



**BIM-toega õppekeskkonna (BLE)
kursusejuhend:
Pilootmoodul 3 – Riskijuhtimine**

**Autor: Tallinna Tehnikaülikool, Eesti
Mai 2023**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



ANDMED PROJEKTI TULEMUSTE KOHTA

Projekti tüüp	Erasmus+ KA203 strateegiline partnerlus
Projekti akronüüm	BENEDICT
Toetuslepingu number	2020-1-EE01-KA203-077993
Projekti täispealkiri	BIM-toega õppekeskkond digitaalse ehituse jaoks
Intellektuaalne väljund	O5 Kasutusjuhised
Väljundi juhtorganisatsioon	TalTech – Tallinna Tehnikaülikool
Levitamise tase	Lõplik versioon avaldamiseks
Valmimise tähtaeg	Jaanuar 2023

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



DOKUMENDI VERSIOONIDE AJALUGU

Version	Kuupäev	Märkused
0	30. mai 2023	Esimene kavand
1		Lõplik, redigeeritud versioon

KOLLEGIAALSETE ARVUSTUSTE AJALUGU

Version	Kuupäev	Arvustanud

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



1	Kursusejuhendite üldtutvustus	5
1.1	Taust ja eesmärk	5
1.2	Pilootmoodulite eesmärgid ja ulatus	5
1.3	Kursusejuhendi ülesehitus	6
2	Riskijuhtimise mooduli tutvustus.....	7
3	Õpitulemused	7
4	Mooduli struktuur.....	8
4.1	Mooduli ulatus	8
4.2	Mooduli edasiandmise protsess	8
5	Õppemeetodid	9
6	Hindamisprotseduurid	9
7	Õppematerjalid	10
7.1	Sissejuhatav loeng.....	10
7.2	Töötuba 1	10
7.3	2. töötuba.....	10
7.4	3. töötuba.....	11
7.5	Hindamine.....	11
	Lisa A – esitluse slaidid	12
A.1.	Sissejuhatava loengu slaidid	12
A.2. 1.	töötoa miniloengu slaidid	29
A.3. 2.	töötoa miniloengu slaidid	33
A.4. 3.	töötoa miniloengu slaidid	38
	Lisa B – Tegevuste materjalid	45
B.1. 1.	töötuba, kvalitatiivse riskijuhtimise harjutus ja blankett	45
B.2. 2.	töötuba, kvantitatiivse riskijuhtimise harjutuse materjalid	48
B.3. 3.	töötuba, riskijuhtimise dokumentatsiooni harjutuse materjalid	51
	Lisa C – Hindamismaterjalid	53
C.1.	Riskijuhtimise kursus – kordamisküsimused.....	54

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



1 Kursusejuhendite üldtutvustus

1.1 Taust ja eesmärk

Digitaliseerumine muudab kinnisvara- ja ehitussektorit ning selle ümberkujunemise põhijooneks on ehitusteabe modelleerimine (BIM). BIM tähendab hoonete ja ehitustegevuse digitaalselt esitust ning pakub võimalusi hariduse ja koolituse parandamiseks, kasutades selleks andmerikkaid virtuaalkeskondi, kus saab kujundada ja pakkuda projektipõhiseid õppekogemusi. See võib põhjalikult muuta kinnisvara- ja ehitussektori spetsialistide haridust ja väljaõpet, alates juhtidest ja lõpetades objektitöötajatega.

BIM-toega digitaalse ehituse õppekeskkonna projekt (Benedict) on Tallinna Tehnikaülikooli (TalTech), Tampere Ülikooli (TAU) ja Bologna Ülikooli (UNIBO) vaheline Erasmus+ strateegiline partnerlus, mille eesmärk on kasutada BIM-i võimalusi hariduse ja koolituste tõhustamiseks, töötades välja uuendusliku BIM-toega õppekeskkonna (BLE). BLE platvorm on integreeritud Moodle – DiStellari install, mis on avalikult saadaval aadressil www.bim-enabled-learning.com.

Et demonstreerida BLE rakendamist õppimises, on projektimeeskond välja töötanud kolmest moodulist koosneva pilootkursuse, milles rakendatakse BLE abil BIM-toega õpet. Need on:

- 1) Projekteerimise juhtimine – edasiandmist juhib TAU;
- 2) Riskijuhtimine – edasiandmist juhib TalTech;
- 3) Ajajuhtimine – edasiandmist juhib UNIBO.

Kuna BLE on uudne ja uuenduslik kontseptsioon, on oluline pakkuda kõigile potentsiaalsetele kasutajatele selgeid ja hõlpsasti kasutatavaid juhendmaterjale. Selle kursusejuhendiga (mis on osa kolmest juhendist koosnevast komplektist – üks juhend iga mooduli kohta) soovitakse tagada, et huvitatud sidusrühmadel (programmijuhid, õpetajad, koolitajad, õppijad, praktikandid) oleks juurdepääs pilootprojekti kõikidele üksikasjadele, et nad saaksid:

- moodulid muudatusteta kasutusele võtta või
- kohandada neid vastavalt oma eesmärkidele või
- kasutada neid mallidena oma moodulite loomiseks või
- lihtsalt ammutada neist ideid ja inspiratsiooni omaenda seonduvate projektide jaoks.

1.2 Pilootmoodulite eesmärgid ja ulatus

Pilootmoodulite eesmärk on näidata, kuidas ehitusega seotud erialade õpetajad ja õppijad saavad kasutada hooneteabe modelleerimist (BIM) oma õppetegevuses järgmisteks otstarveteks:

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



- Projekti visualiseerimine
- Ehitusstsenaariumide simuleerimine
- Hoonete ja hooneelementide analüüsimine ja projekteerimine
- Süsteemidevaheliste konfliktide tuvastamine
- Kalkulatsioonide koostamine, nt materjalide koguste (koguste arvestus, BOQ), tegevuste kestuste (ajagraafikud) ja kulude (eelarve) kohta
- Projekteerimis- ja ehitusotsuste tegemine
- Projekti- ja ehitusjuhtimise alased rakendused.

Kõik partnerid osalesid aktiivselt õppetegevuste kavandamises, väljatöötamises ja valideerimises. TalTechi inseneripedagoogika keskus töötas välja ja rakendas tervikliku hindamisvahendi moodulite hindamiseks. (Saadud BIM-põhise õppe hindamise ja hinnangute andmise töövahendite komplekt on eraldi välja toodud.) Pilootmooduleid demonstreeriti huvirühmadele Benedicti projekti 2. edendusüritusel (2nd Multiplier Event), mis toimus 2022. aasta juunis Tallinnas, ning neid on 2022/23 õppeaasta jooksul kõigis kolmes partnerülikoolis ilma muudatusteta üliõpilaste õpetamiseks kasutatud.

1.3 Kursusejuhendi ülesehitus

Kõik kursusejuhendid järgivad sama põhistruktuuri: 2. osas antakse lühike sissejuhatus konkreetse pilootmooduli teemasse ja sellesse, miks see valiti. 3. osas kirjeldatakse kavandatud õpitulemusi ning 4. osas mooduli struktuuri ja edasiandmise protsessi. Õppemeetodeid ja hindamisprotseduure on kirjeldatud vastavalt 5. ja 6. osas ning ülevaade õppematerjalidest on toodud 7. osas. Kõik tegelikud slaidid, hindamisvormid, ülesannete vormid jms on lisadena juhendile lisatud.

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



2 Riskijuhtimise mooduli tutvustus

Riskijuhtimine valiti pilootmoodulitesse sobivaks teemaks, sest kuigi seda ei seostata tavaliselt selle valdkonna tüüpiliste praeguste BIM-töövoogudega, sõltub see suuresti projekti konteksti mõistmisest ja projekti ajaloolistest andmetest, mida saab ja tulebki BIM-i kasutamise teel täiustada. Seetõttu pakub riskijuhtimise teema võimalust uurida BIM-i selgitusvõimet (eelkõige projekti visualiseerimise kaudu) ja võimet ajaloolisi projektiandmeid sellisel moel süstemaatiliselt struktureerida, et need oleksid analüüsimiseks hõlpsasti kättesaadavad. BIM-põhise õppe seisukohast on riskijuhtimise, eriti riskide tuvastamise ja analüüsi kvalitatiivsete aspektide puhul kasu võtetest, mis võimaldavad õpilastel (keerulisi) ehitusprojekte visualiseerimise kaudu tõhusalt mõista. Teisest küljest aga on kvantitatiivse riskianalüüsi puhul BIM-i eelised seotud süstemaatiliselt struktureeritud projektiandmete kättesaadavusega ning BIM-i toega õpe peab võimaldama tõhusat andmete eraldamist (ja ideaaljuhul andmete sisestamist) BIM-mudelitest (ja nendes).

Nagu ka teiste pilootmoodulite teemade puhul, on riskijuhtimine tihedalt seotud projekti väljatöötamise protsessiga ning seda on kõige parem teostada koostöös, tegutsedes multidistsiplinaarsete rühmadena. Seega korraldati pilootmoodul mitmete riskijuhtimise töötubadena, mida õpilased rühmades läbi viisid.

Kursuse tegevused toimuvad rühmatöö vormis. See on kasulik, sest riskijuhtimise protsessi suudavad kõige paremini läbi viia erinevad koos tegutsevad rühmad, kellel on üksteist täiendavad vaatenurgad ja kogemused. Samuti võimaldab see õpilastel oma tööd rühmades arutada ja üksteiselt õppida.

3 Õpitulemused

Eeldatakse, et riskijuhtimise mooduli läbimise järel õppija:

- oskab kirjeldada projektriskide juhtimise protsessi, vahendeid ja võtteid (BIM-põhises tööprotsessis);
- mõistab riskijuhtimise ja projektriskide juhtimise kontseptsioone;
- mõistab BIM-i töövoogu seoses riskijuhtimisega ja ka üldisemalt;
- oskab projektriskide juhtimise protsessi, töövahendeid ja võtteid realistlikus projektistsenaariumis rakendada;
- oskab stsenaariumit koostisosadeks jaotada ja iga osaga seotud riske analüüsida;
- oskab hinnata tuvastatud riske nende suhtelise olulisuse alusel ja soovitada sobivaid maandusmeetmeid;
- oskab riskijuhtimise protsessi ja majandusharu töövoogu kriitiliselt analüüsida ja läbi mõelda, et parendusi soovitada.

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



4 Mooduli struktuur

4.1 Mooduli ulatus

Moodul keskendub projektiriskide juhtimise protsessile (sh nii kvalitatiivsele kui ka kvantitatiivsele riskianalüüsile), kasutades BIM-põhise töövoos raames reaalseid projektiandmeid.

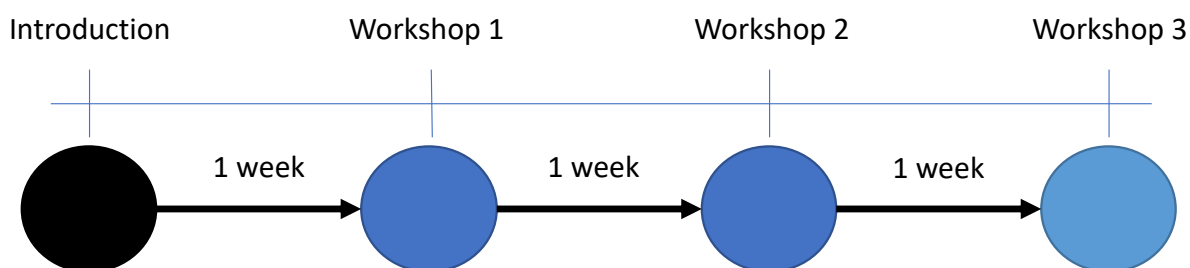
Teemad hõlmavad järgmist:

- Riskijuhtimise mõisted ja kontseptsioonid
- Riskijuhtimise protsess projektides
- Töövahendid ja võtted riskijuhtimise protsessi iga etapi saavutamiseks
- Projektiriskide juhtimise standardnõuded
- Riskijuhtimine BIM-töövoos raames;
- Praktiline riskijuhtimine reaalse projektandmete alusel;
- Kuidas riskid ja riskijuhtimine seostuvad ehituse, teaduse ja ühiskonna laiemate ideedega.

4.2 Mooduli edasiandmise protsess

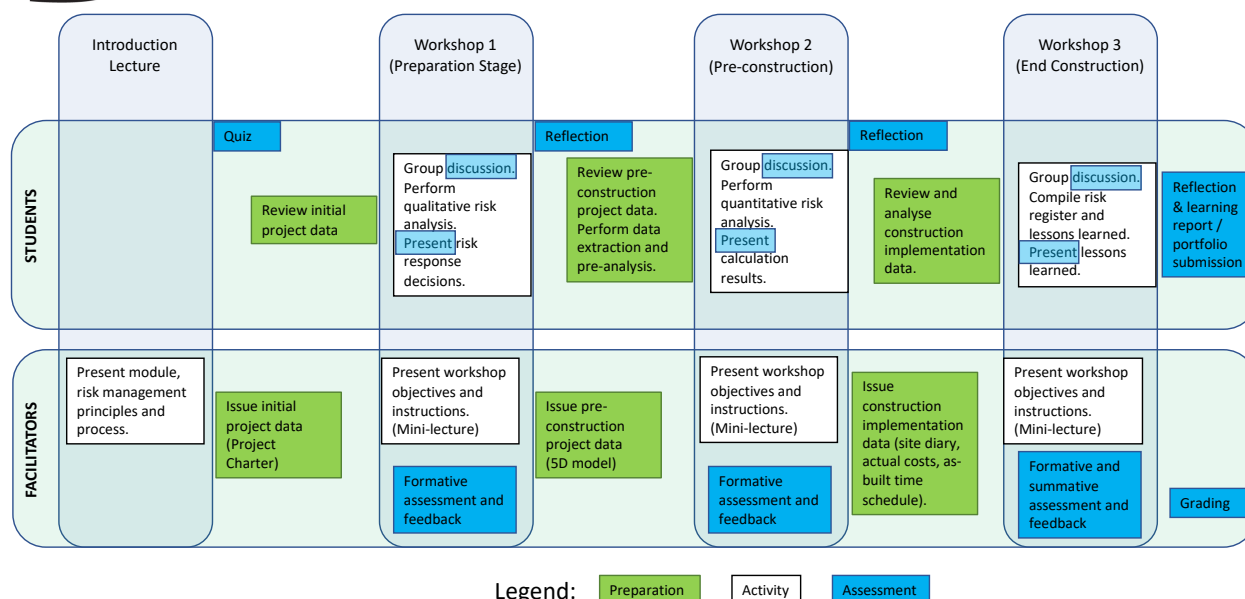
Riskijuhtimise moodul koosneb järgmisest:

1. Sissejuhatav loeng – keskendub riskijuhtimise põhimõtetele ja protsessile;
2. Kolm riskijuhtimise töötuba:
 - I. Projekti ettevalmistamise etapis – keskendutakse kvalitatiivsele riskianalüüsile
 - II. Ehituseelses etapis – keskendutakse kvantitatiivsele riskianalüüsile
 - III. Ehituse valmimise etapis – keskendutakse dokumentatsioonile ja õppetundidele



Joonis 4.1 Riskijuhtimise mooduli tarnimise ajakava

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Joonis 4.2 Riskijuhtimise mooduli edasiandmise protsessikaart

5 Õppemeetodid

Õppimine toimub rühmades ja järgib majandusharu tüüpiliste sidusrühmade rolle (nt kliendid, disainerid, töövõtjad, reguleerivad asutused jne). Õpetamisviis on veebipõhine, kus on kokku segatud sünkroonsed tegevused (nt esitlused ja arutelud) ning asünkroonsed tegevused (ettevalmistustööd, individuaalsed panused rühmatöösse jne). Järgitakse sotsiaalkonstruktivistlikku õppimismudelit, mis tunnustab õppijate (sageli märkimisväärseid) eelteadmisi ja kogemusi, et neile tugineda ja nende abil ka kaasõppijate õppimist tõhustada. Teadmisi peetakse sotsiaalselt konstrueerituiks, millest tuleneb ka rõhuasetus rühmatööle ja aruteludele. See aga ei välista biheivioristlike õppimisviiside ja individuaalsete tegevuste kasutamist.

Selle kursuse jaoks kasutatavad õppimisviisid hõlmavad järgmist:

- Probleemipõhine õpe (PBL)
- Kogemusõpe
- CDIO (*Conceive Design Implement Operate*) lähenemisviis, mis rõhutab reaalsete süsteemide ja toodete kontekstis seatud tehnilisi põhialuseid.

6 Hindamisprotseduurid

Iga riskijuhtimise töötoa ajal ja pärast seda toimub kaaslaste ja õpetajate tagasiside vormis kujundav hindamine. Kokkuvõtlik hindamine põhineb õppijate aktiivsel osalemisel ja ka individuaalsel arutlusel mooduli ja õpitu üle. Selle mooduli puhul on soovitatav kasutada hindamissüsteemi „arvestatud“/“mittearvestatud“, kuna see põhineb rühmatööl ja siin tuleb keskenduda sellele, et kõik õppijad oleksid kaasatud ja töötaksid aktiivselt läbi kõik mooduli tegevused. Samuti on võimalik lisada eksamiformaati riskijuhtimise põhimõtete ja

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



riskijuhtimise protsessipõhise hindamisega seotud viktoriiniküsimusi. Kuna esmane pilootmoodul moodustas osa suuremast kursusest, lisati selle rakendamisel TalTechis kursuse üldeksamile ka mõned riskijuhtimisega seotud küsimused, mis hõlmasid pilootmooduli materjali.

7 Õppematerjalid

7.1 Sissejuhatav loeng

Sissejuhatav loeng paneb aluse kogu moodulile. See annab õppijatele ülevaate moodulist ja valmistab neid ette töötubadeks, selgitades ehitusprojektide konteksti raames riski mõistet ja riskijuhtimise protsessi.

Risk on väga laialt kasutatav mõiste ning selle määratlused, tagajärjed ja sellega tegelemine sõltuvad suuresti kontekstist. Seetõttu vajavad õppijad teadmiste omandamiseks ja inspiratsiooni saamiseks arusaama riski laiematest põhimõtetest ja kontseptsioonist ning nende tagajärgedest, aga ka palju kitsamast, praktilise orientatsiooniga riskijuhtimise protsessist ehitusprojektide kontekstis, mida nad saavad vahetult rakendada. See sissejuhatav loeng pakub mõlemat.

[Lisas A.1](#) on toodud sissejuhatava loengu kõik Powerpointi slaidid.

7.2 Töötuba 1

1. töötuba viitab projekti ettevalmistamise etapile ning nõuab õppijatelt juhtumianalüüsi projektiga – mitmekorruselise parkimishoone ehitamisega seotud riskide tuvastamist ja kvalitatiivset analüüsi.

Miniloeng tutvustab õppijate rühmadele 1. töötoa eesmärgi ja selle läbiviimise juhiseid. ([Lisas A.2](#) on toodud selle miniloengu kõik Powerpointi slaidid.)

Õppijatele antakse täiendavat projektiteavet BIM-mudeli kujul ja mudeli „läbilennu“ videona (mõlemad laaditakse üles BLE-sse), mis võimaldavad kavandatava hoone väga tõhusat visualiseerimist. Seejärel tehakse õppijate rühmadele ülesandeks viia läbi riskide tuvastamise, kvalitatiivse riskianalüüsi ja riskidele reageerimise protsess. Õppijatele on saadaval juhiste koopia ja blankett oma tähelepanekute kirjapanemiseks, et hõlbustada nende tulemuste esitamist ja tagada, et õppijad saavad keskenduda koostööl ja arutelul põhinevale riskijuhtimise protsessile (need materjalid on saadaval [Lisas B.1](#)).

7.3 2. töötuba

2. töötoas käsitletakse vahetult ehitamisele eelnevat projekti etappi, milliseks hetkeks on projekt hästi välja töötatud ning eelarve- ja ajaprognosid tehtud. 2. töötoa fookuses on kvantitatiivne riskianalüüs – nende kulu- ja ajahinnangutega seotud ebakindluse arvestamine

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



ja modelleerimine ning tõenäosustiheduse funktsioonide genereerimine, et esitada lihtsate ühepunktiliste hinnangute asemel aja- ja kuluhinnanguid.

See töötuba järgib 1. töötoaga sarnast mustrit, kuna algab samuti miniloenguga (slaidid on toodud [lisas A.3](#)), mis selgitab 2. töötoa eesmärki, ülesannet ja tulemuste esitamise nõudeid.

Selle töötoa jaoks tuleb BIM-mudelist projekti andmed välja võtta ja seejärel töödelda neid tabelarvutusrakenduses (antud juhul Excel), kasutades simulatsiooni lisandmoodulit (antud juhul Argo). Õppijatele antakse ülesande kohta üksikasjalikud etapid, nagu ka Exceli mallid rühmatöö ja selle tulemuste esitamise lihtsustamiseks ja standardiseerimiseks. Lisateabe selle ülesande konkreetsete sammude kohta, sealhulgas lingid Exceli mallidele, leiate [lisast B.2](#).

7.4 3. töötuba

3. töötuba käsitleb ehitusprojekti lõppu ja keskendub riskijuhtimisprotsessi dokumenteerimise nõuetele, sealhulgas tulevaste projektide toimivuse parandamiseks saadud õppetundide talletamisele. Sarnaselt 1. ja 2. töötoaga algab see miniloenguga (slaidid on toodud [lisas A.4](#)), mis selgitab 3. töötoa eesmärki, ülesannet ja tulemuste esitamise nõudeid.

Ülesande üksikasjalikud juhised on toodud [lisas B.3](#).

7.5 Hindamine

Kujundav hindamine toimub kõigi töötubades tehtud rühmatöö kohta esitatud tulemuste tagasisidena ja aruteluna. Seda tehakse enne järgmise töötoa alustamist.

Kokkuvõtlik hindamine toimub kahte tüüpi eksamiküsimuste vormis. Esimesed neist on viktoriini tüüpi küsimused (nt valikvastustega) seoses sissejuhatava loengu materjaliga. Teiseks tüübiks on pikemad küsimused, mis nõuavad õppijatelt riskijuhtimise protsessi läbiviimist, et tuvastada ja kvalitatiivselt analüüsida konkreetse ehitusprojekti kontekstiga seotud riske ning seejärel pakkuda välja riskide maandamise strateegiad kõige olulisemate riskidega toimetulemiseks (sarnane 1. töötoas läbiviiduga, kuid seekord individuaalselt ja eksamitingimustel).

Lõpuks peavad õppijad mooduli jooksul õpitud kajastama. [Lisas C.1](#) on toodud kordamisküsimuste näiteküsitlus.

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Lisa A – esitluse slaidid

A.1. Sissejuhatava loengu slaidid

(Alates järgmisest leheküljest)

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Risk Management

A BIM-enabled Learning Course

Introduction Lecture



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

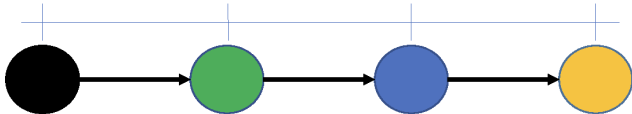



1

Risk Management Course Outline


- Introductory lecture – **risk management principles and process**
- Three risk management workshops:
 1. At the **project preparation** stage – focus on **qualitative risk analysis**
 2. At the **pre-construction** stage – focus on **quantitative risk analysis**
 3. At the **construction completion** stage – focus on **documentation** and **lesson-learning**
- Schedule:

Week 1	Week 2	Week 3
Introduction	Workshop 1	Workshop 2
		Workshop 3





Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



2

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



How do we deal with risk?

- Injuries to members of the public?
- Financial failure of the contractor?
- Material cost fluctuations?
- Design changes?
- Defective workmanship?
- Variations in labour productivity?



3

Everybody knows what risk is...

...just differently



4

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Risk definitions...

Probability theory (De Moivre)

the product of the sum adventured multiplied by the probability of the loss

Risk = qB

(Mathematical expectation of gain = pA)



5

Risk definitions...

Finance – Portfolio Theory (Markowitz)

Risk = variance of return

Insurance – Actuarial Risk Theory (Tetens)

Risk = the expected loss to the insurance company

Insurance – Risk Management (Denenberg & Ferrari)

Risk = the difference between actual and expected outcomes



6

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Risk definitions...

Economics (Knight)

Risk = measurable uncertainty

Project Risk Management (Chapman)

Risk = the possibility of departures from expectations which matter



7

"I cannot define it but I know it when I see it"

Justice Potter Stewart on pornography

"When the Society for Risk Analysis was brand new, one of the first things it did was to establish a committee to define the word "risk" – it labored for 4 years and then gave up" (Kaplan)



8

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



The Concept of Risk

Risk refers to:

- uncertainty;
- time (the future);
- probability;
- expectations;
- outcomes.



9

Wider ideas - MODERNITY



“The revolutionary idea that defines the boundary between modern times and the past is the mastery of risk: the notion that the future is more than a whim of the gods and that men and women are not passive before nature.”

Bernstein – Against the Gods



10

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Wider Ideas - EVIDENCE

*Probability = degree of
belief based on the available
evidence*



"All propositions are true or false, but the knowledge we have of them depends on our circumstances; and while it is often convenient to speak of propositions as certain or probable, this expresses strictly a relationship in which they stand to a corpus of knowledge."

Keynes – A Treatise on Probability

Wider Ideas - INFERENCE





"We *perceive* the world before we react to it, and we react not to what we perceive but always to what we *infer*."

Knight – Risk Uncertainty and Profit

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Wider Ideas – ETHICS





"Can the possibility of an ecological catastrophe be accepted to satisfy economic interests? "


"There is a systematic 'attraction' between extreme poverty and extreme risk."

The hazardousness of risks cannot be objectively determined: "prognoses of safety cannot even be refuted by actual accidents."

Beck – Risk Society



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



13

Project Risk Concept

Time = now
Time = end of project

UNCERTAINTY
surrounding a factor or event


CERTAINTY
PROBABILITY = 1

EFFECT
of factor or event on
project outcome


PROBABILITY
of occurrence of factor
or event

**EFFECT ON
OUTCOME IS
KNOWN**

Probability distribution of
OUTCOME VALUES

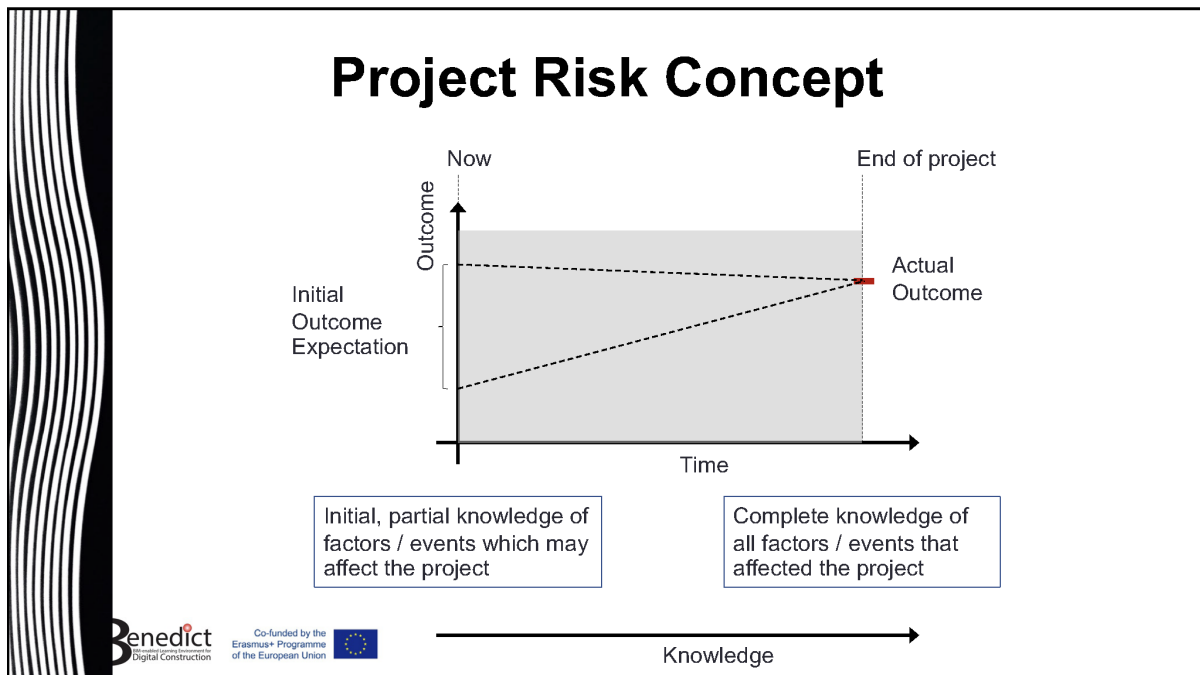


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



14

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



15

Project Risk Management

Intentions

- to make the best use of the available knowledge in making plans and estimates
- to actively search for and incorporate all relevant new knowledge as it emerges
- to capture knowledge from this project for future projects

16

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.

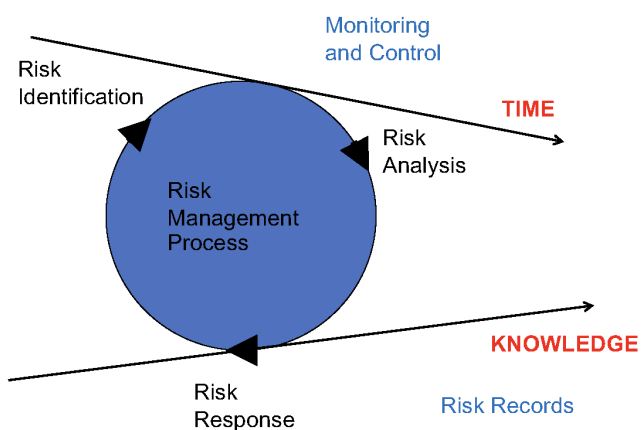


Project Risk Management

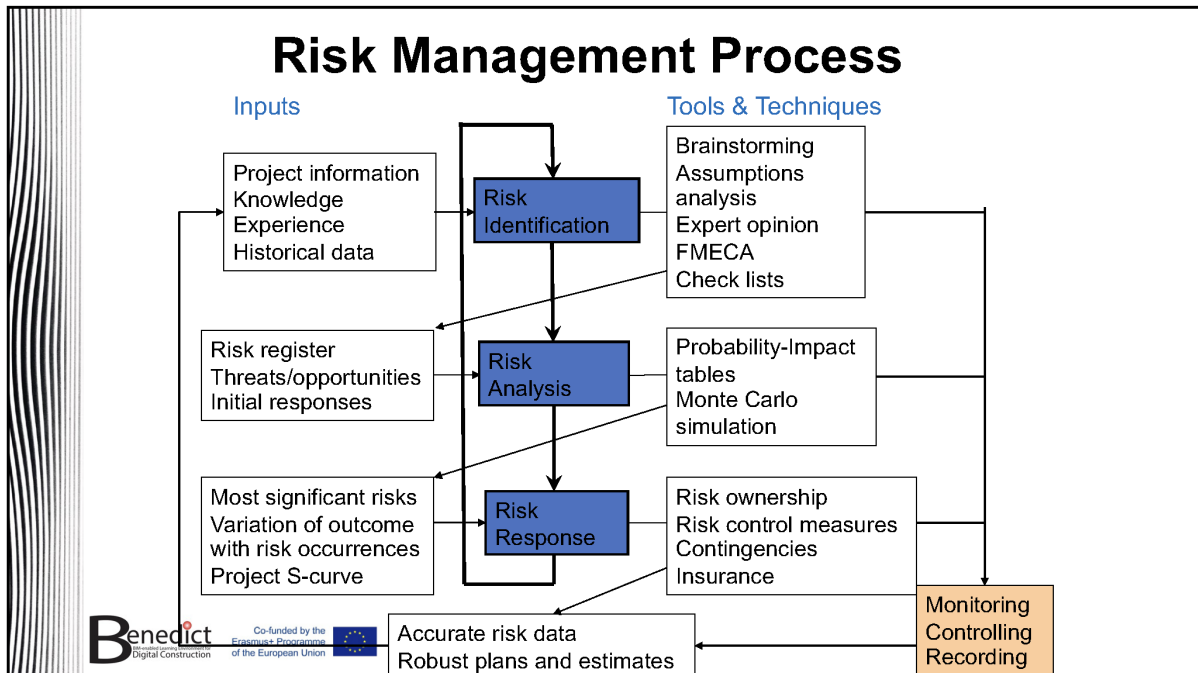
Purpose

- to develop better plans and estimates in order to improve performance and meet expectations

Project Risk Management Process



Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



19

Risk Management Standards

Examples of international standards:

- ISO 31000 Risk management
- ISO Guide 73 Risk management vocabulary
- ISO 21500 Project management
- RAMP (Risk Analysis and Management for Projects)
- PRAM (Project Risk Analysis and Management) Guide
- Guide to the PMBOK (Project Management Body of Knowledge)

20

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



More on Risk Management

- Team **NOT** individual work
- Often as a series of facilitated workshops



Beware of:

- 'group think'
- optimism bias

Benedict Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

21

More on Risk Identification

- Risk classification systems can be useful
 - check lists
 - helps set consistent level of detail

By type:

- Technical
- Logistical
- Construction
- Political
- Financial

By ability to control:

- Elemental – within the project / project packages – controllable
- Global – external to project / project packages – uncontrollable

Benedict Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

22

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



More on Risk Analysis

Probability – Impact matrix

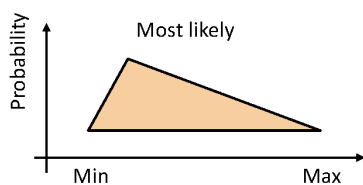
Impact	Very Low	Low	Medium	High	Very High
Probability					
Very Low	1	2	3	4	5
Low	2	4	6	8	10
Medium	3	6	9	12	15
High	4	8	12	16	20
Very High	5	10	15	20	25



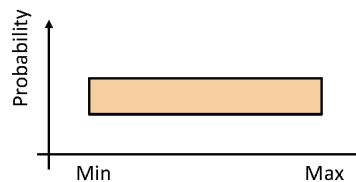
23

More on Risk Analysis

Commonly applied probability distributions for risk factors in quantitative risk analysis



Triangular distribution
(3 point estimate)



Uniform distribution



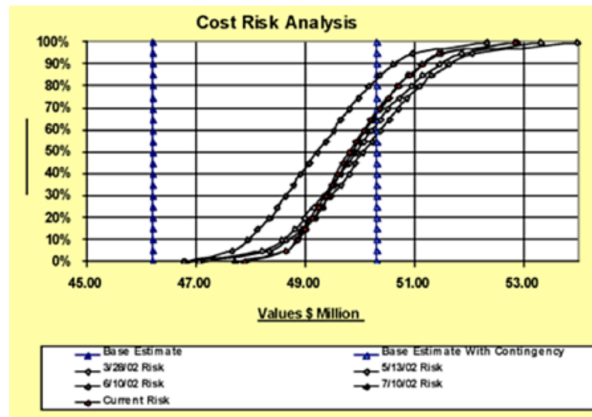
24

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



More on Risk Analysis

Project S-curve



25

More on Risk Analysis

Wisdom of the crowd

- Crowd-sourced forecasting
- 'Superforecasters' – The Good Judgement Project



26

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



More on Risk Response

Principles:

- *significant risks should be managed :*
 - *controllable risks → by control measures*
 - *not (or only slightly) controllable → by diversification*

- *risks should be owned by the party best able to manage them*



27

More on Risk Response

Response options:

- **Avoidance**
 - alternative design and/or construction methods
- **Reduction**
 - contingency plans, financial provisions, control measures
- **Transfer**
 - contractual arrangements, insurance
- **Retention**
 - diversification, do nothing



28

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



More on Risk Response



Transfer by contract:

- Obligations divided according to contract
- Choice of payment mechanisms
- More integrated forms of contract (e.g. IPD) seek to *pool* risk **not** *transfer* risk
- A project risk contingency fund can then be shared amongst project partners if it is not spent.



Benefits of Risk Management

Hard benefits:

- Better plans, schedules, budgets
- Use of most appropriate form of contract
- Better assessment and management of contingencies
- Knowledge collected, organised and used in future projects (corporate learning)
- Expectations met

Soft benefits:

- Common project vision developed
- Better communication and understanding – improved team spirit
- Demonstrates a responsible approach to clients



Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Recap of Main Points

Risk is a key concept in many fields

- many different risk definitions

Concept of project risk relates to:

- outcome expectations
- function of knowledge and time

Risk management:

- purpose is to develop better plans and estimates and to meet expectations
- ongoing cycle of identification – analysis – response
- requires constant monitoring, control and recording
- always done as a team NOT individually
- soft benefits include a common project vision, improved communication
- especially useful with long term implementation





A.2. 1. töötoa miniloengu slaidid

(Alates järgmisest leheküljest)

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Risk Management

A BIM-enabled Learning Course

Workshop 1 – Mini Lecture

Benedict Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

1

Workshop 1 – Qualitative Risk Analysis

Project stage: project concept / project preparation

Scenario:

- A multi-storey parking building is planned for a busy location in central Tallinn.
- Design (precast concrete) is largely complete.
- Your group: representatives of all the main stakeholders involved in the project

Your group's overall task is to decide:

- For **construction phase**
- Most significant risks
- How to manage them
- Responsible party

Benedict Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

2

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Workshop 1

Input information:

(BIM-enabled learning activity)

- BIM for visualization / understanding

The following information resources are available (in BIM-enabled-learning Moodle):

- A video of a fly-through the model is available for you to view.
- A BIM model of the parking building (in IFC format). (A web browser-based IFC model viewer is available on the BIM-enabled-learning Moodle or you can use any other IFC viewer of your choice).



3

Workshop 1

Template:

Please use and complete the template provided for your qualitative risk management.

Submission and deadlines:

Please submit your findings (your completed template table). Only 1 submission for each group is required.



4

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Activity – Qualitative Risk Management for Construction Projects

Tasks:

Task 1 – Risk Identification

- In your group, conduct a brainstorm session to identify about 20 risks (use the check list to help give you ideas) that are relevant to the construction of this parking building and agree on their descriptions. (Descriptions are adequately precise if all group members understand them in the same way.)

Task 2 – Risk Analysis

- Assess and agree the probability (of the risk occurring) and the impact (on the outcome of the project) of each risk that you have identified.
- Determine their relative severity by multiplying their assessed Probability x Impact.
- Identify the 5 most significant risks

Task 3 – Risk Response

- Assign ownership to each risk - decide who (client, design team, contractor, etc.) is best placed to manage each of the 5 most significant risks
- Identify risk response actions for managing each of the 5 most significant risks.

Task 4 – Report / submit



5

Probability – Impact Table

Impact	Very Low	Low	Medium	High	Very High
Probability					
Very Low	1	2	3	4	5
Low	2	4	6	8	10
Medium	3	6	9	12	15
High	4	8	12	16	20
Very High	5	10	15	20	25

Checklist

- Workforce
- Construction process
- Economic / Political
- Logistics / Supply chain

Risk Table

Risk Description	Prob	Imp	Severity	Owner	Risk Response Actions



6

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



A.3. 2. töötoa miniloengu slaidid

(Alates järgmisest leheküljest)

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Risk Management

A BIM-enabled Learning Course

Workshop 2 – Mini Lecture

Benedict Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

1

Workshop 2 – Quantitative Risk Analysis

Project stage: pre-construction

Scenario:

- The same proposed multi-storey parking building (from Workshop 1) is about to be constructed.
- The project team is planning the construction works and budget.
- Your group: representatives the staff responsible for scheduling and cost estimating for the works.

Your group's overall tasks are:

- To derive point estimates for the cost and time for construction.
- To model the project schedule and budget under uncertainty and run a simulation in Excel with the Argo add-in.

Benedict Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

2

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Workshop 2

Input information:

(BIM-enabled learning activity)

- Data extraction from 5D BIM model
- BIM for visualization / understanding

The following information resources are available (in BIM-enabled-learning Moodle):

- A BIM-based 4D animation of the construction sequence (video)
- (+ BIM materials from Workshop 1. Note that the IFC model is 5D and contains time and cost information.)

- Instructions for installing Argo add-in for Excel
- <https://boozallen.github.io/argo/>



3

Workshop 2

Templates:

Please use and complete the templates provided for your quantitative risk analysis.

Submission and deadlines:

Please submit your findings in a single page report (only 1 submission for each group is required) by Sunday 26th March through Assignment 2 in BIM-enabled-Learning Moodle



4

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Activity – Quantitative Risk Analysis

Tasks:

Task 1 – Point estimates for the cost and time for construction

- Extracting cost- and time-relevant data from the IFC model (given)
- Deriving a point estimate for the project cost
- Determining a logical and efficient activity sequence for the works (given)
- Calculating a point estimate for the project time



5

Activity – Quantitative Risk Analysis

Tasks (continued):

Task 2 – Model the project schedule and budget under uncertainty and run a simulation

- Install the Argo add-in for Excel (for at least 1 PC per group – note that Argo doesn't work with Mac OS)
- For cost and time estimates, replace the point estimates (base only) with triangular distributions (i.e. 3-point estimates: low, base, high)
- Run a „Monte Carlo“ simulation using Monte Carlo or Latin Hyper-Cube sampling
- Derive the project S-curves for time and cost.
- Estimate the project cost and time for which your group has 90% certainty (that they will be achieved)
- Estimate the % confidence your group has in achieving the originally calculated base point estimates for project cost and time.



6

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Activity – Quantitative Risk Analysis

Tasks (continued):

Task 3 – Report / submit

- Your project S-curve graphs for cost and time
- Your estimates of the project cost and time for which your group has 95% confidence (certainty)
- Your estimates of the % confidence your group has in achieving the originally calculated base point estimate for project cost and achieving the base point estimate for project time.



7

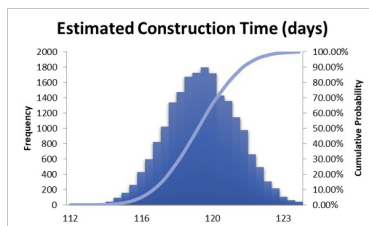
Example of information to submit:

Time

Point estimate = ___ days

Simulation results:

- Confidence level = ___ % for ___ days
- 90% confidence < ___ days

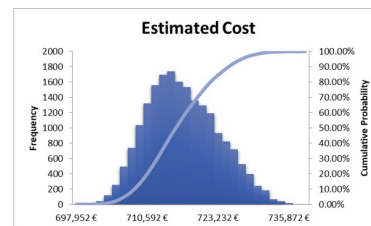


Cost

Point estimate = _____ €

Simulation results:

- Confidence level = ___ % for _____ €
- 90% confidence < _____ €



8

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



A.4. 3. töötoa miniloengu slaidid

(Alates järgmisest leheküljest)

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Risk Management

A BIM-enabled Learning Course

Workshop 3 – Mini Lecture



1

Workshop 3 – Documentation and Lesson Learning

Project stage: construction / construction completion

Scenario:

- The same proposed multi-storey parking building is now in its construction phase.
- The project team has already identified risks, carried out qualitative and quantitative risk analyses, assigned ownership and risk response actions for the most significant risks.
- Now, your team needs to agree on how risks should be monitored, controlled and recorded for this project and also for use in risk management on future projects.

Your group's overall task is:

- To design a risk register that records all important risk information for this project and which can also be used in the risk management of future projects.



2

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Workshop 3

Input information:

(BIM-enabled learning activity)

- Your results for Workshops 1 and 2

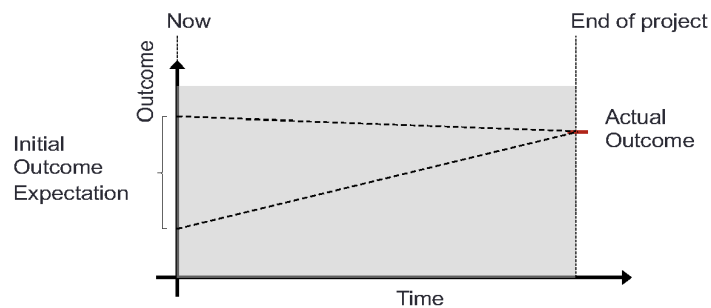
Also:

- Review key ideas about the project risk management process that were presented in the Introduction Lecture (summarised in next slides).
- Example of risk register (separate file).



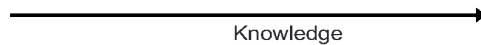
3

Project Risk Concept



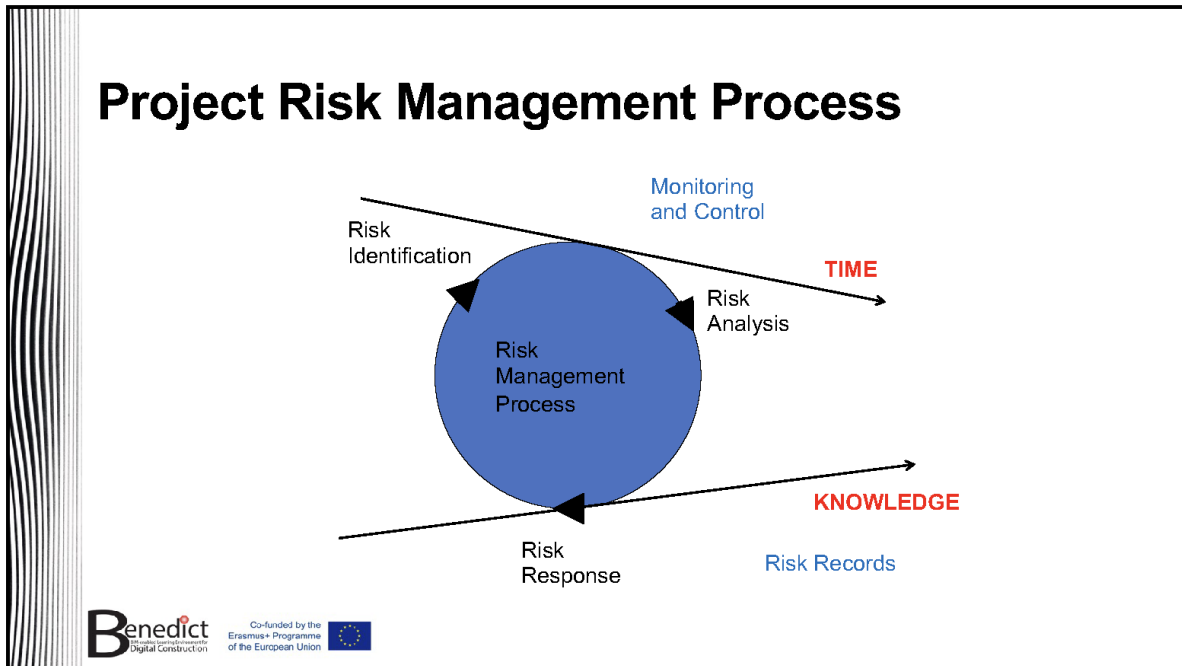
Initial, partial knowledge of
factors / events which may
affect the project

Complete knowledge of
all factors / events that
affected the project

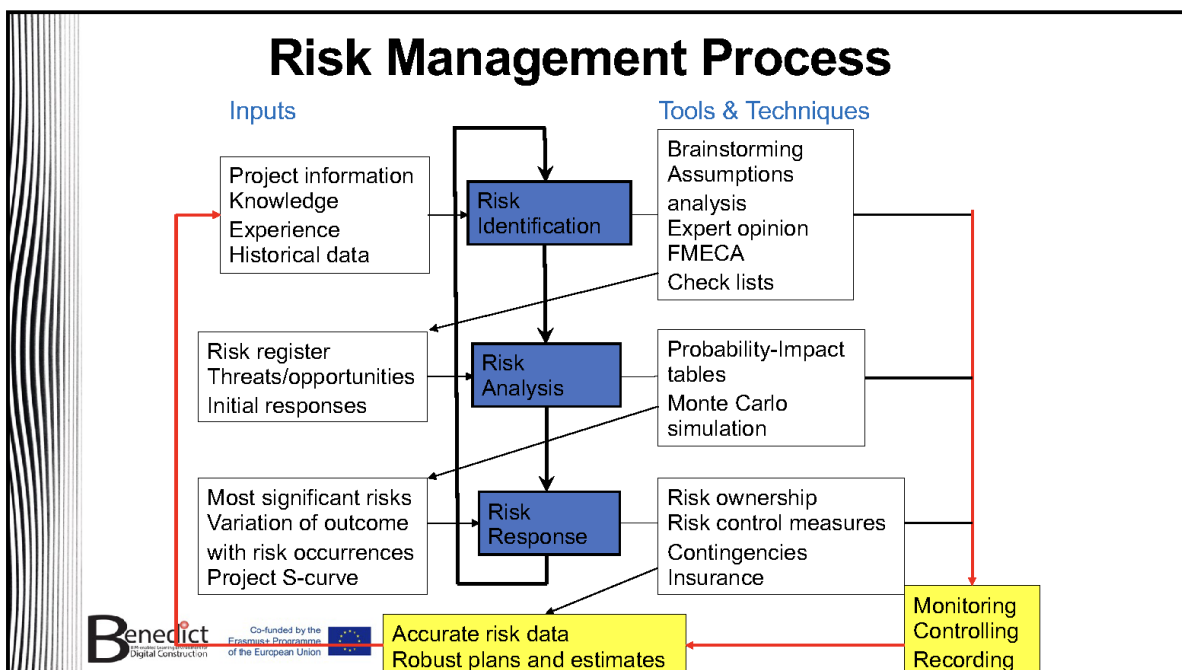


4

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



5



6

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Activity – Documentation for Risk Management and Lesson Learning

Tasks:

Task 1 – Form of Risk Register - (Group Discussion) Decide what risk management information is important to record for this project and also for risk management in future projects.

- Consider the information associated with your activities in workshops 1 and 2 of this course (both inputs to and outputs from them) .
- Consider different examples of risk registers (one example (a very simple example) is given in a separate file but there are many examples available online) – what are their positive aspects and their shortcomings?
- What information would be useful for risk management in future projects? In what format should this information be?
- Design a suitable form of risk register in which to record all the information that you have identified.



7

Activity – Documentation for Risk Management and Lesson Learning

Tasks:

Task 2 – Risk Management Process – (Group discussion) Decide how risks will be monitored, controlled and recorded in terms of the process that should be followed by the project team:

- Will risk management workshops be held during the construction phase? How regularly? With what purpose(s)?
- Who will be responsible for recording information in the risk register?
- How will risk register information that is relevant for future projects be kept? For how long will it be kept? Who will be responsible for keeping it?
- What about BIM? – What risk information can be stored in the BIM model? Would this be a useful way of organising / storing the information for this project / for future projects?



8

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Activities to complete the course

In addition to the Group work, please complete the following individual tasks (by Sunday, 2nd April):

Task 1 – Individual reflection questionnaire

- This will take only a few minutes to complete, but please take time to reflect on the course first before writing your responses.
- The link to the questionnaire is in BIM-enabled-learning Moodle below.

Task 2 – Individual end of course questionnaire

- Please complete the Quality, Module and Self Assessment – Closing Phase – Students questionnaire.
- It will take about 15 minutes to complete.





Lisa B – Tegevuste materjalid

B.1. 1. töötuba, kvalitatiivse riskijuhtimise harjutus ja blankett

(Alates järgmisest leheküljest)

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Riskijuhtimise töötuba – Riskijuhtimine ehitusprojektides

Stsenaarium:

Tallinna kesklinna tiheda liiklusega asukohta on planeeritud mitmekorruseline parkimismaja. Projekt (mis on üsna tavaline, betoonist monteeritav konstruktsioon) on suures osas valmis. Teie rühm koosneb kõigi projektiga seotud peamiste sidusrühmade esindajatest (tellija ehk kinnisvaraarendusfirma, projekteerijad, ehitustööde peatöövõtja jne).

Teie rühma üldine ülesanne on otsustada (kvalitatiivses mõttes), millised on selle projekti ehitusetapi kõige olulisemad riskid, mida tuleks nende juhtimiseks ette võtta ja kes peaks nende juhtimise eest vastutama.

Ülesanded:

Ülesanne 1 – Riskide tuvastamine

- Viige oma rühmas läbi ajurünnak, et selgitada välja umbes 20 riski (kasutage ideede saamiseks etteantud kontrollnimekirja), mis seonduvad selle parkimishoone ehitamisega, ja leppige kokku nende kirjeldused. (Kirjeldused on piisavalt täpsed, kui kõik rühmaliikmed mõistavad neid ühtemoodi.)

Ülesanne 2 – Riskianalüüs

- Hinnake ja leppige kokku iga tuvastatud riski tõenäosus (riski esinemise šanss) ja mõju (projekti tulemusele).
- Määrake nende suhteline raskusaste, korrutades iga riski puhul selle hinnatud tõenäosuse ja mõju.
- Tuvastage 5 kõige olulisemat riski

Ülesanne 3 – Riskile reageerimine

- Määrake igale riskile haldur – otsustage viie kõige olulisema riski kohta, kes (klient, projekteerimismeeskond, töövõtja jne) on kõige paremas olukorras, et seda juhtida.
- Tehke viie kõige olulisema riski kohta kindlaks nende juhtimiseks sobivad riskidele reageerimise meetmed.

Ülesanne 4 – Tulemuste esitamine

- Esitage oma tähelepanekud (täitke ja esitage järgmisel leheküljel toodud riskitabel).

Tõenäosus – Mõjude tabel

Mõju	Väga madal	Madal	Keskmine	Kõrge	Väga kõrge
Tõenäosus					
Väga madal	1	2	3	4	5
Madal	2	4	6	8	10
Keskmine	3	6	9	12	15
Kõrge	4	8	12	16	20
Väga kõrge	5	10	15	20	25

Kontrollnimekiri

- Tööjõud
- Ehitusprotsess
- Majandus / Poliitika
- Juriidiline / regulatiivne keskkond
- Logistika / Tarneahel

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Riskitabel (vormindage ja laiendage seda tabelit sobival moel)

Riski kirjeldus	Tõenäosus (P)	Mõju (I)	Raskusaste (P*I)	Riski haldur	Reageerimistoimingud

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



B.2. 2. töötuba, kvantitatiivse riskijuhtimise harjutuse materjalid

(Alates järgmisest leheküljest)

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



KVANTITATIIVSE RISKIJUHTIMISE (KULUDE) HARJUTUSE JUHEND

(Pange tähele, et need juhised viitavad BIM-mudelist ekstraheeritud andmetele ja Exceli failis olevale blanketile (saadaval: [Quantitative Risk Analysis - Cost estimate data and template.xlsx](#)) ning avatud lähtekoodiga simulatsioonitarkvarale Argo (saadaval: <https://boozallen.github.io/argo/>).

1. Leht [Extracted element data] (ekstraheeritud elemendiandmed) sisaldab 5D BIM IFC mudelist ekstraheeritud andmete kuludega seonduvaid ridu. Pange tähele, et need andmed on BIM-i (IFC) mudelist ekstraheeritud algse CSV-failiga võrreldes oluliselt puhastatud.
2. Lehel [Cost estimate] (kuluproгноos) on sarnased elemendid kokku koondatud, et luua kulude kokkuvõte. Pange tähele, et iga elemendi tüübi jaoks on ühikuhinna prognoos x ühikute arv = baassumma ja kõigi baassummade koondsumma = selle projekti koondmaksumuse ühepunktiline koondprognoos (point estimate) = 693 086 €.
3. Leppige oma rühmas iga põhisumma (= režiim) jaoks kokku kolmnurkjaotuse miinimum- ja maksimumväärtused. Sisestage need miinimum- ja maksimumväärtused lehe [Cost estimate] (kuluproгноos) veergude J ja L vastavatesse lahtritesse.
4. Tehke Argo menüüs [Distribution] (jaotus) valik [Triangular distribution] (kolmnurkjaotus) (mis tahes min, mode, max sisendväärtustega) ja sisestage see lehe [Cost estimate] (kuluproгноos) lahtrisse N5. Nüüd asendage sisendväärtused vastavate lahtrite aadressidega (J5, K5, L5) ja seejärel kopeerige kolmnurkjaotuse valem kuni tabeli lõpuni (N163).
5. Sisestage summa (= kuluproгноosi) arvutamiseks lahtrisse N167 liitmisvalem „=SUM(N5:N163)“. Valige lahter N167 ja lisage see tulemuseks, kasutades Argo menüüd [Result] (tulemus).
6. Käivitage simulatsioon. Esmalt seadistage Argo simulatsioon [Options] (valikud), kasutades parameetritena 2000 katset (trials), 100 salve (bins) ja meetodit Latin Hyper-Cube Sampling. (Võite proovida ka üht või mitut simulatsiooni kuni 20 000 katsega, meetodil Monte Carlo Sampling – kumb on parem?)
7. Genereerige tulemuselahtri N167 jaoks Argo programmis analüüsiväljundi aruanne: menüü [Embed Charts] (manustatud diagrammid), valik [Single, histogram + S-curve] (üksik, histogramm + S-kõver) (see kuvatakse eraldi lehel). Pange tähele, et see toiming võib anda vea – kui see juhtub, saate sellest üle, muutes oma arvutis piirkondliku vormingu (Regional Format) inglisekeelseks: [English, (United States)] või kasutades S-kõvera ja histogrammi loomiseks Argo analüüsiviisardit: [Analysis Wizard].
8. Vastake järgmistele küsimustele:
 - a. Mis on projekti maksumus, mille puhul teie rühmal on 90% kindlustunne (et projekti lõppkulu on sellest summast väiksem või sellega võrdne)?
 - b. Kui suur on teie rühma kindlustunne (%), et projekti elluviimise maksumus on algselt arvutatud ühepunktilise koondmaksumuse prognoosist (693 086 €) väiksem või sellega võrdne?
9. Esitage oma vastused koos Argo loodud väljunddiagrammiga Moodle'is, BIM-põhise õppe 2. töötoa ülesande tulemuste esitamise vormil.

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



KVANTITATIIVSE RISKIJUHTIMISE (AJA) HARJUTUSE JUHEND

(Pange tähele, et need juhised viitavad BIM-mudelist ekstraheeritud andmetele ja Exceli failis olevale blanketile (saadaval: [Quantitative Risk Analysis - Time schedule and template.xlsx](#)) ning avatud lähtekoodiga simulatsioonitarkvarale Argo (saadaval: <https://boozallen.github.io/argo/>).

1. Leht [Extracted element data] (ekstraheeritud elemendiandmed) sisaldab 5D BIM IFC mudelist ekstraheeritud andmete kuludega seonduvaid ridu. Pange tähele, et need andmed on BIM-i (IFC) mudelist ekstraheeritud algse CSV-failiga võrreldes oluliselt puhastatud.
2. Lehel [Time schedule (for 4D video)] (ajakava (4D-video jaoks)) on ehitustegevused planeeritud nii, nagu need on näha 4D-ehituse tegevustejada videos. Pange tähele, et ajakava on uuendatud praegusele ajale (st ehitustööde algusele, milleks on 2023. aasta juuni).
3. Leht [Precedence Ntwk - Pt Estimate] (prioriteetide võrgustik - ühepunktiline koondprognoos) näitab tegevuste jada loogikat (nagu 4D ehitustegevuste jada videol). Tegevuste kestused on ette antud, kuid iga tegevuse jaoks tuleb arvutada varajase alguse (Early Start – ES) ja varajase lõpetamise (Early Finish – EF) väärtused.
4. Arvutage kogu ehituse kestuse kohta ühepunktiline koondprognoos (point estimate). Sisestage oma vastus lahtrisse G24.
5. Täitke lehel [Precedence Ntwk - Pt Estimate] (prioriteetide võrgustik - ühepunktiline koondprognoos) ära prioriteetide võrgustik, sisestades iga tegevuse kestuse jaoks kolmnurkjaoituse. Tehke seda käsitsi, kasutades režiimi väärtustena ühepunktilisest koondprognoosist (point estimate) saadud tegevuste kestusi ja leppides oma rühmas iga tegevuse jaoks kokku sobivad Min ja Max väärtused.
6. Sisestage lahtrisse G24 ehituse kogukestuse arvutamise funktsioon. Valige lahter G24 ja lisage see tulemuseks, kasutades Argo menüüd [Result] (tulemus).
7. Käivitage simulatsioon. Esmalt seadistage Argo simulatsioon [Options] (valikud), kasutades parameetritena 2000 katset (trials), 100 salve (bins) ja meetodit Latin Hyper-Cube Sampling. (Võite proovida ka üht või mitut simulatsiooni kuni 20 000 katsega, meetodil Monte Carlo Sampling – kumb on parem?) Pange tähele, et see toiming võib anda vea – kui see juhtub, saate sellest üle, muutes oma arvutis piirkondliku vormingu (Regional Format) inglisekeelseks: [English, (United States)] või tehete Argo menüüs [Simulation / Options] (simulatsioon / valikud) valiku [Native Excel analysis] (algses Excel formaadis analüüs).
8. Genereerige tulemuselahtri G24 jaoks Argo programmis analüüsiväljundi aruanne: menüü [Embed Charts] (manustatud diagrammid), valik [Single, histogram + S-curve] (üksik, histogramm + S-kõver) (see kuvatakse eraldi lehel). Pange tähele, et see toiming võib anda vea – kui see juhtub, saate sellest üle, muutes oma arvutis piirkondliku vormingu (Regional Format) inglisekeelseks: [English, (United States)] või kasutate S-kõvera ja histogrammi loomiseks Argo analüüsivõimalusi: [Analysis Wizard].
9. Vastake järgmistele küsimustele:
 - a. Mis on projekti kestus, mille puhul teie rühmal on 90% kindlustunne (et projekti lõppkestus on sellest väiksem või sellega võrdne)?

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



- b. Kui suur on teie rühma kindlustunne (%), et projekti elluviimise kestus on väiksem või võrdne algselt arvatatud ühepunktilise koondkestuse prognoosiga?
10. Esitage oma vastused koos Argo loodud väljunddiagrammiga Moodle'is, BIM-põhise õppe 2. töötoa ülesande tulemuste esitamise vormil.

B.3. 3. töötuba, riskijuhtimise dokumentatsiooni harjutuse materjalid

(Alates järgmisest leheküljest)

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



RISKIJUHTIMISE DOKUMENTATSIOONI JA ÕPPETUNDIDE VÄLJATOOMISE HARJUTUSE JUHEND

Ülesanne 1 – Riskiregistri vorm – (Rühmavestlus) Otsustage, millist riskijuhtimise teavet on oluline selle projekti ja ka tulevaste projektide riskijuhtimise jaoks talletada.

- Mõelge informatsioonile, mis on seotud teie tegevustega selle kursuse 1. ja 2. töötoas (nii nende sisendid kui väljundid).
- Mõelge riskiregistrite erinevatele näidetele (üks väga lihtne näide on toodud eraldi failis, kuid Internetis on saadaval palju näiteid) – millised on nende positiivsed küljed ja puudused?
- Milline teave oleks tulevaste projektide riskijuhtimiseks kasulik? Millises vormingus see teave peab olema?
- Koostage sobiv riskiregistri vorm, kuhu salvestada kogu teie tuvastatud teave.

Ülesanne 2 – Riskijuhtimise protsess – (Rühmaarutelu) Otsustage, milline on riskide jälgimise, kontrollimise ja registreerimise protsess, mida projektimeeskond peab järgima:

- Kas ehitusfaasis korraldatakse riskijuhtimise töötubasid? Kui regulaarselt? Mis eesmärgil(eesmärkidel)?
- Kes vastutab teabe riskiregistrisse salvestamise eest?
- Kuidas hoitakse tulevaste projektide jaoks olulist riskiregistri teavet? Kui kaua seda hoitakse? Kes selle hoidmise eest vastutab?
- Kuidas on BIM-iga? – Millist riskiinfot saab BIM-mudelisse salvestada? Kas see oleks kasulik viis selle projekti / tulevaste projektide jaoks teabe korraldamiseks ja talletamiseks?

Esitamine ja tähtajad:

Esitage oma tulemused kaheleheküljelise aruandena (nõutav on ainult üks aruanne iga rühma kohta) pühapäevaks, 2. aprilliks Moodle'is, BIM-põhise õppe 3. töötoa ülesande tulemuste esitamise vormil:

1. leheküljel: Teie rühma riskiregistri vorm (ainult vorm, see ei pea olema täidetud)
2. leheküljel: Teie rühma vastused järgmistele küsimustele (umbes üks lõik iga vastuse kohta, soovi korral võite lisada protsessi vooskeemi / diagrammi):
 1. Millist protsessi teie rühm ehitusetapi riskijuhtimiseks soovitab?
 2. Milline riskiteave on tulevaste projektide jaoks kasulik ning kuidas seda talletatakse ja hoitakse ning kes seda teeb?
 3. Kuidas saab riskidega seotud teavet BIM-iga integreerida? Kas on mingid piirangud sellele, millist teavet saab mugavalt integreerida?

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



Lisa C – Hindamismaterjalid

(Alates järgmisest leheküljest)

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.



C.1. Riskijuhtimise kursus – kordamisküsimused

Mõelge järgmistele küsimustele ja kirjutage lühikeste lõikudena oma vastused.

1. Kirjeldage üht uut asja, mida te sellelt kursusel õppisite.

2. Kirjeldage üht asja, mis teie jaoks sellel kursusel huvitav oli.

3. Kirjeldage üht asja sellelt kursusel, mis võiks teile teie töös või mõnel muul kursusel kasulik olla.

4. Kas teil on riskijuhtimise kursuse kohta veel mingeid kommentaare ja/või tähelepanekuid, mida soovite jagada?

Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande koostamisele ei tähenda heakskiitu selle sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti, ning komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.