

Úvod do světa feromonů

Mgr. Josef Janečka

Propher s.r.o.



Funkce feromonů

- Feromony jsou přirozené chemické látky produkované organismy k mezidruhové komunikaci, které ovlivňují chování nebo fyziologii jiných jedinců stejného druhu
- Jejich hlavní funkcí je přitáhnout sexuálního partnera, signalizovat poplach, značkovat teritorium nebo řídit sociální hierarchii.



Funkce feromonu

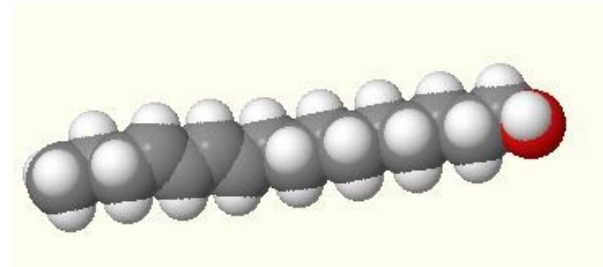
- komunikace kvůli rozmnožování: vábení a přivolávání opačného pohlaví
- prostorová orientace u hmyzu: například mravenci uvolňují feromony, aby navedli další jedince k potravě
- řízení sociálního uspořádání společenského hmyzu: termiště, mraveniště, včelstva aj. Např. včelí matka společenských druhů včel udržuje hierarchii ve společenstvu.
- obrana před vlivy prostředí a predátory – některé rostliny i živočichové produkují feromony, které vydají ostatním jedincům signál, že došlo k napadení a je nutná obrana nebo protiútok.
- oklamání kořisti - například pavouk bolasový dokáže syntetizovat pohlavní feromon své kořisti, aby ji nalákal do pasti a chytil ji.

Allelochemikálie zprostředkovávající mezidruhové komunikace

- Allelochemikálie rozdělujeme na allomony, kairomony a synomony dle toho, pro koho je vysílaný signál výhodný.
- Allomony jsou výhodné pro producenta a často jsou používány jako obrana proti predátorům.
- Kairomony jsou naopak výhodné pro příjemce, tudíž mnoho kairomonů pomáhá najít predátorům jejich kořist.
- Synomony jsou výhodné pro producenta i příjemce, např. květy uvolňují vůně, které lákají opylovače.

Historie poznání feromonu

- Historie vědeckého zkoumání feromonů se začala psát v roce 1959. Německý biochemik Adolf Butenandt po dvaceti letech intenzivního výzkumu izoloval první feromon v historii. Látku získal z bource morušového (*Bombyx mori*) a pojmenoval ji bombykol.
- Aby získal pouhých 12 miligramů čistého bombykolu, musel zpracovat extrakty z více než 500 000 samic motýla.
- (E,Z)-10,12-Hexadecadien-1-ol



Pokrok ve ve výzkumu

Semiochemical(s):

Kasang G	1978b	Naturwissenschaften	65:337	E10Z12-16OH	84	*	P	F
				E10E12-16OH	16			
				E10Z12-16Ald				
Kasang G	1978a	Z. Angew. Chem.	17:60	E10Z12-16OH	200	*	P	F ng
				E10Z12-16Ald	15			
Kaissling KE	1978	Naturwissenschaften	65:382	E10Z12-16Ald			P	F
Butenandt von A	1961	Z. Physiol. Chem.	324:71	E10Z12-16OH			P	F
Butenandt von A	1959a	Z. Naturforsch. B	14:283	E10Z12-16OH			P	F
				eucalyptol				

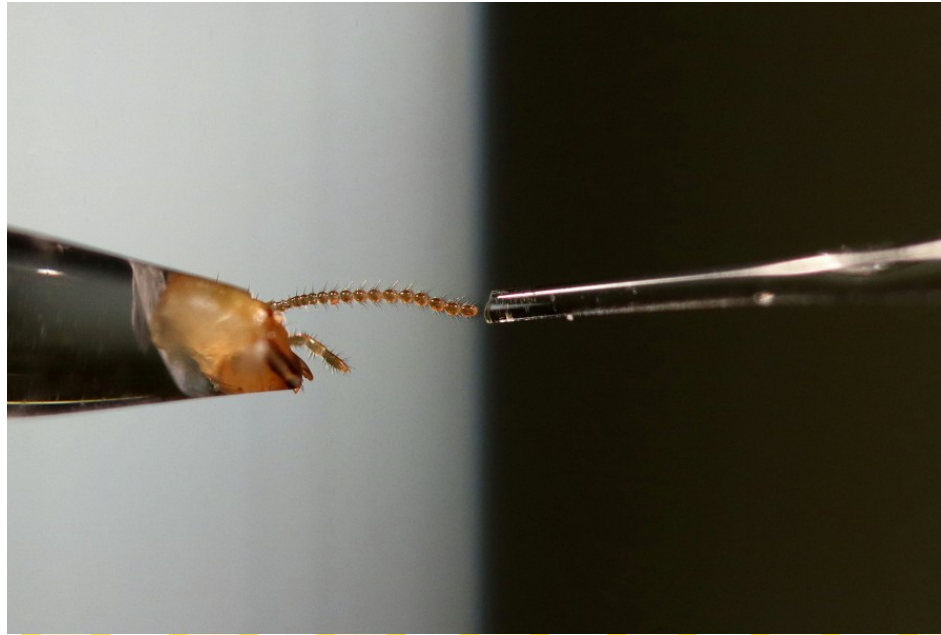
Francke W	1995a J. Chem. Ecol.	21:1043 alpha-pinene camphene beta-pinene verbenene S-3-carene myrcene alpha-terpinene limonene beta-phellandrene gamma-terpinene p-cymene alpha-terpinolene 3me-7-methylene-1,3E8-nonatriene trans-sabinene hydrate trans-pinocamphone isopinocampone longifolene bornyl acetate trans-pinocarveol estragole alpha-caryophyllene terpinyl acetate	P	Headspace volatile
Schlyter F	1987 J. Chem. Ecol.	13:701 2me-3-buten-2-ol cis-verbenol trans-verbenol myrtenol trans-myrtanol 2-phenylethanol	P	Agg. pheromone
Eidmann HH	1986 Naturwissenschaften	73:629 cis-verbenol 2me-3-buten-2-ol	A L	Sweden
Gavalyis VM	1981 Khemo. Nasek.	6:115 2me-3-buten-2-ol cis-verbenol ipsdienol	10 1 1	A L Lithuania
Bakke A	1977 Naturwissenschaften	64:98 2me-3-buten-2-ol cis-verbenol ipsdienol	P M	Agg. pheromone
Krawielitzki S	1977 Z. Angew. Entomol.	83:300 2me-3-buten-2-ol ipsdienol cis-verbenol	P M	Agg. pheromone
Bakke A	1976 Naturwissenschaften	63:92 cis-verbenol trans-verbenol ipsdienol ipsenol alpha-pinene	P M	Agg. pheromone
Vite JP	1972a Can. Entomol.	104:1967 ipsdienol ipsenol cis-verbenol trans-verbenol	P M	Agg. pheromone
Rudinsky JA	1971 Z. Angew. Entomol.	67:179 alpha-pinene beta-pinene limonene	P	Agg. pheromone

Elektroantenografie

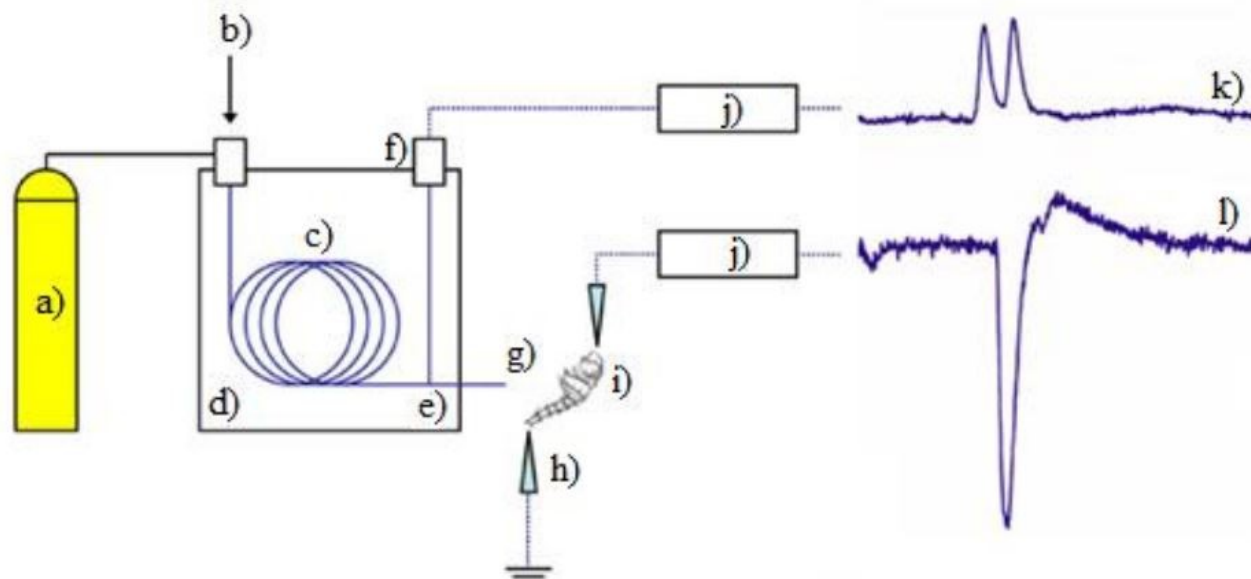
- (EAG) je vědecká metoda používaná v entomologii a ekologii k měření čichových reakcí hmyzu na chemické podněty, zejména feromony či rostlinné vůně. Zaznamenává elektrické potenciály (akční potenciály) vznikající na tykadle hmyzu, které je napojeno na elektrody, když receptorové buňky reagují na látky přiváděné např. z plynového chromatografu (GC)

2020: Barbora Száková

- Na fotografii je zachycen okamžik před propojením tykadla s elektrodou, zhotovené ze skleněné kapiláry naplněné solným roztokem. I zcela nepatrné elektrické síly přitahují tykadlo blíže k elektrodě, přičemž se vytvoří uzavřený elektrický okruh, na nějž je elektroantenogram napojen. Pokud je tykadlo vybaveno náležitými receptory, vzniká akční potenciál, který elektroantenogram zaznamená.



Určení feromonu



Obr. 2.9 Schéma plynového chromatografu s elektroantenografickou detekcí²⁵

a) nosný plyn, b) nástřik vzorku, c) kolona, d) termostat kolony, e) rozdělovač, f) plamenově ionizační detektor, g) elektroantenografický detektor, h) skleněná mikroelektroda, i) hmyzí tykadlo, j) zesilovač, k) záznam z FID, l) záznam z EAD

Určení feromonu

- Hmotnostní spektrometrie (MS): Jakmile je aktivní látka nalezena, hmotnostní spektrometr určí její přesné chemické složení a strukturu.
- Posledním krokem je potvrzení v terénu. Synteticky vyrobená látka se umístí do lapače a sleduje se, zda na ni hmyz skutečně reaguje tak, jak se předpokládalo.

Feromon po chemické stránce

- Z hlediska chemické struktury se ve feromonech vyskytuje mnoho strukturních typů,
- např. alifatické nenasycené sloučeniny, heterocyklické sloučeniny, makrocyclické sloučeniny, spiroketaly a terpeny.
- Klíčovou roli má i stereochemické uspořádání těchto sloučenin. Enantiomery, polohové izomery nebo sloučeniny s různou konfigurací na dvojně vazbě mohou vyvolat u hmyzu odlišné chování a mají tedy jinou biologickou funkci.

Primer feromony

- primer feromony vyvolávají fyziologické změny u daného živočicha a až poté dojde ke změně jeho chování.
- Klasickým příkladem primer feromonu je kyselina (2E)-9-oxo-dec-2-enová, kterou produkuje královna včely medonosné. Tato látka potlačuje u včelích dělnic vývoj vaječníků.

Spouštěcí feromony

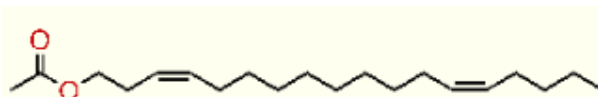
- Spouštěcí feromony vyvolají okamžitou reakci hmyzu
- Spouštěcí feromony se dále rozdělují podle typu chování, které ovlivňují, na stopovací, poplašné, značkovací, mrtvolné a sexuální...

Poplašné feromony

- Poplašné feromony značí převážně nebezpečí. Reakce hmyzu na poplašné feromony se liší v závislosti na jejich koncentraci. Nižší koncentrace přiláká hmyz směrem ke zdroji vylučovaného feromonu.
- Odpověď hmyzu na vyšší koncentraci velmi závisí na sociální organizaci kolonie. Méně organizované kolonie se dají na útěk, ale vysoce organizované budou vyšší koncentrací poplašného feromonu vybuzeny k útoku.

Sexuální feromony

- Sexuální feromony jsou látky vylučované jedním pohlavím určitého druhu k přilákání partnera stejného druhu za účelem páření.
- Některé složky sexuálního feromonu působí na delší vzdálenost, čímž přilákají partnera blíže.
- Po přiblížení se uplatňují složky sexuálního feromonu působící na krátkou vzdálenost a stimulují námluvy a páření.



(Z,Z)-3,13-Octadecadienyl acetate

Formula: C₂₀H₃₆O₂

CAS#: 53120-27-7

MW: 308.5

Lepidoptera, Sesiidae, Tinthiinae		
<i>Zenodoxus heucherae</i>	A	
<i>Zenodoxus mexicanus</i>	A	
<i>Zenodoxus rubens bexari</i>	A	
Lepidoptera, Thyrididae, Thyridinae		
<i>Thyris maculata</i>	A	Spotted thyris
Lepidoptera, Tineidae, Erechthiinae		
<i>Decadarchis simulans</i>	A	
Lepidoptera, Tineidae, Nemapogoninae		
<i>Nemapogon albipunctellus</i>	A	
<i>Nemapogon clematella</i>	A	Barred white moth
<i>Nemapogon falstriellus</i>	A	
<i>Nemapogon flavifrons</i>	A	
<i>Nemapogon granella</i>	A	
<i>Nemapogon heydeni</i>	P	European grain moth
<i>Triaxomera fulvimitrella</i>	A	Four-spotted clothes moth
Lepidoptera, Geometridae, Ennominae, Semiiothisini		
<i>Itame wauaria</i>	A	V-moth
Lepidoptera, Sesiidae, Sesiinae, Cissuvorini		
<i>Glossosphaeria romanovi</i>	P	
<i>Glossosphaeria romanovi</i>	P *	
Lepidoptera, Sesiidae, Sesiinae, Melittiini		
<i>Melittia calabaza</i>	A	Southwestern squash vine borer
<i>Melittia cucurbitae</i>	A	Squash vine borer
<i>Melittia cucurbitae</i>	P *	Squash vine borer
Lepidoptera, Sesiidae, Sesiinae, Paranthrenini		
<i>Euhagena emphytiiformis</i>	A	
<i>Nokona carulifera</i>	P	
<i>Paranthrene asilipennis</i>	A	Oak clearwing moth
<i>Paranthrene fenestrata</i>	A	
<i>Paranthrene pellucida</i>	A	Pine oak clearwing
<i>Paranthrene simulans</i>	A	Red oak clearwing borer
<i>Paranthrene simulans</i>	P	Red oak clearwing borer
<i>Paranthrene simulans palmii</i>	A	
<i>Paranthrene tabaniformis</i>	A	Dusky clearwing
<i>Vitacea polistiformis</i>	P	Grape root borer
<i>Vitacea polistiformis seminole</i>	A	
<i>Vitacea scepisiformis</i>	A	Lesser grape root borer
Lepidoptera, Sesiidae, Sesiinae, Sesiini		
<i>Sesia rhynchioides</i>	A	
<i>Sesia tibialis</i>	P	American hornet moth
<i>Sesia vezoensis</i>	A	
<i>Trilochana smaragdina</i>	P	
Lepidoptera, Sesiidae, Sesiinae, Synanthedonini		
<i>Alcathoe carolinensis</i>	A	
<i>Alcathoe pepsoides</i>	A	
<i>Bembecia ichneumoniformis</i>	A	Six-belted clearwing
<i>Bembecia parthica</i>	A	
<i>Bembecia puella</i>	A	
<i>Bembecia romanovi</i>	A	
<i>Bembecia zuvandica</i>	A	
<i>Carmentis albociliata</i>	A	
<i>Carmentis anthracipennis</i>	A	Liatriis borer moth
<i>Carmentis armasata</i>	A	

<i>Carmentis armasata</i>	A	
<i>Carmentis bassiformis</i>	A	Eupatorium borer moth
<i>Carmentis corni</i>	A	Aster borer moth
<i>Carmentis hipsides</i>	A	
<i>Carmentis rhacae</i>	A	Ithaca clearwing moth
<i>Carmentis laurelae</i>	A	
<i>Carmentis mimosa</i>	A	Mimosa stem-boring moth
<i>Carmentis mimuli</i>	A	Coronopus borer
<i>Carmentis odda</i>	A	
<i>Carmentis pallene</i>	A	
<i>Carmentis tecta</i>	A	Mistletoe stem-borer
<i>Carmentis texana</i>	A	Texana clearwing moth
<i>Carmentis welchellorum</i>	A	
<i>Chamaesphaeria bibioniformis</i>	A	
<i>Chamaesphaeria chalciformis</i>	A	
<i>Chamaesphaeria mezentzevi</i>	A	
<i>Chamaesphaeria schmidtiformis</i>	A	
<i>Chamaesphaeria zimmemanni</i>	A	
<i>Ichneumonoptera chrysophanes</i>	P *	Persimmon clearwing borer
<i>Penstemonia clarkii</i>	A	
<i>Penstemonia edwardsii</i>	A	
<i>Podosesia aureocincta</i>	A	Banded ash clearwing
<i>Podosesia syringae</i>	A	Lilac borer
<i>Podosesia syringae</i>	P	Lilac borer
<i>Pyropteron sp.</i>	A	
<i>Sannina uroceriformis</i>	A	Persimmon borer
<i>Synanthedon acerni</i>	A	Maple callus borer
<i>Synanthedon acernubri</i>	A	Red maple borer
<i>Synanthedon albicornis</i>	A	Western willow clearwing
<i>Synanthedon bicingulata</i>	P *	
<i>Synanthedon bolteri</i>	A	Northern willow clearwing
<i>Synanthedon caucasicum</i>	A	
<i>Synanthedon culiciformis</i>	A	Large red-belted clearwing
<i>Synanthedon decipiens</i>	A	Oak gall borer
<i>Synanthedon decipiens</i>	P	Oak gall borer
<i>Synanthedon exitiosa</i>	A	Peachtree borer
<i>Synanthedon exitiosa</i>	P	Peachtree borer
<i>Synanthedon fatifera</i>	A	Lesser viburnum clearwing
<i>Synanthedon fulvipes</i>	A	
<i>Synanthedon geliformis</i>	A	
<i>Synanthedon haitangvora</i>	P *	Pecan bark borer
<i>Synanthedon hector</i>	A	Cherrytree borer
<i>Synanthedon hector</i>	P	Cherrytree borer
<i>Synanthedon kathayae</i>	A	Holly borer
<i>Synanthedon myopaeformis</i>	A	Apple clearwing
<i>Synanthedon myopaeformis</i>	P	Apple clearwing
<i>Synanthedon novarensis</i>	A	Douglas-fir pitch moth
<i>Synanthedon pictipes</i>	A	Lesser peachtree borer
<i>Synanthedon proxima</i>	A	Eastern willow clearwing
<i>Synanthedon pyri</i>	A	Apple bark borer
<i>Synanthedon refulgens</i>	A	Red-lined clearwing
<i>Synanthedon rhododendri</i>	A	Rhododendron borer
<i>Synanthedon rubrofascia</i>	A	Tupelo clearwing
<i>Synanthedon sapygaformis</i>	A	Florida oakgall moth
<i>Synanthedon scitula</i>	A	Dogwood borer
<i>Synanthedon scitula</i>	P	Dogwood borer
<i>Synanthedon scoliaformis</i>	P	Welsh clearwing
<i>Synanthedon sequoiae</i>	A	Sequoia pitch moth
<i>Synanthedon softneri</i>	P	Honeysuckle clearwing moth
<i>Synanthedon tenuis</i>	A	Smaller clearwing
<i>Synanthedon tenuis</i>	P	Smaller clearwing
<i>Synanthedon typhaeformis</i>	A	
<i>Synanthedon vespiformis</i>	A	Yellow-legged clearwing
<i>Synanthedon vespiformis</i>	P	Yellow-legged clearwing
<i>Synanthedon viburni</i>	A	Viburnum clearwing
Lepidoptera, Sesiidae, Tinthiinae, Pennisetini		
<i>Pennisetia eucheripennis</i>	A	



Monitoring výskytu

- Rozhodnutí o aplikaci
- Přesně časovaná aplikace insekticidů

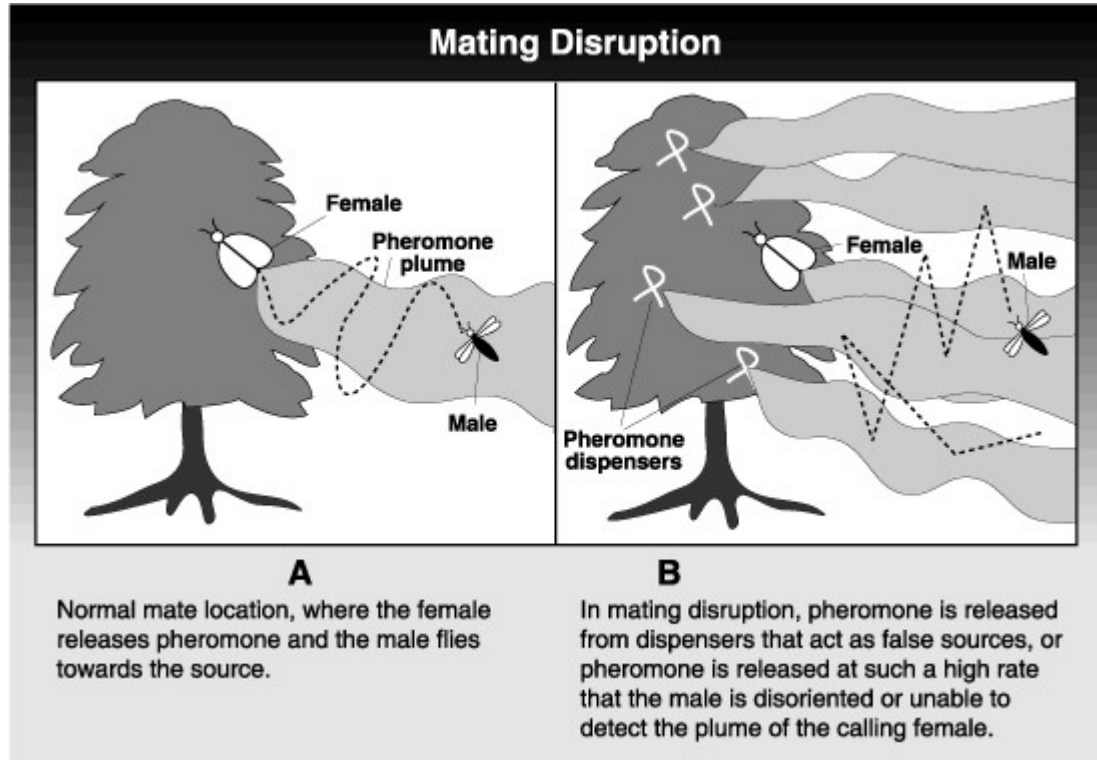
Masový odchyt Drvopleň hrušňový



Nesytka rybízová



Mating disruption



Velké množství silných zdrojů ve feromonu zabrání efektivnímu páření škůdce

Evoluční tlak na minoritní složky feromonu

Abeceda feromonů a místní nářečí

Geograficky oddělené populace si často přestanou rozumět po stránce sexuálního feromonu.

Synanthedon tenuis Butler

Naka H	2013	Appl. Entomol. Zool.	48:27	Z3Z13-18Ac	P F	Japan
Yang CY	2012	J. Chem. Ecol.	38:1159	Z3Z13-18OH	P F	Korea
Tamaki Y	1977c	Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.	21:106	Z3Z13-18Ac	A	

Stromolezoucí
postřikovač
pro tvorbu stojících
otrávených lapáků
na lýkožrouty



Stromolezoucí postřikovač při aplikaci

Umístění
feromonových
odparníků na
centrální strom



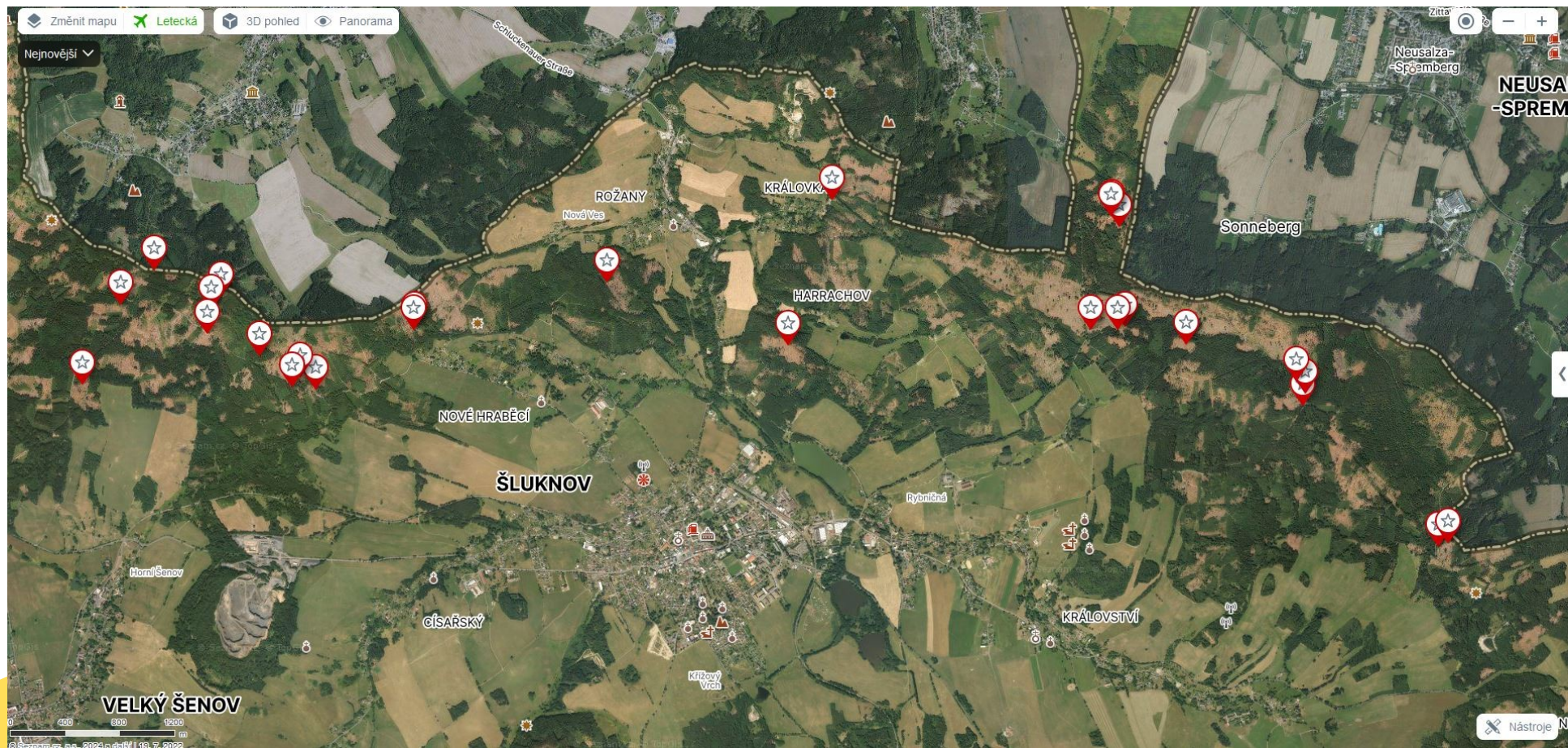
Lapací skupina centrální strom s feromonem a krycí stromy



Práce v lese

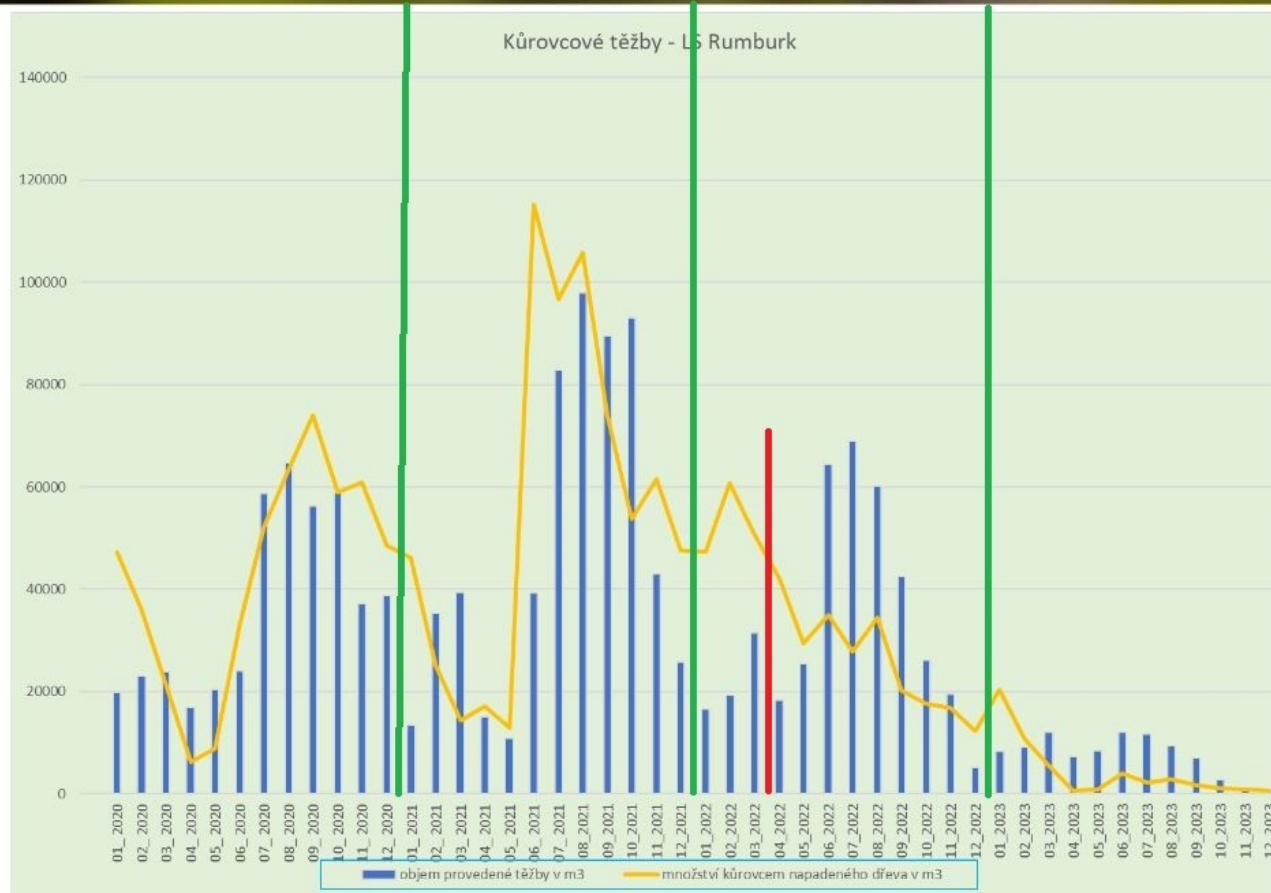


Umístění skupin v lese



Výsledky aplikace na LS Rumburk

Lesní správa Rumburk – kůrovcové těžby 2020 - 2023



Děkuji za pozornost!

Josef Janečka

Propher s.r.o.

janecka@propher.cz