

Arh. hig. rada, 8 (1957) 25

STATISTIČKA ANALIZA NESREĆA

B. PETZ

*Institut za medicinska istraživanja Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti,
Zagreb*

(Primljeno 2. IV. 1957.)

Opisuje se uspoređivanje opažene distribucije nesreća sa Poissonovom i negativnom binomnom distribucijom, te se postavljaju granice, do kojih se – iz dobivenih rezultata uspoređivanja – mogu povlačiti zaključci. Navode se i ostale poteškoće kod analize nesreća, kao na primjer nkonstantnost ekspozicije, pitanje utjecaja prošlih nesreća na buduće nesreće, prirodna selekcija radnika zbog nesreća, nedostatak definicije nesreća i t. d. Kritizira se pojam »dispozicije za nesreće«, koji se danas opravdano nastoji zamijeniti pojmom »izloženost nesrećama«.

Statistička analiza nesreća vrlo je komplicirani posao, koji je još daleko od toga, da bi nam omogućavao stvaranje sigurnih zaključaka. Zanimljivo je, da se naše znanje o tom problemu vrlo malo promijenilo od vremena, kada su *Greenwood, Woods, Yule* i *Newbold* izvršili svoja klasična ispitivanja nesreća 1919. i 1926. godine (2), (3), (6), (7). Glavni razlog toj pojavi treba tražiti u činjenici, da je nakon njihovih radova većina kasnijih autora pretpostavila, da je dokazano postojanje t. zv. »sklonosti za nesreće«, iako ni jedan od spomenutih autora to nije tvrdio, nego su čak upozoravali na oprez pri stvaranju takvih zaključaka.

Zato su u novije vrijeme *Mintz* i *Blum* (5), a iza njih *Arbous* i *Kerrich* (1) podvrgli ozbiljnoj reviziji većinu dosadašnjih radova na tom području i ponovo upozorili na izvanrednu kompleksnost tog problema.

U ovom članku dat ćemo sažeti prikaz glavnih statističkih postupaka kod analize nesreća, kao i nekoliko drugih osnovnih teškoća, koje zasad onemogućuju stvaranje sigurnih zaključaka u toj problematici.

Kao što je poznato, postojeća teorija o »sklonosti za nesreće« potekla je iz zapažanja distribucije nesreća u pojedinim grupama radnika. »Statističko ispitivanje uvjeta – kako kaže *Vernon* (8) – danas općepoznatih pod nazivom »sklonost za nesreće«, započeli su *Greenwood* i *Woods* 1919., kad su istraživali frekvenciju nesreća u skupini radnica jedne tvornice municije, koje su radile na strojevima za izradu čahura. Oni su utvrdili, da mnoge žene nisu imale nijednu nesreću, druge su imale jednu ili dvije nesreće, a neke još i više. Distribucija tih nesreća mogla bi biti posve slučajna, t. j. slučajna u istom smislu, kao kad iz snopa od

52 izmješane karte izvlačimo jednu definiranu kartu, te imamo u prosjeku vjerojatnost, da ćemo je izvući jedamput u 52 pokušaja. Ili, radnice možda započnu s jednakom vjerojatnošću, ali kod one, kojoj se posve slučajno dogodila *jedna* nesreća, možda se vjerojatnost, da će doživjeti nove nesreće, time povisila ili smanjila. Bol i doživljaj neugode mogli su je učiniti pažljivijom, te se tako smanjila vjerojatnost njenih nesreća, a s druge strane možda se njena uzbudljivost povećala, i time je ta radnica postala više disponirana za nesreće. Nesreće, raspoređene na toj bazi, mogli bismo nazvati *utjecanim* nesrećama. Konačno, možemo pretpostaviti, da sve radnice nisu započele s jednakom vjerojatnošću, nego da su neke od prirode bile više sklone nezgodama od drugih. U tom slučaju distribucija nesreća osnivala bi se na *nejednakim sklonostima*.

Kako vidimo, odmah u početku postavljene su 3 hipoteze o postanku nesreća:

- a) nesreće su slučajne,
- b) nesreće su pod utjecajem prijašnjih nesreća,
- c) ljudi se među sobom razlikuju po »sklonosti za nesreće«.

Iako osnovna misao druge hipoteze, t. j. da kasnije nesreće mogu biti pod utjecajem prijašnjih nesreća, može u pojedinim slučajevima biti očito dokazana (bilo da se broj nesreća povisio ili smanjio), ipak praktično iskustvo pobija tu hipotezu kao *opći* zakon, jer bi na taj način ljudi morali nakon prve nesreće ili imati *sve više* novih nesreća (pod pretpostavkom, da se »senzibiliziraju«), ili *sve manje* (pod pretpostavkom, da se »imuniziraju«) – a takvih slučajeva nalazimo relativno malo.

Zbog tog razloga istraživanja su se kretala uglavnom samo u pravcu provjeravanja prve i treće hipoteze, t. j. hipoteze »slučajnih« nesreća i hipoteze različite »dispozicije za nesreće« među ljudima.

Osnovni principi statističkih postupaka u tim istraživanjima sastoje se u tome, da se distribucija nesreća u jednoj skupini ljudi, izloženih određenoj konstantnoj opasnosti, usporedi s nekoliko »očekivanih« distribucija, među kojima su najvažnije Poissonova distribucija (distribucija rijetkih slučajeva) i t. zv. negativna binomna distribucija, koja pretpostavlja, da među individuumima postoje stanovite razlike.

Dok je izračunavanje Poissonove distribucije relativno jednostavno, te se čak može – kad nam je poznat broj ljudi i prosječni broj nesreća – očitati i s tablica, dotle je izračunavanje negativne binomne raspodjele komplicirani matematski postupak, te ćemo zato ukratko iznijeti računski postupak samo za Poissonovu distribuciju, dok ćemo za negativnu binomnu distribuciju rastumačiti samo njezine principe.

Poissonova raspodjela. Uzmimo, da u jednoj skupini od 398 radnika nakon određenog vremena ekspozicije dobijemo raspodjelu nesreća, prikazanu na tablici 1. Ako to prikažemo grafički, dobivamo histogram A, prikazan na slici 1. Želimo li sada isporučiti, koliko se ova distribucija pedudara s distribucijom, koju bismo očekivali, kad bi te nesreće bile

Tablica 1.

Stvarna raspodjela nesreća u jednoj skupini od 398 radnika

Broj nesreća	Broj ljudi	Broj nesreća	Broj ljudi
0	14	7	19
1	37	8	14
2	76	9	9
3	70	10	5
4	64	11	5
5	53	12	1
6	31		

raspoređene potpuno slučajno, izračunat ćemo Poissonovu distribuciju za te vrijednosti, jer nam ona daje raspodjelu t. zv. »rijetkih slučajeva«.

Skraćeni postupak za izračunavanje Poissonove distribucije sastoji se u ovim računskim postupcima:

(1) Ukupni broj nesreća podijelimo s brojem ljudi, te tako dobijemo »prosječni« broj nesreća;

(2) izračunamo logaritam broja ljudi;

(3) prosječni broj nesreća (1) pomnožimo s izrazom 0,4343;

(4) od logaritma broja radnika odbijemo izraz, koji smo izračunali pod (3). Dakle: (2) - (3);

(5) izračunamo antilogaritam izraza pod (4). Taj broj nam predstavlja frekvenciju ljudi *sa nula* nesreća;

(6) broj ljudi sa 0 nesreća pomnožimo s prosječnim brojem nesreća, t. j. izvedemo operaciju (5) \times (1). Rezultat je broj ljudi sa 1 nesrećom;

$$(7) \frac{(6) \times (1)}{2} = \text{broj ljudi sa 2 nesreće};$$

$$(8) \frac{(7) \times (1)}{3} = \text{broj ljudi sa 3 nesreće};$$

$$(9) \frac{(8) \times (1)}{4} = \text{broj ljudi sa 4 nesreće};$$

i t. d.

Ako taj postupak provedemo u našem primjeru, dobivamo očekivanu Poissonovu distribuciju, prikazanu na tablici 2 i na slici 1 krivuljom B.

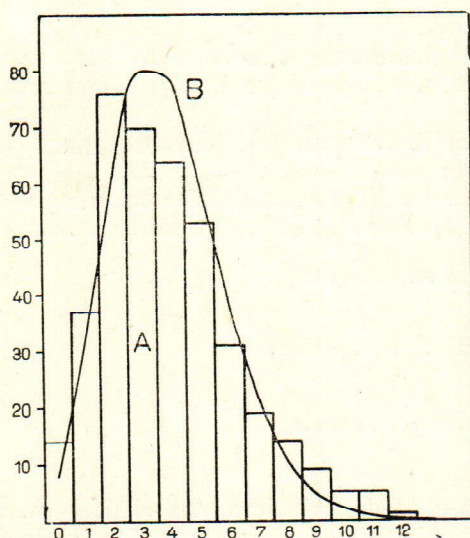
Ispoređujući među sobom te dvije distribucije statističkim postupkom, poznatim pod nazivom χ^2 -test, možemo utvrditi, da li se te dvije distribucije značajno razlikuju. Izračunavanje χ^2 -testa prikazano je na tablici 3. U ovom konkretnom slučaju te se dvije distribucije zaista statistički značajno razlikuju ($\chi^2 = 38,50$), pa prema tome možemo zaključiti s velikom vjerojatnošću (a pod pretpostavkom, da su trajanje i stupanj ekspozicije bili jednaki za sve ljude), da ta distribucija nesreća *nije slučajna*.

Tablica 2.

Očekivana raspodjela nesreća u skupini od 398 radnika

Broj nesreća	Očekivani broj ljudi	Broj nesreća	Očekivani broj ljudi
0	8,12	8	10,60
1	31,61	9	4,59
2	61,51	10	1,78
3	79,80	11	0,63
4	77,64	12	0,20
5	60,43	13	0,06
6	39,20	14	0,02
7	21,30		

Ovakvo ispređivanje stvarne i Poissonove distribucije ima i tu prednost, što se iz ispređivanja obiju distribucija (na tablici ili na slici) mođe direktno zaključiti, koji su ljudi »sumnjivi« s obzirom na povećani broj nesreća, pa se ti ljudi mogu podvrći specijalnom psihološkom, me-



Sl. 1. - Histogram opaženih frekvencija nesreća (A) i Poissonova raspodjela tih nesreća (B).

dicinskom i socijalnom ispitivanju. U našem smo konkretnom slučaju utvrdili, da bismo po čistom slučaju mogli imati otprilike 2 čovjeka sa 10 i jedva jednog čovjeka sa 11 nesreća, a u stvari imamo po 5 ljudi sa 10 i 11, pa čak i jednoga sa 12 nesreća. Zato je opravdano takve ljude, koji odstupaju od onoga, što bismo mogli očekivati po slučaju, uzeti kao prve na analizu, jer kod njih postoji relativno najveća vjerojatnost, da su neki specijalni razlozi uvjetovali njihov tako veliki broj nesreća.

Tablica 3.

Ispoređivanje stvarne i Poissonove distribucije nesreća i izračunavanje χ^2 -testa

Broj nesreća	Opažena frekvencija (OP)	Očekivana frekvencija (OČ)	OP-OČ	(OP-OČ) ²	$\frac{(OP-OČ)^2}{OČ}$
0	14	8,12	5,88	34,5744	4,26
1	37	31,61	5,39	29,0521	0,92
2	76	61,51	14,49	209,9601	3,41
3	70	79,80	— 9,80	96,0400	1,20
4	64	77,64	— 13,64	186,0496	2,40
5	53	60,43	— 7,43	55,2049	0,91
6	31	39,20	— 8,20	67,2400	1,72
7	19	21,80	— 2,80	7,8400	0,36
8	14	10,60	3,40	11,5600	1,09
9	9	4,59			
10	5	1,78			
11	5	0,63			
12	1	0,20			
13	—	0,06			
14	—	0,02			
	398	397,99			
			12,72	161,7984	22,23
					$\chi^2 = 38,50$
					P < 0,01

Na isporođivanju s Poissonovom raspodjelom osniva se i postupak, što ga je 1927. god. predložila E. M. Newbold (6), kojim se može utvrditi, da li se nesreće raspoređuju onako, kako bismo očekivali, kad bi samo slučaj određivao tu distribuciju. Newboldova je predložila tablice, u kojima isporođujemo postotak ljudi bez ijedne nesreće s očekivanim prosječnim brojem nesreća na čovjeka. (Tablica 4.) Ako stvarni prosjek nesreća po čovjeku znatno premašuje očekivani prosjek, to znači, da postoje neki ljudi s povećanim brojem nesreća, te ih treba pronaći i obratiti im posebnu pažnju.*

* Ovaj se postupak može upotrebiti samo u većim poduzećima i odjeljenjima, i to dakako samo tamo, gdje su svi radnici izloženi objektivno jednakoj opasnosti. Rezultati će biti sigurniji, ako je objektivna opasnost u radu visoka, ako je vrijeme ekspozicije dovoljno dugo (kako bi se mogle očitovati individualne razlike), i ako se registriraju sve ozljede, t. j. i one najlakše.

Primjer: Broj radnika u jednom poduzeću = 200. Broj radnika, koji nemaju nesreće = 51. Prema tome, postotak radnika bez nesreća = 25,5. Iz tablice se vidi, da bi očekivani broj nesreća na čovjeka trebao biti oko 1,3. Ako je međutim u određenom intervalu u tom pogonu bilo 400 nesreća, onda je prosječni broj nesreća po čovjeku = 400/200 = 2,0. To je znatno više od očekivanog prosjeka, pa prema tome znači, da nesreće vjerojatno nisu raspoređene slučajno, nego treba pronaći ljude • izuzetno velikim brojem nesreća i nastojati istražiti uzroke.

Tablica 4.

Ispoređivanje postotka ljudi bez ijedne nesreće s očekivanim prosječnim brojem nesreća na čovjeka (Newbold)

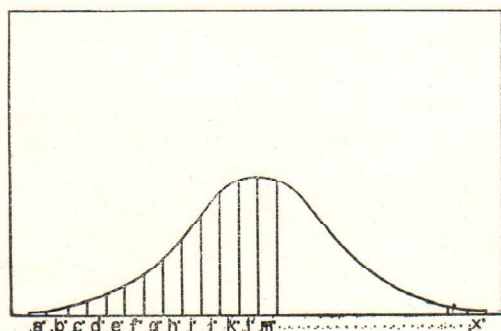
Postotak ljudi bez ijedne nesreće	Očekivani prosječni broj nesreća na čovjeka	Postotak ljudi bez ijedne nesreće	Očekivani prosječni broj nesreća na čovjeka
90,0	0,1054	5,0	2,9957
85,0	0,16251	4,5	3,1011
80,0	0,23311	4,0	3,2139
75,0	0,2877	3,5	3,3524
70,0	0,3567	3,0	3,5066
65,0	0,4308	2,75	3,5936
60,0	0,5108	2,5	3,6889
55,0	0,5978	2,0	3,9120
50,0	0,6931	1,6	4,1352
45,0	0,7985	1,4	4,2687
40,0	0,9163	1,2	4,4228
35,0	1,0498	1,0	4,6052
30,0	1,2040	0,8	4,8283
27,5	1,2910	0,6	5,1180
25,0	1,3863	0,4	5,5214
22,5	1,4917	0,25	5,9915
20,0	1,6094	0,2	6,2146
17,5	1,7430	0,16	6,6378
15,0	1,8971	0,14	6,5713
12,5	2,0794	0,12	6,7254
10,0	2,3026	0,09	7,0139
9,0	2,4097	0,07	7,2644
8,0	2,5257	0,05	7,6009
7,0	2,6593	0,04	7,8240
6,0	2,8134		

Taj je postupak međutim manje praktičan od direktnog isporođivanja stvarne i Poissonove distribucije, jer nam on omogućava samo utvrđivanje činjenice, da postoji određeni broj ljudi s izuzetno povećanim brojem nesreća, dok nam direktna usporedba distribucija – kako smo vidjeli – omogućava i djelomično *identificiranje* tih ljudi.

Negativna binomna raspodjela. Negativna binomna raspodjela polazi od pretpostavke, da skupina, koju opažamo, *nije homogena* bilo s obzirom na neka svojstva, koja se očituju u mjerenoj pojavi, ili s obzirom na okolne utjecaje. Pretpostavimo li, da su okolni utjecaji konstantni i jednaki za sve članove grupe, ili da se oni bar za sve članove grupe *podjednako* mijenjaju, onda se ta nehomogenost može odnositi samo na svojstva članova grupe.

Pretpostavimo, da je ono, što inače nazivamo nedefiniranim pojmom »sklonost za nesreće« (»accident proneness«), *normalno* raspoređeno među ljudima, kao što je to na pr. visina, inteligencija i t. d. Prema

tome, u jednoj populaciji ljudi mogli bismo očekivati najviše ljudi s nekom »srednjom« »sklonošću za nesreće«, a najmanje ljudi s ekstremno malom ili ekstremno velikom »sklonošću za nesreće«. (Sl. 2.) Tu skupinu sada možemo podijeliti na manje podgrupe, i kazati: podgrupa »a« ima tako slabo izraženu »sklonost za nesreće«, da možemo praktički uzeti kao i da uopće nije »disponirana«. Podgrupa »b« ima već neku dozu »sklonosti« za nesreće, podgrupa »c« još veću ... i t. d., i konačno podgrupa »x« najveću. Ako – zbog jednostavnosti – pretpostavimo, da članovi u pojedinim podgrupama sačinjavaju homogenu cjelinu s obzirom na »sklonost za nesreće«, onda je sigurno, da podgrupa »a« mora imati prosječno najmanje nesreća, podgrupa »b« nešto više, »c« još više, ... a »x« najviše. No potpuno je razumljivo, da to vrijedi samo za *prosjeke* svake podgrupe, ali da će dakako i među pojedinim članovima te pod-



Sl. 2. – Fiktivna normalna raspodjela »sklonosti za nesreće«. Podgrupa »a« ima najmanje »sklonosti«, podgrupa »x« najviše.

grupe postojati razlike, koje su uvjetovane posve slučajno, tako da i u svakoj podgrupi moramo naći ljude s različitim brojem nesreća. Prema tome, distribucija nesreća unutar svake podgrupe trebala bi biti Poissonova distribucija, samo što bi *prosjeke* svake podgrupe bio sve veći i veći, idući od podgrupe »a« prema podgrupi »x«. Krivulja distribucije nesreća, koju dobivamo na jednoj većoj skupini ljudi, ne bi bila prema tome ništa drugo nego *skupna* krivulja, koja je nastala *superpozicijom* serije Poissonovih krivulja, kojima je aritmetička sredina sve veća i veća, i koje se razlikuju prema broju ljudi u pojedinoj podgrupi.

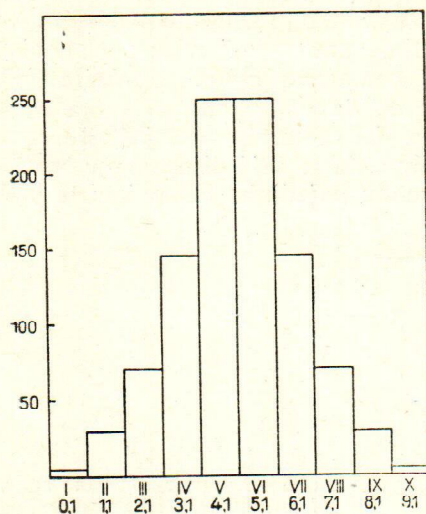
Tablica 5.

Fiktivna raspodjela ljudi s različitom »sklonošću za nesreće«

Podgrupe:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Broj ljudi:	5	30	70	145	250	250	145	70	30	5
Očekivani prosječni broj nesreća	0,1	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1	9,1

Takva definitivna skupna raspodjela naziva se negativna binomna raspodjela.

Uzmimo na primjer, da imamo jednu grupu od 1000 ljudi, koji su normalno raspodijeljeni s obzirom na svojstva, koja nazivamo »sklonost za nesreće«, i tvore raspodjelu prikazanu na tablici 5. i slici 3.



Sl. 3. - Histogram fiktivne raspodjele skupine od 1000 ljudi s obzirom na »sklonosti za nesreće«. Na apscisi je označena »sklonost« za nesreće izražena prosječnim brojem očekivanih nesreća.

Računamo li Poissonovu raspodjelu za svaku podgrupu posebno, dobivamo rezultate prikazane na tablici 6. i slici 4.

Budući da negativna binomna raspodjela predstavlja *sumu* tih Poissonovih raspodjela, konačna raspodjela može se očitati s tablice 6. (stupac »Suma«), i daje nam raspodjelu prikazanu izvučnom krivuljom na slici 5.*

U većini slučajeva isporođivanje stvarne distribucije nesreća s očekivanim distribucijama daje nam mnogo bolje slaganje s negativnom binomnom, nego s Poissonovom distribucijom. Za primjer navodimo jednu stvarnu distribuciju nesreća, i to distribuciju nesreća radnica na strojevima za izradu čahura, kao i izračunanu Poissonovu i negativnu binomnu raspodjelu (tablica 7).

Ispoređivanje ovih distribucija pokazuje, da Poissonova raspodjela značajno odstupa od stvarne raspodjele ($\chi^2 = 61,09$), dok naprotiv negativna binomna raspodjela ne odstupa značajno ($\chi^2 = 4,79$), pa prema tome možemo zaključiti, da se vjerojatno radi o skupini radnica, koja nije homogena s obzirom na lična svojstva.

* Da smo međutim imali na raspolaganju samo *definitivnu* raspodjelu (ne znajući, kako je do nje došlo) te da smo je isporođili s Poissonovom distribucijom, dobili bismo Poissonovu krivulju prikazanu isprekidanom linijom na slici 5.

Tablica 6.

Poissonove raspodjele za podgrupe I-X izračunane iz fiktivne raspodjele ljudi iz tablice 5

Broj nesreća	Frekvencija ljudi u pojedinim podgrupama										Suma
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
0	4,5	10,0	8,6	6,5	4,1	1,5	0,3	0,1	—	—	35,6
1	0,5	11,0	18,0	20,2	17,0	7,8	2,0	0,4	0,1	—	77,0
2	—	6,0	18,9	31,4	34,8	19,8	6,1	1,5	0,3	—	118,8
3		2,2	13,2	32,4	47,6	33,7	12,3	3,4	0,8	0,1	145,7
4		0,6	6,9	25,1	48,8	43,0	18,8	6,1	1,6	0,2	151,1
5		0,1	2,9	15,6	40,0	43,8	22,9	8,7	2,6	0,3	136,9
6		—	1,0	8,1	27,3	37,3	23,3	10,3	3,6	0,4	111,3
7			0,3	3,6	16,0	27,1	20,3	10,4	4,1	0,6	82,4
8			0,1	1,4	8,2	17,3	15,5	9,3	4,2	0,7	56,7
9			—	0,5	3,7	9,8	10,5	7,3	3,8	0,7	36,3
10				0,1	1,5	5,0	6,4	5,2	3,1	0,6	21,9
11				—	0,6	2,3	3,5	3,3	2,2	0,5	12,4
12					0,2	1,0	1,8	2,0	1,5	0,4	6,9
13					0,1	0,4	0,8	1,1	0,9	0,3	3,6
14					—	0,1	0,4	0,5	0,5	0,2	1,1
15						—	0,1	0,3	0,3	0,1	0,8
16							0,1	0,1	0,1	0,1	0,4
17							—	—	0,1	—	0,1
18									—	—	—

Tablica 7.

Stvarna distribucija nesreća, Poissonova distribucija i negativna binomna distribucija na skupini radnica

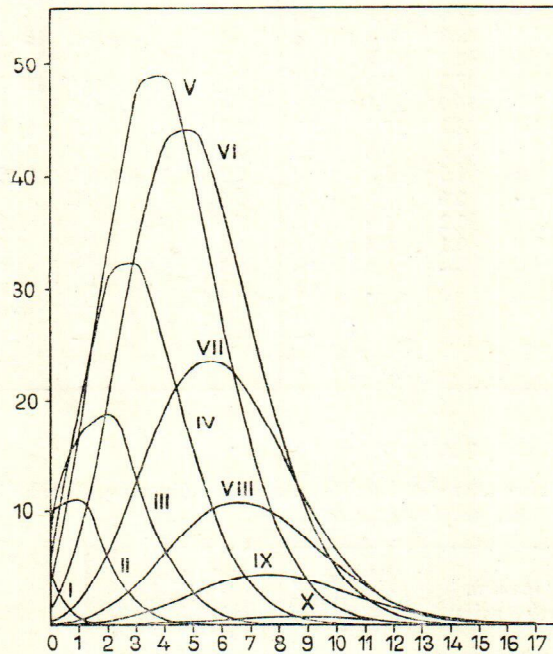
Broj nesreća	Opažena frekvencija	Očekivana frekvencija (Poisson)	Očekivana frekvencija (negat. bin.)
0	447	406	442
1	132	189	140
2	42	45	45
3	21	7	14
4	3	1	5
5	2	0,1	2

Nažalost, kako se vidi, zaključci nikad ne mogu biti potpuno sigurni, i to uglavnom zbog ova dva razloga: 1. podudaranje stvarne raspodjele s negativnom binomnom raspodjelom još nije potpuna garancija da se radi o nehomogenoj grupi, i 2. ako to i pretpostavimo, vrlo je teško

sigurno utvrditi, da li odstupanje od čistog slučaja nije možda uvjetovano i razlikama u okolnim prilikama (u našem slučaju razlikama u stupnju i trajanju ekspozicije).

Koliko je u biti čitav taj problem kompliciran, najbolje se vidi, ako se poslužimo zaključcima *Arbousa* i *Kerricha* (1), dvojice statističara i psihologa, koji su uglavnom zaslužni za moderno statističko tretiranje nesreća i koji nam daju ove mogućnosti kombinacija i njihovu interpretaciju:

a) Jednu populaciju možemo smatrati homogenom s obzirom na (I) lična svojstva članova populacije i (II) okolne faktore.



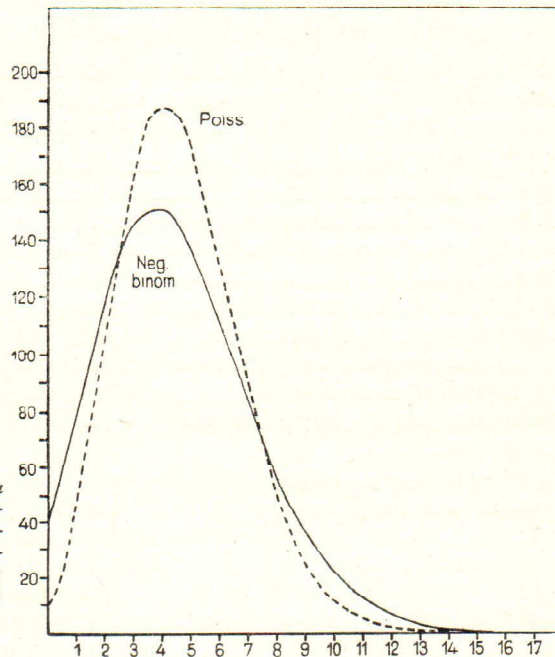
Sl. 4. - Poissonove raspodjele nesreća za podgrupe I-X iz histograma na sl. 3.

Ako je populacija homogena s obzirom na *obje* karakteristike, tada ćemo dobiti Poissonovu distribuciju nesreća. Međutim, ako u konkretnom slučaju nađemo jednu Poissonovu distribuciju nesreća, tada je *vrlo vjerojatno*, da je populacija homogena s obzirom na *obje* karakteristike, ali to ne mora nužno biti tako, jer bi se i nekim drugim hipotezama mogla protumačiti takva distribucija.

b) Ako populacija nije homogena bilo samo u *jednoj* (I ili II) ili u *obje* (I i II) karakteristike, tada ne ćemo dobiti Poissonovu distribuciju, nego neku ne-Poissonovu, na pr. negativnu binomnu. Međutim, ako u konkretnom slučaju nađemo distribuciju, koja nije Poissonova (nego na

pr. negativna binomna), tada je vrlo vjerojatno, da populacija nije homogena bilo u jednoj, ili u obje karakteristike. Ali i opet, ni to nije *potpuno* sigurno, jer bi i neke druge hipoteze mogle protumačiti takvu ne-Poissonovu distribuciju.

c) I konačno, – a to je najozbiljniji prigovor – čak ako i *prihvatimo* hipotezu nehomogenosti u svim slučajevima, kada nađemo na ne-Poissonovu distribuciju, – još uvijek ne znamo, radi li se o nehomogenosti u ličnim svojstvima, ili u okolini, ili možda o nehomogenosti u obje ove karakteristike zajedno.



Sl. 5. – Negativna binomna raspodjela (izvučena linija), nastala superpozicijom Poissonovih raspodjela sa sl. 4, i Poissonova raspodjela (crtkana linija) tih nesreća.

Osim toga, postoji još čitav niz teškoća, koje onemogućavaju stvaranje sigurnih zaključaka pri analizi nesreća. Navest ćemo neke od najvažnijih.

1. Kod ispitivanja nesreća veoma je teško stvoriti takve uvjete, koji bi nam omogućili izoliranje pojedinih faktora, odnosno držanje konstantnim ostalih faktora (na pr. stupnja ekspozicije).

2. Praktički je nemoguće unaprijed reći, kako je dugo vrijeme potrebno za ekspoziciju, da bi se mogla dobiti ona distribucija nesreća, koja bi bila definitivni odraz faktora, koji je uvjetuju. Tako je na pr. utvrđeno (4) na jednoj grupi skretničara, kojima su registrirane ne-

sreće kroz 10 godina, da distribucija nesreća u prvih 5 i drugih 5 godina daje Poissonovu raspodjelu, dok su sve nesreće zajedno davale – negativnu binomnu raspodjelu!

3. Nije nam poznato, kakav efekt imaju prošle nesreće na buduće nesreće. Znamo, da u pojedinim slučajevima to može djelovati pozitivno, a u pojedinim negativno, ali ima li još kakvih utjecaja, i koji su to utjecaji, za sada ne znamo.

4. U stvarnoj distribuciji nesreća mi često gubimo one ljude, koji bi nam bili najpotrebniji za stvaranje sigurnijih zaključaka, a to su oni, koji su zbog određenog broja ili težine nesreća *napustili* taj posao, a da se i ne govori o onima, koji su u nesreći izgubili život.

5. Svaka teža nesreća povlači za sobom *bolovanje*, a time se za te ljude smanjuje i trajanje ekspozicije, koje bi – želimo li provesti točnu statističku analizu – moralo za sve ljude u skupini biti jednako.

6. Ne postoji još neka opće usvojena *definicija* nesreće, a čini se, da od toga zavisi veoma mnogo, koliko vrijednosti imaju statistički postupci, koji se u analizi nesreća primjenjuju. Jer, ako pod nesrećom na pr. razumijevamo svaku lakšu ili težu *ozljedu*, koja se radniku dogodila, bez obzira na njezin uzrok, onda nam se vrlo lako može dogoditi, da u našu distribuciju nesreća uključimo i onoga, koji u stvari sa samom nesrećom nije imao nikakve veze: ako jedan radnik strada zato, što je drugi radnik svojom nespretnošću nešto na nj srušio, onda bi bilo mnogo logičnije uvrstiti u našu distribuciju onoga *drugoga*. – Kako se vidi, u pojam nesreće ne bi se smio uključiti i pojam ozljede kao bezuvjetni pojam.

Sve te i još neke druge teškoće postavljaju niz vrlo kompliciranih zahtjeva na one, koji žele registrirati i analizirati nesreće. Neke od tih zahtjeva moguće je djelomično zadovoljiti dobrom organizacijom registracija nesreća, držanjem objektivnih prilika strogo konstantnim i t. d., neke je moguće djelomično zadovoljiti samo brižljivo planiranim laboratorijskim *eksperimentima*, koji nam omogućuju registraciju svake *pogreške* na radu, a ne samo onih pogrešaka, koje su dovele do nezgode, a neke opet teškoće predstavljaju tako ozbiljne i neizbježive faktore (kao na pr. skraćivanje ekspozicije zbog bolovanja), da će vjerojatno biti potrebno još mnogo istraživanja i eksperimentiranja, da bi se one mogle odstraniti.

Prema tome danas još nije moguće definitivno odgovoriti na pitanje, kako se nesreće raspoređuju među ljudima, i koji su glavni uzroci dobivenih distribucija. Zato nije moguće ni dati neki sigurniji sud o pojmu »sklonost za nesreće«. Taj pojam je izvanredno nejasan i nedefiniran, jer nam nije poznato:

a) da li nešto, što bismo mogli nazvati »sklonošću za nesreće«, uopće postoji;

b) ako postoji, je li »sklonost za nesreće« stabilni ili varijabilni faktor. Drugim riječima, hoće li netko, tko je pojačano sklon nesrećama, uvijek biti takav. Korelacije između broja nesreća u uzastopnim vremenskim razdobljima nisu dovoljno visoke, da bi dopuštale stvaranje sigurnih zaključaka;

c) je li to jedan opći ili specijalni faktor. Drugim riječima, da li će netko, tko je specijalno »sklon« nesrećama u *jednoj* situaciji, biti isto toliko sklon nesrećama i u *drugim* situacijama, koje se među sobom razlikuju. Korelacije između nesreća različitog tipa a kod istih ljudi, doduše su većinom pozitivne, ali rijetko značajne, te se ozbiljno postavlja pitanje, postoji li uopće tip čovjeka »općenito sklonog nesrećama« (»nespretnjaković«).

Sve to doduše ne znači, da nešto, što u nuždi nazivamo praznim pojmom »sklonost za nesreće«, ne postoji, nego znači samo to, da zasad još vrlo malo znamo o toj »sklonosti za nesreće«, jer još nismo uspjeli odrediti njezine dimenzije i elemente. To je ujedno i razlog, zašto se dosadašnji pojam »sklonosti za nesreće« (»accident proneness«) nastoji zamijeniti novim pojmom »izloženost nesrećama« (»accident liability«) (5), jer taj pojam, iako nam ni njegove dimenzije nisu potpuno poznate, ipak uključuje u sebi više elemenata, a među njima i one faktore, za koje se danas čini da su od bitne važnosti za većinu nesreća, a to su:

- a) ponašanje i reakcije čovjeka,
- b) stupanj ekspozicije,
- c) slučaj.

Pažljivim i dobro planiranim eksperimentima, definirajući unaprijed, što ćemo smatrati nesrećom, vjerojatno će se postepeno unijeti više svjetla u ovo vrlo komplicirano područje industrijske psihologije.

Literatura

1. Arbous, A. G. and Kerrich, J. E.: Accident Statistics and the Concept of Accident-Proneness. - Biometrics, 7 (1951) 340.
2. Greenwood, M. and Woods, H. M.: The Incidence of Industrial Accidents upon Individuals with Special Reference to Multiple Accidents. - I. H. R. B. Report No. 4 (1919).
3. Greenwood, M. and Yule, G. U.: An Enquiry into the Nature of Frequency Distributions Representative of Multiple Happenings, with Particular Reference to the Occurrence of Multiple Attacks of Disease or of Repeated Accidents. - J. Roy. Statis. Soc. 83 (1920) 255.
4. Maritz, J. S.: On the Validity of Inferences drawn from the Fitting of Poisson and Negative Binomial Distributions to Observed Accident Data. - Psych. Bull. 5 (1950) 47.
5. Mintz, A. and Blum, M. L.: A Re-examination of the Accident Proneness Concept. J. Appl. Psych. 33 (1949) 195.

6. *Newbold, E. M.*: Contribution to the Study of Human Factor in the Causation of Accidents. - I. H. R. B. Report No. 34 (1926).
7. *Newbold, E. M.*: Practical Applications to the Statistics of Repeated Events, Particularly of Industrial Accidents. - J. Roy. Statist. Soc. 90 (1927) 487.
8. *Vernon, H. M.*: Accidents and Their Prevention. Cambridge Univ. Press. 1936.

Summary

STATISTICAL ANALYSIS OF ACCIDENTS

The autor points out the complexity of the problem which is far from being definitely solved. Since the time of the first investigators (GREENWOOD, WOODS, YULE, NEWBOLD) knowledge about this problem has advanced very little.

The explanation is given of the comparisons between the observed distribution of accidents and (a) the Poisson and (b) negative binomial distribution. The basic facts concerning the negative binomial distribution are presented. It is specially emphasized that conclusions from these comparisons should be drawn very carefully. Further difficulties confronting the study of accidents are as follows: (1) inconsistency of exposure, (2) no knowledge of how long the exposure should last to give a comprehensive evidence of all important factors, (3) insufficient knowledge of the influence of past accidents on future ones, (4) the loss in a sample of accidents of the people who leave the job or are killed, (5) decrease in the exposure time by sickness absence usually following accidents, (6) no precise definition existing so far of the term accident upon which the value of statistical analysis depends a great deal.

The vagueness of the term »accident proneness« is discussed and the term »accident liability« is recommended instead.

*Institute for Medical Research,
Z a g r e b*

*Received for publication
April 2, 1957*