

RISKIANALÜÜS

ÜLDMÕISTETE TUTVUSTUS NING RISKI KVALITATIIVSE JA KVANTITATIIVSE HINDAMISE PEAMISED ASTMED

ÜLEVAADE

Riskianalüüsi peamised mõisted

- Risk *versus* määramatus
- Ajalugu: vastuvõetava riski mõiste *versus* traditsioonilise nullriski kontseptsioon
- Riskianalüüsi elemendid, eesmärgid ja komponendid

(Looma) terviseriski hindamine

Riski kvalitatiivse ja kvantitatiivse hindamise meetodi peamised astmed

- Püstitage õige küsimus
- Tehke kindlaks võimalikud ohud
- Visandage sündmuste käik
- Koguge vajalik informatsioon
- Hinnake riski

Riski kvalitatiivse hindamise põhikontseptsioonid

- Riski kvalitatiivse hindamise viis astet
- Visanda analüüsi käik: Parma singi näide

Sissejuhatus riski kvantitatiivsesse hindamisse

Järgmine tekst põhineb suurel määral Woolridge ja Kelly konspektist „Risk Analysis Course” (2000).

Autoriõigused jäävad autoritele.

RISKIANALÜÜSI PÕHIKONTSEPTSIOONID

Risk

Mõiste (Last, 1988): „**Tõenäosus, et sündmus esineb; sündmusel on tavaliselt soovimatu tulem.**“

(OIE, International Animal Health Code, 2000): „Ebasoodsate sündmuste esinemise tõenäosus ja ebasoodsate sündmuste tagajärgede tõenäolise mõju suurus loomade või inimese tervisele importivas riigis teatud ajaperioodi vältel.“

Võrrelge määramatusega (Vose, 2000): „Hindaja puudulikud teadmised (teadmatus tase) parameetrite kohta, mis iseloomustavad modelleeritavat füüsilist süsteemi“ = “määratlemisvõimetus“ (= täielik määramatus).

AJALUGU

1. Traditsiooniline kontseptsioon (nullrisk).

Traditsioonilised meetodid, näiteks nakkuse leviku ärahoidmiseks loomade rahvusvahelisel liikumisel, tavatsesid tugineda nullriskipoliitikal. Viimasel ajal on jõutud seisukohale, et need ei ole enam vastuvõetavad, kuna nullriskiga lähenemine ei ole sageli eriti otstarbekas ning võrdlevalt peab kaaluma haigusrisi ja kaubandusest saadavat kasu.

See toob esile aktsepteeritava riski mõiste.

2. Aktsepteeritava riski mõiste.

Viimase aja kokkulepped põhinevad mõningase riski aktsepteerimisel. Riskitase ja see, kas risk on aktsepteeritav, nõuab kokkulepet kõigi nende vahel, kes on seotud läbirääkimistega riski suuruse üle. Kokkuleppe saavutamiseks on vaja riski hindamist sellise metoodika abil, millega kõik osapooled nõustuvad. See omakorda on viinud riskianalüüsi protsessi väljatöötamisele.

Risk, tähenduses 'oht', on reaalses maailmas otsuse tegemise lahutamatu osa. Sedamööda, kuidas tõuseb põllumajandusliku süsteemi võime muuta oma keskkonda tehnoloogiliste muutuste kaudu, tõuseb ka vajadus parandada nendele muutustele omaste riskide kvantitatiivset väljendamist. See muutub (loomatervishoiu ja veterinaarse rahvatervishoiuga seotud) riiklikele ametkondadele eriti oluliseks siis, kui tuleb otsustada, kas konkreetset riski peetakse õigustatuks ja aktsepteeritavaks riskiks nii uue tehnoloogia juurutajale kui ka inimestele ja tootmissüsteemidele. Ühine eesmärk on riski vähendamine ehk kahju minimeerimine / kasu maksimeerimine.

Riski võtmise valmidust mõõdetakse alternatiivsete tegevuste ja otsustuste TÕENÄOSUSE ning nende võimalike TAGAJÄRGEDE MÕJU SUURUSEGA.

Risk on sündmus, mis võib tõenäoliselt toimuda, ja kui ta toimub, siis avaldab negatiivset mõju ...

Riski elemendid on

- 1 - Stsenaarium- (mis saab viltu minna? **Oht**)
- 2 - Stsenaariumi realiseerumise **tõenäosus**
- 3 - Selle realiseerumisel tekkiva (kahjuliku) **mõju suurus**

Katastroofiline risk esineb siis, kui sündmuse tõenäosus on äärmiselt väike ja võimalike tagajärgede mõju on suur. Näide: suu- ja sõrataud Kesk-Euroopas.

Riski teised liigid on (Starr, Whipple, 1976):

- *reaalne risk*; seda saab määratleda ainult tulevikus,
- *statistiline ehk tegelik risk*; arvutatakse ajaloolistest, st olemasolevatest andmetest,
- *ennustatud risk*; kasutades analüütilisi mudeleid, mis on koostatud minevikus saadud andmete põhjal,
- *tajatud risk*; indiviidi poolt intuiitiivselt nähtav ja olemuselt subjektiivne.

Riskianalüüsi peamised **eesmärgid** loomatervishoiu valdkonnas on järgmised (Noordhuizen, 1993):

- teha kindlaks loomade tervisehäired, mis on seotud teatud tegevuste või tegurite või ainetega,
- kvantifitseerida eelnimetatud tegurite osa määratletud tervisehäiretes,
- varustada otsustajaid alternatiivsete strateegiatega riski ohjamiseks või kahandamiseks,
- määratleda selliste strateegiate efektiivsus,
- panna paika prioriteedid vastavalt tegevusele – korrigeerivad, ennetavad või regulatiivsed.

Riskianalüüsi komponendid

I. Riski hindamine

II. Riski juhtimine

III. Riski kommunikatsioon

Terminoloogia ja mõisted

1995. aastal loodi Maailma Kaubandusorganisatsioon (WTO). Et riigid rakendaksid meetmeid inimese ja loomade tervise (sanitaarmedid) ning taimede tervise (fütosanitaarmedid) kaitsmiseks, sõlmiti sanitaar- ja fütosanitaarmedite rakendamise (SPS) lepe.

WTO volitas **Rahvusvahelist Loomatervishoiu Organisatsiooni (OIE)** rakendama riskipõhisel lähenemisel baseeruvaid loomade sanitaarmedid. Siin kasutatav terminoloogia järgib **Rahvusvahelise maismaaloomade tervishoiu koodeksi (International (Terrestrial) Animal Health Code)** peatükki 1.3 – **“Import Risk Analysis”** (http://www.oie.int/eng/normes/Mcode/A_summry.htm).

SPS-leppe järgi reguleerib toiduohutuse valdkonda FAO/WHO *Codex Alimentarius* (<http://www.fao.org/DOCREP/005/Y2579E/y1579w00.htm>), mis järgib samuti riskipõhist lähenemisviisi.

ELi soovitusel riski kvantitatiivse hindamise meetodika kohta toiduohutuse valdkonnas: Toidust pärinevate bakteriaalsete patogeenide riski hindamine: kvantitatiivne meetodika inimese eksponeerituse hindamiseks (*Risk assessment of food borne bacterial pathogens: Quantitative methodology relevant for human exposure assessment*). http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/ssc/out308_en.pdf

ELi teaduslikku arutelu riski hindamisest on võimalik jälgida muuhulgas **Euroopa Komisjoni tervise- ja tarbijakaitse peadirektoraadi teaduse juhtkomitee** veebilehel http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/ssc/outcome_en.html

Rahvusvahelise maismaaloomade tervishoiu eeskirja paragrahvi kasutatakse spetsiifiliselt patogeensete organismide poolt põhjustatud infektsioonide ja haiguste puhul ning see käsitleb eelkõige loomade importimist (kaubandust). Siiski kasutatakse sama baasterminoloogiat ka muud tüüpi riskianalüüsi tegemisel, näiteks keemiliste jääkide puhul.

Kasutatav terminoloogia määratleb riskianalüüsi kui protsessi, mis hõlmab ohu identifitseerimist, riskianalüüsi, riski juhtimist ja riski kommunikatsiooni.

Oht (hazard)

Miski, mis on inimesele, loomadele, taimedele või keskkonnale potentsiaalselt kahjulik. Näiteks kiirust ületav auto (oht inimesele), saasteained (oht keskkonnale). Haigusetekitaja esinemine lihas on samuti oht.

Rahvusvahelise loomatervishoiu eeskirja impordiriski analüüsi paragrahv defineerib ohtu kui mis tahes patogeenset tegurit, mis võib põhjustada negatiivseid tagajärgi kauba impordil.

Risk

Risk eeldab ohu eksisteerimist ja ka seda, et vaadeldav situatsioon võib põhjustada erinevaid tagajärgi ning et üks või enam nendest tagajärgedest on soovimatu(d). Samuti eksisteerib määramatus selle suhtes, milline tagajärg (tagajärjed) aset leiab (leiavad), ning igal tagajärjel on oma esinemise risk. Lisaks on riski hindamiseks vaja süsteemset hindamisprotsessi iga vaadeldava riski suhtes.

I. RISKI HINDAMINE (*Risk assessment*)

Eksponeeritusest teatud terviseohtudele või kasulike mõjude puudumisest tulenevate kahjustavate mõjude tõenäosuse kvalitatiivne ja kvantitatiivne hindamine.

Üldiselt on riski hindamine kaheastmeline süsteemne protsess, mis ühendab endas:

- 1) riski määratlemist (tuvastamine ja hinnanguline mõõtmine (*risk estimation*)),
- 2) riski hindamist (*risk evaluation*).

1. Riski määratlemine

Riski määratlemine on riski kõikide võimalike allikate ja tagajärgede kindlaksmääramine ning nende kvantifikatsioon (suuruse hinnang) tõenäosuse ja mõju suuruse määratlemisega.

2. Riski hindamine (*evaluation*).

Kasutatavad meetodid liigitatakse:

- *riskide võrdlemise meetodid*, sisaldavad tuntud ja aktsepteeritava riski tasemeid; kasutada võib minevikus kogutud andmeid, modelleerimist või tajutud riskide hinnanguid;
- *riski vähendamise kulu-efektiivsus*, võttes eraldi arvesse otseseid kulusid ja tulusid. Selle meetodi eesmärk on maksimeerida riski vähendamist määratletud eelarve raames;
- *kulu-riski-kasu tasakaalustamine*, kaaludes kõiki otseseid ja kaudseid kulusid kõikide otseste ja kaudsete tulude suhtes.

Aktsepteeritav risk on määratletud tulude kaalumisele olemasoleva riskitaseme suhtes;

- *lähenemisviiside kombinatsioon*;
- *riskikartlikkust* propageeritakse samuti kui riski hindamise meetodit.

Riski maksimaalne vähendamine ilma kasusid arvesse võtmata ja ühtegi võrdlust teiste riskidega tegemata.

Küsimus, milline riskitase on aktsepteeritav, sõltub isikust ja tema hoiakust. Selle illustreerimiseks on toodud inimese hukkamise tavapäraseid riskid aastas:

õnnetused mootorsõidukitega (kõik)	$2,4 \times 10^{-4}$
õnnetused mootorsõidukitega (jalakäijad)	$4,2 \times 10^{-5}$
õnnetused kodus	$1,1 \times 10^{-4}$
sigareti suitsetamine	$3,6 \times 10^{-3}$
alkoholi tarbimine (keskmise)	$2,0 \times 10^{-5}$

Erijuht. Terviseriski hindamine

Terviseriski hindamine on spetsiifiline protsess selleks, et hinnata tõenäosust, millega kas keemilised või füüsikalised tegurid mõjutavad ebasoodsalt inimesi, loomi või ökosüsteeme antud tingimuste juures.

Läbida on vaja neli analüütilist etappi:

1) ohu tuvastamine: kvalitatiivne näitaja, et seisund või aine võib (inimese või looma) tervist ebasoodsalt mõjutada;

2) ohu iseloomustamine: ebasoodsate mõjude iseloom, kaasa arvatud seos doos-vastus;

3) eksponeerituse iseloomustamine: inimeste või loomade või mõlema eksponeerituse sageduse, intensiivsuse ja kestvuse hindamine

- eksponeerituse hindamine (Davis, Gussman, 1982):

- * millised on ohutegurid, mille suhtes isendid või liigid on eksponeeritud?
- * kui palju eksponeeritust esineb?
- * millisel moel see esineb?
- * kui kaua see esineb?
- * millistel tingimustel see esineb?

- seose doos-vastus hindamine;

4) riski iseloomustamine: riski kvantitatiivne hindamine kasutamiseks otsuse tegemisel (formaalne riski avaldus).

Riski hindamist võib liigitada tüübi järgi: **kvalitatiivne** või **kvantitatiivne**.

II. RISKIJUHTIMINE

Riskijuhtimine on protsess, kus (tavaliselt) regulatiivne (riigi) ametkond otsustab, mida teha riski hindamise tulemustega, ja viib tehtud otsuse ellu.

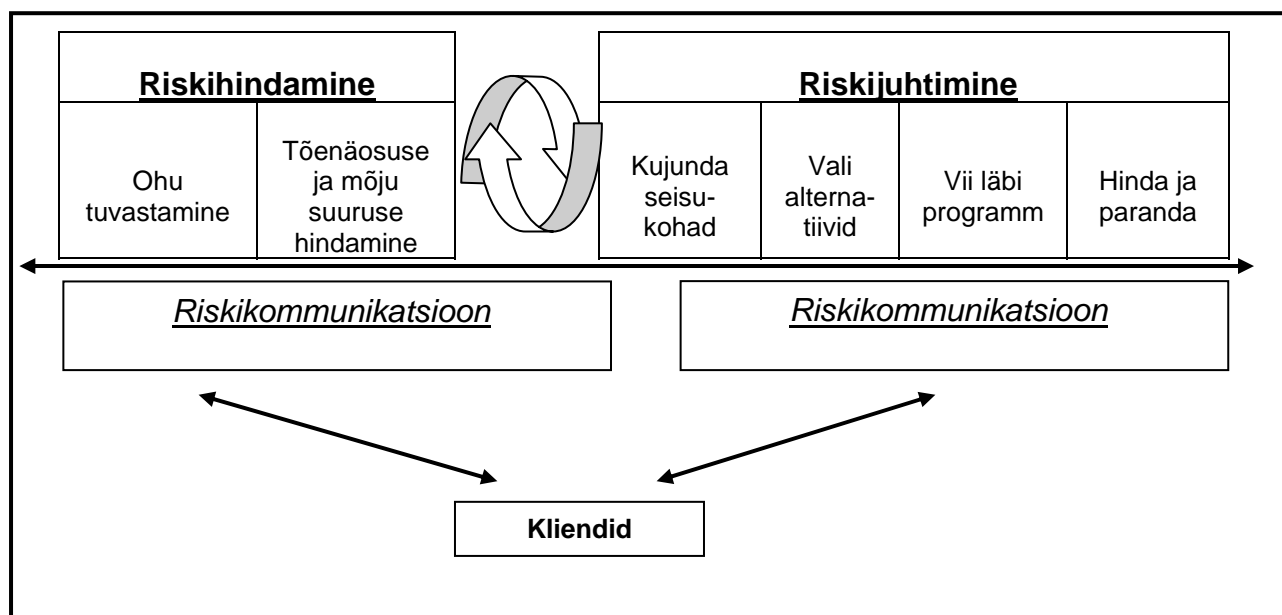
Et aga majanduslikud, sotsiaalsed ja poliitilised kaalutlused mõjutavad prioriteetide seadmist, võib olla, et regulatiivne akt ei ole teaduslikus ja tehnilises mõttes optimaalne.

III. RISKIKOMMUNIKATSIOON

Tulemuste edastamine asjast huvitatud pooltele ja otsuse tegijatele on viimane aste riski hindamise lõpuleviimiseks.

Kokkuvõtteks.

Riskianalüüs koosneb üksikutest komponentidest ja etappidest nendes komponentides.



Joonis 43. Riskianalüüsi komponendid (OIE teaduslik ja tehniline ülevaade, 1. osa, 1993)

RISKIHINDAMISE RAKENDUSED

Veterinaarias on riskihindamine rakendatav kolmes põhivaldkonnas:

- loomade ja loomsete saaduste rahvusvaheline kaubandus: võimalus importida haigust loomade ja saadustega,
- toiduhügieen: mürgiste jääkide ja infektsioossete tekitajate uurimine lihas ja lihasaadustes,
- veterinaarsed biopreparaadid: vaktsiinid, seerumid, GMO (geenimuundatud organismid) jne.

RISKI KVALITATIIVSE VÕI KVANTITATIIVSE HINDAMISMEETODI PEAMISED ETAPID

1. Sõnastage õige küsimus.

Tehke kindlaks ja otsustage täpselt, millised riskid teid huvitavad. Küsimuse sõnastamine aitab teil probleemist üksikasjalikult mõtlema hakata.

Järgnev tabel toob näiteid väga erinevate küsimuste kohta (Woolridge, 2000).

Küsimuse A ja küsimuse B võrdlus

Küsimus A	Küsimus B
Konkreetselt imporditava loomarühmaga seotud risk teie kohalikule karjale	Loomade plaanitud impordiga seotud nakkuserisk ühe aasta kohta
Nakkuserisk mis tahes haigusetehtajaga	Suu- ja sõrataudi viirusega nakatumise risk
Risk ükskõik millisele kohalikule karjale	Valikumeetod impordi jaoks. Kas juhuslik valik populatsioonist või valiku kriteeriumide järgi?
	Edasine eksponeeringu ja ülekandumise risk ei ole selle küsimuse osaks ja seega ei taheta seda teada

2. Tuvastage võimalikud ohud.

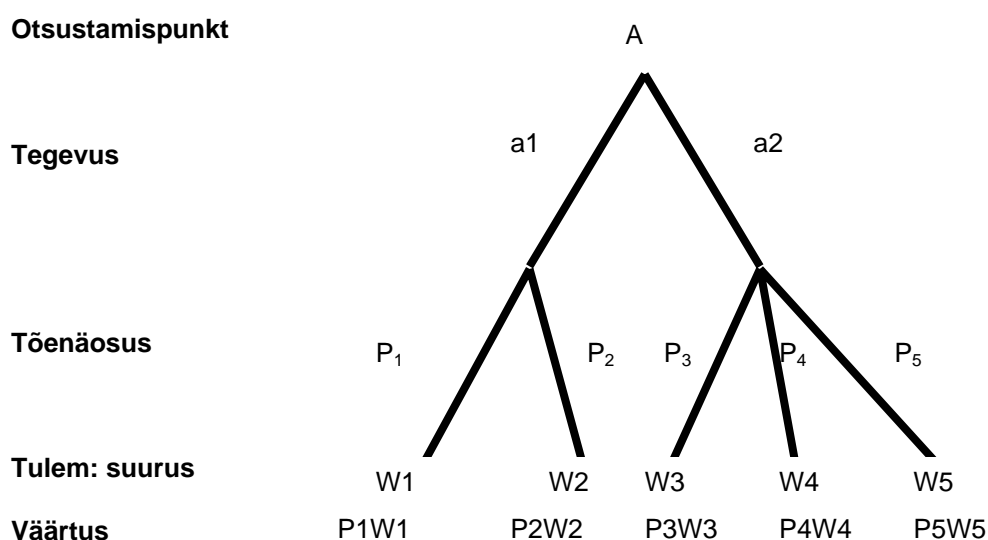
Koostage nimekiri kõikidest võimalikest teie küsimusega seotud ohtudest ja järjestage need hindamiseks tähtsuse järjekorras, kui see on vajalik. Näiteks oleks küsimuse A puhul võimalike ohtude nimekiri pikk (kõik võimalikud või tegelikud infektsioossed patogeenid), samas kui küsimuses B on tegemist nakatumisega ainult suu- ja sõrataudi viirusega.

3. Visandage mudeli kulg.

Põhiliselt hõlmab see etapp nende sündmuste reastamist, mis on vajalikud soovimatu sündmuse toimumiseks. Otsustage, milline informatsioon on vajalik, hindamiseks, kas mudelis esitatavad sündmused ka tõenäoliselt võivad toimuda.

Mudel ehk otsustuspuu kasutab tõenäosusi (ja on sobiv väärtuse arvutamiseks).

Järgnevalt on toodud lihtne otsustuspuu, kus valikud on esitatud tegevuste ja tulemitena (Hathaway, 1991).



Sündmused või **seisundid**, mida tuleb arvestada impordi riski mudeli koostamisel (Morley, Acree, 1991):

- a) imporditav üksus (loomad või saadused) on tekitajaga nakatunud,
- b) tekitaja jääb ellu kauba käsitlemisel, töötlemisel või transpordi ajal,
- c) vastuvõtlikud loomad või inimesed on eksponeeritud kaubale,
- d) tekitaja kandub üle teatud ülekandumisviisiga,
- e) tekitaja põhjustab infektsiooni (tekitaja sisenemine, arenemine või paljunemine),
- f) infektsioon põhjustab haiguse,
- g) haigus levib,
- h) haigus on avastatud.

4. Koguge vajalikku informatsiooni.

See on sageli kõige keerulisem ja aeganõudvam osa. Andmeid võib olla raske leida, raske kätte saada või neid isegi ei eksisteeri. Teil võib tekkida vajadus rääkida erinevate alade ekspertidega ja küsida nende arvamust teatud sündmuse esinemise tõenäosuse kohta.

Siiani mitteeksisteerivat informatsiooni võib saada:

- * katsete kaudu (eksperimentaalsed uuringud) – biokatsed *in vivo* / *in vitro*, raku-/koekultuuri testid jne;
- * vaatlusuuringute kaudu (epidemioloogilised uuringud);
- * monitooring, läbi viidud näiteks olulisemates uurimisasutustes, loomade ja loomsete saaduste impordiga tegelevates ametiasutustes jne;
- * modelleerimine (risk-taju-, otsusetõetuse ja otsuse analüüs), näiteks nakkava loomahaiguse puhangu risk ja majanduslikud tagajärjed (Horst, Dijkhuizen, Huirne, 1994).

5. Hinnake riski.

Kasutades kogutud informatsiooni hinnake riski kas kvalitatiivselt (võrreldes riskimudeli iga sammu toimumiseks vajalike tingimusi tegeliku olukorraga) või kvantitatiivselt (arvutades matemaatiliselt välja mudeli iga astme tõenäosused P_1 , P_2 , P_3 jne, ja leides nende tõenäosuste korrutise $P_1 \times P_2 \times P_3$ jne) või semi-quantitatiivselt, mis on midagi kahe vahepealset.

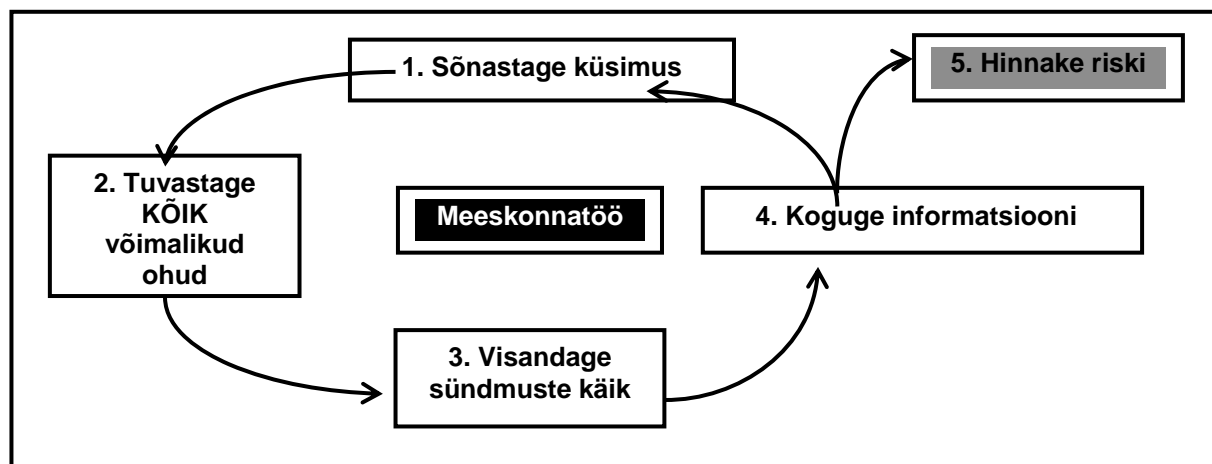
Sageli juhtub, et probleemi kohta rohkem teada saades vajab algupärane hindamisplaan muutmist. Muutmist võivad vajada esialgselt vajalikuks peetud astmed või andmed või osutub vajalikuks hankida rohkem andmeid. Seepärast peab riskihindamise protsess olema paindlik.

Riskianalüüsi tehakse meeskonnaga. Riskianalüüs nõuab paljude erinevate ekspertide, nagu epidemioloogid, modelleerijad, matemaatikud ja statistikud, mikrobioloogid ja viroloogid, toiduohutuse eksperdid, demograafid, kavandajad, administratiivtöötajad jne, koostööd.

Riskianalüüs ei anna ühte õiget vastust probleemile, vaid on koostööl põhinev tegevus, mis kasutab andmeid ja fakte, lisaks arvamusi ja hinnanguid paljudest erinevatest vaatenurkadest, sageli ka üldsuse arvamust ja hinnanguid.

Riskihindamise tulemid – kindlad vastused kindlatele küsimustele – on vaid üks osa riskianalüüsi protsessist.

KOKKUVÕTE



Joonis 44. Riskihindamise elemendid (Woolridge, 2000)

RISKI KVALITATIIVSE HINDAMISE PÕHIKONTSEPTSIOONID

(M. Woolridge, VEERU/VLA Course 2000 põhjal)

Riski hindamisel veterinaarias on otstarbekam enne riski kvantitatiivse hindamise juurde asumist viia esmalt läbi riski kvalitatiivne hindamine. Paljudel juhtudel ei ole arvulised andmed kättesaadavad. Sellisel juhul peab katse riski kvantifitseerida tuginema teatud hulgal oletustel, mis on omavahel korrutatud ja millel on väike tähendus või kehtivus.

Riski kvalitatiivse hindamise tulemusi sõnastatakse: "suhteliselt kõrge risk" või "peaaegu ilma riskita". Kui kvalitatiivse uuringu tulemused näitavad, et eksisteerib risk, mis vajab kvantifitseerimist ning kui on olemas piisavalt arvulisi andmeid, võib võtta ette riski kvantitatiivse hindamise.

Riski kvalitatiivse hindamise viis etappi

Põhiliselt koosneb riski kvalitatiivne hindamine:

- informatsiooni kogumisest,
- selle informatsiooni asetamisest loogilisse järjekorda,
- antud informatsiooni põhjal tuletuste tegemisest iga vaadeldava riski esinemise tõenäosuse kohta,
- selle riskiga kaasnevatest soovimatutest tagajärgedest.

Kui kõige suurema võimaliku mõju suurus ja/või kõige tõsisemate võimalike tagajärgedega riskid on kvalitatiivse analüüsi käigus kindlaks tehtud, võib alustada riski kvantitatiivse hindamisega (QRA).

Kui tuvastatud on ainult ebaolulised riskid, siis ei pruugi QRA (mis on sageli väga aeganõudev/kallis) rakendatav olla.

Õige küsimuse sõnastamine

Esimene etapp riski hindamisel on probleemi piiritlemine, mis võimaldab meil otsustada, millised riskid meid huvitavad.

Esitada tuleb järgmised küsimused:

- millise spetsiifilise ohuga on meil tegemist? (kui ei ole ohtu, ei ole ka riski);
- millist spetsiifilist riski me tahame hinnata, vähendada, vältida, st juhtida?

Mõnikord on oht, mida tuleb silmas pidada, selgesõnaliselt väljendatud riskihindamise lähteülesandes.

Näiteks, kui riskiküsimus on: "Milline on tarbija risk konkreetse pliiga saastunud lihakonservi partii tarbimisel?", siis on ohuks pliiga saastumine.

Kui aga küsimus on: "Millised terviseriskid kaasnevad tarbijale selle konkreetse lihakonservi partii impordiga?", siis tuleb esiteks teha täielik ohu tuvastamine.

See hõlmab kõigi potentsiaalsete riskide loetelu koostamist, nii mikrobioloogiliste kui toksikoloogiliste, nii nende, mis on seotud lihaga, kui nende, mis on seotud ka pakkimise viisi ja protsessiga. Arvesse tuleb võtta ka transportimise meetod ja kestus. Näiteks mõjutab riski hooletu transportimine, mille tulemusena plekkpurgid võivad saada kahjustada ja augustuda. Samuti võivad aja jooksul plekkpurg ja selle sisu teineteist mõjutada.

1. Ohu tuvastamine

Kui ohtu ei ole tuvastatud, ei saa hinnata ühegi tagajärje riski.

Nii ohu tuvastamise määr kui ka sellega seotud potentsiaalsete probleemide ulatus nõuavad sageli kirjanduse uurimist ja ekspertidega konsulteerimist.

Kui võimalike ohtude nimekiri on koostatud, tuleb tavaliselt teha otsus edasiste uuringute prioriteetide kohta, iseäranis kui ohtusid on palju.

Potentsiaalselt nakatunud loomade või loomsete saaduste impordiga seotud riskianalüüsil on ohu tuvastamisel aluseks OIE haiguste nimekirjad, kus A-nimekirja haigused on prioriteetideks edasises töös.

A-nimekirja haiguste määratlus:

"Nakkushaigused, millel on potentsiaal väga tõsiselt ja kiiresti levida, sõltumata riigipiiridest, millel on tõsised ühiskondlik-majanduslikud tagajärjed või tagajärjed rahva tervisele ja millel on oluline tähtsus loomade ja loomsete saaduste rahvusvahelises kaubanduses."

Aruandeid esitatakse OIE-le nii sageli, kui on vajalik rahvusvahelise maismaaloomade tervishoiu eeskirja artiklite 1.1.3.2 ja 1.1.3.3 täitmiseks.

Eritiohtlike taudide nimekiri:

Suu- ja sõrataud
Vesikulaarne stomatiit
Sigade vesikulaarhaigus
Veiste katk
Väikeste mäletsejaliste katk
Veiste nakkav pleuropneumoonia
Nodulaarne dermatiit

Rifti oru palavik
Lammaste katarraalne palavik
Lammaste rõuged ja kitsede rõuged
Hobuste Aafrika katk
Sigade Aafrika katk
Klassikaline sigade katk
Lindude gripp
Newcastle'i haigus

Jooksev informatsioon riikide staatuse kohta ja rahvusvahelise maismaaloomade tervishoiu eeskirja soovitustel põhinev abimoodul loomatervishoiu alaste otsuste tegemiseks loomade ja loomsete saaduste importimisel on kättesaadav OIE **HANDISTATUS II** veebiaplikatsioonis (<http://www.oie.int/hs2/report.asp?lang=en>).

Käesolev prototüüp *Handistatus II* jaoks (s.o *Help with World Animal Disease Status – version 2*) on veebiaplikatsioon, mis sisaldab informatsiooni loomade haiguste kohta, millel on tõsised tagajärjed rahvusvahelisele kaubandusele või rahva tervisele. Seda informatsiooni uuendatakse regulaarselt riikide veterinaarametkondade ja teiste ametlike allikate poolt Rahvusvahelise Loomatervishoiu Organisatsioon (OIE) keskbüroole saadetud eriolukorra, kuu- ja aastaaruannete põhjal.

HANDISTATUS versioon II

KÄTTESAADAV INFORMATSIOON:

- Loomade haiguste alane olukord mitme aasta kohta
 - piirkonna ja haiguse kohta
 - riigi ja haiguse kohta
- Loomade haiguste alane olukord aasta kohta
 - riigi kohta
 - haiguse kohta
- Loomade haiguste alane olukord (A-nimekiri) kuu kohta
 - piirkonna ja haiguse kohta
 - riigi ja haiguse kohta
- Zoonoosid (juhud inimesel)
 - riigi kohta
 - haiguse kohta
- Veterinaartöötajad
 - piirkondade järgi
 - riigi järgi

2. Sündmuste käigu visandamine

Pärast ohu kindlakstegemist tuleb informatsiooni koguda organiseeritud viisil. Väga kasulik on teha nimekiri või mudel potentsiaalse riski etappide kohta.

Näide: Itaaliast Parmast imporditud Parma singist tulenevate riskide hindamine kohalike loomade tervisele.

Järgides meie riskihindamise etappide süsteemi, on meil:

ohuteguri vabanemise tõenäosuse hindamine. Hinnata riski, et Parma sink on nakatunud selles punktis, kust import mis tahes riiki alguse sai;

eksponeerituse hindamine. Hinnata kohalike vastuvõtlike loomade eksponeeritust;

tagajärje hindamine. Hinnata, kas eksponeeritus elujõulisi patogeene sisaldavale Parma singile võiks tuua kaasa nakkuse ülekandumise ja vastuvõtlike loomade nakatumise ning millised oleksid tagajärjed.

Vajalik on kogu protsess lõpule viia täies ulatuses. Iga etapi tõlgendamine eraldi võetuna võib viia valede tulemusteni. Näiteks võiksime me 1. etapis (tabel 17) järeldada, et Parma singi valmistamiseks valitud sigadel patogeene ei esine ja seega ei oleks selle etapiga seotud ühtegi riski.

Eeldagem siiski, et hilisemas tootmisprotsessis on võimalik ristsaastumine, kuna erinevatest allikatest pärinevaid sinke hoiustatakse koos ja mõningaid nendest kuivatati teisel, vähem rangemal töötlemisrežiimil. Seetõttu võivad kontamineeruda ka teised singid.

3. Andmete ja informatsiooni kogumine

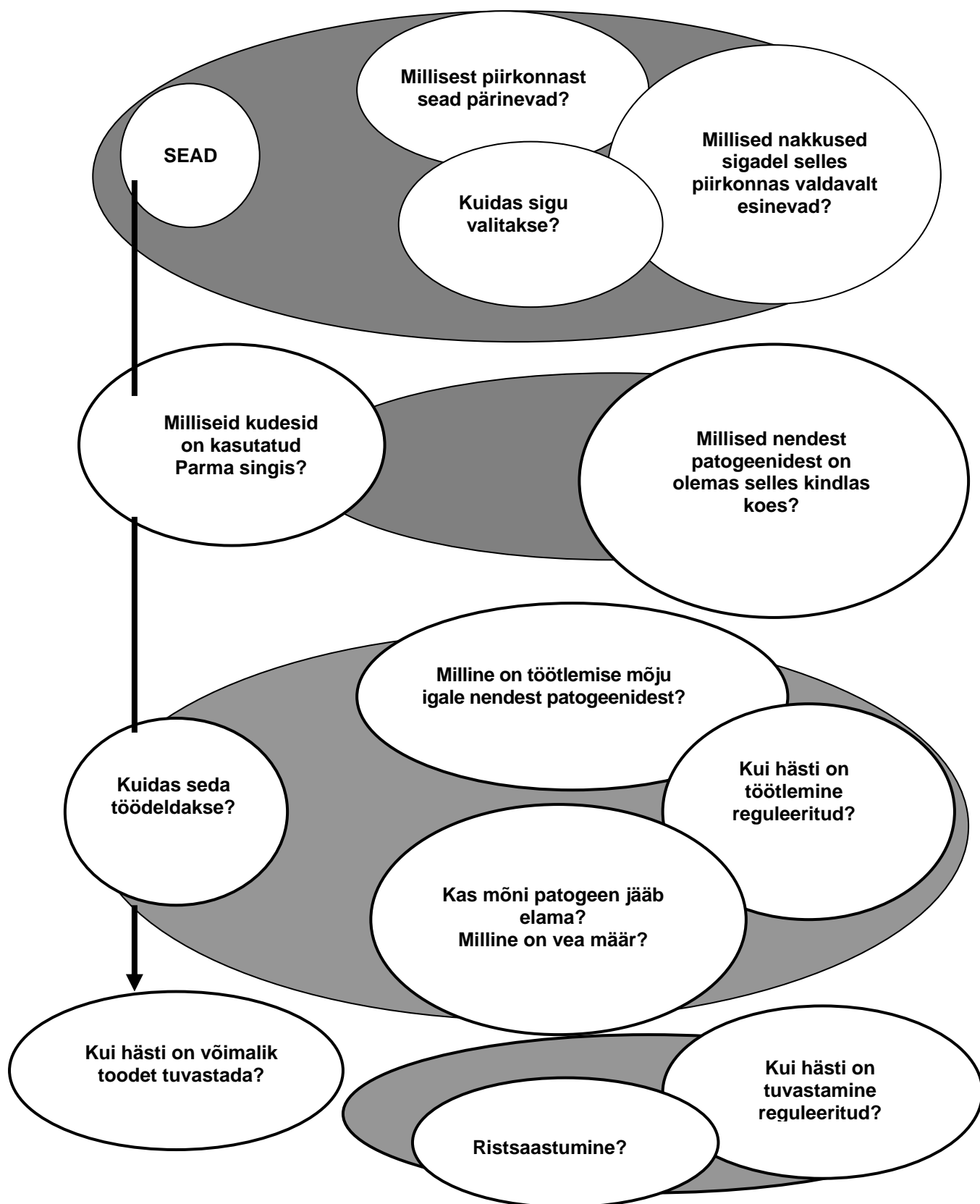
Ohu tuvastamise etapil tehti kindlaks sigade võimalike nakkuste nimekiri. Tabel 17 nimetab mõned neist ja küsimuste tüübid, mida me peame esitama, kui hakkame koguma informatsiooni selle näite jaoks. Need on kokku võetud ka joonisel 45.

Osutatud on ka informatsiooni kogumise iga astme asjakohasusele.

Tabel 17. Riski kvalitatiivne hindamine: Parma singi importimise näide (juhtnöörid erinevate etappide jaoks nõutavate informatsiooniliikide kohta)

Peamine sündmuste kulg	Tõenäoline täiendava informatsiooni vajadus	Asjakohasus riski kvantitatiivsel hindamisel: tõlgendus
Sigade valik Parma singi jaoks	Millisest riigist või piirkonnast sead on? Millised nakkused sigadel selles riigis või piirkonnas praegu eksisteerivad? Kuidas on valitud singi tootmiseks mõeldud sead?	Kas Parma singi jaoks kasutatavatel sigadel on hetkel neid nakkusi, mis teid huvitavad? (Nagu alati hinnake, kui kindlad te saate olla informatsioonis, mis siinkohal sõltub järelevalvest.) Kui ühtegi silmaspeetavatest nakkustest hetkel ei esine, siis on risk "ebaoluline".
Parma singi jaoks kasutatavad koed	Millise eespool toodud nakkuse tulemusena on patogeenid selles konkreetses koes? Kui patogeenid on olemas, siis millisel hulgal neid tõenäoliselt esineb (tapmistingimused)?	Kui ükski olemasolevatest patogeenidest ei paikne lihas, millest tehakse sinki (peamiselt lihaskude), siis on risk "ebaoluline". Patogeenide hulk on oluline järgmise osa jaoks (ja seda võivad mõjutada tingimused tapmisel).
Liha töötlemine	Milline on töötlemisprotsessi mõju igale patogeenile? Kui hästi on töötlemine reguleeritud? Kas mõni nendest patogeenidest jääb elama selle protsessi käigus, kui see praktikas läbi viiakse? Milline on ohutuse määr (kindlusvaru) elulemuse hinnangus?	Kui töötlemine teoreetiliselt hävitab (st kahandab ebaolulise hulga) mis iganes kindlaks määratud tekitaja (tasemel, millega tõenäoliselt kokku puututakse) ja töötlemine on hästi reguleeritud, siis võib teha otsuse, et väga väike säilinud risk on vastuvõetav. Kui töötlemise ohutuse määr (kindlusvaru) on "suur", siis on selle väikese riskini jõudmine tõenäolisem kui "väikese" puhul.
Toote tuvastamine spetsiifiliselt kui Parmast pärit sink	Kui hästi on see tuvastamine reguleeritud? Kas kord töödelduna on ristsaastumine võimalik?	Kui on otsustatud, et korrektselt tehtud Parma singist tulenev risk on vastuvõetavalt väike ja kui sink on eristatavalt pakendatud ning seeläbi kergesti äratuntav, ristsaastumiseks võimalust ei ole, siis võib otsustada lubada selle importimist isegi siis, kui muud tüüpi sinkidele seati piirangud. Kui on otsustatud, et eksisteerib vastuvõetamatult suur risk, et selles etapis on ikka veel olemas elujõulised patogeenid, siis tuleks otsustada tootest keeldumise kasuks.
Parma sink impordiks		

Kogutud andmete kehtivust peaks alati silmas pidama. See puudutab eriti nakkuste levimuse hinnanguid, mis sõltuvad suuresti järelevalve kvaliteedist riigis. Suured erinevused võivad esineda soovitude ja eeskirjade ning selle vahel, mis tegelikult tehtud on. Andmete kehtivuse hindamine saab põhineda ainult teadmistel vaadeldava riigi süsteemide toimivusest.



Joonis 45. Parma singi import (näide: M. Woolridge, VEERU/VLA 2000. aasta kursus)

Selliste sõnade nagu *madal*, *väike* ja *ebaoluline* kasutamine ei tähenda riski vastuvõetavust iseenesest. See on lihtsalt viis anda kvalitatiivselt (ja seepärast loomulikult ebatäpselt) edasi olemasoleva informatsiooni kokkuvõtet. Siiski on riskijuhi otsustada, kas hinnatud *madal* risk on vastuvõetav või mitte. Kui riskijuhil on vaja täpselt teada, mida *madal* või *ebaoluline* antud kontekstis tähendab, tuleb teha riski kvantitatiivne hindamine.

4. Riski hindamine

Lõplik hindamine tehakse pärast eeltoodud tegurite arvessevõtmist. Seda lõplikku etappi kirjeldatakse põgusalt tabelis 18. Ohuna on arvesse võetud OIE A-nimekirja haigus, sigade klassikaline katk (SKK).

Tabel 18. Riski kvalitatiivne hindamine. Risk, et Parma sink on teise riiki importimise kohas saastunud SKK viirusega

Saadud informatsioon (referents)	Riskihinnang
<p>Sead Parma singi jaoks tulevad Itaaliast, Parma piirkonnast.</p> <p>Sigade klassikaline katk on Itaalias enzootiline.</p> <p>(MacDiarmid, 1991)</p>	<p>On olemas arvestatav risk, et Parma singi jaoks mõeldud sead on saastunud SKK viirusega.</p>
<p>Sink sisaldab peamiselt lihaskude.</p> <p>Ekspertiimiliselt on tõestatud, et viirust esineb lihastes suurel hulgal.</p> <p>(Wood <i>et al.</i>, 1988)</p>	<p>On olemas suur risk, et Parma singis kasutatav liha võib sisaldada SKK viirust, kui siga on nakatunud.</p>
<p>Parma singi minimaalne küpsemise aeg on 12 kuud.</p> <p>(McKercher <i>et al.</i>, 1987)</p>	
<p>Ekspertiimialuuring näitas, et SKK viirus kadus Parma sinkidest 181 päeva jooksul (st kuue kuu jooksul).</p> <p>(McKercher <i>et al.</i>, 1987)</p>	<p>Mis puutub SKKsse, siis võib lugeda, et Parma singi töötlemise lõpptulemusena ei eksisteeri riski toote saastumiseks.</p>
<p>Lõpp-produkt on markeeritud kui “Prosciutto di Parma” ja kvalifitseerub ametlikus sertifitseerimises sellena.</p> <p>(MacDiarmid, 1991)</p>	<p>Mis puutub SKKsse, siis võib arvestada, et “Prosciutto di Parmana” markeeritud ja sertifitseeritud ning tuvatatud singis esineb ebaoluline risk saastumiseks importimise kohas.</p>
<p>Seega on Parma sinki võimalik eriomaselt tuvastada ja selle sertifikaati kontrollida.</p>	

SISSEJUHATUS RISKI KVANTITATIIVSESSE HINDAMISSE

Riski kvantitatiivne hindamine (QRA) hõlmab nii soovimatu tagajärje esinemise tõenäosuse kui ka selle esinemise mõju suuruse hindamist. Hindamisprotsessiga kaasneb modelleerimine ja seepärast kasutatakse sageli terminit QRA-modelleerimine. Erinevatel rakendusvaldkondades töötavad riskihindajad on kasutanud mitmeid modelleerimissüsteeme, näiteks USA Teaduste Akadeemia (NAS-NRC) mudelit (NAS, 1983) ja Covello-Merkhoferi mudelit (Covello ja Merkhofer, 1993). Need mudelid on olemuselt kaks erinevat riskipõhisest probleemist mõtlemise ja selle mitmeks etapiks jaotamise viisi. Nendest kahest mudelist on Covello-Merkhoferi mudel sobivam veterinaarseks riskihindamiseks (Woolridge, 1996), samas kui NAS-NRC mudelit kasutatakse tavaliselt keskkonnoahtudest inimeste tervisele tuleneva riski hindamiseks. Mis iganes mudelsüsteemi kasutatakse, hõlmab QRA-modelleerimine nende sündmuste loogilise järgnevuse kaardistamise, millele saab tõenäosusi omistada.

Covello-Merkhoferi mudelil põhinev QRA metoodika

Covello-Merkhoferi mudel põhineb oletusel, et riski produtseerimiseks peab esinema vähemalt 3 sündmuse jada, nimelt vallandumine, eksponeerimine ja tagajärg. Nende kolme sündmuse hindamiseks kasutatavat meetodite valikut võib süstemaatiliselt liigitada, kuigi esineb teatav kattumine (tabel 19).

Tabel 19. Mõnede tavaliselt kasutatavate riskihindamismeetodite liigitus

Vallandumise hindamine	Eksponeerituse hindamine	Tagajärgede hindamine
Monitooring	Personaalse eksponeerituse monitooring	Tervise seire
Jõudluskontroll	Koha monitooring	Loomade testimine
Õnnetuste uuring	Bioloogiline monitooring	Inimeste testimine
Klassikalised statistilised meetodid	Laboratoorne testimine	Epidemioloogilised uuringud
Bayesi statistilised meetodid	Doosi arvutamine	Doos-vastus-mudelid
Ebaõnnestumise analüüs	Riskipopulatsiooni mudel	Farmakokineetilised mudelid
Sündmuste puud	Saasteaine transpordi ja saatuse mudel	Välikatset
Bioloogilised mudelid		Ökoloogiliste mõjude mudelid
Vabastamis- (<i>discharge</i>) mudel		

Allikas: Covello, Merkhofer, 1993.

Olles hinnanud neid kolme sündmust eraldi, võib tulemused integreerida, et saada üldriski hinnang, kui seda nõutakse. Integratsiooniprotsessi vältel on ülioluline kindlustada hinnatava riski matemaatiline kontinuiteet. Näiteks riiki sisenevate nakatunud loomade konkreetse partii tagajärgede hinnangut ei tohiks integreerida eksponeerituse hindamisega kõigi riiki sisenevate nakatunud partiide suhtes. Need on üsna erinevad riskid.

Suhteliselt lihtsa riskimudeli puhul ei pruugi 3 sündmust olla täpselt identifitseeritud, üldisel integreeritud hindamisel on aga integratsioon piisavalt selge. Mõlemal juhul on lõpptulemuseks integreeritud riski hindamine.

Nüüd vaatleme iga sündmust (kolmest) üksikasjalikumalt.

Riski vallandumine

Esiteks, olemas peab olema riski vallandumise allikas. Näited:

- kiirgust või keemilisi saasteaineid levitavad tööstusettevõtted,
- auto või lennuk, mis võib õnnetuse "vallandada",
- loom, kes on võimeline "vallandama" inimeste hulgas zoonootilise haiguse,
- tapamajad, mis väljastavad bakterioloogiliselt infitseerunud rümpasid.

Sageli võib allikas olla mitte üks üksus, vaid populatsioon (kogum). Näiteks potentsiaalselt nakatunud loomadega tapamajade hulk.

Eksponeeritus riski suhtes

Teiseks, sellele riskile peab esinema kas inimeste, teiste loomade, taimede või siis keskkonna eksponeeritus. Tuumafüüsiku amet, elukoha kaugus keemiatehasest, valmidus lennata ja taimetoitus, näiteks, võivad kõik mõjutada sobivat (piisavat) eksponeeritust.

Eksponeerituse tagajärjed

Kolmandaks, peab olema vähemalt üks soovimatu tagajärg (tulem) eksponeeritusele, millest kõige tavalisemad on surm, haigus, vigastus ja keskkonna saastatus või allakäik. Lisaks võivad sündmused, mis ühe eksponeeritud rühma jaoks on tagajärjed, funktsioneerida teise rühma suhtes kui riski vallandumise allikad. Näiteks rebased võivad vallandada marutõve eksponeeritud karjas, mille tagajärjel mõni veis haigestub marutaudi. Need veised on siis riski vallandumise allikaks eksponeeritud inimestele.

QRA mudeli koostamine kaheksa sammuga

Määratlege hinnatav risk.

Riskile saab anda kvantitatiivse väärtuse ainult siis, kui esitatud on spetsiifiline, täpne küsimus. Selline küsimus peab sisaldama nii ajalise kui ka ruumilise raamistiku antud riskihindamisele, näiteks risk ühe aasta kohta või kindlast eksportivast riigist tulenev risk. Sageli unustatakse just ajaline raamistik või ei ole see selgesõnaliselt määratletud, kuna ilmub tihti mudeli diagrammilisel esitamisel.

Seda võib illustreerida järgmise näite abil. Võtke küsimus: "Milline on risk, et Euroopa mandrilt tuleb Ühendkuningriiki marutaudis nahkhiir?" See küsimus ei ole piisavalt täpne. Selle näite puhul on meil enne, kui saame riski hinnata, vaja teada, millisest ajaperioodist me oleme huvitatud, näiteks risk ühe aasta kohta. Alternatiivsed ajapõhised ekvivalentraamistikud on teatud toote risk ühe partii kohta ja risk teatud koguse kohta.

Tehke kindlaks oht või ohud.

Kujutage ette situatsiooni, kus me soovime importida rühma veiseid. Meid võib huvitada, kui suur on risk importida vähemalt üks *Mycobacterium bovis*'ega nakatunud loom, mille puhul on oht just nimelt seesama – nakatumine *Mycobacterium bovis*'ega. Teise võimalusena võib meid huvitada, kui suur on risk importida vähemalt üks OIE A-nimekirja mis tahes haigusesse nakatunud loom. Sellisel juhul võib olla pikk nimekirja ohtudest, kusjuures kõik on A-nimekirja haigused, mis võivad potentsiaalselt nakatada veiseid.

Visandage üldjoontes esialgne mudeliraamistik.

Mudeliraamistiku visandamine nõuab sündmuste käigu peamiste etappide või tingimuste kindlakstegemist. Seda võimaldab näiteks nende peamiste etappide ja sündmuste kohta käiva lihtsa stsenaariumipuu väljatöötamine ja igale sündmusele tõenäosuse (P_1 ; P_2 ; P_3 jne) omistamine. Lõplik tulem, hinnatav risk, on siis määratud nende tõenäosuste matemaatilise kombineerimisega. Selle lihtsa näite puhul on riski lõpphinnang antud korrutise $P_1 \times P_2 \times P_3$ jne kaudu.

See stsenaariumipuu näib petlikult lihtne olevat, andes imporditava nakkuse tõenäosuseks ($a \times b$), kuid siis tuleb mudelit rakendada konkreetse juhtumi puhul. Stohhastilises (tõenäosuste) mudelis on tõenäosused (a) ja (b) jaotused, järelikult ($a \times b$) on ühe jaotuse korrutis teisega.

Tehke kindlaks sisestavad lähteandmed ja hankige andmed.

Tavaline on, et mudelis kirjeldatud sündmuste käigu iga olulise etapi kohta on vajalik sisestada mitu (ja võib-olla palju) erinevat sisendit, et hinnata igat alguses osutatud P väärtust. See sõltub samuti olemasolevatest andmetest.

Näiteks võite te vajada oma mudelis tõenäosust P_{inf} , et konkreetsest riigist pärit loom on nakatunud konkreetse haigusesse. Et anda sellele numbrilist väärtust, vajate te informatsiooni selle haiguse levimuse kohta antud riigis. See võib varieeruda sõltuvalt piirkonnast, tõust või vanusest. Lisaks ei pruugi informatsioon levimuse kohta olla otseselt kättesaadav. Üks lähenemise viis sellele on minna

sammhaaval tagasi otsitavate tulemiväärtuste juurest, jällegi lihtsate diagrammide vormis, et näha, mis informatsiooni te vajate, millised muutujad võivad lähteandmeid mõjutada, millistest teistest andmetest saaks seda arvutada jne. Võib tekkida vajadus lisada täiendavaid lähteandmeid sedamööda, kuidas mudel areneb.

Kus lähteandmeid on võimalik kirjeldada ühe väärtuse abil, saab neid kergesti sisestada. Siiski hõlmavad paljud sisestatavad lähteandmed määramatust ja modelleerides sellise tarkvaraga nagu @Risk ja Crystal Ball, on määramatust kerge jaotusena liita. Andmete allikate üle on juba arutletud, kuid need võivad olla kohapealsed tulemused, eksperimentaalsed tulemused ja ekspertide arvamused.

Rakendage mudelile iteratiivset lähenemisviisi.

On ebatõenäoline, et mudeli raamistik on täielik esimesel korral, mil te seda kirjeldate. Probleemi üle mõeldes, rohkem andmeid saades ja mudeli üle arutledes tekib sageli vajadus muudatusteks lähteandmetes, mis alguses arvati olevat vajalikud, või muudatusteks tehtud oletustes või ehk isegi muudatusteks baasraamistikus. Kui mudel on ilmselgelt ebapiisav või vale, muutke seda.

Testige tundlikkust.

Kui andmetes on palju määramatusi, osutab mudeli tundlikkuse testimine nendele sisestatavatele lähteandmetele, millel on lõplikele tulemitele suurim mõju. Kui need on ka suure määramatusega lähteandmed, siis tasub võib-olla selles punktis kontrollida, kas ei ole esialgu tähelepanuta jäänud täiendavaid andmeid, mis võiksid vähendada määramatust nendes kriitilistes lähteandmetes.

Kindlustage selgus.

Üks põhjustest, miks riskihindamist propageeritakse, on selle potentsiaalne läbipaistvus. Kindlustage, et mudel oleks selgelt kirjeldatud ja kavandatud ning et kõik matemaatilised manipulatsioonid ja andmete allikad oleksid kirjeldatud ja kohaselt viidatud.

Hankige tagasisidet.

Tagasiside saamiseks, arutlemiseks ja konstruktiivseks kriitikaks levitage oma mudelit kolleegide hulgas. See on võib-olla kõige hädavajalikum etapp. Selle tagasiside alusel parandage mudelit, kui see vajalikuks osutub.

Määramatus ja varieeruvus riski kvantitatiivsel hindamisel

Integreeritud kvantitatiivse riskihindamise mudeli koostamine hõlmab riski allikast tagajärjeni viiva sündmuste käigu kirjeldamist. Nendel sündmuste jadadel on vastavad sisendid ja väljundid, mida kirjeldatakse tõenäosuste või sageduste vormis. Selles peituvad olemuslikult nii määramatuse kui varieeruvuse potentsiaalsed allikad (ülevaateks Morgan, Henrion, 1990), mida võib kirjeldada järgmiselt.

Mudeli määramatus. Osa sündmuste jadast võib olla täielikult teadmata või seal võib olla mitu kandidaatjada. Üheks lahenduseks on lõppmudelisse kaasata iga võimalik jada kui alternatiiv, ja omistada igaühele neist tõenäosus.

Sisendi määramatus. Siin on lähteandmestiku tegelik väärtus tundmatu piiratud informatsiooni hulga tõttu. Seega peegeldab lähteandmestiku informatsioon teadmiste määra. Võimalikud näited: tuumaelektrijaama lähedal elavate inimeste arv; potentsiaalse kartsinogeeni väikeste annuste doosvastus mõjud; lindude tapamajast väljuvate nakatunud rümpade arv; tuberkuloosi esinemine teatud piirkonnas.

Varieeruvus. Varieeruvus on loomupäraseks omaduseks paljudele mudeli lähteandmestikele ja tagajärjena ka tulemitele ning esineb siis, kui lähteandmestik võib teatud (hästi iseloomustatud) jaotusest võtta ühe väärtuse. Võimalikud näited: inimese ja mõnede teiste liikide pikkus, kaal ja vanus; päevased temperatuurikõikumised ja toiduainete tarbimise andmed.

Jaotuste kasutamine modelleerimisel

Traditsiooniliselt tullakse lähteandmete määramatusega toime sel viisil, et mudeli iga sisendi kohta võetakse üksikväärtuse halvima juhu hinnang. Selle tulemuseks on deterministlik mudel üheväärtuselise

tulemiga ja see on siiani sageli kasutatav meetod. Arenenud arvutitarkvara võimaldab nüüd kasutada tõenäosus- (sagedus-) jaotusi, kirjeldamiseks lähteandmeid, mis on määratud ja/või loomult muutlikud. Selle tulemuseks on stohhastiline (tõenäosuslik) mudel, milles hinnatavat riski kirjeldatakse samuti tõenäosusjaotuse kaudu. Stohhastiliste mudelite kasutamine võimaldab kaasata mudelisse määratuse ulatuse, mis maksimaliseerib seega olemasoleva informatsiooni kasutamise.

Tõenäosusjaotuse tuletamiseks on kaks meetodit. Esiteks, otse vaadeldud või eksperimentaalsetest andmetest. Näiteks binoomjaotus annab tõenäosusjaotuse nakatunud loomade arvu kohta teadaoleva suurusega partiis, kus igal loomal on nakatunud olemise teadaolev tõenäosus; või eksponentsiaaljaotus, mis kirjeldab seadme tõenäolist eluiga koos konstantse purunemistõenäosusega ja teadaolevat aega purunemiseni.

Teine meetod on eksperdi arvamuse kasutamine ja kui eksisteerib väga vähe põhjanevaid andmeid, on see sageli põhjaluseks. Võimalikud raskused seisnevad sobiva eksperdi valikus, seisukohtade väljatoomises ilma nihketa ning erinevate arvamuste kombineerimises või nende vahel valimises. Mõni inimene ei ole harjunud mõtlema tõenäosusliku jaotuse terminites ja võib vajada visuaalset abi. Mõni inimene võib mõelda, et määratuse väljendamine osutab asjatundlikkuse puudulikkusele, ja võib mitte soovida seda teha. Nihe võib juba eksisteerida või hõlpsasti tekkida kehvast küsitlemistehnikast. Näiteks küsimus modaalse (kõige tõenäolisema) väärtuse kohta kipub, esiteks, andma fikseeritud algväärtusest tingitud nihet, mis annab tulemuseks kitsama ulatuse kui küsides esimesena võimalike maksimaalsete ja minimaalsete väärtuste kohta. Kui ekspertide hinnangud erinevad tugevalt, võib olla vajalik kaasata kõik need mudelisse, kaaludes neid tõenäosusega.

Varieeruvus võib eksisteerida koos määratusega või ilma selleta. Näiteks toidu manustamine liigi isendite hulgas on üldiselt nii muutlik kui ka määratu. Kuigi vajaduse korral saab määratuse vähendamiseks kasutada uurimist ja küsimustikke, jääb varieeruvus püsima. Lisaks puudutab varieeruvus perspektiivi ja paljud eespool näidetena toodud lähteandmed võivad olla kas varieeruvad või määratud, sõltuvalt esitatud täpsest küsimusest. Kui uuritav risk, välja arvatud selle inimese konkreetne kaal, on tundmatu, siis seesama jaotus esindab nüüd määratust. Kui mõlemad eksisteerivad, siis võib kahe segiajamine ilma nende erinevate tähenduste õigeaegse tähelepanemiseta viia väljundite väärtõlgendamiseni. Üks meetod selle probleemiga tegelemiseks on eristada varieeruvust ja määratust lähteandmetes, konstrueerides mudeli, millel on lisadimensioon ehk z-telg väljundites. Seda saab makrot kasutades teha arvutustabeli tarkvaras, kus muutuvate väärtuste konstantsena hoidmine annab väljundi määratuse jaotuse, mis on seotud nende muutujatega, ning seda korratakse kogu muutuvate väärtuste jaotuse ulatuses, et anda väljundi jaotus, kus lõigud esindavad määratust jaotust ühe konkreetse muutujate hulga kohta (ülevaate saamiseks meetoditest vaadake Frey *et al.*, 1995). Võib olla võimatu iseloomustada väljundi varieeruvust ilma määratuse märkimisväärse "mürata".

Määratuse ja varieeruvuse kandumine läbi mudeli

Paljude sagedusjaotuse vormis olevate mudelite lähteandmestike puhul on nõutav, et rakendataks teatud meetodit nende jaotuste säilitamiseks ja kandumiseks läbi mudeli, et anda väljundid (st soovitud riskihinnangud) samuti sagedus- või tõenäosusjaotuse vormis.

Need võivad olla ka mudeli jada määratused ja neid võib kaasata, võttes integreeritud mudelisse iga võimaliku sündmuse jada, mida on kaalutud sellele jadale omistatud suurima tõenäosusega.

Tarkvara ja stohhastiline simulatsioon

On olemas rida võimalikke lähenemisviise (vaadake Morgan, Henrion, 1990), mille põhjal on arendatud mõned kaubanduslikud tarkvarapaketid, mis sageli põhinevad arvutustabeli modelleerimisel. Arvutustabeli mudel esitab tulemi määra või tõenäosuse lihtsa arvutusena, näiteks nakatunud loomade sisseveo määr võib olla esitatud kui: $(iga-aastane\ imporditavate\ arv) \times (nakatunute\ osakaal) \times (nakatunud\ loomade\ mitteavastamise\ tõenäosus\ sisseveo\ eelsel\ või\ sisseveojärgsel\ testimisel)$. Arvutustabel teeb arvutuse lähteandmestiku mis tahes väärtuse kohta (kursiivis); kasutades arvutustabeli juurde käivaid lisasid, võib väärtuste jaotuse sisestada mis tahes lähteandmestiku jaoks.

Kõige paremini tuntud näideteks selliste lisade kohta on @Risk ja Crystal ball, mis mõlemad kasutavad Monte Carlo simulatsioonimeetodit. Mudel on kavandatud ja lähteandmeid sisestatakse, kus vajalik, jaotustena. Väljundid on valitud. Iga simulatsioon või mudeli käivitamine teeb arvutused, nagu need määratletud on, ja annab väärtuse igale valitud väljundile. Kui sisestatud lähteandmestik on määratletud

jaotusena, valib iga käitus juhuslikkuse alusel väärtuse sellest jaotusest, et seda lähteandmestikuna kasutada. Käituste suur arv annab tulemuseks suure arvu juhuslikult valitud sisendeid, need annavad väljundi, mis on seetõttu juhuslik valim üldisest tõenäosusjaotusest selle väljundi jaoks. Need koondatakse ja moodustatakse väljundi jaotus, mida saab graafiliselt väljendada ja statistiliselt analüüsida ning mis annab rohkem informatsiooni väljundi tõenäosuse kohta, kui seda suudaks teha "halvima juhu" stsenaariumist võetud üksik punkthinnang.

Kirjandus:

Woolridge, M., Kelly, L. 2000. Risk Analysis Course. Veterinary Epidemiology and Economics Research Unit (VEERU), University of Reading, UK.

Soovituslik lugemismaterjal.

Vose, D. 1996. Quantitative Risk Analysis. A guide to Monte Carlo simulation modelling. John Wiley and Sons Ltd., Chichester, England, 328 p.