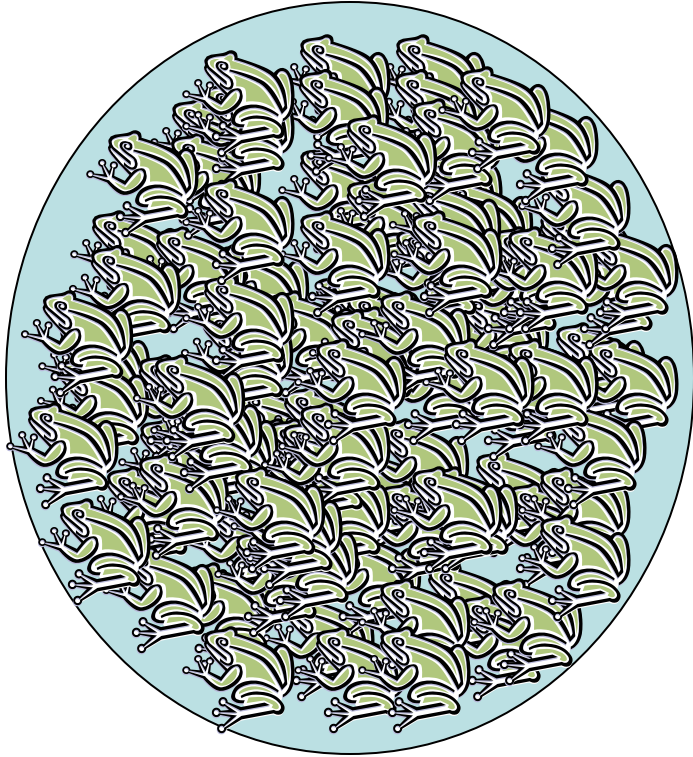


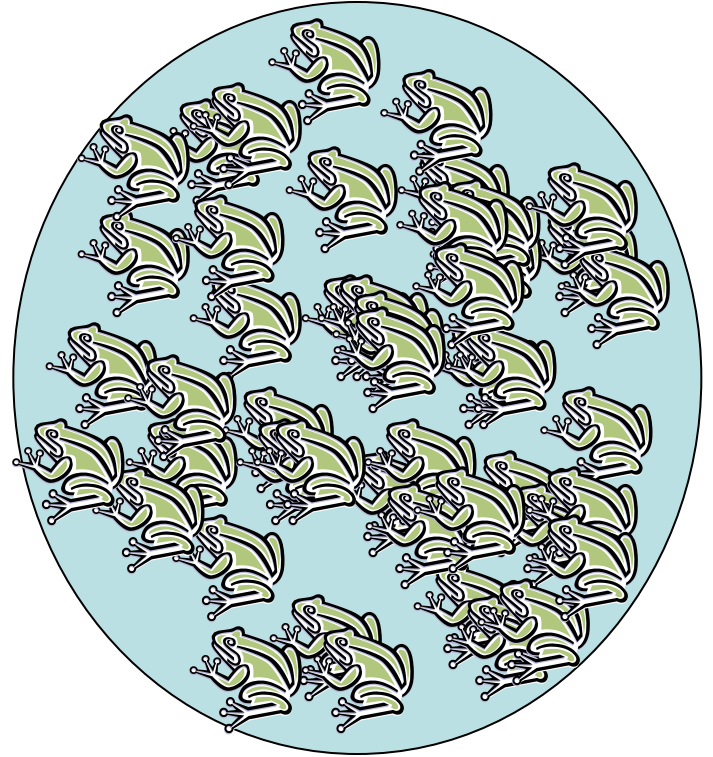
Populāciju lielumu vērtēšana

Ainārs Auniņš

Populācija un paraugi



Populācija



Paraugs

Skaita vērtēšana

- Kā *nevērtēt* skaitu
 - No nereprezentatīvi ņemtiem paraugiem
 - No uzskaitēm, kas neļauj novērtēt konstatēšanas varbūtību
- Kā *vērtēt* skaitu
 - Izmantot paraugu ņemšanas ietvaru (*sampling frame*) un ņemt reprezentatīvus paraugus (*samples*)
 - Izmantot metodi, kas atļauj novērtēt konstatēšanas varbūtību

Populāciju lieluma vērtēšana, balstoties uz uzskaišu datiem

- Sakarība starp uzskaitēm paraugu ņemšanas vietās (*survey*) un populācijas lielumu
 - $E(C) = \alpha\beta N$
 - kur α ir statistiskās populācijas proporcija paraugā (*sampling fraction*) un β is uzskaitē pamanīto indivīdu proporcija (*detectability*)
- Statistisko paraugu ņemšana sevī ietver arī metodes statistiskās populācijas proporcijas paraugā (α) un konstatēšanas varbūtības (β) noskaidrošanai

Pētījumus plānojiet tā, lai būtu iespējams novērtēt izpētes objekta konstatēšanas varbūtību!

- Sliktās ziņas:
 - Sarežģī pētījuma veikšanu un datu analīzi
 - Metode var izrādīties neefektīva
- Labās ziņas:
 - Esošās metodes kļūst arvien pieejamākas
 - Top arvien jaunas metodes

Metodes, kas ļauj novērtēt objekta konstatēšanas varbūtību

- Attāluma noteikšana (*distance sampling*)
- Dubulto novērotāju metode
 - Atkarīgo
 - Neatkarīgo
- Izņemšanas (*removal*) metode
- Ķeršanas – kontroles metodes (arī bez reālas ķeršanas)
- Jauktās metodes

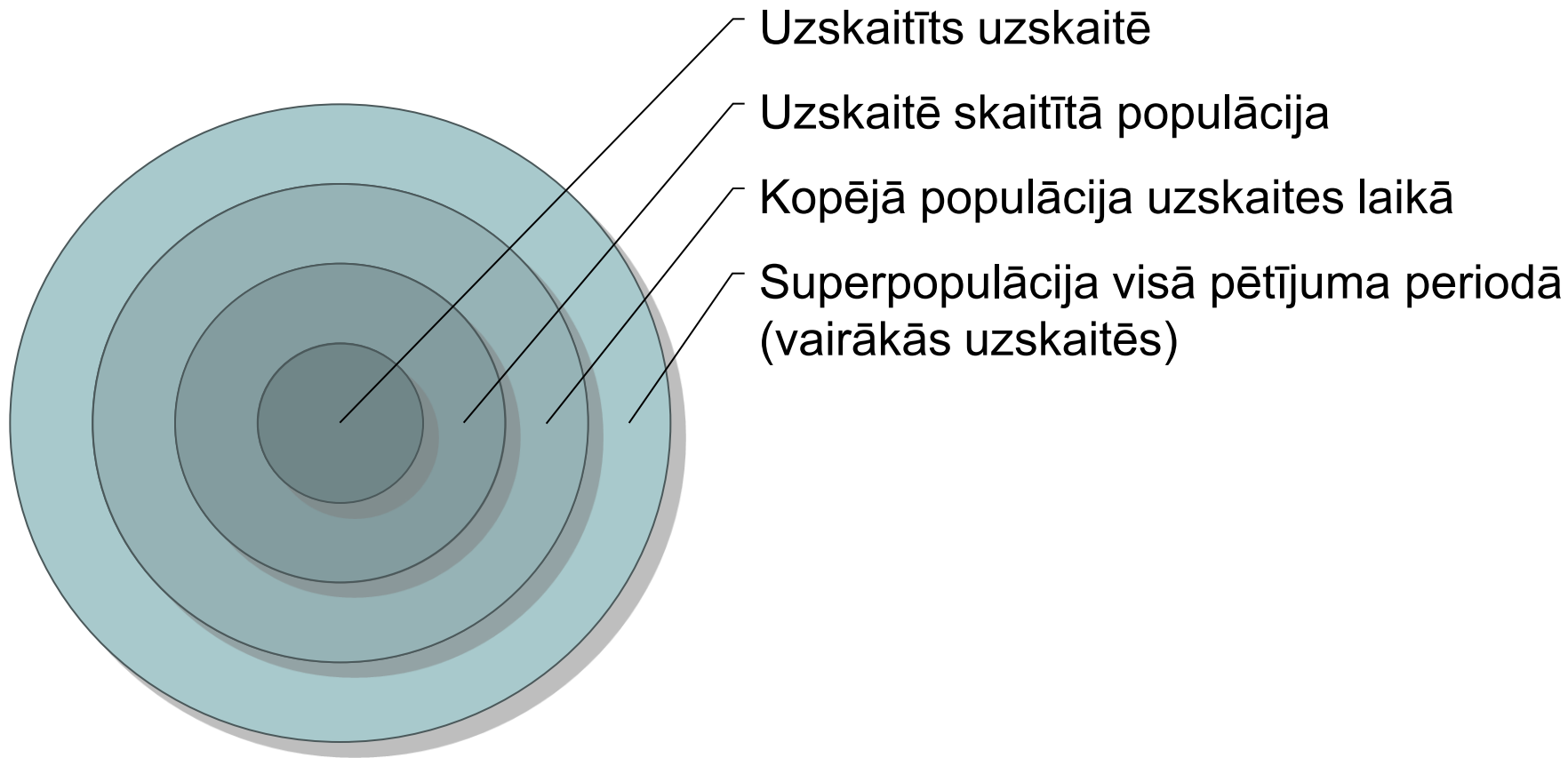
Grūtības konstatēšanas varbūtības noteikšanā

- Rūpīgi jāizvērtē visi bioloģiskie ierobežojumi
 - Faktori, kas varētu ietekmēt pētāmā organisma konstatēšanas varbūtību
 - Labākā metode ir atkarīga no
 - Sugas dzīvesveida
 - Uzskaišu metodes
 - Paraugu ņemšanas vietu plānojuma
 - Faktori ir savstarpēji saistīti (kumulatīvs efekts)

Mērķpopulācija. Definīcijas

- Superpopulācija
 - Visi organismi, ko iespējams sastapt parauglaukumā visā pētījuma periodā
- Kopējā populācija
 - Visi organismi parauglaukumā uzskaites laikā
- Skaitītā populācija
 - Organismi, kas atrodas parauglaukumā un ir potenciāli novērojami ar izmantoto uzskaites metodi
- Uzskaitītā populācija
 - Organismi, kas paraugā tiešām redzēti

Uzskaitīts \leq Skaitītā populācija \leq
Kopējā populācija \leq Superpopulācija



Uztvere un Pieejamība - konstatēšanas varbūtības (*detectability*) komponenti

- Uztveres kļūdas/tendenciozitāte
 - Atšķirība starp uzskaitīto un skaitīto populāciju
 - Organismi, ko bija iespējams uzskaitīt, bet nav pamanīti
- Pieejamības kļūdas/tendenciozitāte
 - Atšķirība starp skaitīto un kopējo populāciju
- Vairums metožu ņem vērā tikai uztveres kļūdas

Superpopulācijas un populāciju noslēgtība

- Vairums konstatēšanas varbūtības(*detectability*) metožu koncentrējas uz uzskaites brīdi
 - Organismu skaits uzskaites laikā
- Atkārtotas uzskaites
 - Imigrācija un emigrācija paraugu ņemšanas vietās starp uzskaitēm
 - Superpopulācija: visi organismi, kas izmanto paraugu ņemšanas vietu visā uzskaišu periodā

Konstatēšanas varbūtības vērtēšana, izmantojot papildus datus

- Vērtēšana balstīta uz papildus informāciju:
 - Attālums
 - Novērotāji
 - (kopīgie un atšķirīgie novērojumi)
 - Laiks
 - (secīgi intervāli vienas uzskaites laikā)
 - (atkārtotas uzskaites)

Nepilnīgs metožu katalogs

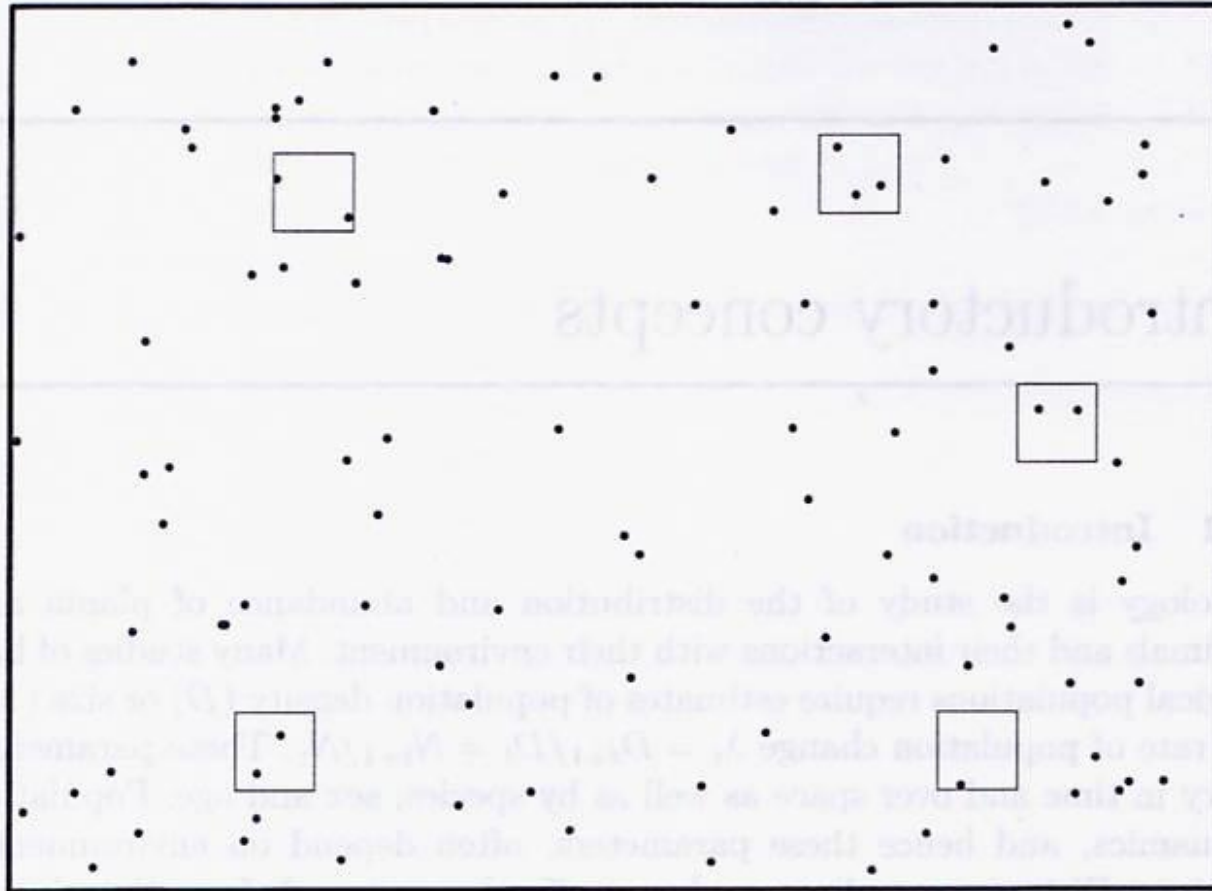
Metode	Vērtēšanā izmantotā informācija	Populācija, no kuras ņemti paraugi	Kļūdu / tendenciozitātes piemērošana	Kritiskie pieņēmumi
Attāluma noteikšana	Attālums no viduslīnijas	Skaitītā populācija	Uztveres	Pilnā uzskaitē uz viduslīnijas Pamanāmība līdz ar attālumu samazinās
Vairāki novērotāji	Kopīgie un atšķirīgie novērojumi starp novērotājiem	Skaitītā populācija	Uztveres	Ķeršana - kontrole
Atkārtotas uzskaites	Atkārtotas uzskaites dažādās paraugu ņemšanas reizēs	Superpopulācija	Uztveres	Nemainīga modelētā pamanīšanas varbūtība
Īpatņu pagaidu izņemšana no populācijas	Uzskaites ar intervāliem vienā paraugu ņemšanas reizē	Skaitītā populācija	Uztveres/Pieejamības	Izņemšanas modeļi

Metodes, kas izmanto attāluma līdz objektam informāciju

distance sampling

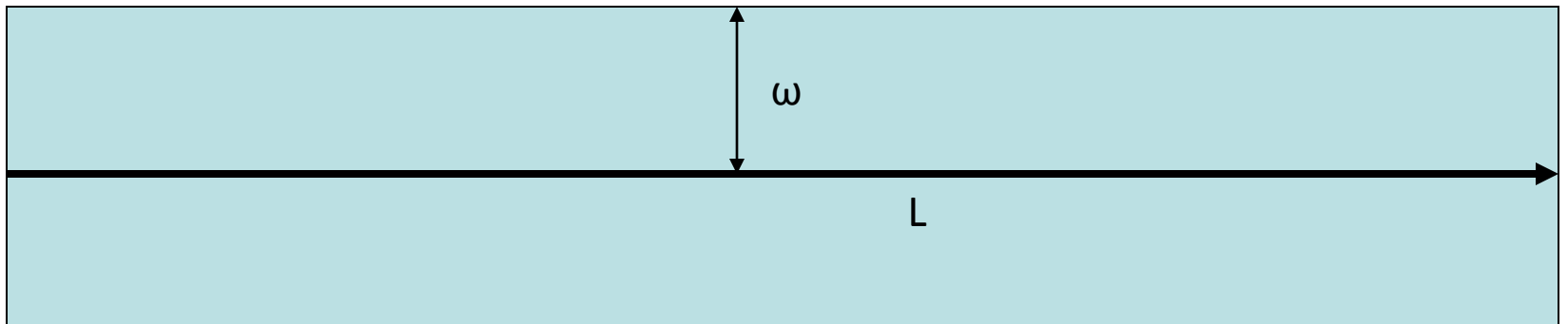
- Modificētas uzskaites, ievācot katra reģistrētā organisma attālumu
 - Treniņš attāluma noteikšanā
 - Elektroniskie attālumu notecēji (*Rangefinders*)
- Izmanto attāluma informāciju, lai modelētu pamanīšanas proporciju kā funkciju no attāluma līdz objektam
 - Informācija skaita korigēšanai

Paraugu ņemšana (uzskaites) kvadrātos



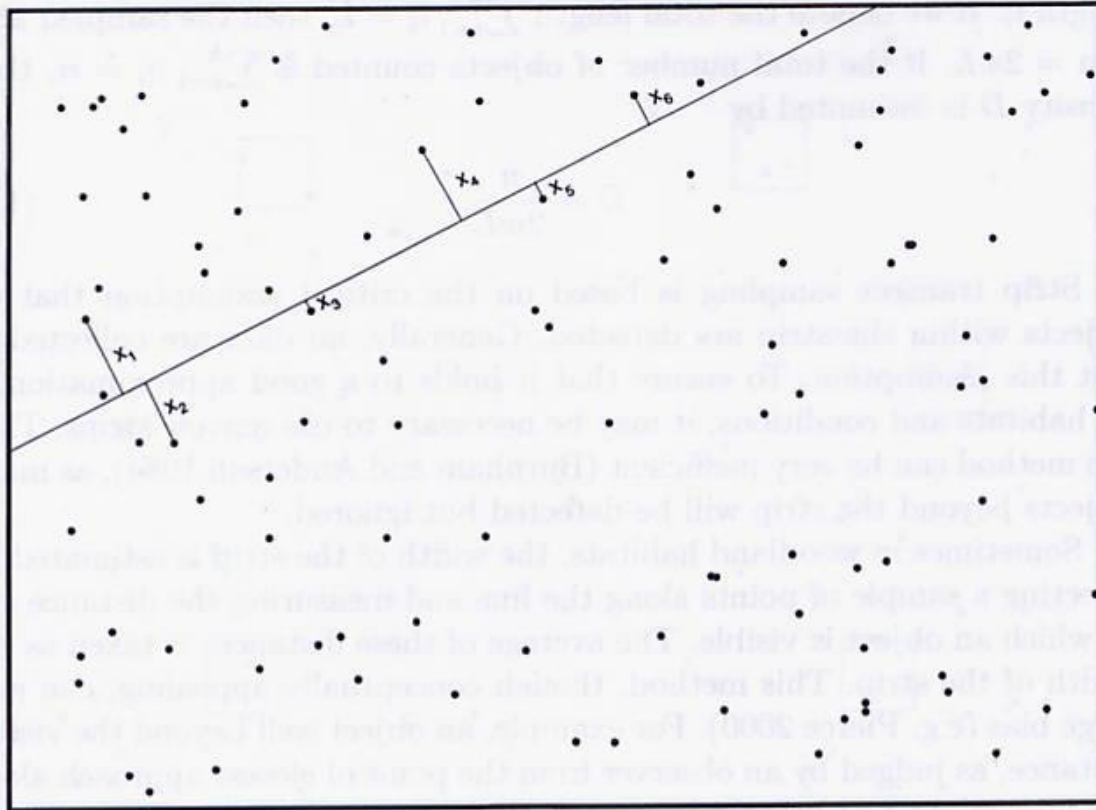
$$D = n / a$$

Paraugu ņemšana joslas transektā



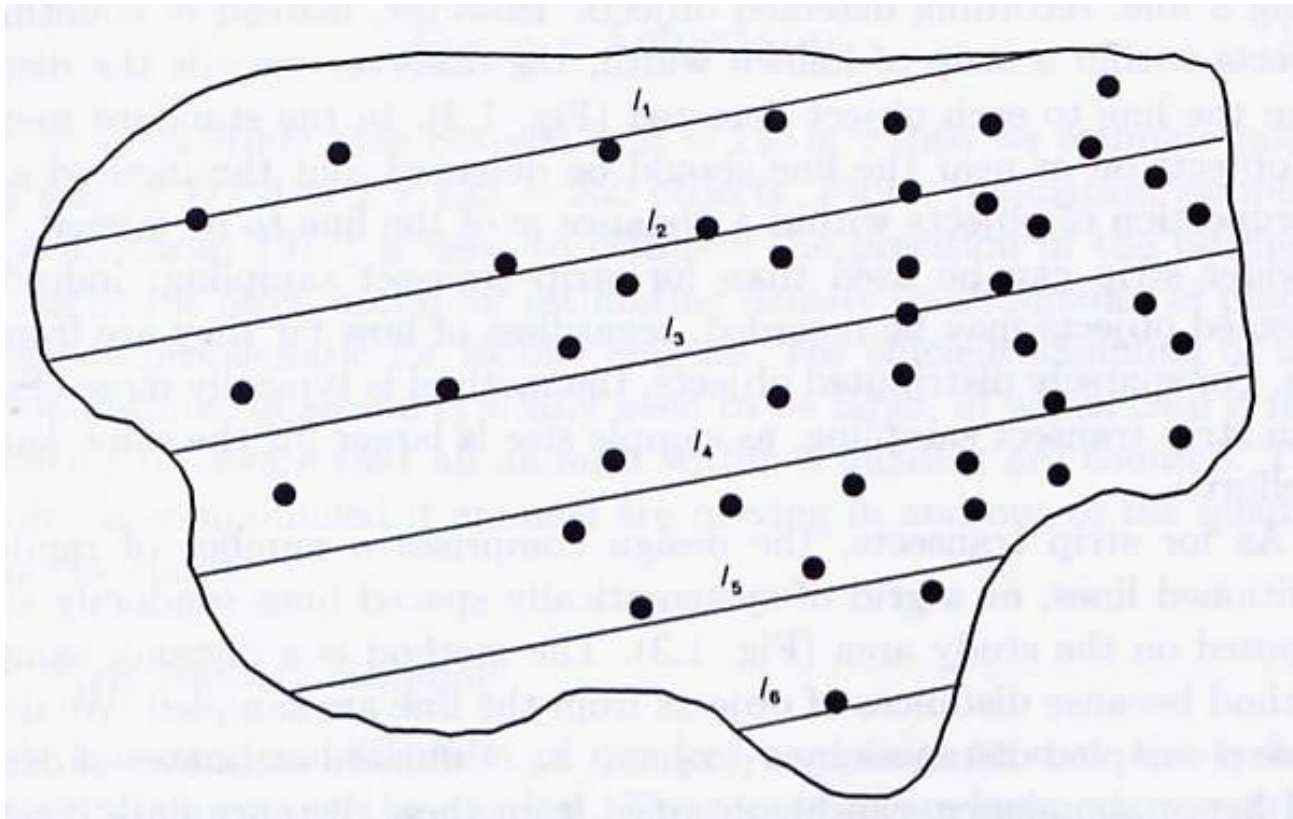
$$D = n / 2 \omega L$$

Līniju transekti

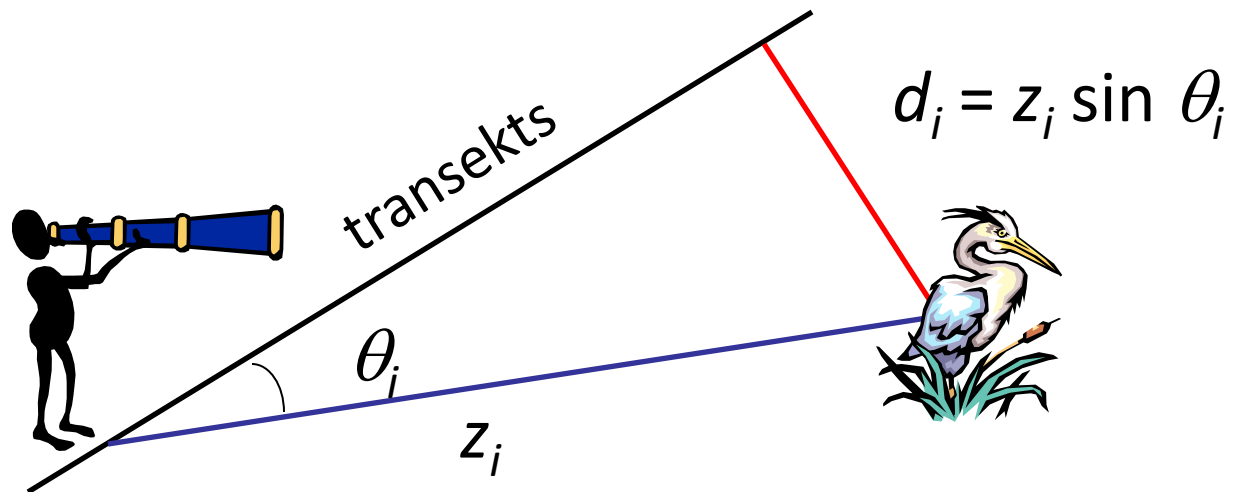


$$D = n / 2\mu L$$

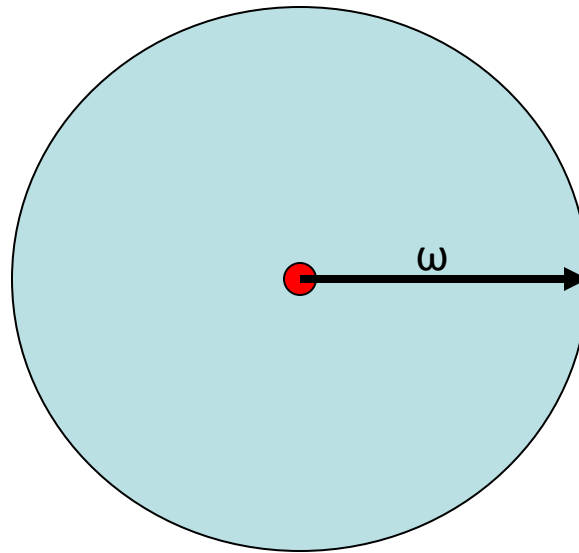
Līniju transekti



Līniju transekts

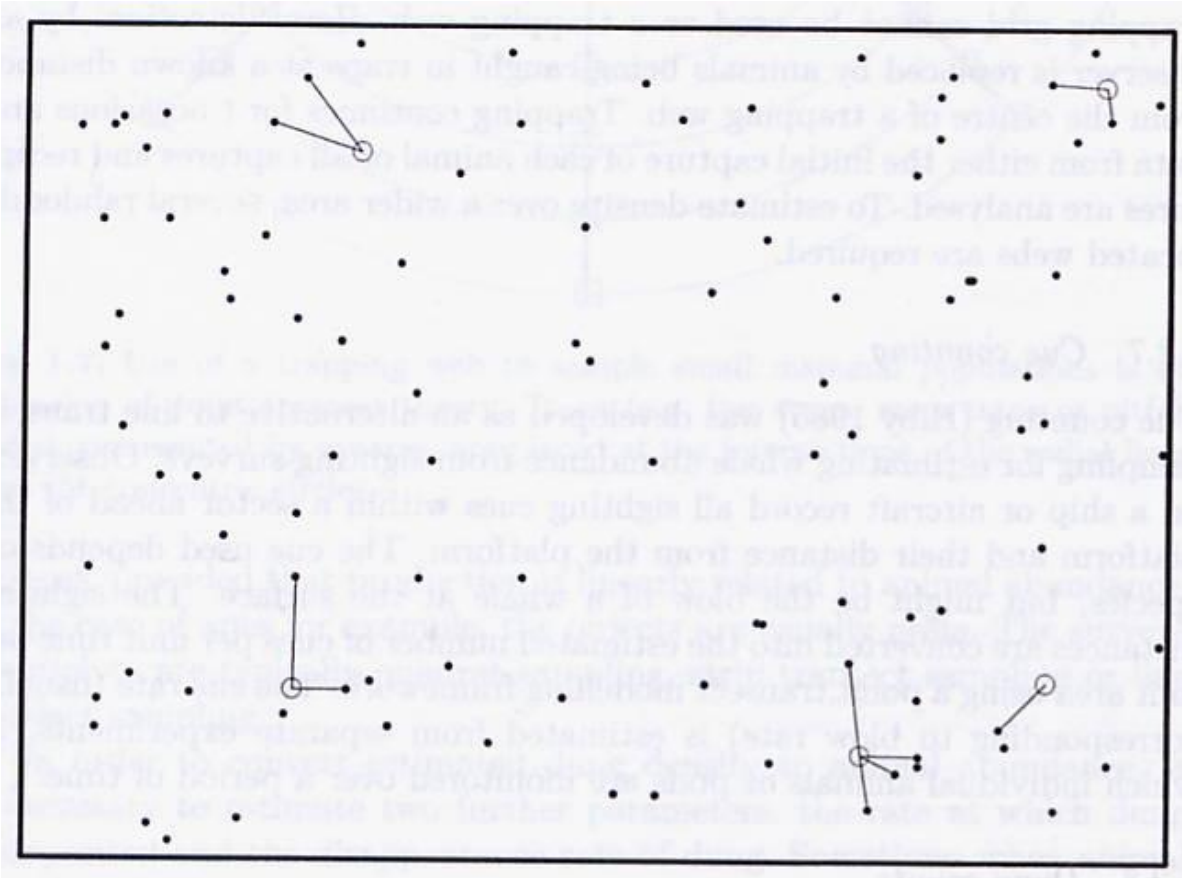


Punktu uzskaites ar ierobežotu attālumu



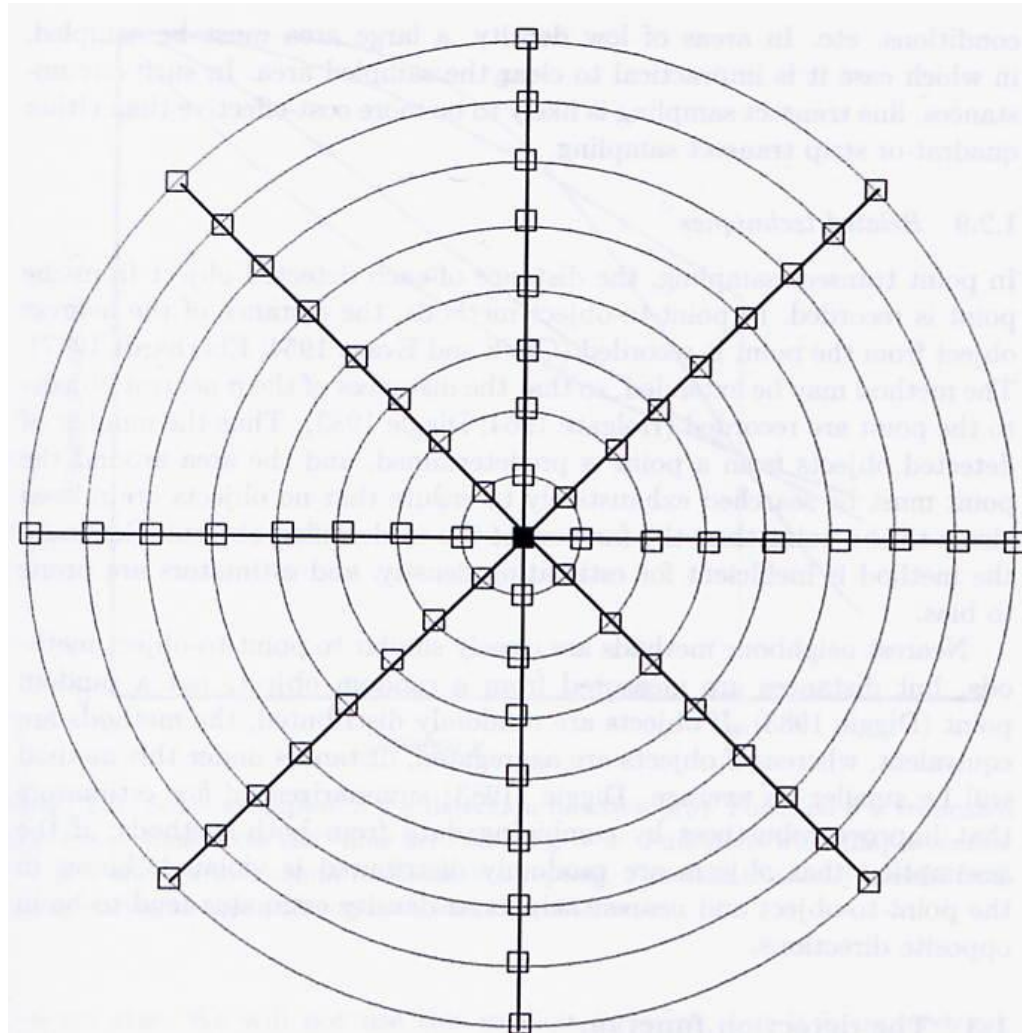
$$D = n / k \pi \omega^2$$

Punktu uzskaites



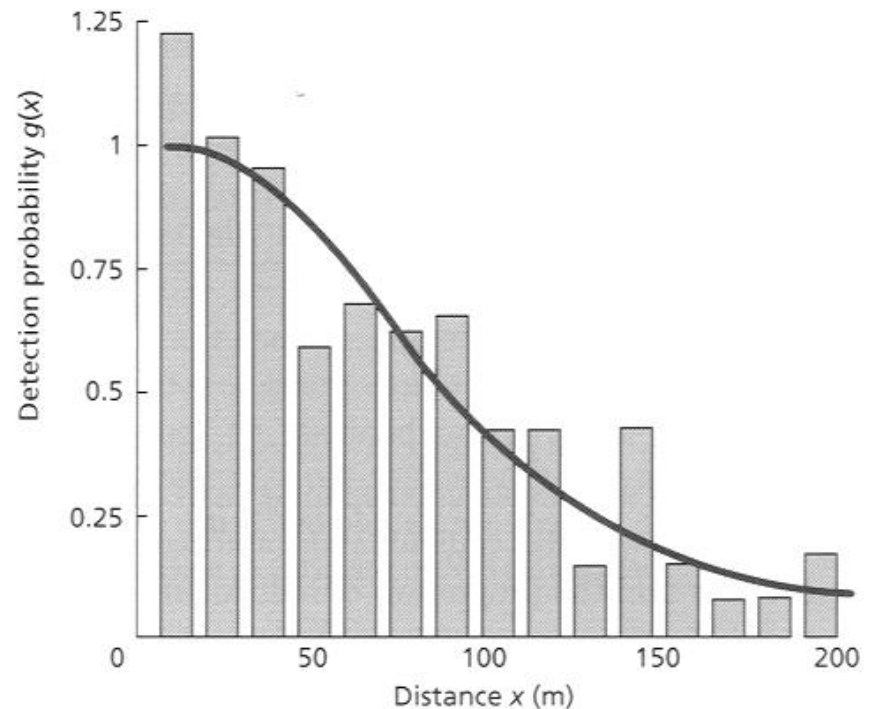
$$D = n / k \pi \rho^2$$

Slazdu tīkls (*trapping web*)

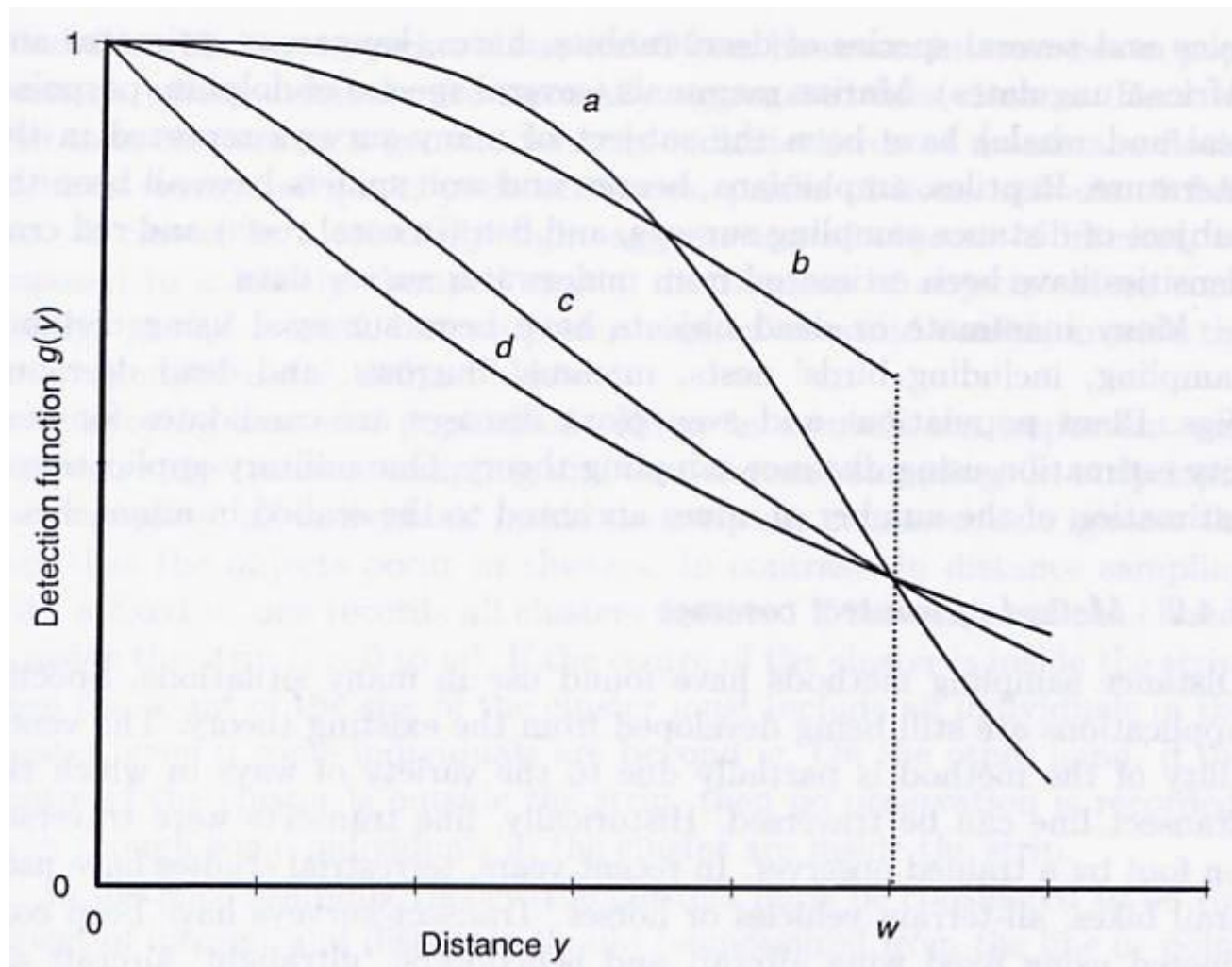


Novērošanas varbūtība samazinās līdz ar attālumu

- Funkcija $(g(x) =$
novērošanas varbūtība
attālumā $x)$

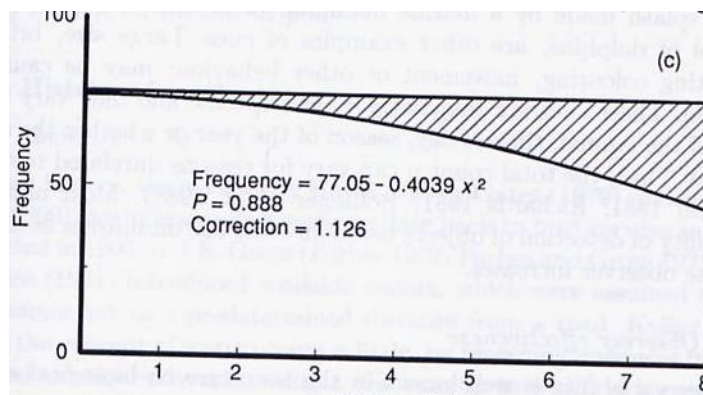
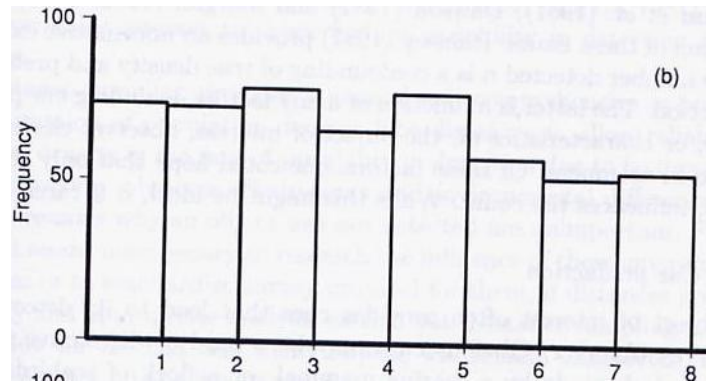
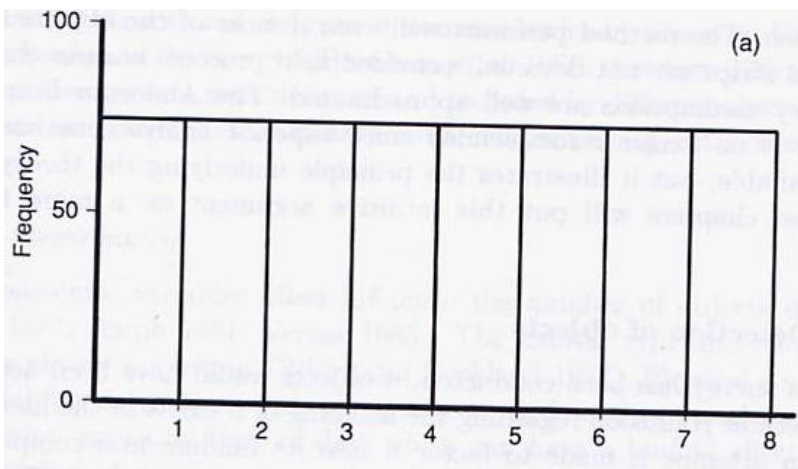


Novērošanas varbūtības (pamanāmības) funkcijas

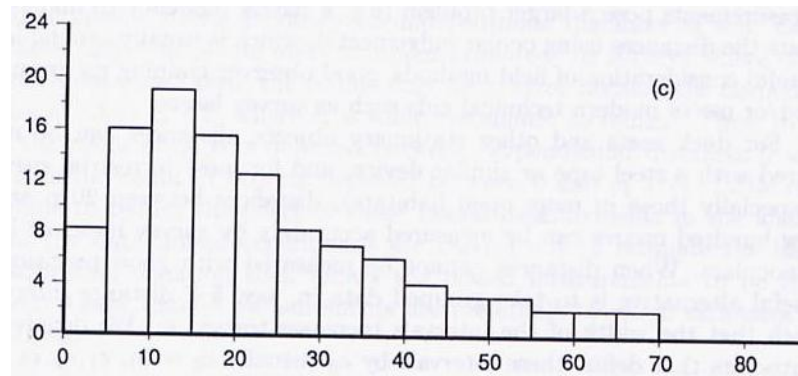
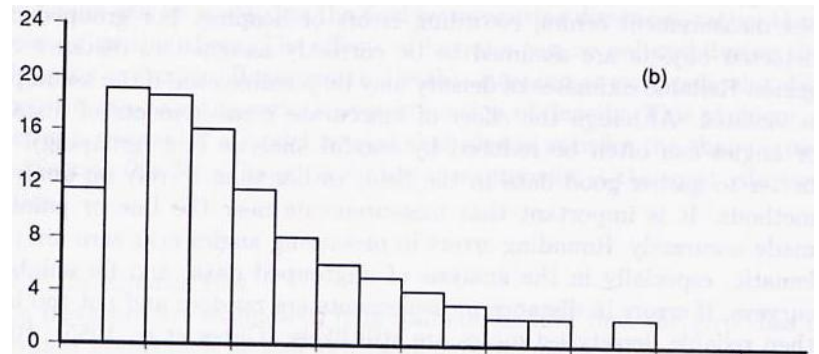
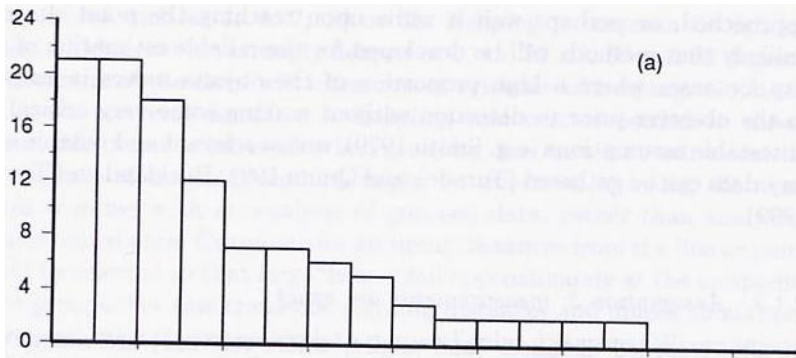


Nozīmīgi pieņēmumi

- Transeksti (vai punkti) izvietoti nejauši attiecībā pret pētāmās sugas īpatņu izvietojumu
 - Uz varbūtības teoriju balstīta izvēle
- Novērojumi ir neatkarīgi
 - Ja nav neatkarīgi, jāmodificē analīze, uzskaitot grupas
 - Īpatņi netiek uzskaitīti divreiz
- Īpatņi pirms pamanīšanas nav iztraucēti un viņu attālumi līdz centra līnijai (punktam) ir zināmi
- Konstatēšanas varbūtība uz uzskaites līnijas ir 100%



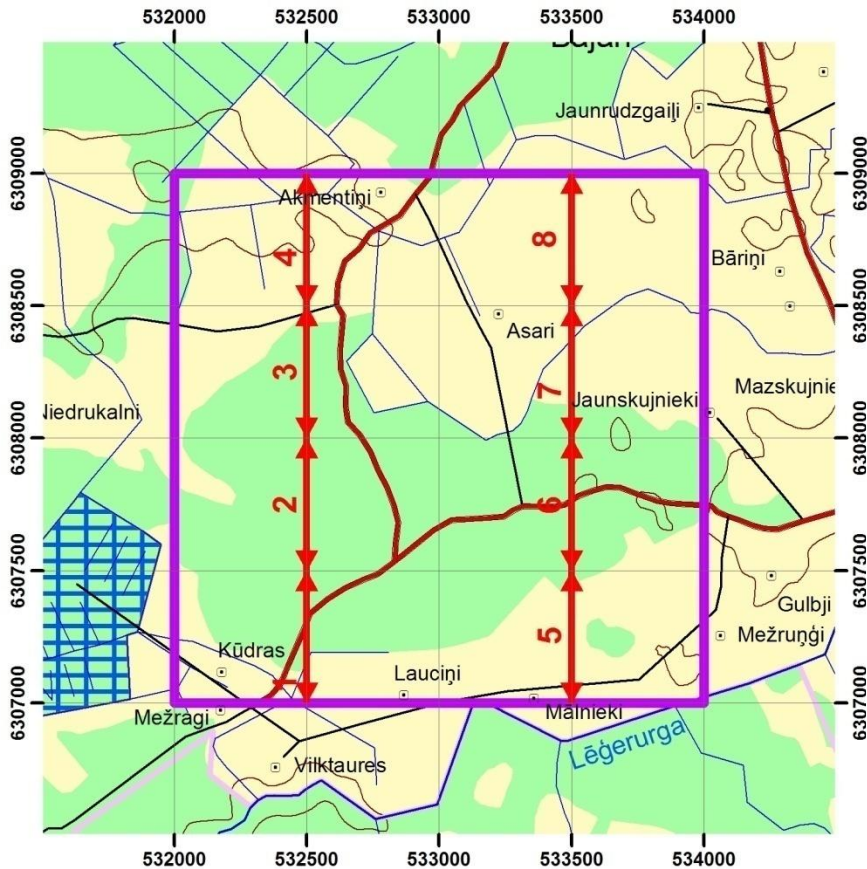
Pamanāmība uz uzskaites līnijas



Ko darīt ja uzskaitāmie objekti
sastopami grupās?

Transekti

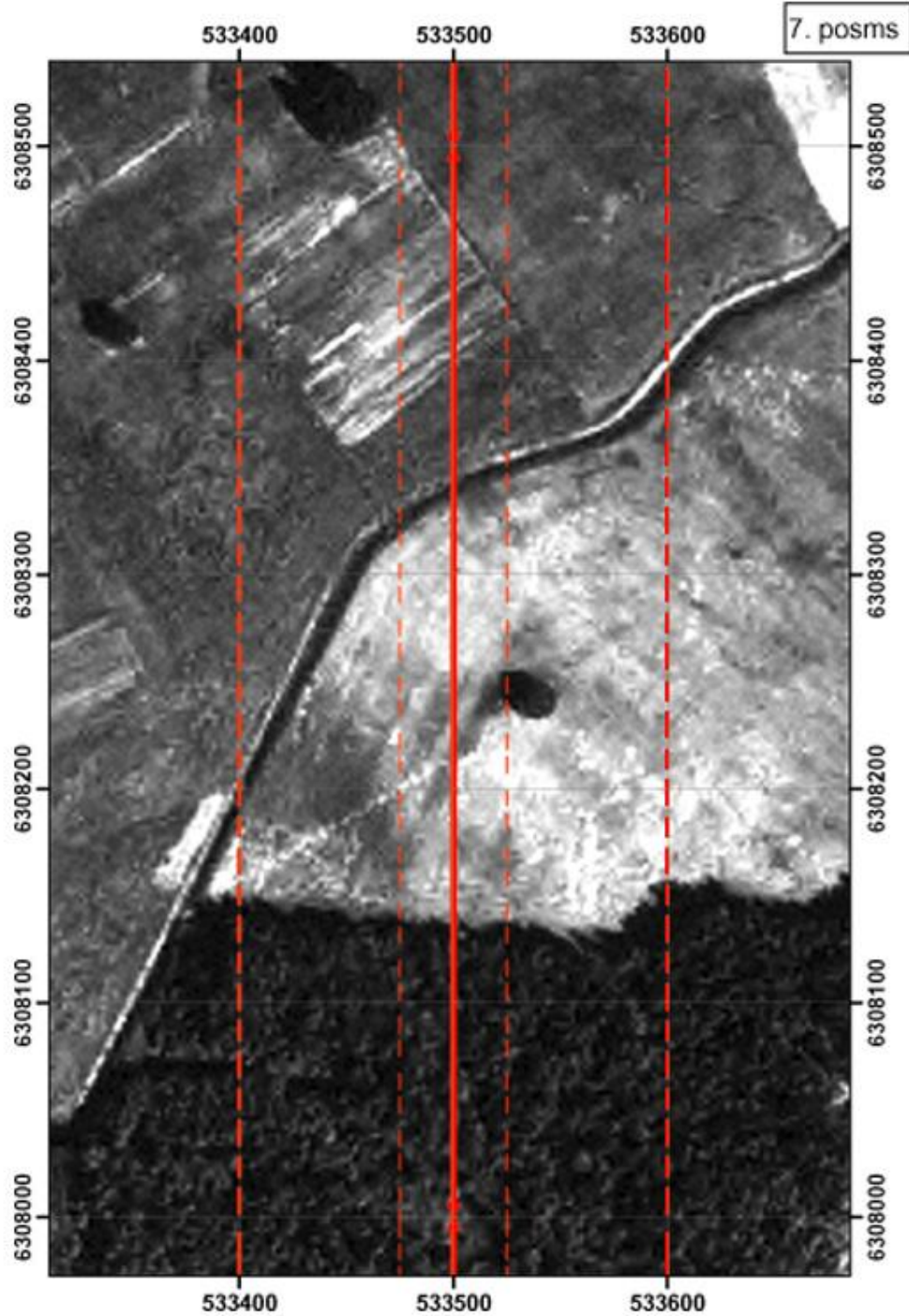
- Maršruta kopgarums – 4km
- 8 posmi - 500 m gari;



Uzskaitē 3 joslās:

- 0 – 25 m no transekta,**
- 25 – 100 m no transekta,**
- > 100 m no transekta,**





Posmu kartes

- 8 posmi
- 500 m
- Par katru posmu aizpilda uzskaites anketu

N-mixture modeļi

- Populācija tiek uzskaitīta 2 (vai vairāk) reizes
- Uzskaitīšanas varbūtībai abās (visās) uzskaitēs jābūt vienādai
- $N = n/r$

Dubulto novērotāju metode

- 2 novērotāji vienlaicīgi veic uzskaiti
- Izmanto “nepamanīto” un “pamanīto” objektu informāciju, lai noteiktu nepamanīto proporciju
- Atkarīgie novērotāji
 - Oriģinālā metode
- Neatkarīgie novērotāji
 - Vairāk atbilst ķeršanas-kontroles metodei

Atkarīgie novērotāji

- Novērotājiem pārmaiņus ir “primārā” un “sekundārā” lomas
- Primārais novērotājs ziņo par saviem pamanītajiem īpatņiem sekundārajam novērotājam
- Sekundārais novērotājs reģistrē primārā novērotāja pamanītos īpatņus un papildus arī pašā pamanītos, ko primārais novērotājs nav pamanījis

Atkarīgie novērotāji

- N = patiesais skaits
- p_1 = pamanīšanas varbūtība pirmajam novērotājam
- p_2 = pamanīšanas varbūtība otrajam novērotājam
- x_{11} = pirmā primārā novērotāja uzskaitītie īpatņi primārā novērotāja lomā
- x_{12} = pirmā novērotāja papildus uzskaitītie īpatņi sekundārā novērotāja lomā
- x_{22} = otrā primārā novērotāja uzskaitītie īpatņi primārā novērotāja lomā
- x_{21} = otrā novērotāja papildus uzskaitītie īpatņi sekundārā novērotāja lomā

Atkarīgie novērotāji

- $X_{.1} = X_{11} + X_{21}$ = kopējais skaits, kad primārais novērotājs ir pirmais
- $X_{.2} = X_{12} + X_{22}$ = kopējais skaits, kad primārais novērotājs ir otrais
- $X_{..} = X_{.1} + X_{.2}$ = kopējais novērotais skaits
- $a = X_{11}X_{22}$ (primārie novērotāji) $b = X_{12}X_{21}$ (papildus uzskaitītie)
- $c = X_{22}X_{21}$ (otrais novērotājs) $d = X_{11}X_{12}$ (pirmais novērotājs)

Novēroto proporciju vērtējums

- $p_1 = (a - b) / (a + c)$ – pirmā novērotāja konstatēšanas varbūtība
- $p_2 = (a - b) / (a + d)$ – otrā novērotāja konstatēšanas varbūtība
- $p = 1 - b / a$ – konstatēšanas varbūtība pa abiem novērotājiem kopā

Populācijas lielums

- $N = X_{..} / p$ = (Kopā uzskaitīti) / (konstatēšanas varbūtība abiem novērotājiem kopā)

Dubulto novērotāju metode : neatkarīgi novērotāji

- 2 novērotāji vienlaicīgi, bet neatkarīgi veic uzskaiti
- Kartē visu īpatņu atrašanās vietas
- Pēc uzskaites abu dati tiek salīdzināti, nosakot, kurus īpatņus novērojuši abi novērotāji, bet kurus kāds nav pamanījis

Neatkarīgi novērotāji

Jāsummē trīs kategorijas:

- x_{11} = abu novērotāju pamanītie īpatņi
- x_{10} = pamanījis pirmais, bet ne otrais
- x_{01} = pamanījis otrais, bet ne pirmais

Neatkarīgi novērotāji

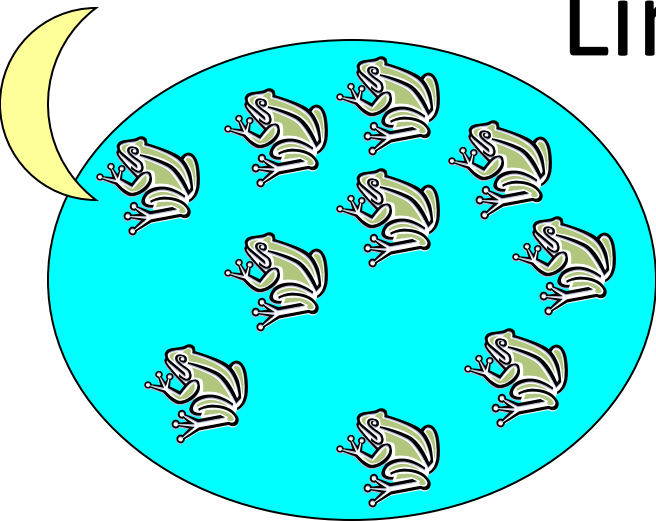
- N = patiesais īpatņu skaits uzskaites teritorijā)
- p_i = konstatēšanas varbūtība novērotājam i
- $p_1 = x_{11} / (x_{11} + x_{01})$, $p_2 = x_{11} / (x_{11} + x_{10})$
- $p_{1+2} = 1 - (1 - p_1)(1 - p_2)$
- **$N = (x_{11} + x_{10} + x_{01}) / p_{1+2}$**
= (Kopā uzskaitīti)/(konstatēšanas varbūtība abiem novērotājiem kopā)

Ķeršana – kontrole

(mark – recapture)

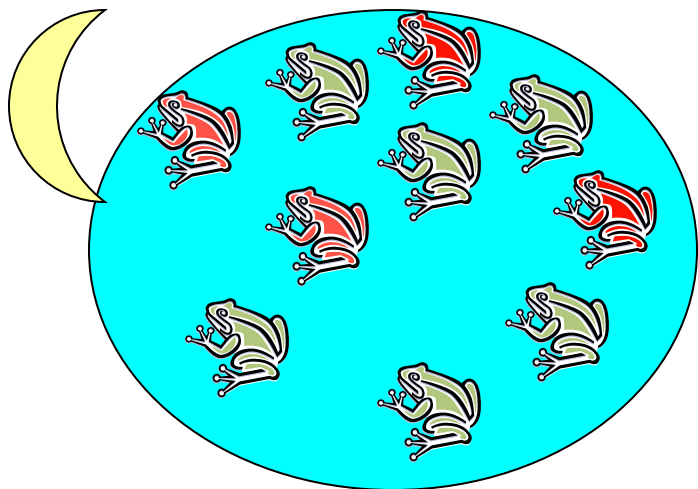
- Noķer un iezīmē noteiktu skaitu indivīdu
- Drīz veic otru ķeršanu
- Iezīmēto indivīdu proporcija otrās ķeršanas paraugā ir vienāda ar marķēto indivīdu skaitu populācijā

Lincoln-Peterson index



lezīmēšana

$$n_1 = 4$$



Kontrole

$$n_2 = 5$$

$$m_2 = 2$$

$$\hat{N} = (n_1 + 1)(n_2 + 1) / (m_2 + 1) - 1$$
$$= 30 / 3 - 1 = 9$$

Ķeršana – kontrole

(mark – recapture)

- Slēgtas populācijas
 - Īpatņu uzvedība mainās pēc ķeršanas (Izņemšanas metode)
 - Noķeršanas varbūtība visās ķeršanas reizēs nav vienāda (Šnābela metode)
 - Īpatņi savstarpēji atšķiras pēc savas noķeramības (Burnhama un Overtona metode)
 - ...
- Atvērtas populācijas
 - Vismaz 3 ķeršanas reizes
 - “ķeršanas vēsture”
 - 111 n_i – noķerto skaits ķeršanas reizē i
 - 110 R_i – atbrīvoto skaits ķeršanas reizē i
 - 101 m_i – iepriekš iezīmēto skaits, kas noķerts ķeršanas reizē i
 - 100 m_{ij} – ķeršanas reizē j iezīmēto skaits, kas noķerts ķeršanas reizē i
 - 011
 - 010
 - 001
 - Jolly-Seber metode

Programmatūra

Distance

MARK

Project Browser

Data | Maps | Designs | Surveys | Analyses | Simulations

Data layers: Study area, Region, Line transect, Observation

Contents of Observation layer 'Observation' and all fields from higher layers

Study area			Region			Line transect			Observation		
ID	Label	Visists	ID	Label	Area	ID	Label	Line length	ID	Perp distance	Cluster size
n/a	n/a	[None]	n/a	n/a	ha	n/a	n/a	m	n/a	m	[None]
Int	Int	Int	Int	Int	Int	Int	Int	Int	Int	Int	Int
			1	klaj	0	1	569.00	395.83			
						2	570.00	395.83			
						3	571.00	395.83			
						4	572.00	395.83			
						5	573.00	395.83			
						6	620.00	466.14	1	37.77	1
						7	619.00	466.14			
						8	618.00	466.14			
						9	617.00	466.14			
						10	616.00	466.14	2	206.17	1
						11	657.00	503.09			
						12	658.00	503.09			
						13	659.00	503.09			
						14	660.00	503.09	3	212	1
						15	661.00	503.09	4	4.35	5
									5	163.6	1
						16	662.00	503.09	6	169.7	1
									7	160.18	1
						17	739.00	465.75	8	164.99	1
						18	738.00	474.99	9	200.91	1
						19	737.00	475			
						20	736.00	474.99			
						21	735.00	475			
						22	802.00	520.76			
						23	801.00	520.76			
						24	800.00	520.76			
						25	799.00	520.76	10	121.43	1
									11	132.77	1
						26	798.00	520.76	12	1.65	4
									13	204.26	1

Enter Specifications for MARK Analysis

Select Data Type

- Recaptures only
- Recoveries only
- Both (Burnham)
- Known Fates
- Closed Captures
- BTO Ring Recoveries
- Robust Design
- Both (Barker)
- Multi-state Recaptures only
- Brownie et al. Recoveries
- Jolly-Seber
- Pradel Models Including Robust Designs
- Barker Robust Design
- POPAN
- VPA -- Virtual Population Analysis
- Multi-state -- Live and Dead Enc.
- Nest Survival
- Occupancy Estimation
- 2 Species Occupancy Estimation
- Robust Design Occupancy
- Open Robust Design Multi-state
- Closed Robust Design Multi-state
- Robust Design Multi-state with Mis-Classification
- Lukacs Young Survival from Marked Adults
- Mark-Resight

Title for this set of data:

Encounter Histories File Name:

Results File Name:

Encounter occasions: Default Time Intervals Used

Attribute groups: Default Group Labels Used

Individual covariates: Default Ind. Cov. Names Used

Strata: Default Strata Names Used

Mixtures: