Нарушения на въздушното пространство от парапланерни полети в България

Описателен анализ на местата и характера на навлизанията
в перманентни зони (CTR, TMA, забранени)

Изготвен: 2 юли 2026 г.
Извадка: 2484 полета от архива на skynomad (~6% от ~40 000 полета)
Период на данните: юни 2024 – юни 2026 г.

Резюме

Анализирани са **2484 парапланерни полета** — представителна извадка от архива на skynomad (около 6% от порядъка на 40 000 регистрирани полета). От тях **495 полета (20%) навлизат** поне веднъж в перманентна зона на контролираното въздушно пространство, реализирайки общо **2525 навлизания** (incursions) за период от две години. Това не са изолирани случаи, а системно явление: всеки пети полет от извадката засяга зона.

Навлизанията в огромното си мнозинство са съществени, а не периферни докосвания на границата: **54% са дълбоки** и **36% са пресичащи** (право преминаване през зоната), докато едва 10% са периферни. Навлизанията са силно концентрирани във времето — пик през **юли** и около обедните часове (~14:00 местно време), тоест в термичния сезон и прозорец, когато въздушният трафик също е активен.

Географски проблемът е доминиран от **София (LBSF)** (229 полета, 1199 навлизания), следван от Пловдив и крайбрежните летища. Настоящият доклад е *описателен* — картографира и интерпретира къде, колко дълбоко, кога и от какъв тип са нарушенията; конкретни предложения за промяна на въздушното пространство са предмет на отделна фаза.

1. Методология и данни

1.1 Данни

Траекториите произхождат от архива на skynomad (Leonardo) — публичен регистър на парапланерни полети в България. Обработени са 2484 полета във формат на секундни точки (географска дължина/ширина и GPS височина в метри). Броят е извадка от значително по-голям архив (порядъка на 40 000 полета); резултатите са индикативни за модела на нарушенията, а не изчерпателен одит на всички полети. Представителността зависи от начина на подбор на извадката — при разширяване на извадката абсолютните числа ще нараснат, но относителните модели се очаква да се запазят.

Зоните на въздушното пространство са 26 перманентни зони за България — 5 контролни зони на летища (CTR), 20 терминални зони (TMA) и 1 забранена зона (LB-P1) — извлечени от OpenAIP и класифицирани по ICAO име. Временните зони (TRA) и по-голямата част от опасните зони, които се активират по NOTAM, съзнателно са изключени, тъй като не са постоянно активни.

1.2 Дефиниции

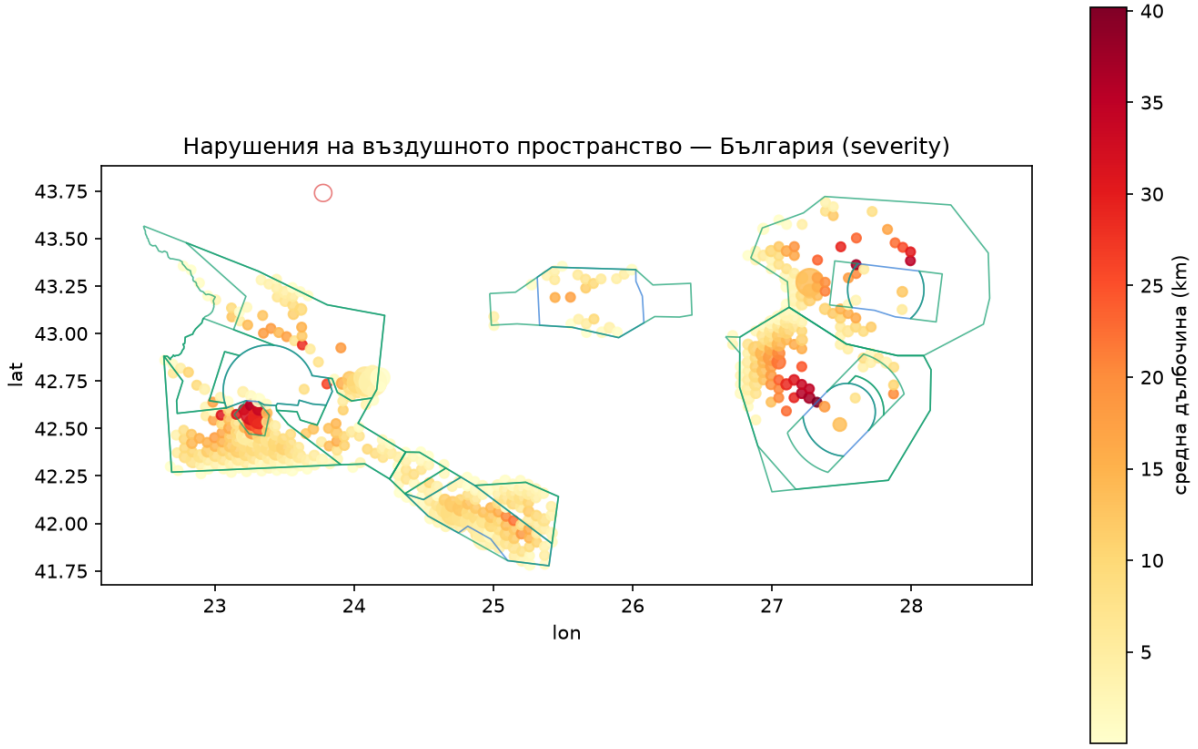
Навлизане (incursion) — непрекъснат участък от един полет, попадащ едновременно странично в зоната и в нейния височинен интервал (долна граница ≤ височина ≤ горна граница). **Латерална дълбочина** — най-голямото разстояние (km) от точка на навлизането до границата на зоната, тоест колко навътре е проникнал полетът. **Тип**: *периферен* (дълбочина < 1 km), *дълбок* (≥ 1 km) и *пресичащ / transit* (право преминаване — хорда вход→изход ≥ 3 km и ≥ 60% от изминатия път в зоната). Тежестта на всяко място се кодира двойно: цвят по дълбочина, размер по брой различни полети.

1.3 Височинен модел и ограничения

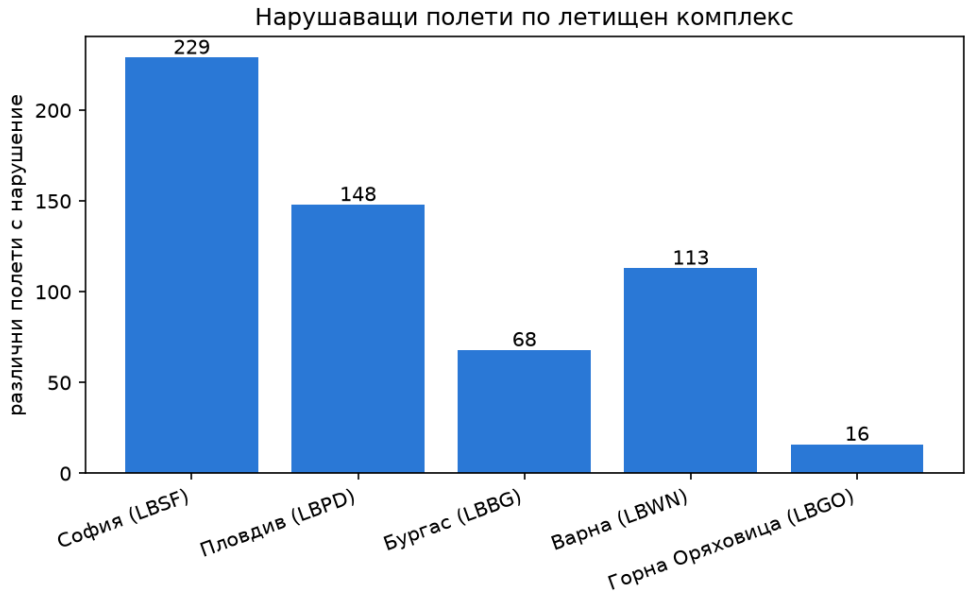
Височините на зоните са приведени в метри, като нивата по стандартно налягане (STD/FL) се третират като AMSL (стандартна атмосфера, без корекция по QNH). Това внася неопределеност от порядъка на ±100 m. Навлизане, чийто връх остава в рамките на ±150 m над вдигната долна граница, е маркирано като *гранично* (near_floor) — на ниво извадка **21% от навлизанията** са такива и следва да се тълкуват предпазливо, тъй като при по-точна барометрична корекция част от тях може да отпаднат. Контролните и забранените зони са с долна граница на морско ниво/земя, така че при тях няма височинна неопределеност — всяко странично навлизане е реално. Всички разстояния и площи са изчислени в метрична проекция UTM зона 35N.

2. Национален преглед

Картата на страната обобщава всички 2525 навлизания като топлинни точки, оцветени по средна дълбочина и оразмерени по брой различни полети. Ясно се откроява епицентърът непосредствено южно от София — над старт Комините (Витоша) — под терминалните зони, както и вторични огнища около Пловдив и по Черноморието.



Фиг. 1. Национална карта на нарушенията (цвят = средна дълбочина, размер = брой полети). Контурите са перманентните зони по категория.

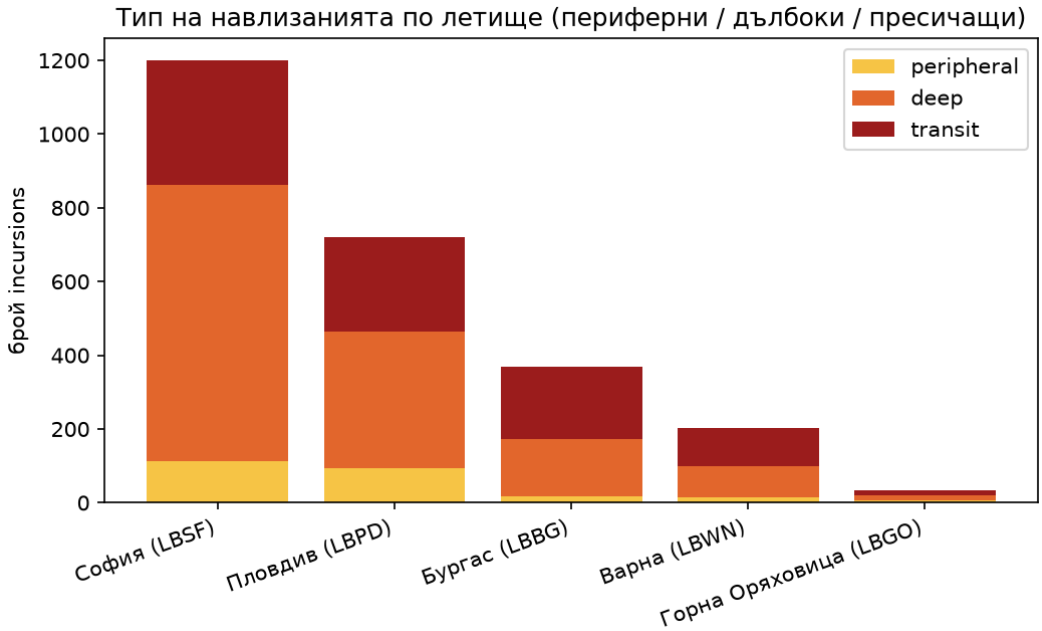


Фиг. 2. Различни нарушаващи полети по летищен комплекс.

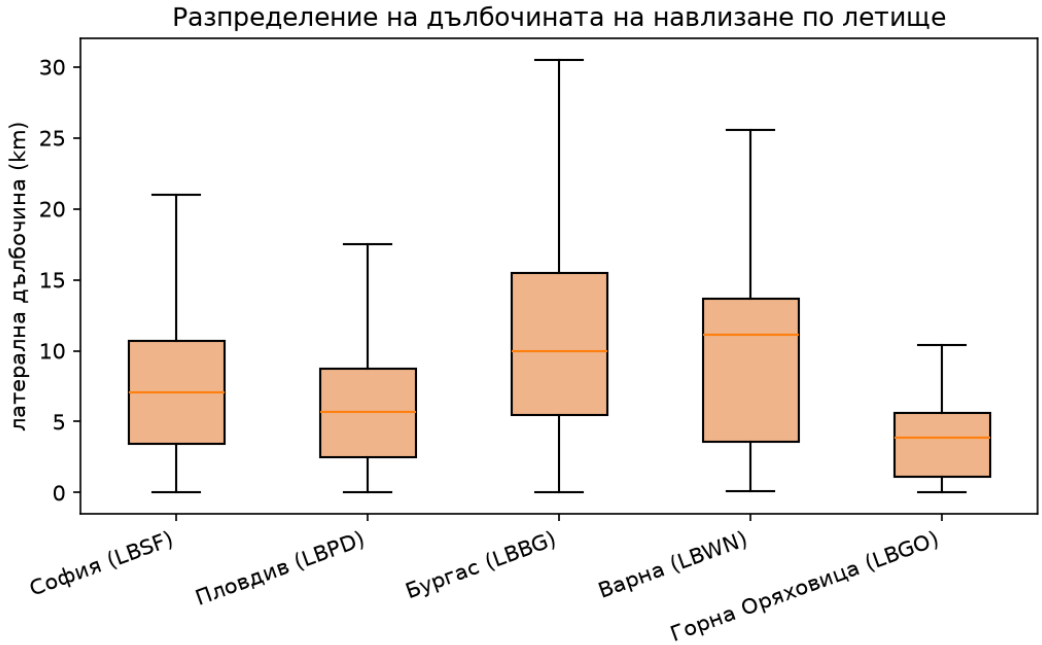
Летище	Полети	Навл.	Периф.	Дълб.	Transit	Мед. дълб.	Макс дълб.
София (LBSF)	229	1199	10%	62%	28%	7.0 km	36.5 km

Летище	Полети	Навл.	Периф.	Дълб.	Transit	Мед. дълб.	Макс дълб.
Пловдив (LBPD)	148	721	13%	51%	36%	5.7 km	22.2 km
Бургас (LBBG)	68	369	5%	43%	53%	10.0 km	40.6 km
Варна (LBWN)	113	203	7%	42%	51%	11.1 km	39.4 km
Горна Оряховица (LBGO)	16	33	21%	42%	36%	3.9 km	17.0 km

Табл. 1. Обобщение по летищен комплекс (CTR + околните TMA).



Фиг. 3. Тип на навлизанията по летище.



Фиг. 4. Разпределение на латералната дълбочина по летище.

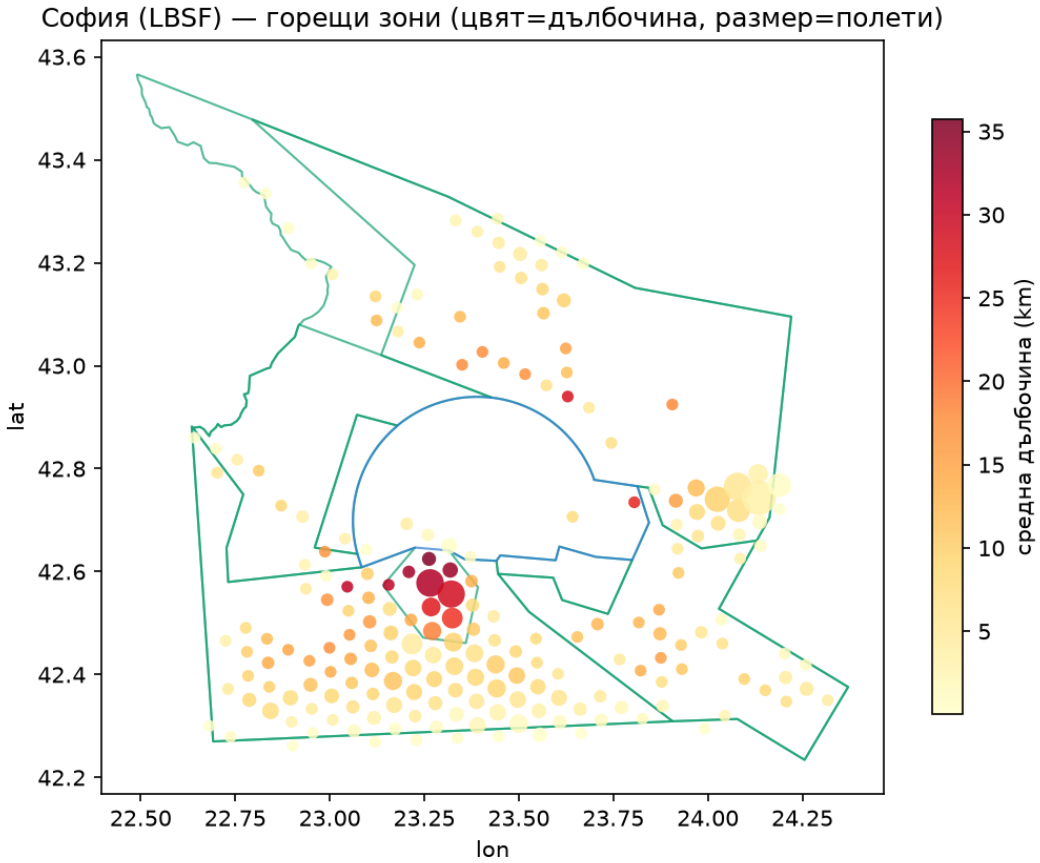
Три модела се повтарят на национално ниво. Първо, тежестта е реална: около 90% от навлизанията са дълбоки или пресичащи. Второ, времевата концентрация е висока — пикът е през юли, а по-голямата част от навлизанията са между 12 и 16 ч. местно време (обедните термични часове). Трето, височинно навлизанията се

случват предимно между ~2250 и 2750 m (медиана/90-и персентил), с върхове до 3921 m — тоест на нива, достижими при силни термики и вълнови условия над планинските масиви.

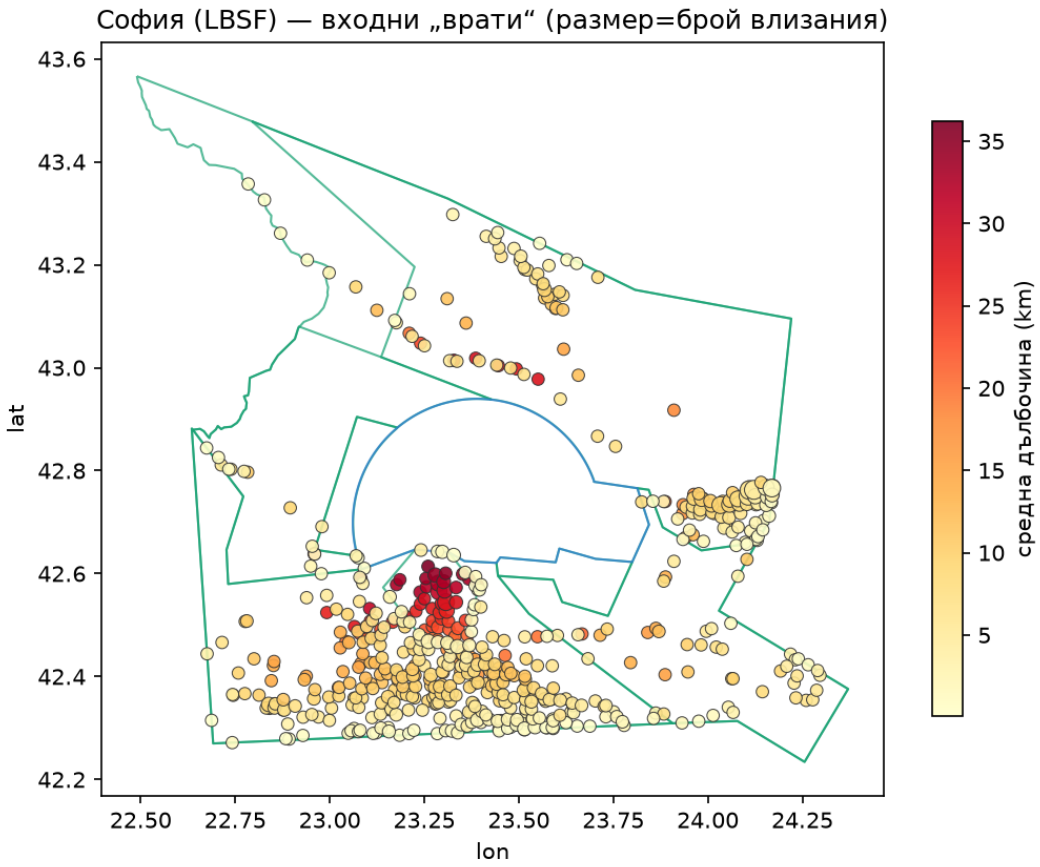
3. София (LBSF)

Комплексът обхваща 7 перманентни зони. Регистрирани са **229 нарушаващи полета** с 1199 навлизания — 62% дълбоки, 28% пресичащи, 10% периферни. Медианната латерална дълбочина е 7.0 km (максимум 36.5 km), а водещата зона е „TMA 1 SOFIA“. Височинно навлизанията достигат медиана 2590 m (90-и персентил 2905 m); пикът е през юли.

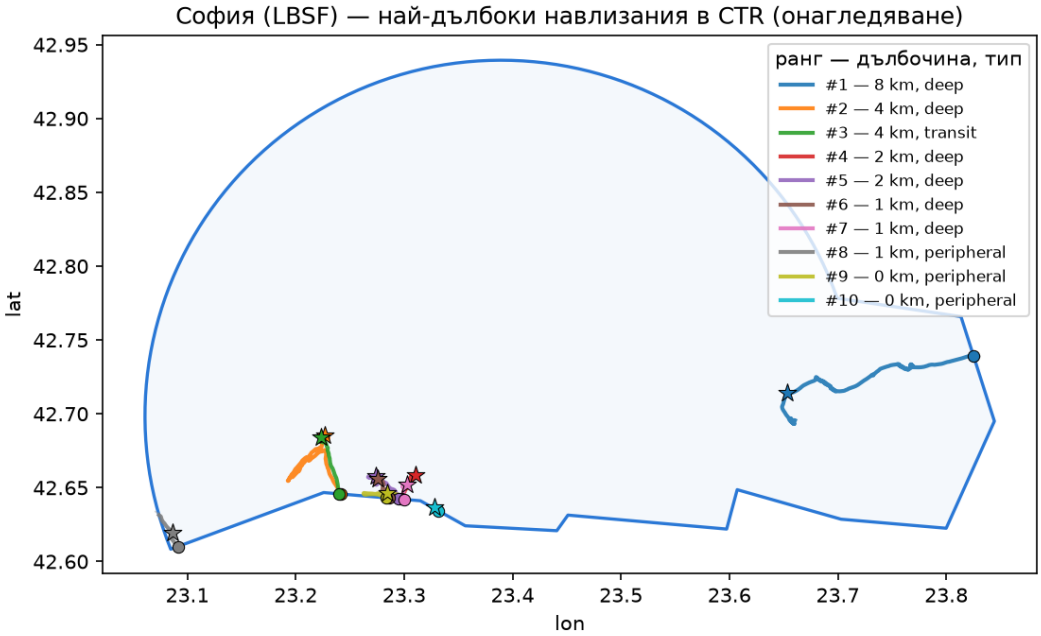
Това е най-натовареният и най-дълбоко засегнат комплекс. Най-дълбоките навлизания са концентрирани непосредствено южно от София, над старт Коминте (Витоша), където термичните условия качват пилотите високо в ниските долни граници на терминалните зони. Характерно е разминаването между вход и дълбочина: повечето полети влизат в комплекса от изток — около старт Златица (~24.1°E) — и проникват най-дълбоко на запад, до района на Коминте; тоест типичният сценарий е далечен преход от централния Балкан, който навлиза в терминалния комплекс на София. Делът гранични навлизания е висок (28%), защото долните граници на TMA-тата тук са около 2590 m — точно в диапазона на добрите термични дни; тази част следва да се чете с уговорката за височинната неопределеност.



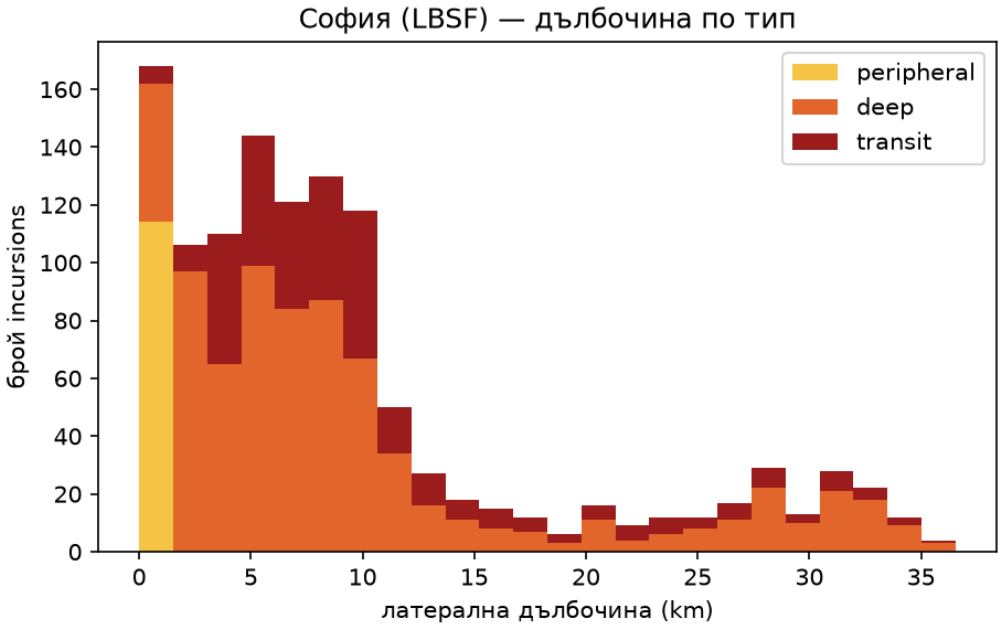
Фиг. SOFIA-1. Горещи зони: цвят = средна дълбочина, размер = брой различни полети.



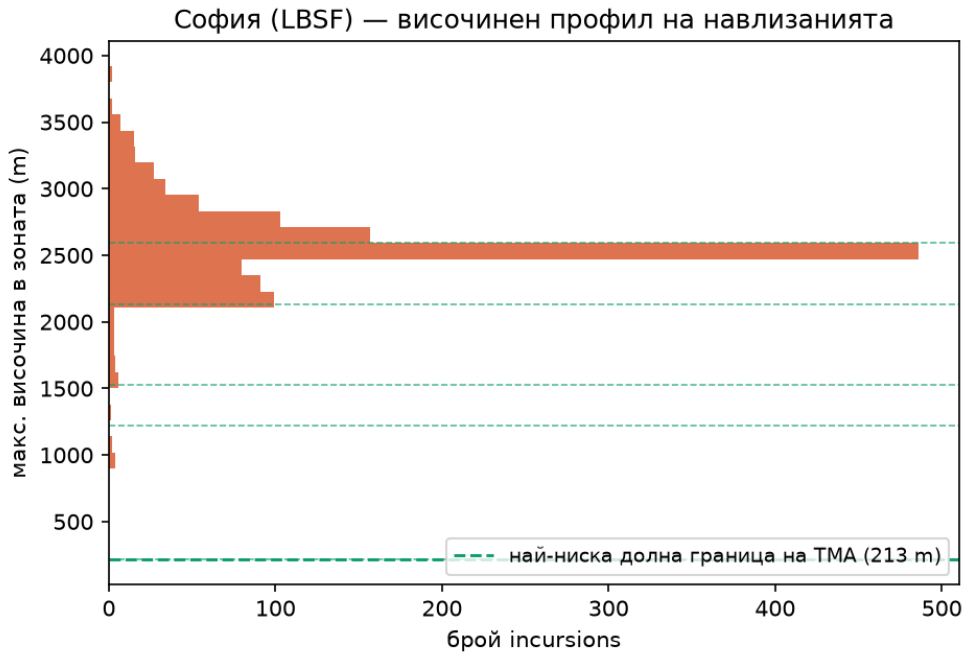
Фиг. SOFIA-2. Входни „врати“: размер = брой влизания, цвят = средна дълбочина.



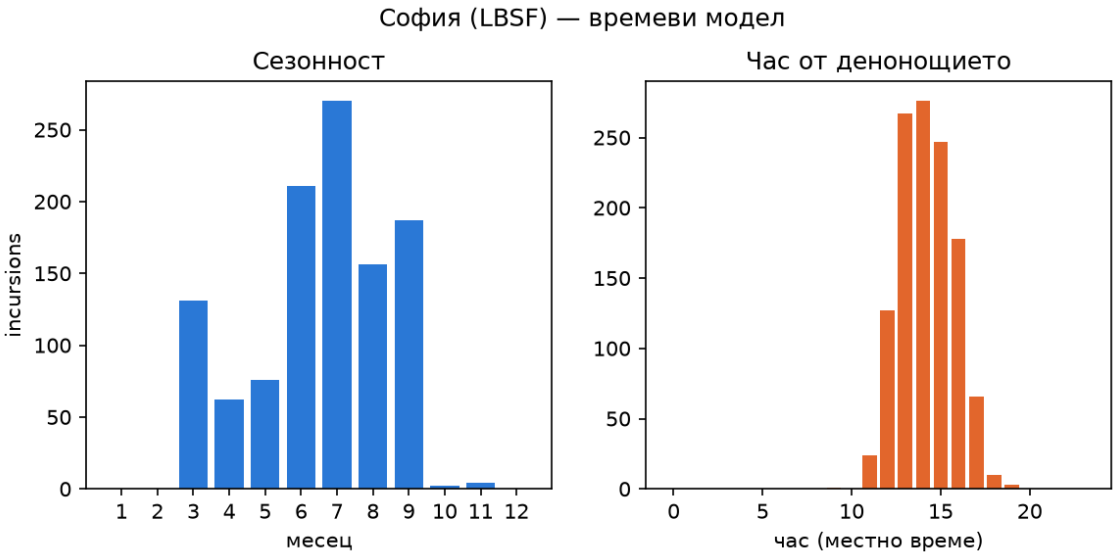
Фиг. SOFIA-3. Най-дълбоките навлизания в контролната зона (CTR) като реални траектории — онагледяване, анонимно (● вход · ★ най-дълбока точка · сиво = подход/изход).



Фиг. SOFIA-4. Разпределение на дълбочината по тип.



Фиг. SOFIA-5. Височинен профил на навлизанията (прекъснатите линии са долните граници на TMA).

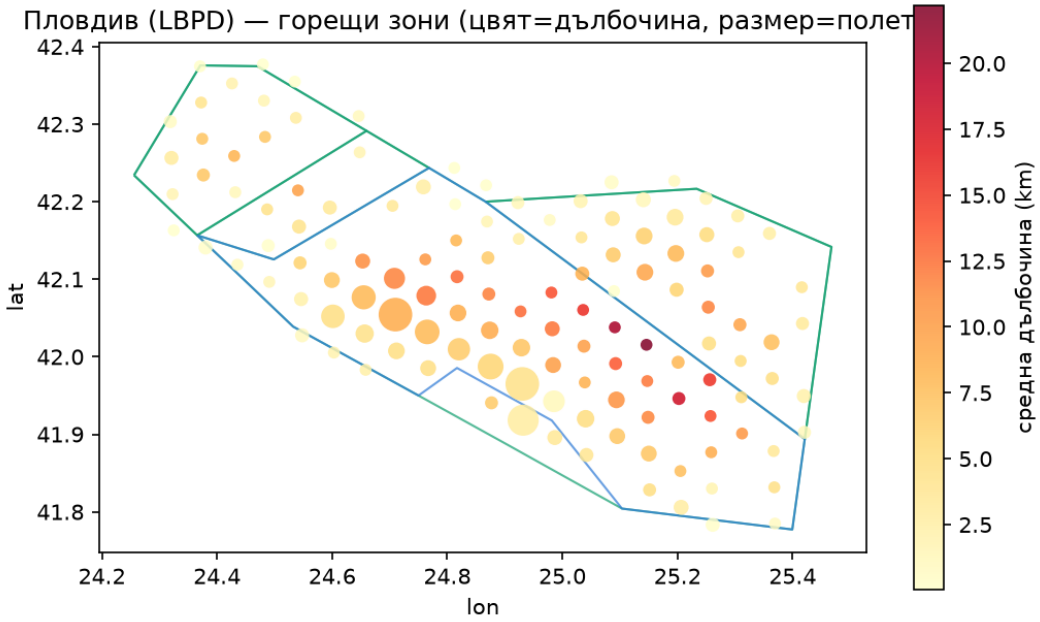


Фиг. SOFIA-6. Времеви модел (сезонност и час от денонощието).

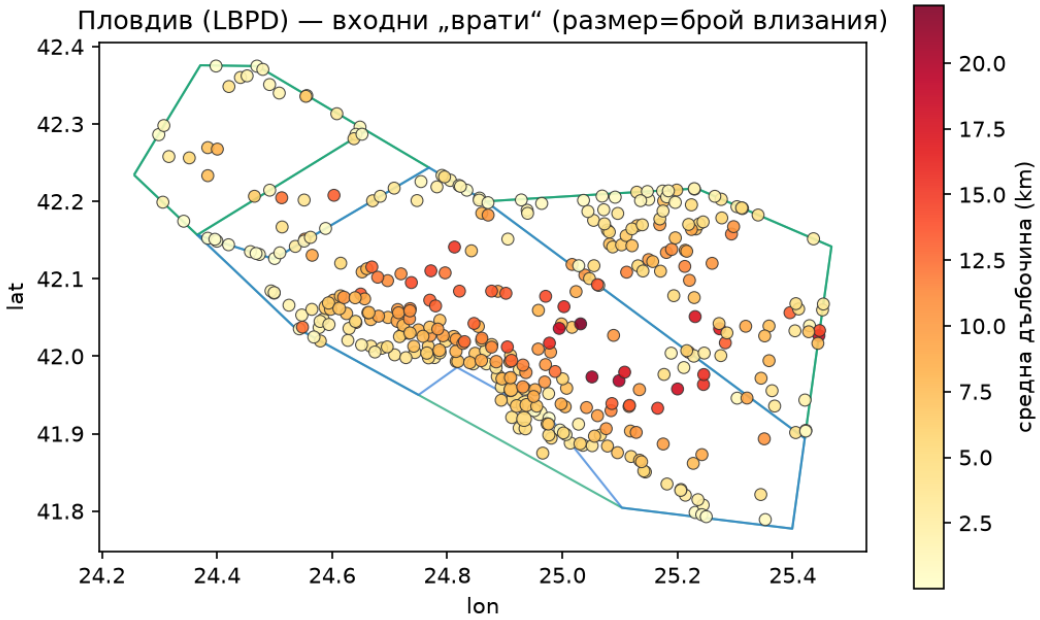
4. Пловдив (LBPD)

Комплексът обхваща 5 перманентни зони. Регистрирани са **148 нарушаващи полета** с 721 навлизания — 51% дълбоки, 36% пресичащи, 13% периферни. Медианната латерална дълбочина е 5.7 km (максимум 22.2 km), а водещата зона е „CTR LBPD“. Височинно навлизанията достигат медиана 1828 m (90-и персентил 2322 m); пикът е през юли.

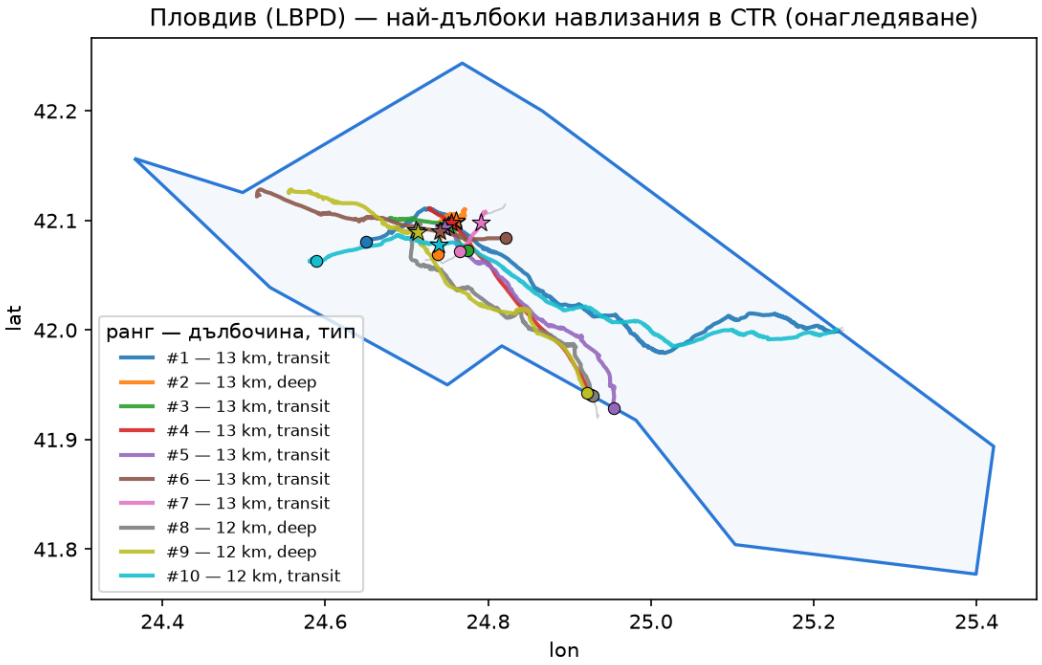
Особеното тук е, че водещата зона е самата контролна зона на летището (CTR LBPD), а не околните TMA — медианната височина на навлизанията (~1828 m) е близо до горната граница на CTR. Това означава прелитания над района на летището на височина, а не само периферни докосвания. Делът пресичащи (36%) е значителен и отговаря на транзитни прелитания по оста север–юг между планината и Тракийската низина.



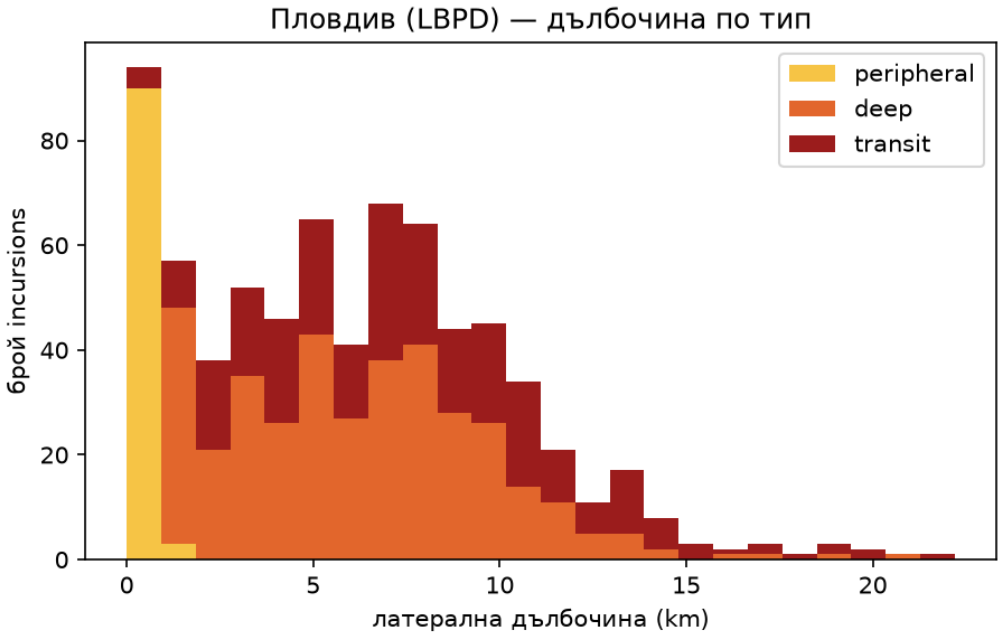
Фиг. PLOVDIV-1. Горещи зони: цвят = средна дълбочина, размер = брой различни полети.



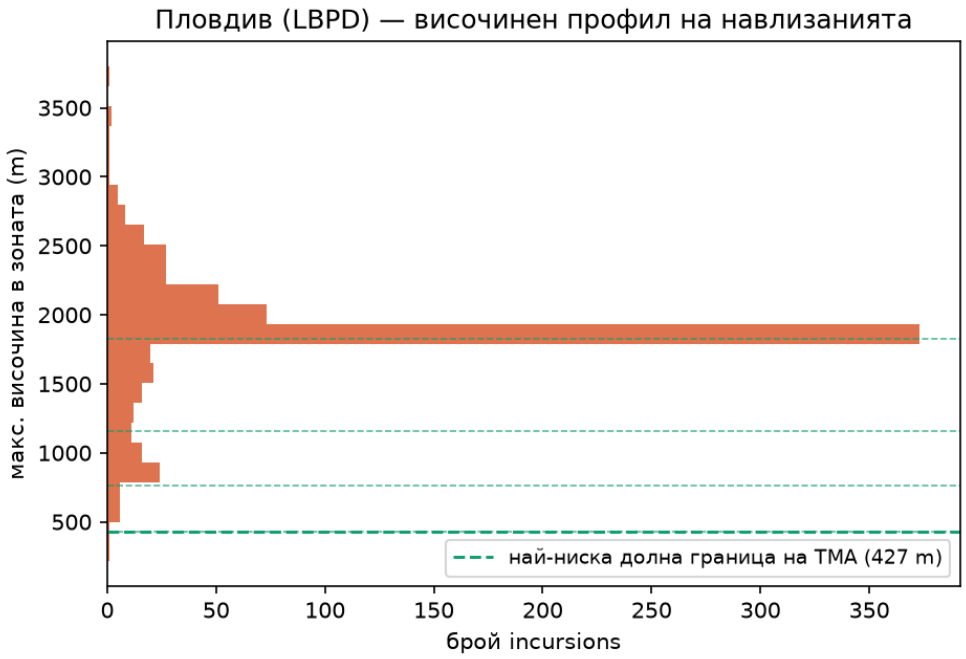
Фиг. PLOVDIV-2. Входни „врати“: размер = брой влизания, цвят = средна дълбочина.



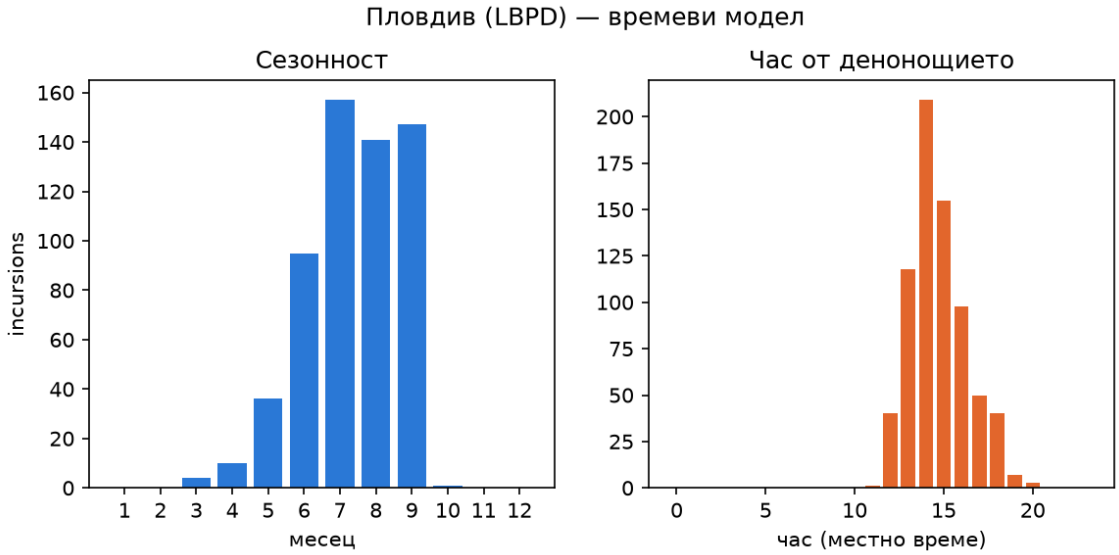
Фиг. PLOVDIV-3. Най-дълбоките навлизания в контролната зона (CTR) като реални траектории — онагледяване, анонимно (● вход · ★ най-дълбока точка · сиво = подход/изход).



Фиг. PLOVDIV-4. Разпределение на дълбочината по тип.



Фиг. PLOVDIV-5. Височинен профил на навлизанията (прекъснатите линии са долните граници на TMA).

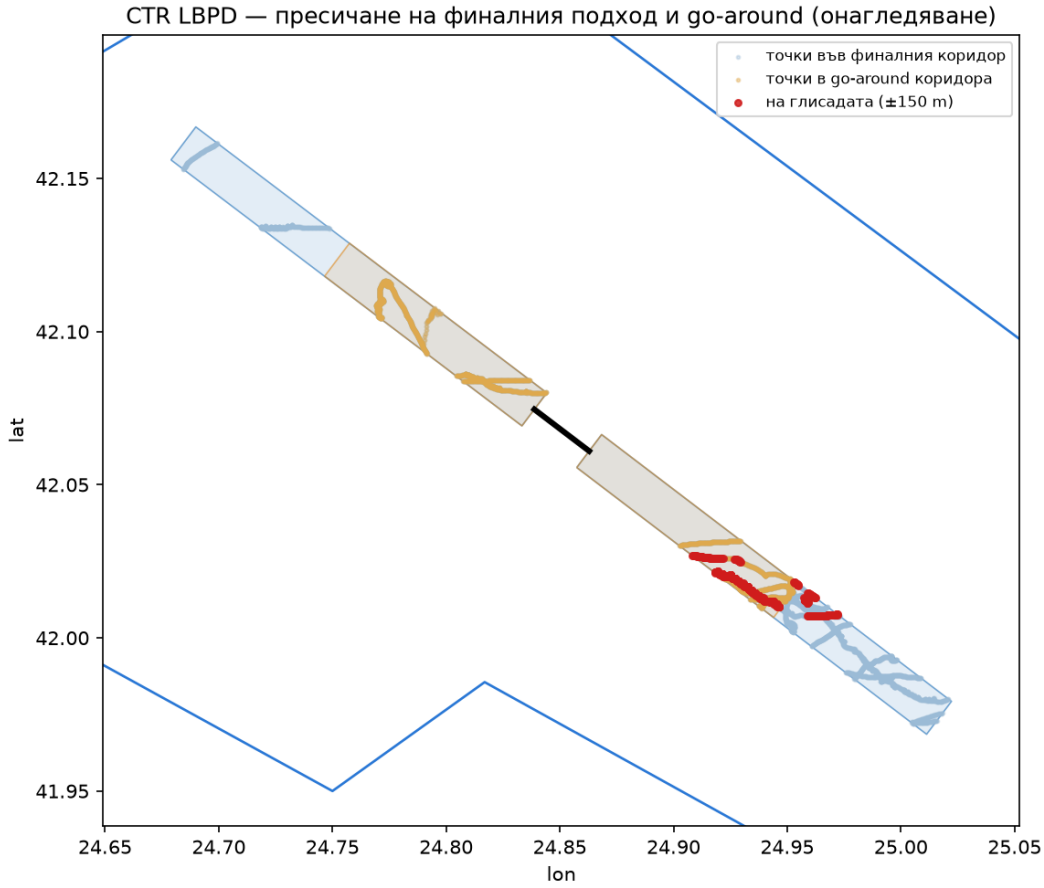


Фиг. PLOVDIV-6. Времеви модел (сезонност и час от денонощието).

4.1 Конфликт с подхода на летището

Освен площта на зоната, тук е критичен и самият подход на летището. По проверени данни за пистата (OurAirports, пista 12/30) реконструирахме финалния подход — ос на пистата, продължена до 16 km от прага, коридор ±0.75 km и наклон на глисадата 3° — както и началния коридор на пропуснат подход (go-around) до 9 km зад отсрещния праг.

От извадката **19 различни полета пресичат финалния коридор** — 13 към пista 30 (от югоизток) и 6 към пista 12 — а **3 от тях са на самата глисада** (±150 m от 3° профил), всичките на подхода към пista 30. Началния go-around коридор пресичат **11 полета**.



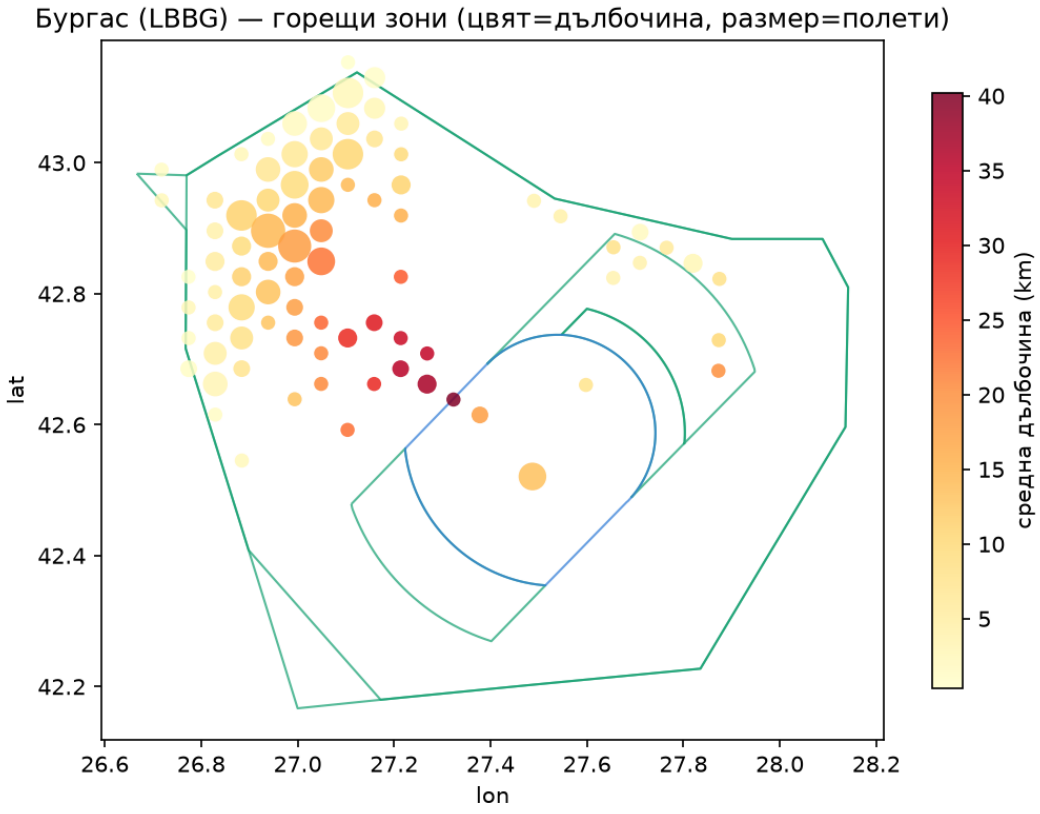
Фиг. PLOVDIV-7. Пресичане на финалния подход (синьо) и go-around (оранжево) на LBPD; черно = пистата, червено = точки на самата глисада. Анонимно.

Уговорки: двете посоки на пистата са показани едновременно, но в даден момент е активна само една (по вятър/ILS) — конфликтите по височина са на подхода към писта 30. Go-around е моделиран само в началния прав изкачващ участък; завоят и полетът по кръга и повторен заход не са включени, така че реалната експозиция е по-голяма. Числата са от описаната извадка.

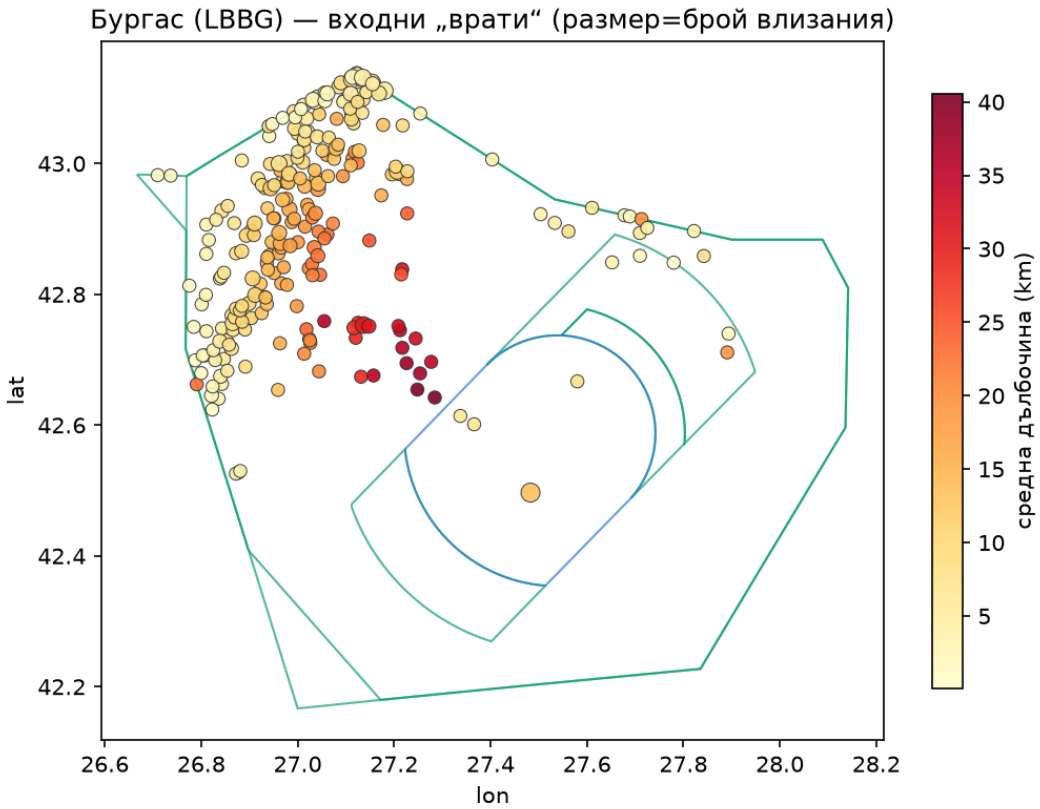
5. Бургас (LBBG)

Комплексът обхваща 4 перманентни зони. Регистрирани са **68 нарушаващи полета** с 369 навлизания — 43% дълбоки, 53% пресичащи, 5% периферни. Медианната латерална дълбочина е 10.0 km (максимум 40.6 km), а водещата зона е „TMA BURGAS V“. Височинно навлизанията достигат медиана 1676 m (90-и персентил 2399 m); пикът е през август.

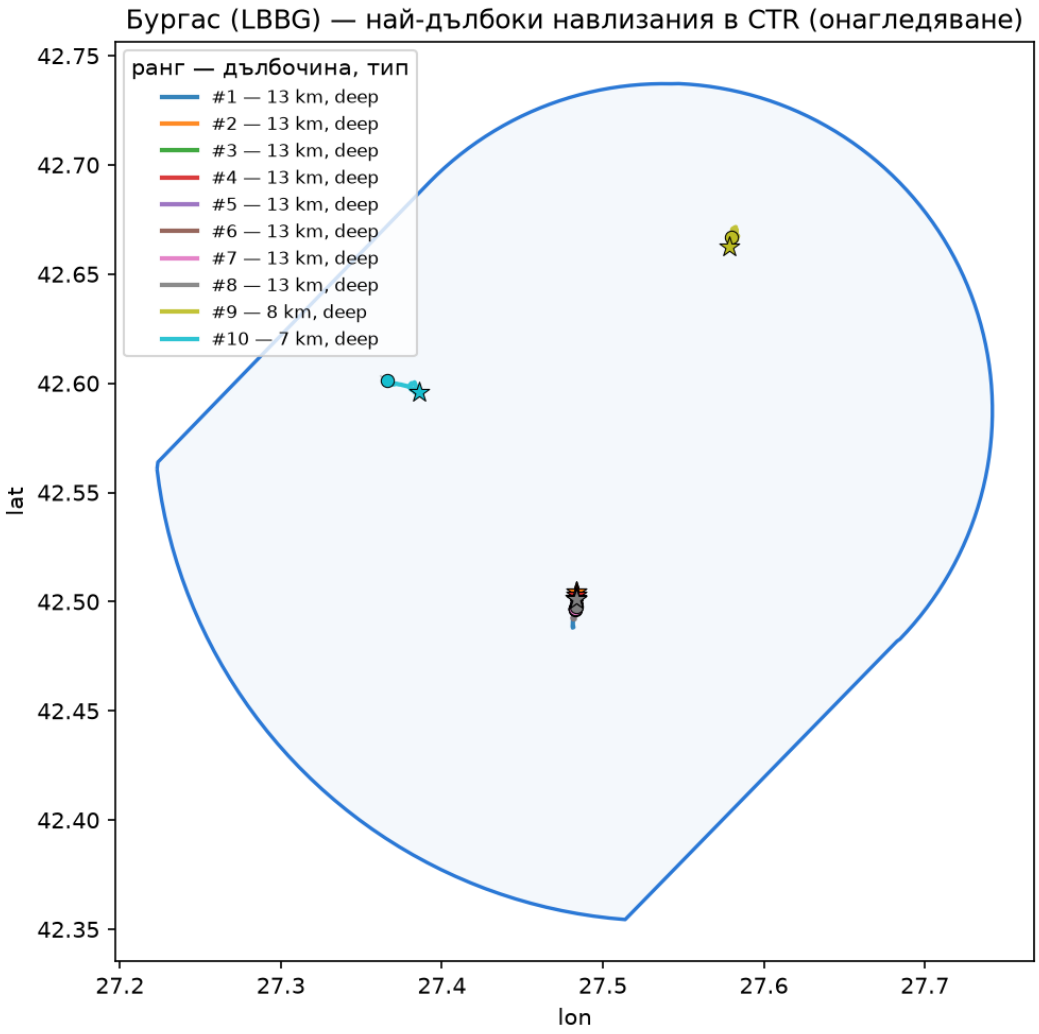
Бургас е доминиран от *пресичащи* навлизания (53%) и има най-голямата максимална дълбочина от всички комплекси (40.6 km). Моделът отговаря на дълги крайбрежни прелитания, които пресичат терминалните зони по крайбрежието. Ниският дял периферни (5%) показва, че когато полет засегне зона тук, той обикновено я пресича съществено, а не я докосва.



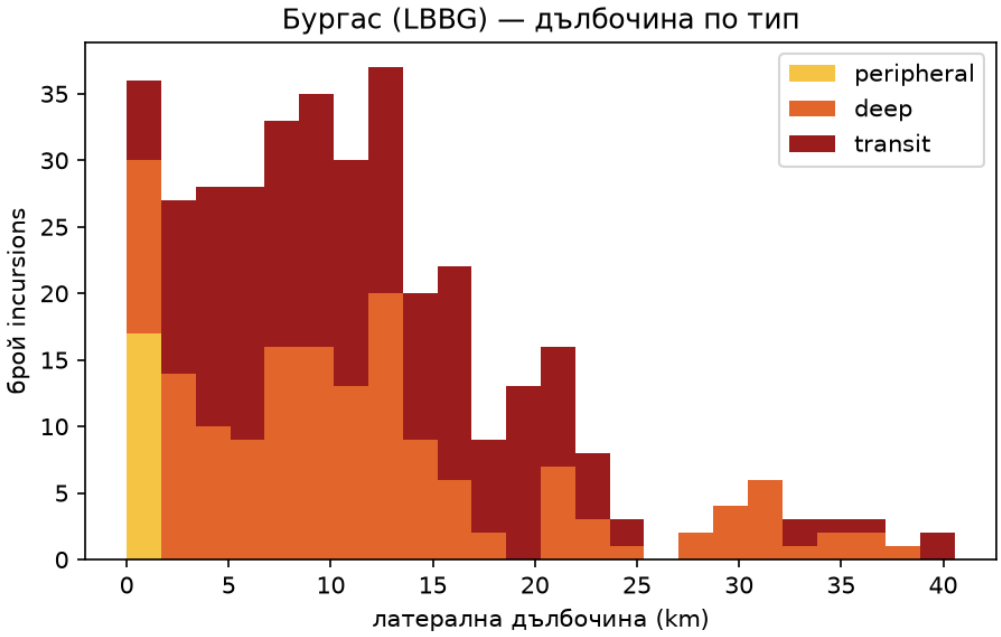
Фиг. BURGAS-1. Горещи зони: цвят = средна дълбочина, размер = брой различни полети.



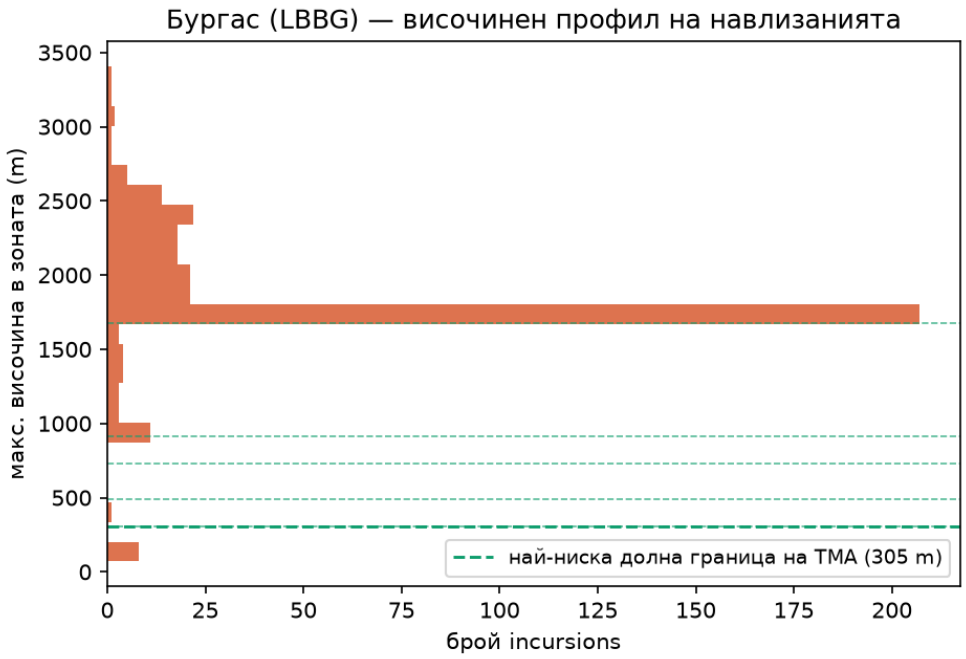
Фиг. BURGAS-2. Входни „врати“: размер = брой влизания, цвят = средна дълбочина.



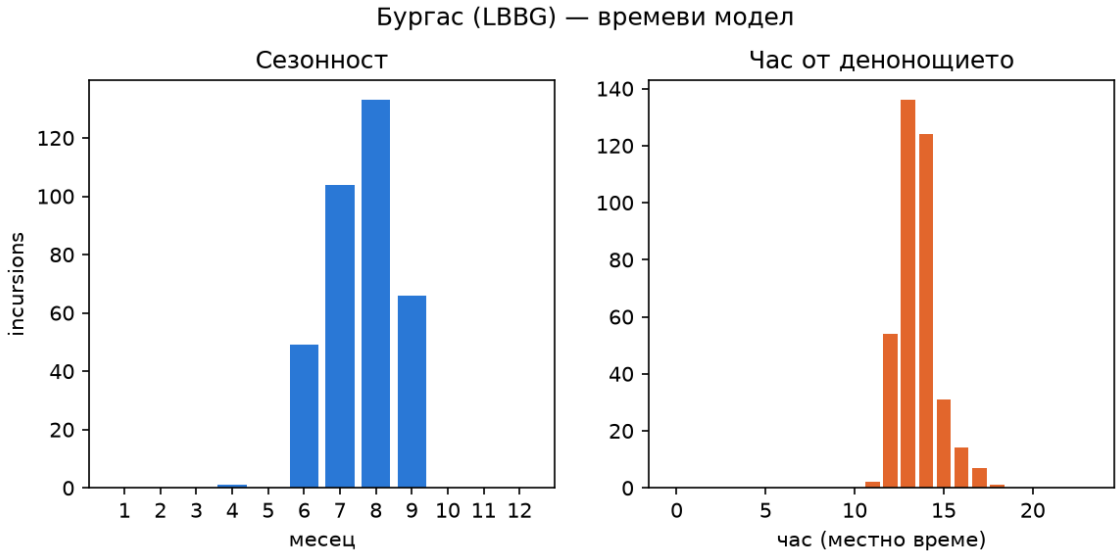
Фиг. BURGAS-3. Най-дълбоките навлизания в контролната зона (CTR) като реални траектории — онагледяване, анонимно (● вход · ★ най-дълбока точка · сиво = подход/изход).



Фиг. BURGAS-4. Разпределение на дълбочината по тип.



Фиг. BURGAS-5. Височинен профил на навлизанията (прекъснатите линии са долните граници на TMA).

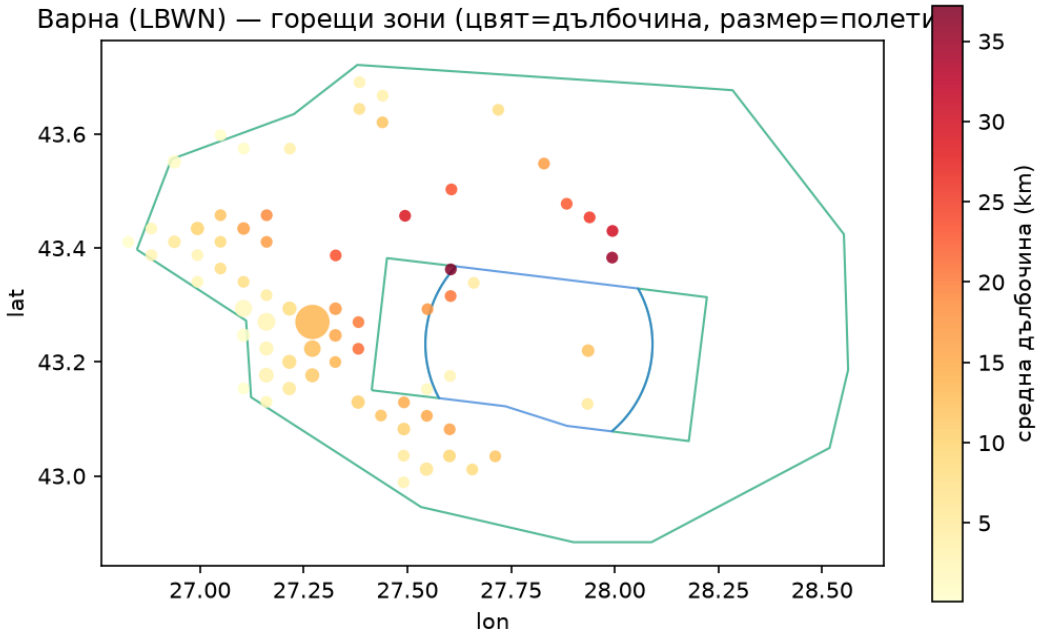


Фиг. BURGAS-6. Времеви модел (сезонност и час от денонощието).

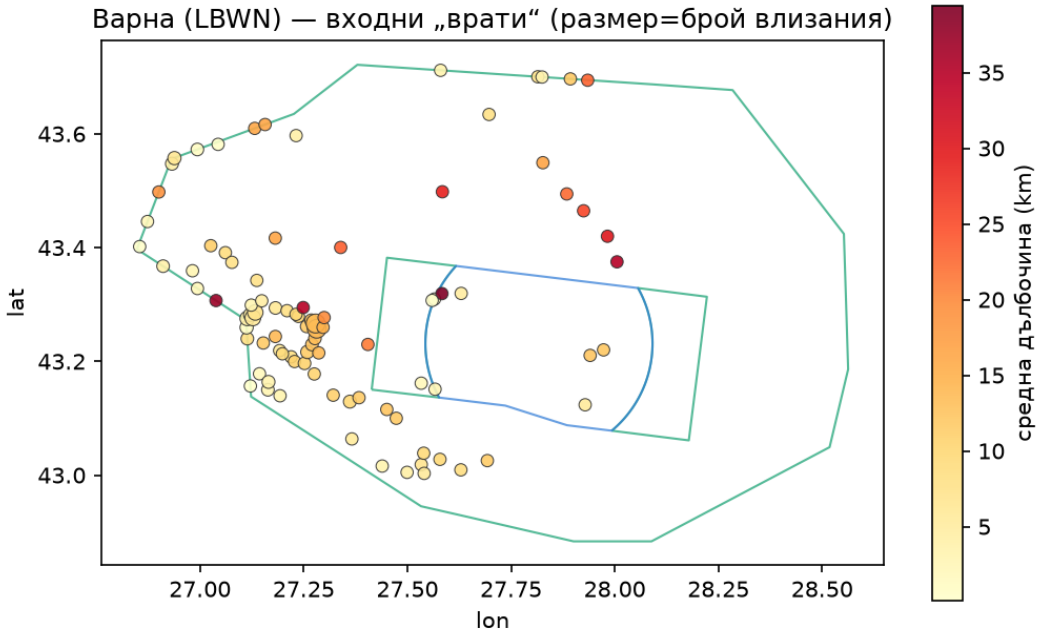
6. Варна (LBWN)

Комплексът обхваща 3 перманентни зони. Регистрирани са **113 нарушаващи полета** с 203 навлизания — 42% дълбоки, 51% пресичащи, 7% периферни. Медианната латерална дълбочина е 11.1 km (максимум 39.4 km), а водещата зона е „TMA 1 VARNA“. Височинно навлизанията достигат медиана 1842 m (90-и персентил 2599 m); пикът е през август.

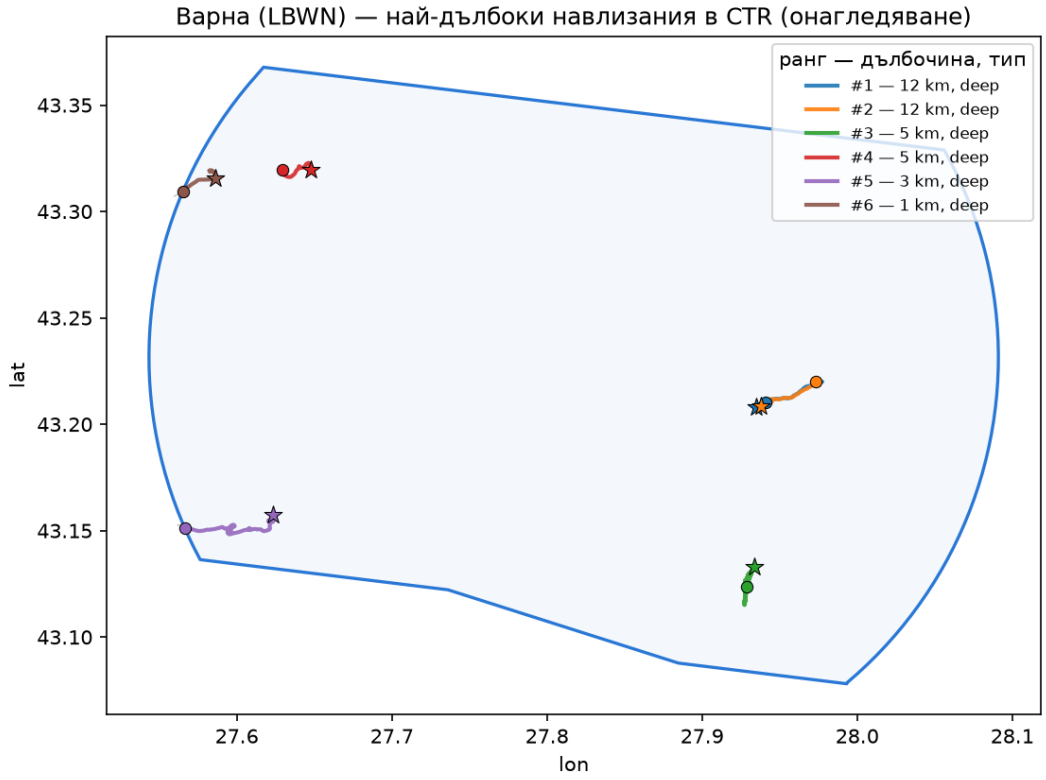
Варна показва най-голямата медианна дълбочина (11.1 km) и силно пресичащ профил (51%) — тоест сравнително малко на брой, но дълбоки и „право през зоната“ навлизания, типични за крайбрежни прелитания. Сезонният пик е през август, изместен спрямо континенталните летища.



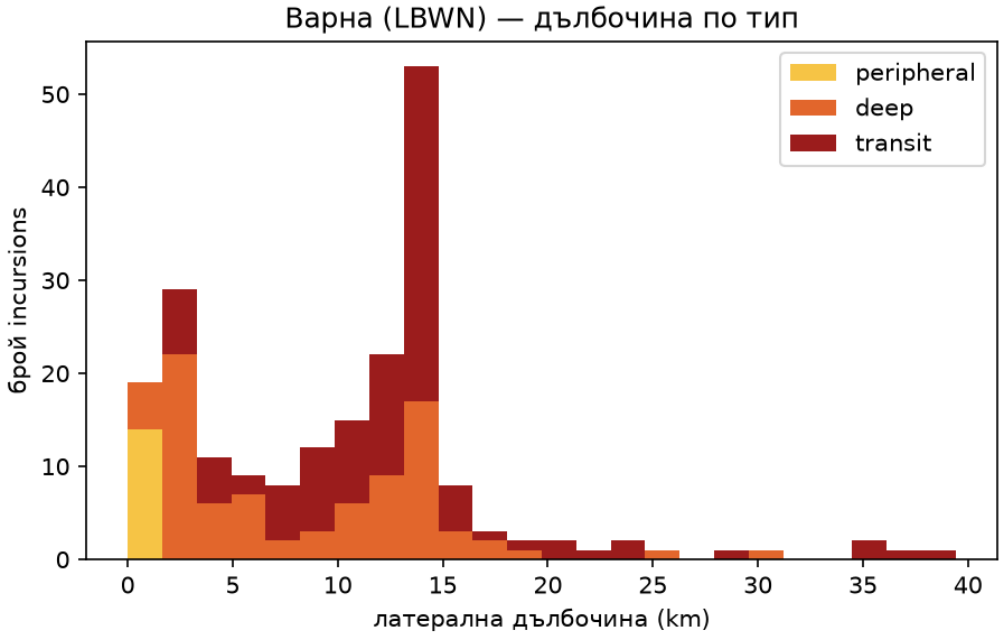
Фиг. VARNA-1. Горещи зони: цвят = средна дълбочина, размер = брой различни полети.



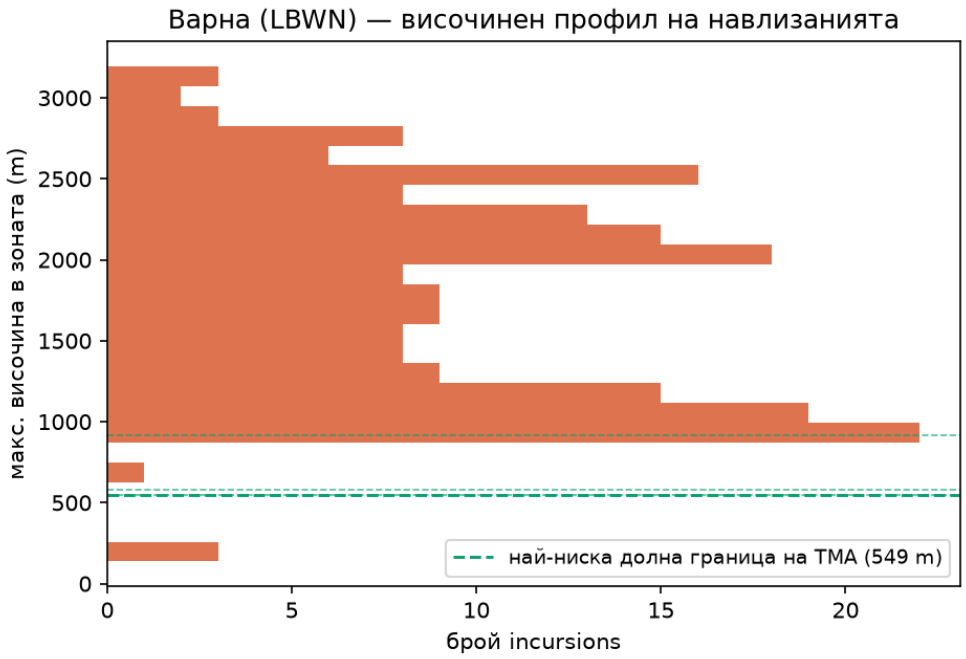
Фиг. VARNA-2. Входни „врати“: размер = брой влизания, цвят = средна дълбочина.



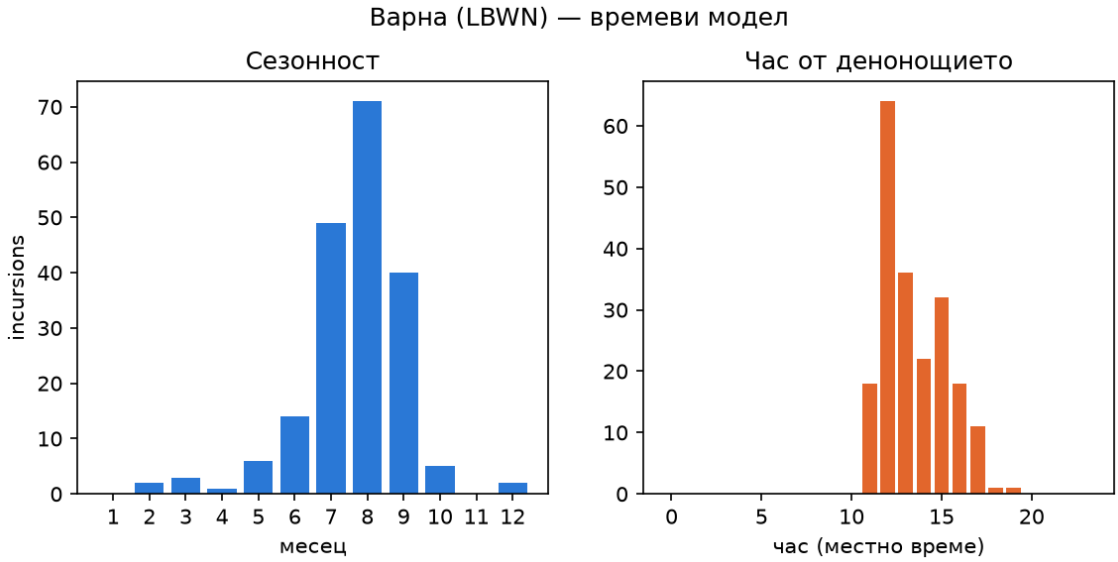
Фиг. VARNA-3. Най-дълбоките навлизания в контролната зона (CTR) като реални траектории — онагледяване, анонимно (● вход · ★ най-дълбока точка · сиво = подход/изход).



Фиг. VARNA-4. Разпределение на дълбочината по тип.



Фиг. VARNA-5. Височинен профил на навлизанията (прекъснатите линии са долните граници на TMA).

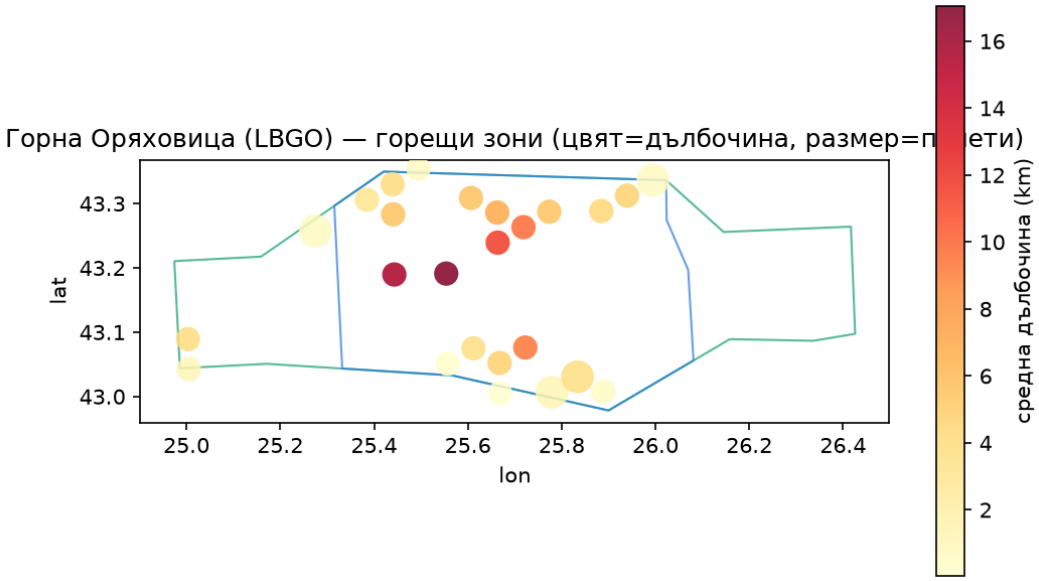


Фиг. VARNA-6. Времеви модел (сезонност и час от денонощието).

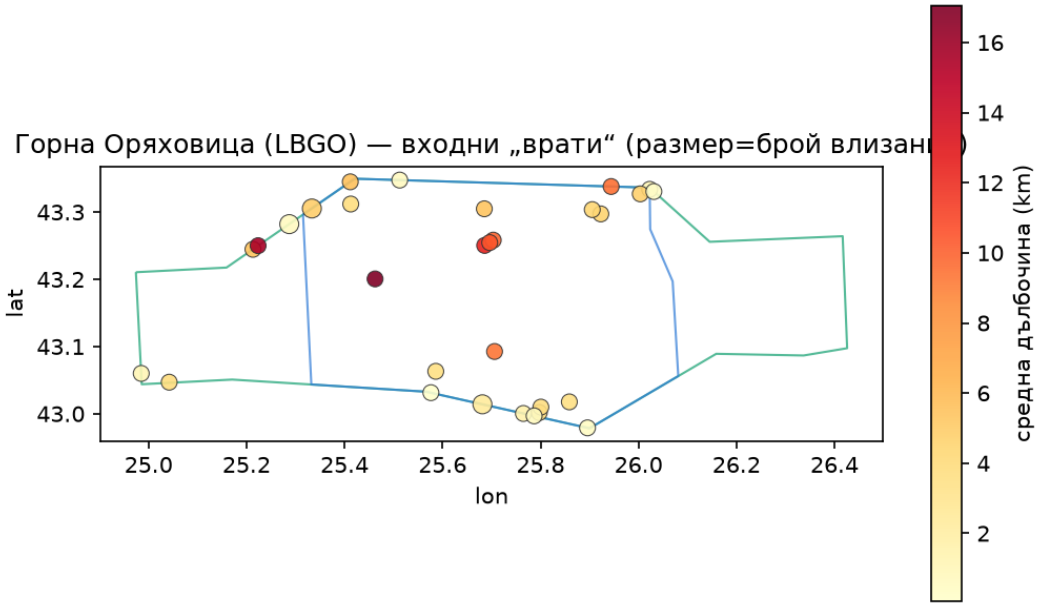
7. Горна Оряховица (LBGO)

Комплексът обхваща 2 перманентни зони. Регистрирани са **16 нарушаващи полета** с 33 навлизания — 42% дълбоки, 36% пресичащи, 21% периферни. Медианната латерална дълбочина е 3.9 km (максимум 17.0 km), а водещата зона е „TMA 1 GORNA“. Височинно навлизанията достигат медиана 1023 m (90-и персентил 2491 m); пикът е през юли.

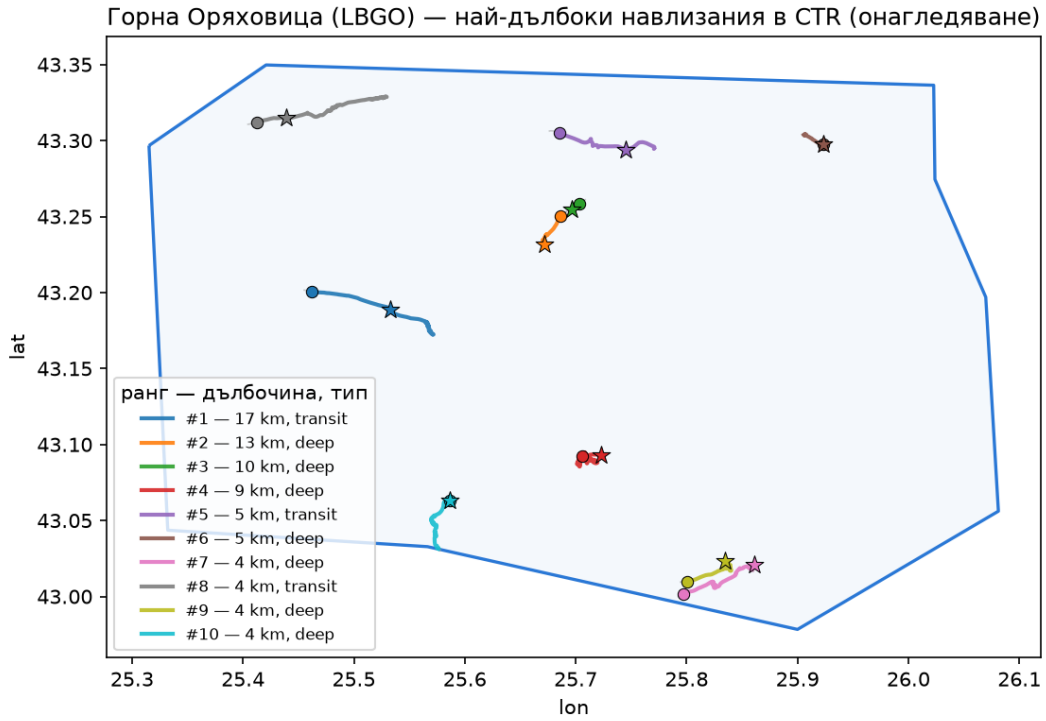
Горна Оряховица е с най-малък обем (16 полета) и най-плитък профил (медиана 3.9 km), с относително по-висок дял периферни навлизания (21%). Навлизанията са предимно в TMA, а не в самата CTR.



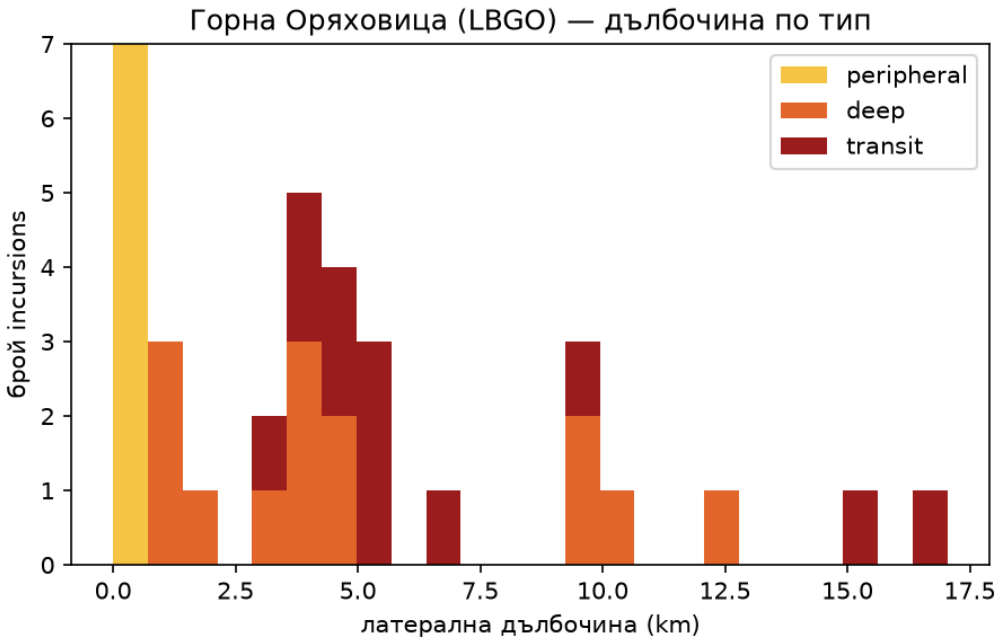
Фиг. GORNA-1. Горещи зони: цвят = средна дълбочина, размер = брой различни полети.



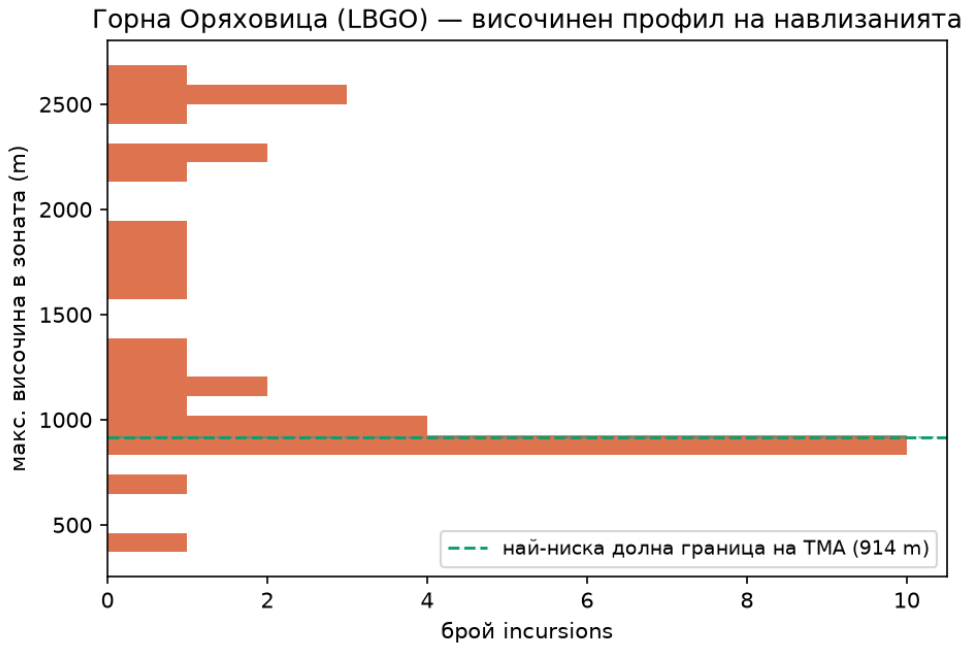
Фиг. GORNA-2. Входни „врати“: размер = брой влизания, цвят = средна дълбочина.



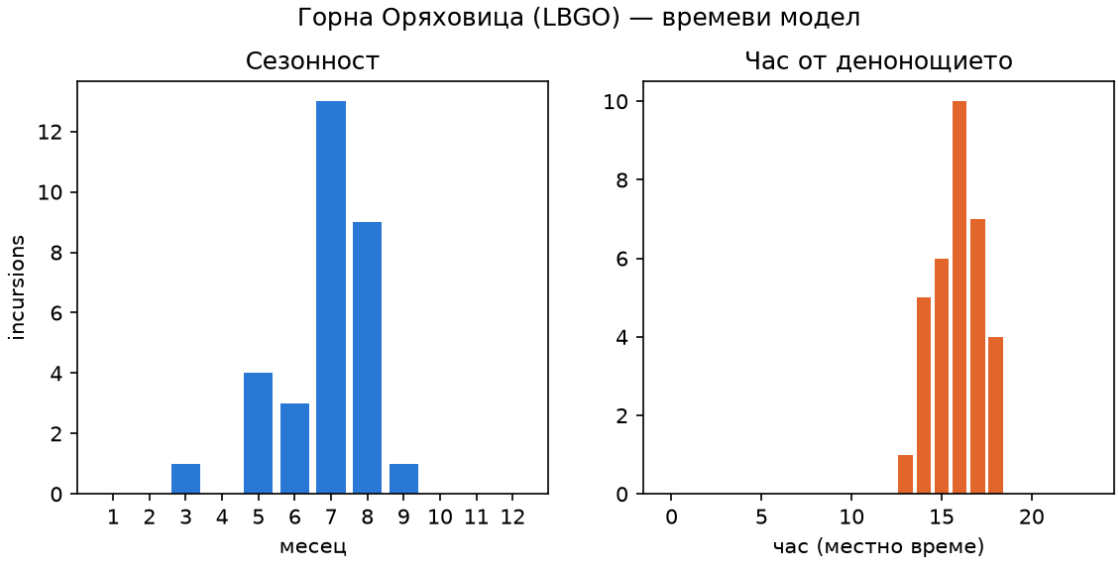
Фиг. GORNA-3. Най-дълбоките навлизания в контролната зона (CTR) като реални траектории — онагледяване, анонимно (● вход · ★ най-дълбока точка · сиво = подход/изход).



Фиг. GORNA-4. Разпределение на дълбочината по тип.



Фиг. GORNA-5. Височинен профил на навлизанията (прекъснатите линии са долните граници на TMA).



Фиг. GORNA-6. Времеви модел (сезонност и час от денонощието).

8. Синтез

Нарушенията са концентрирани, но разнородни по характер. София (LBSF) е най-натовареният комплекс с ясно изразен дълбок профил — навлизанията там навлизат далеч навътре в терминалните зони над планинския масив. Крайбрежните летища (Бургас, Варна) показват друг модел — доминиран от *пресичащи* навлизания (53% и 51%) и с най-голяма медианна дълбочина (11.1 km за Варна), което отговаря на дълги крайбрежни прелитания през зоните. Пловдив е специфичен с това, че водещата зона е самата контролна зона (CTR) на летището, а не околните TMA.

За приоритизиране на високорисковите места най-показателна е комбинацията „дълбоко и често“ — местата, оцветени в тъмночервено и с едри маркери на националната карта и картите по летище. Такива са преди всичко районът над старт Кориите (Витоша), непосредствено южно от София, под терминалните зони, както и входните коридори към Пловдив и Черноморието. Следва да се има предвид, че 21% от навлизанията са гранични по височина и биха могли да отпаднат при по-строг барометричен модел; това засяга главно терминалните зони, но не и контролните.

Приложение. Зони с най-много навлизания

Зона	Кат.	Полети	Навл.	Периф.	Дълб.	Transit	Мед. дълб.
TMA 1 SOFIA	TMA	136	417	22	267	128	14.6 km
CTR LBPD	CTR	122	323	63	163	97	5.0 km
TMA 4 SOFIA	TMA	116	406	43	245	118	5.9 km
TMA 1 VARNA	TMA	110	195	13	78	104	11.6 km
TMA 1 PLOVDIV	TMA	94	291	9	163	119	7.3 km
TMA 2 SOFIA	TMA	90	315	32	215	68	5.5 km
TMA 1 BURGAS	TMA	57	158	9	40	109	9.5 km
TMA BURGAS V	TMA	54	196	7	104	85	10.3 km
TMA 4 PLOVDIV	TMA	34	73	8	34	31	4.5 km
TMA 3 SOFIA	TMA	15	34	4	13	17	5.0 km
TMA 1 GORNA	TMA	14	21	6	6	9	3.5 km
CTR LBSF	CTR	13	15	8	6	1	0.6 km
TMA 2 PLOVDIV	TMA	12	17	5	7	5	1.7 km
TMA 3 PLOVDIV	TMA	12	17	8	4	5	0.7 km
CTR LBBG	CTR	11	11	0	10	1	13.2 km

Табл. 2. Топ 15 зони по брой различни нарушаващи полети (пълните данни са в zone_summary.csv).

Данни: skynomad/Leonardo (траектории), OpenAIP (зони, © OpenAIP contributors, ODbL). Обработка: собствен pipeline (детекция → навлизания → агрегация → карти), UTM 35N. Числата отразяват описаната по-горе извадка и височинен модел.