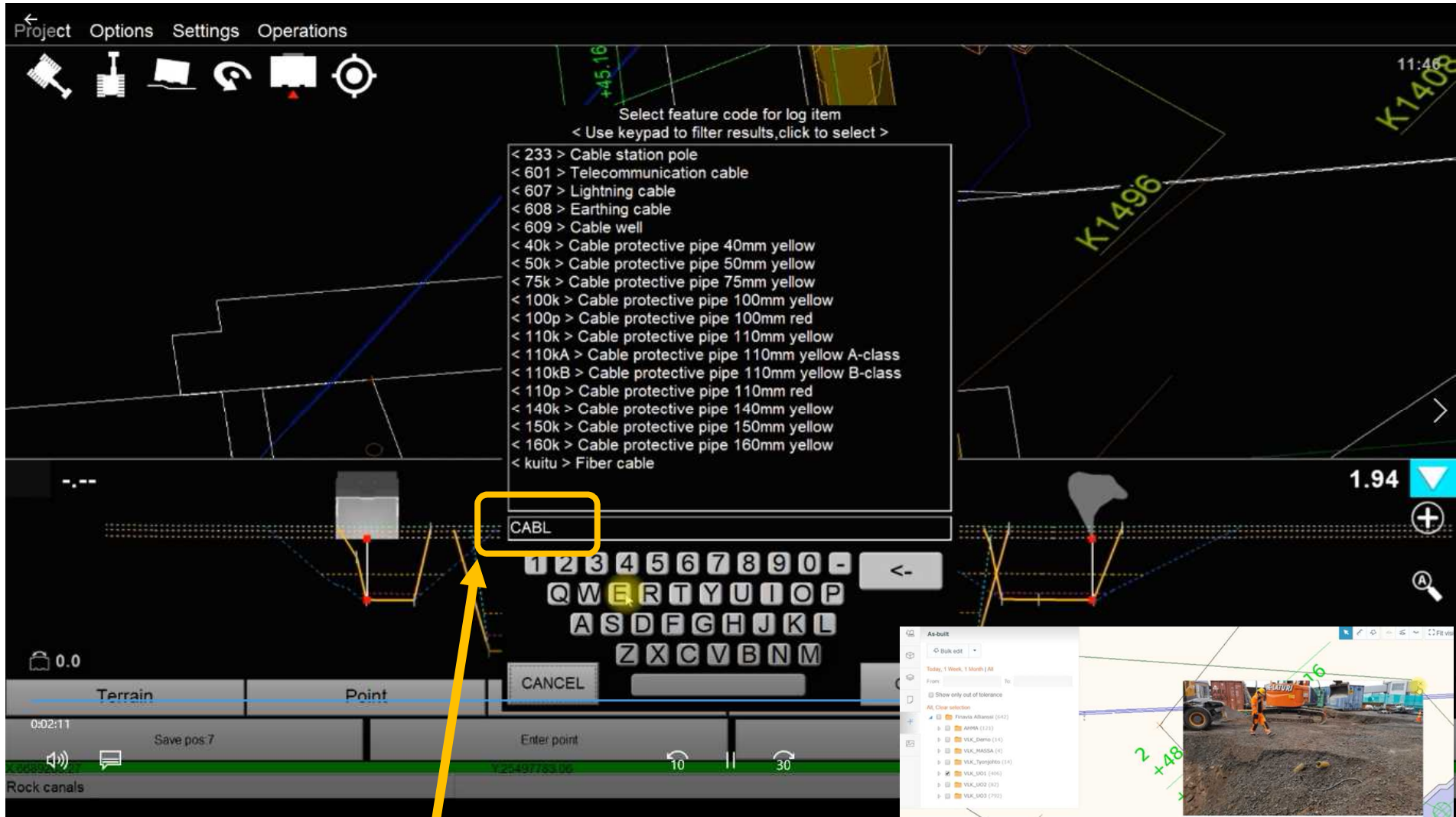
InfraBIM tunnus	Nimike	English term
162000	Maakaivannot	Soil cuts
162100	Putki- ja johtokaivannot	Pipe and wire excavations
162101	Putki- ja johtokaivanto 2 (apupinta)	Pipe and wire excavations, secondary
162110	Putki- ja johtokaivanto, rummut	Pipe and wire excavations, culvert
162111	Putki- ja johtokaivanto, kaukolämpö	Pipe and wire excavations, district heating
162112	Putki- ja johtokaivanto, vesijohto	Pipe and wire excavations, water
162113	Putki- ja johtokaivanto, jätevesi	Pipe and wire excavations, sewer
162114	Putki- ja johtokaivanto, paineviemäri	Pipe and wire excavations, pressure sewer
162115	Putki- ja johtokaivanto, sadevesi	Pipe and wire excavations, storm water
162116	Putki- ja johtokaivanto, maakaasu	Pipe and wire excavations, gas
162117	Putki- ja johtokaivanto, jätteidenkeruuputkisto	Pipe and wire excavations, waste collection
162118	Putki- ja johtokaivanto, kaapelirakenteet	Pipe and wire excavations, cable structures
162119	Putki- ja johtokaivanto, kaukokylmä	Pipe and wire excavations, district cooling
162120	Putki- ja johtokaivanto, sulanapitojärjestelmät	Pipe and wire excavations, anti-frost systems
162121	Putki- ja johtokaivanto, salaoja	Pipe and wire excavations, underdrain
162200	Rumpukaivannot	Culvert pipe excavations
162300	Syvennykset ja kuopat	Niches and pits
162400	Rakennus- ja siltakaivannot	Construction and bridge excavations
162500	Massanvaihtoon kuuluvat kaivannot, alapinta	Replacement of soil
162510	Massanvaihto määräsyyvyteen	Replacement of soil, amount of depth
162520	Massanvaihto, toteutunut	Replacement of soil, as-built
162900	Muut maakaivannot	Other earth excavations

管路掘削(熱供給)
 管路掘削(水供給)
 管路屈側(下水)
 管路掘削(ガス)

Tampere Tramway projectでは、走りながら必要に応じてコードを追加している。国際標準化活動において、実現場での適用実績は、貴重なノウハウであり、フィンランドでは先行してノウハウを蓄積している。

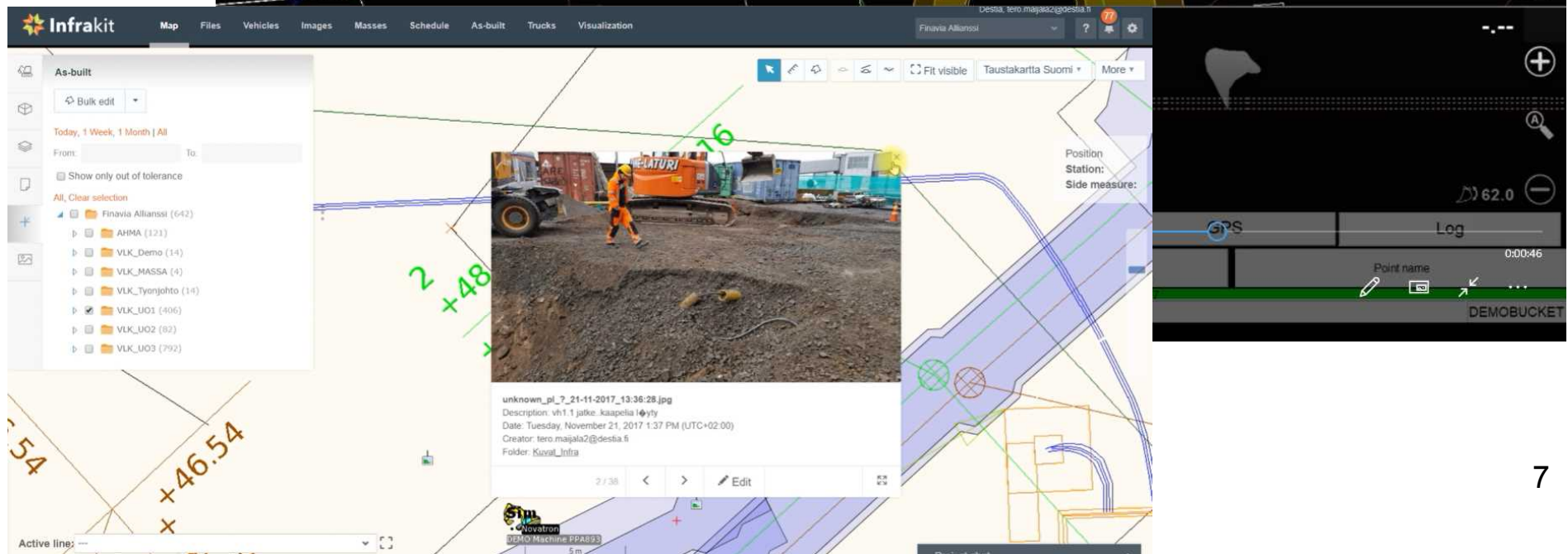
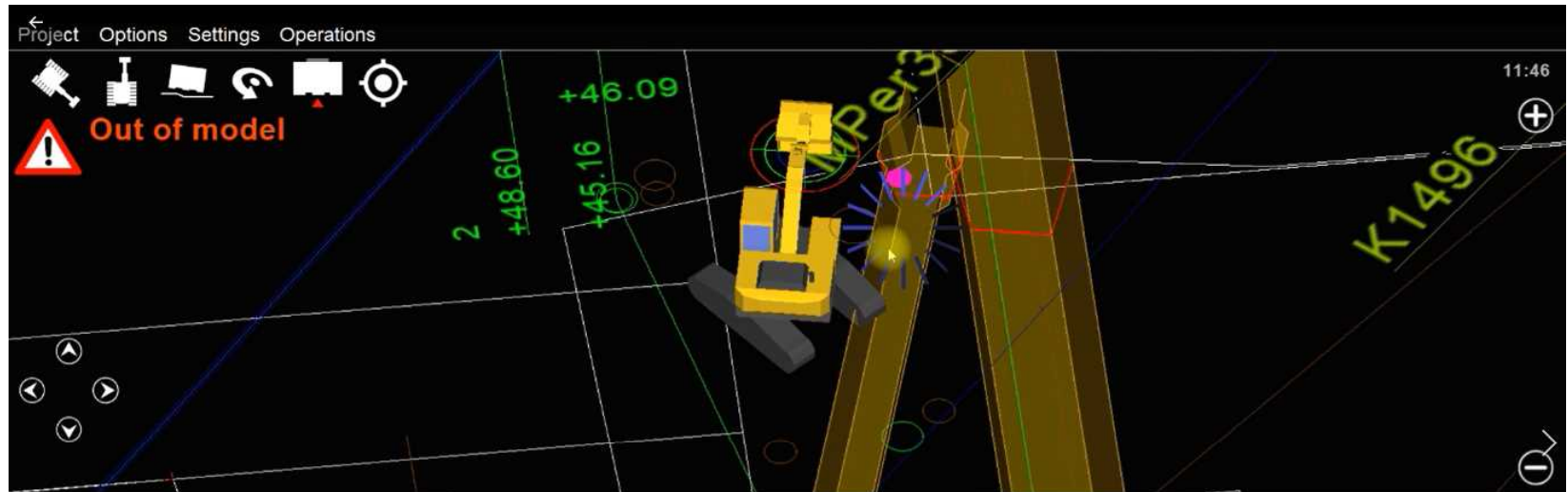
→国際競争における優位性につながる。

(シヨベルからの埋設ケーブルの位置情報の登録)



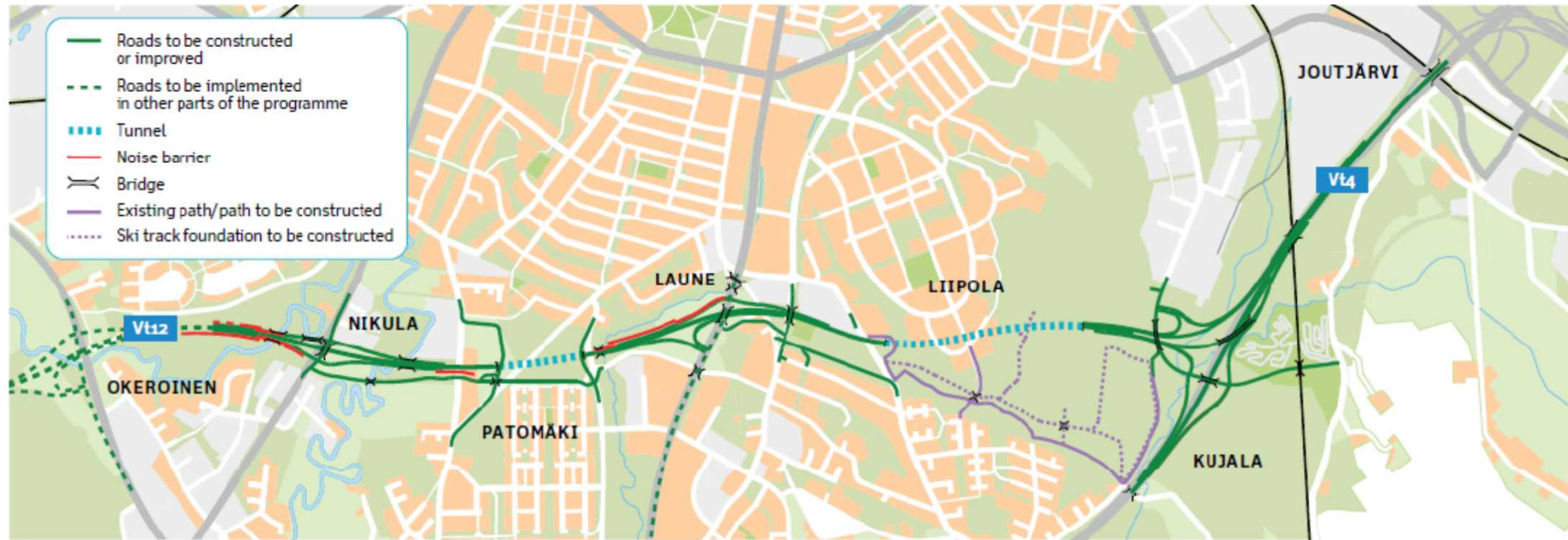
FinBIMのコードを選択

(マシンガイダンスの画面、設計情報が確認できる。出来形が記録できる。)



2.Southern Ring Road of Lahti Project

COMPOSITION OF PROJECTS IN THE VALTARI ALLIANCE CONTRACT



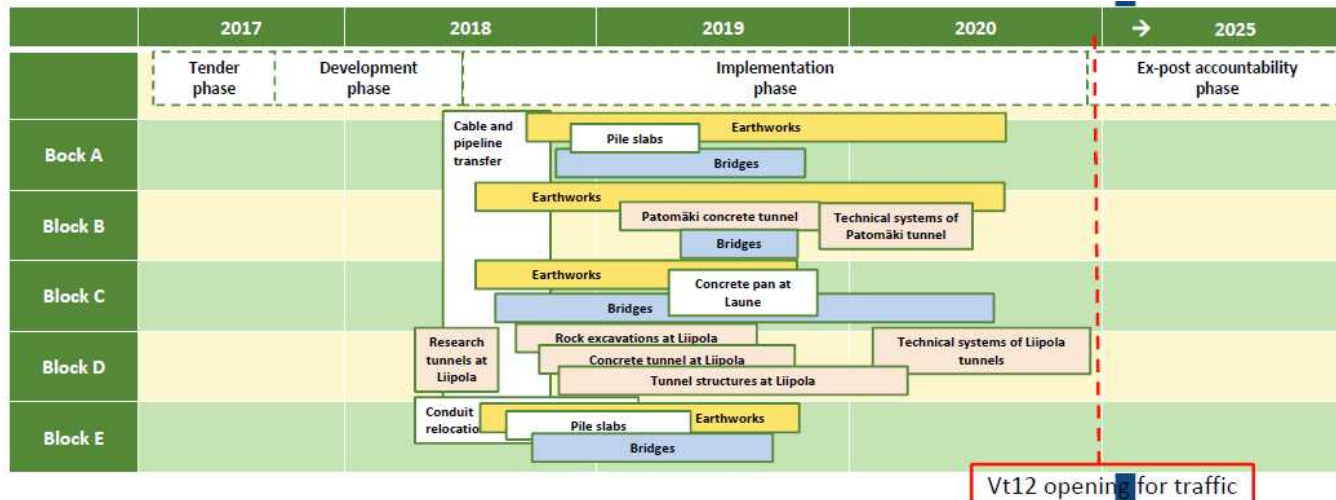
Vt 12, 2+2 lanes	4.5 km	Streets	4.0 km	New bridges	12 pcs
Interchanges	3 pcs	Pedestrian ways and cycle paths	2.7 km	Widening and repair of the current bridges	2 pcs
Ramps	5.2 km	Ground water protection at Laune	apx. 200 m	Demolition of the current bridge	1 pcs
Vt 4, additional lanes for the stretch Kujala-Joutjärvi	2.5 km	Concrete tunnel at Patomäki	0.4 km	Hiking routes at Liipola	apx. 2.5 km
Other roads	0.5 km	Rock and concrete tunnel at Liipola	1.0 km		
		Noise barriers	1.7 km		

【延長】 4.5km(4車線), 【橋梁】 新設14橋(架け替え2橋)
 【トンネル】 2本, 【インターチェンジ】 3箇所, 【ランプ】 5. 2km

【アライアンス参画団体】

フィンランド交通局、Lahti市、Hollola町、Skanska Infra Oy、Poyry Oy

2.Southern Ring Road of Lahti Project



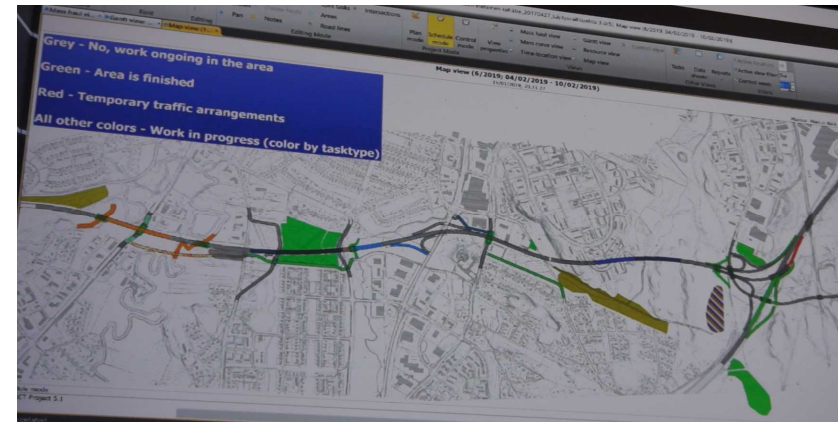
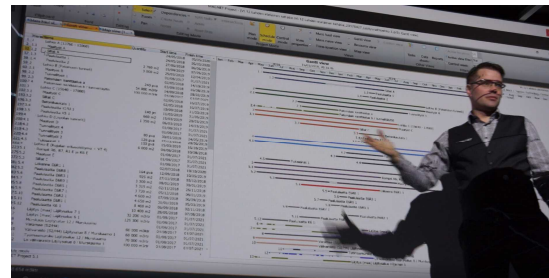
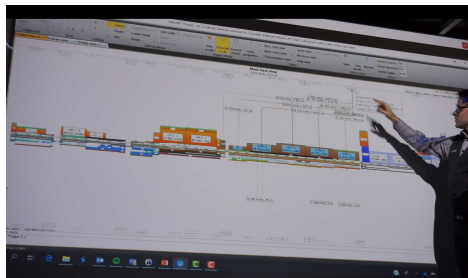
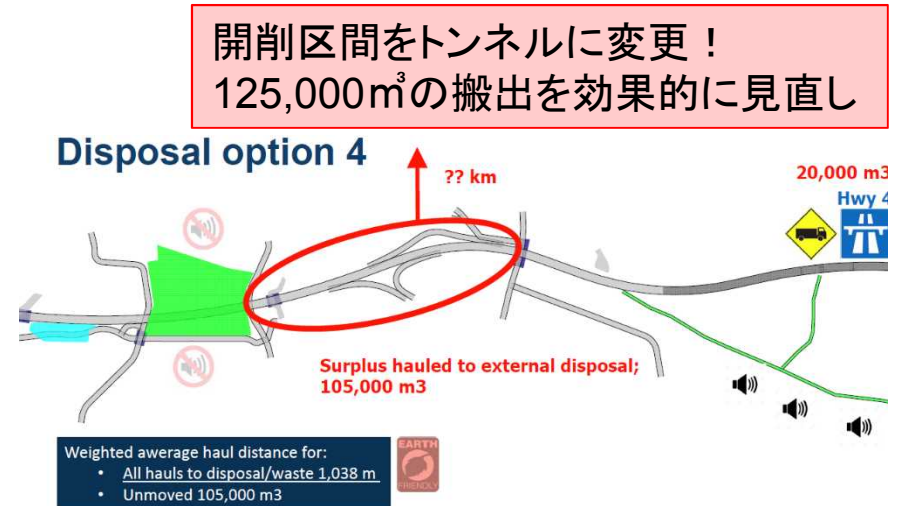
◆BIMで事業管理
約5km(トンネル2本インターチェンジ)を含むプロジェクトを1年短縮し4年で遂行

事業コスト 172Mユーロ
≒210億円



- アライアンス方式
- オープンブック
(コスト+フィー契約)
- Value for Money
- リーン生産方式
- 月1回のステアリング委員会
(12名)
- 毎週のプロジェクト会議

アライアンス参加社が同じ部屋で仕事をするBig-roomコンセプト(プロジェクト会議の様子)



残土の使用計画・運搬計画をBIM専門家が瞬時のシミュレーションし代替案を示す。

◆ BIMで合意形成

開削区間をトンネル区間に変更、大規模な土運搬をトンネルの覆土や遮音堤に変更しコスト縮減や渋滞解消を実現

- 国際標準化の議論に乗り遅れている。欧州では、共通ルールとしてInfraBIMを導入し、走りながら必要な追加修正を加えている。
- BIMを4D・5Dで共有し、リアルタイムに使うことで、迅速に意思決定している。
- BIMにより先進技術（建設機械、シミュレーション技術など）の導入が進んでいる。
- 仕事のルール（情報共有に関し）を変えている。
- 契約図面に係る責任分担よりも、事業管理・運営に重点が置かれ、技術的課題の解決、無駄の削減に重点が置かれている。

参考資料

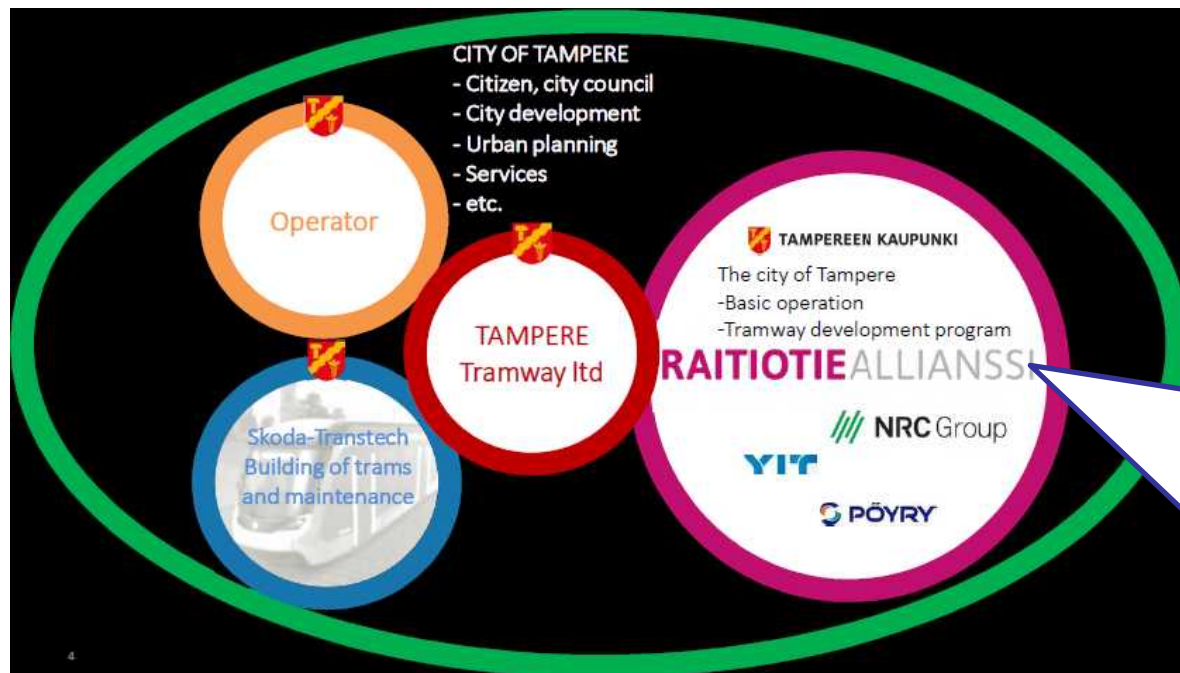
参考資料1 「2019.1.14【Tampere Tramway】Infra BIM ddesign.pdf」
Using InfraBIM to design and construct a modern tramway system

参考資料2 「Vt12_Project Plan_ENG_A3_30102018.pdf」
Trunk Road Vt 12, Southern Ring Road of Lahti, Project Part 1B
Project plan for the development phase and Value for Money report 29
May 2018

プロジェクトアライアンス方式について

- ・ タンペレ市発注 トラムプロジェクト の事例
受注者「RAITIOTEアライアンス」
工事を受注した共同体であり構成員は
発注者・施工会社・設計会社・施工管理会社

3D設計データによる設計・施工をとりいれており
最も重要な契約事項として「スケジュール」
受注共同体の成果として予算縮減でボーナス



「RAITIOTEアライアンス」

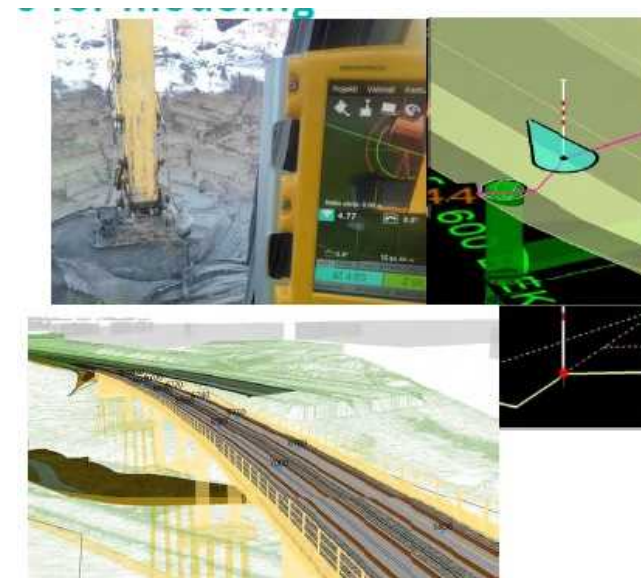
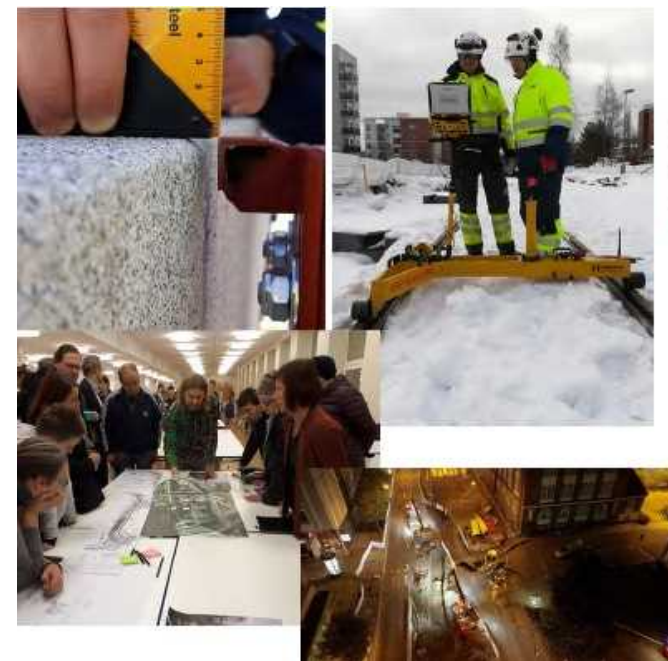
- ・組織の立場を超えた共同体
- ・現在は建設の段階で契約・活動中
- ・維持管理の段階は別契約となるがこちらも「アライアンス形式」となる。
- ・現在の構成員による「共同体」にて担当する予定

課題

- 市街地での狭隘な環境
- 多様な関係者間での合意形成
- 既存交通機能を保全し施工
- 地下埋設管路の支障移設

対応

- 3D設計データ(モデル等)を利用し迅速に協議・設計/施工変更
- 関係者による設計チェック
- 構造物はIFCを活用
- MC・MGによる施工
- データ共有サーバによるプロジェクト推進の効率化



課題

- データ管理の煩雑さ
多くの企業が関わっており、利用されるソフトウェアも多様
(Novapoint、テクラシビル、テクラストラクチャー、マイクロステーション、AutoCAD等々)
- 作業段階では、多様なソフトやデータ形式を許容し、作業性を確保することが必要
- プロジェクトの管理用データは、データの形式を規定して、2次利用の効率化を確保することが必要

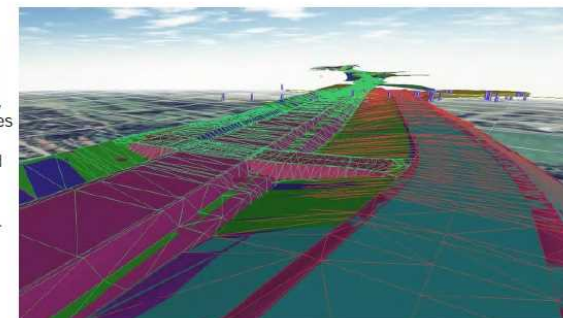
From design table to construction site

- Design model is where all required disciplines are combined and acts as a combination model.
- Because not all disciplines are modeled and possible to view in 3D, compatibility checks needs to be done in 2D.



From design table to construction site

As-planned or Machine Control Models are often finalized by hand, usually in 3D-Win, because structures do not meet the requirements and are some ways incorrect in the design softwares. (Coding, little defects in breaklines...)



From design table to construction site

- Design model is where all required disciplines are combined and acts as a combination model.
- Because not all disciplines are modeled and possible to view in 3D, compability checks needs to be done in 2D.



From design table to construction site

As-planned or Machine Control Models are often finalized by hand, usually in 3D-Win, because structures do not meet the requirements and are some ways incorrect in the design softwares. (Coding, little defects in breaklines...)



From design table to construction site

Machine Control makes end result more precise and consistent.

Although not all constructors are yet using machine control even if modeling is done. (In the picture measuring sticks for paving.)



施工段階での利活用について Infrakit

Surveying on the project

Uniform data of surveyors from 7 different companies and getting the benefit of modelling and Infrakit



さまざまな測量業者の結果が一元的に管理できる。

From design table to construction site

Machine Control makes end result more precise and consistent.

Although not all constructors are yet using machine control even if modeling is done. (In the picture measuring sticks for paving.)



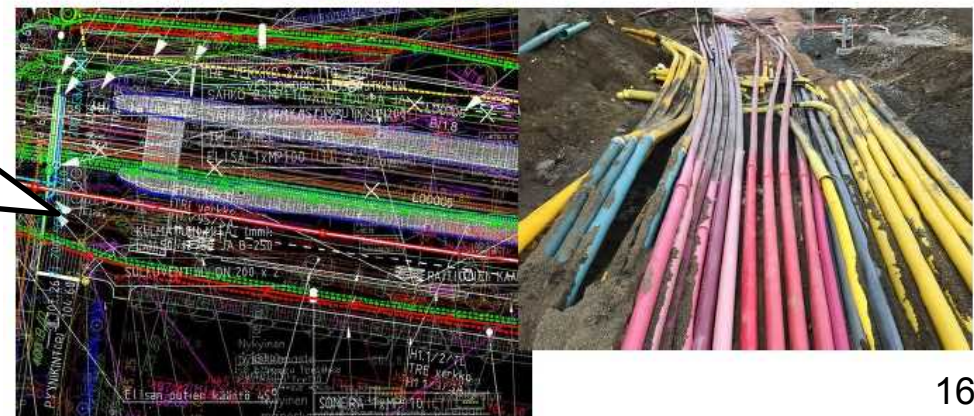
ICT建機の活用率は50%程度。街中の工事なので衛星の状況が影響する。施工用データは最終形状を用い作業毎に作成(オペレーターも作成)。



Challenges and possibilities

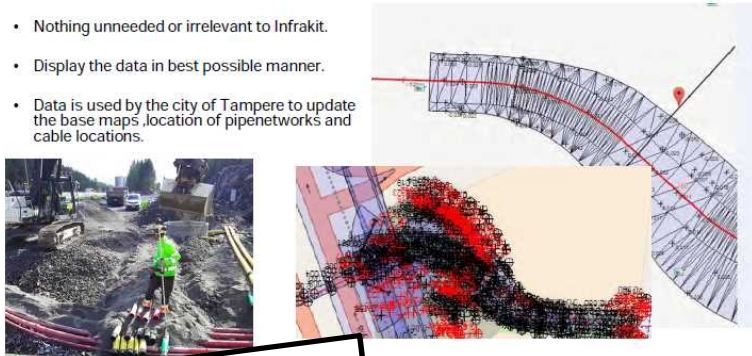
埋設物などのデータをデジタル化することで、施工時の注意喚起(破損)などに利用が可能。
※埋設データは、実績ではないので正確な位置ではないという課題もある。

施工後のデータは維持管理にて利用可能。



Digital handover, cleaning the data build-up

- Usability of data as goal
- Nothing unneeded or irrelevant to Infrakit.
- Display the data in best possible manner.
- Data is used by the city of Tampere to update the base maps, location of pipenetworks and cable locations.



施工履歴データはマニュアル(手動)でフィルタリングして地形データに編集している。毎週地形データをUPしている。

Gathering data for digital handover and maintenance

- The excavators, bulldozers and the surveyors keep gathering logpoints to Infrakit all the time from the surfaces as they go.
- We have enough logpoints that enable making as built-models if needed.
- All points that are seen to be needed are processed and moved to the handover documentation.
- From handover documentation the maintenance may use the same data for their benefit.

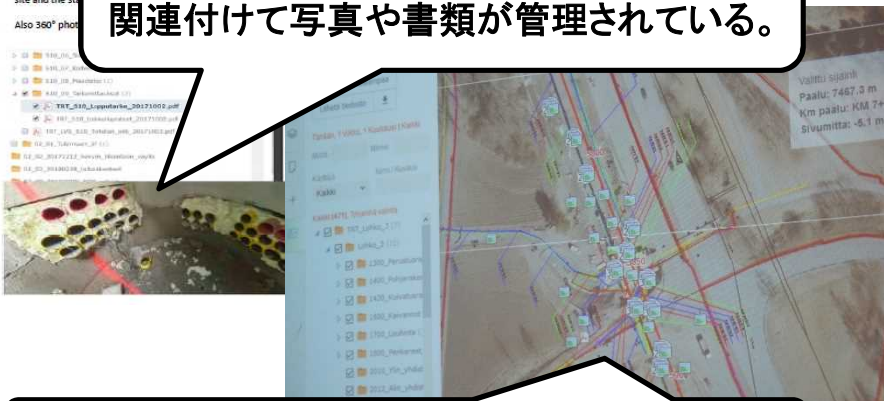


計測機器や施工機械で記録したポイントデータをまとめて利用できる。

Digital handover and Infrakit Infrakit

- Own separate project for handover documentation with its own folder structure.
- All documents
- The presentation development
- We take use of site and the st
- Also 360° phot

マンホールなどの構造物は座標データに関連付けて写真や書類が管理されている。

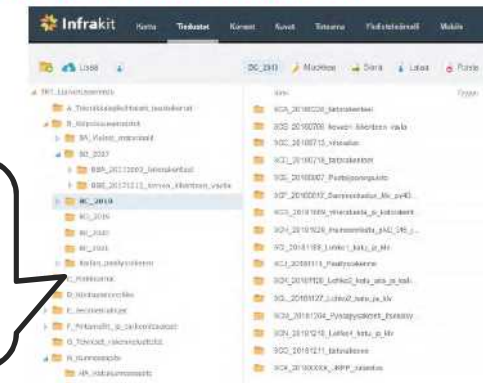


地図との重合せ、リストからの検索なども容易。

Quality control and handover documentation

- Rationalized
- Done in collaboration

品質管理データや作業毎に作成した施工用データ(MC)も保存 ※1000件以上



維持管理段階での具体的な利用は未検討だが、施工で取得できるデータはすべて維持管理に引き継ぐつもり。