



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ СТРУКТУРНИ И
ИНВЕСТИЦИОННИ ФОНДОВЕ



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
ОКОЛНА СРЕДА

НИС към СУ „Св. Климент Охридски“

Доклад по Дейност № 1. Извършване на проучване и изготвяне на списък на препоръчителни растителни видове с принос за намаляване на вторичното разпрашаване, при отчитане на географските и метеорологични специфики на територията на съответната община

Изготвен в изпълнение на Договор № Д-34-33/07.09.2021 с предмет „Извършване на експертна услуга за обосноваване на индикатор RCO36 за целите на проект на Програма „Околна среда 2021-2027 г.“ по Приоритет „Въздух“.

Декември 2021 г.

Този документ е изготвен в изпълнение на договор Д-34-33/07.09.2021 г. с предмет „Извършване на експертна услуга за обосноваване на индикатор RCO36 за целите на проект на Програма „Околна среда 2021-2027 г.“ и се реализира с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Околна среда 2014-2020 г.“, Приоритетна ос 6, финансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за регионално развитие и от националния бюджет на Република България



СЪДЪРЖАНИЕ

I. Въведение.....	3
II. Общи положения	4
III. Препоръчителни видове.....	7



I. Въведение

Настоящият доклад е разработен в изпълнение на Дейност № 1. Извършване на проучване и изготвяне на списък на препоръчителни растителни видове с принос за намаляване на вторичното разпрашаване, при отчитане на географските и метеорологични специфики на територията на съответната община в изпълнение на Договор № Д-34-33/07.09.2021 с предмет „Извършване на експертна услуга за обосноваване на индикатор RCO36 за целите на проект на Програма „Околна среда 2021-2027 г.“ по Приоритет „Въздух“ с Възложител Министерство на околната среда и водите и изпълнител НИС при СУ „Св. Климент Охридски“.

В документа са разгледани качествата на растителността по отношение на събирането на ФПЧ, разгледани са препоръчителни видове и е изготвен списък в табличен вид (Таблица 4), придружен с кратък текст след него, който трябва да се счита за неизменно допълнение. Част от представените видове в списъка се срещат в предходните таблици (Таблица 2 и 3), като информацията в тях подпомага основния списък.

Изпълнението на основната дейност обхваща следните под-дейности:

- Дейност 1. Извеждане на общи положения, свързани с качествата на растителността по отношение на събирането на ФПЧ.
- Дейност 2. Изготвяне на списък с препоръчителни видове.

В резултат от изпълнение на дейността е изготвен настоящият доклад по Програма „Околна среда“ 2021-2027 г. за мерки адресиращи вторичното разпрашаване чрез зелена инфраструктура в градска среда по приоритет 5 „Въздух“.



II. Общи положения

Растителността е особено ефективна за улавяне на фини прахови частици. Изчисляването на степента на прехване на замърсяванията чрез растителността представлява сложен процес, в който трябва да бъдат взети под внимание множество фактори. Процесът все още не е напълно изучен, въпреки наличието на задълбочени материали по темата. Предстои да бъде постигнато още по отношение на изучаването на адсорбцията, отлагането и задържащата способност на растенията, защото тези процеси се влияят от различни фактори: структура на листа, височина на дървото, геометрия на короните, източник на замърсяване, метеорологични условия и др. Съществува консенсус по отношение на факта, че сред видовете в растителното царство има някои, които са по-ефективни филтратори на замърсители от други. Например, епидутикуларните восъчни ултраструктури са необходимо условие за задържане на ФПЧ. Mitchell et al. (2010) и Sæbø et al. (2012) представят данни, свързани със скорост на отлагане (бързина, с която се отлагат ФПЧ) и степен на задържане (способност за изземване на ФПЧ) на фини прахови частици при отделни видове (Таблица 1).

Таблица 1. Скорост на отлагане и степен на задържане (за отделни видове, включени в списъка с препоръчителни видове)

Вид	Скорост на отлагане	Степен на задържане
Върба	0.5 cm/s	Около 24 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{год}$
Чинар	1.3 cm/s	Около 9 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{год}$
Явор	1.9 cm/s	Около 8 – 19 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{год}$
Бук	3.0 cm/s	Няма данни
Бреза	4.6 cm/s	38.4 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{год}$
Бор	Няма данни	24 – 55 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{год}$

Yang et al. (2015) подреждат често срещани видове, използвани в градска среда, според тяхната способност да контролират замърсяване с ФПЧ_{2.5}. Те изследват 3602 дървесни вида от 328 града в 60 държави. Видовете са част от 191 семейства и 1115 рода. Данните се допълват от Tiwary et al. (2016), които твърдят, че повече от половината от уличните дървета в Европа се ограничават до 5 рода: *Acer*, *Aesculus*, *Platanus* и *Tilia*. Голяма част от изследваните видове от Yang et al. (2015) не са подходящи за условията в България, но в тяхната класация се срещат и таксони от нашите ширини. Сред най-разпространените родове са *Acer* и *Tilia*. Данните на авторите показват, че в миналото видовете за градска среда са били селектирани въз основа на техните естетически качества и адаптивността им към антропогенната среда – фактори, които не са достатъчни днес. Те съветват за увеличаване на насажденията с иглолистни видове, но трябва да се подхожда с внимание по отношение на този процес. **Някои иглолистни (род *Pinus*) не понасят високи нива на почвено засоляване.** Това е проблем, защото в градовете солта е често използвана през зимата срещу замръзване и затова би следвало да се ползва друг вечнозелен вид, който е толерантен по отношение на степента на засоленост. Сянката, която хвърлят иглолистните с гъстата

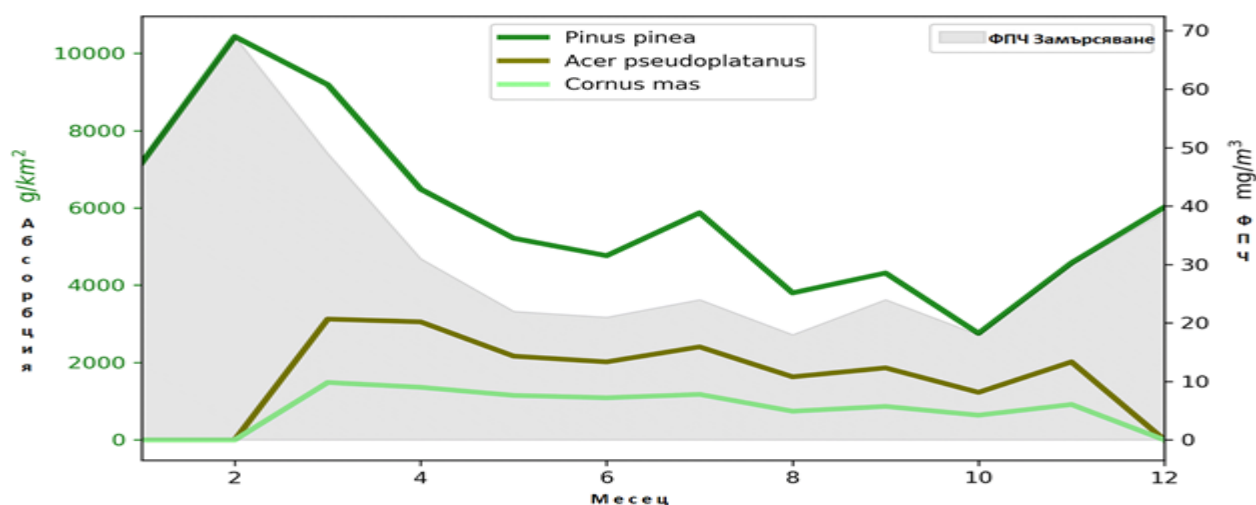
Доклад по Дейност №1. Извършване на проучване и изготвяне на списък на препоръчителни растителни видове с принос за намаляване на вторичното разпрашаване, при отчитане на географските и метеорологичните специфики на територията на съответната община.



си корона, може да доведе до трудно стопяване на снежната покривка, от което следват проблеми с трафика. Някои иглолистни видове са по-податливи на промените в климата. От друга страна, и сред широколистните има представители, които притежават висока степен на ефикасност при задържане на ФПЧ_{2.5}, ниско ниво на отрицателно въздействие върху качеството на въздуха и са подходящи за урбанизираните територии. Това са *Acer rubrum*, *Tilia tomentosa* и *Ulmus americana*, като от тях само вторият вид се препоръчва за България.

Изследванията на Burkhardt & Pariyar (2014) и Gourdji (2018) също насочват вниманието към иглолистните и по-точно към особеност на род *Pinus*. Родът е особено ефективен при поемане на ФПЧ, но разрушаването на структурата на епидутикуларния восък на игличките в следствие от замърсяването на въздуха може да е в разрез с дългосрочната перспектива от използването му в силно замърсена среда. Congou et al. (2017) твърдят, че *Pinus nigra* е най-ефективният вид при скорост на вятъра под 3 m/s. В свое изследване Terer (2009) посочва, че игличките на *Pinus sylvestris* акумулират 18000 минерални частици за mm², а Ottele et al. (2010) допълват, че *Hedera helix* улавя 17000 частици за mm². Последният притежава добра способност за ограничаване на ФПЧ. Terzaghi et al. (2013) изследват способността на листата на *Cornus mas* и *Acer pseudoplatanus* да улавят ФПЧ. Те открили частици с размери от 0.2 до 70.4 µm върху листната повърхност, като ФПЧ_{2.6} били с доминиращ характер. Частиците с размери под 10.6 µm били капсуловани в кутикулата. Според изследване на Paoletti et al. (2011) *Aesculus hippocastanum* акумулира най-голямото количество ФПЧ₁₀ от изследваните в статията им видове, а *Carpinus betulus* е с много ниски стойности в това отношение. Вечнозелени дървета и тисът също са подходящи. Те са толерантни по отношение на замърсяването, цялогодишно имат листна маса, а и тя има добри качества, свързани с намаляване на замърсяването. **Трябва да се отбележи, че с втория вид трябва да се подхожда с внимание, защото е отровен.** Wei et al. (2017) публикуват интересно проучване, свързано с използването на микроби от филосферата и натрупването на ФПЧ, но самите автори твърдят, че все още много трябва да бъде направено, за да бъдат открити взаимовръзките и това как тези организми може да бъдат използвани в подобна насока. Интересно е изследването на Sjöman et al. (2016), които насочват вниманието към използването на неместни видове, където има подходящите за това екологични условия. Този подход е практически приложим и работещ, но фокусът в настоящия доклад пада върху местни видове за територията на България.

Авторите Letter & Jager (2020) също изследват потенциала на различни видове за намаляване на ФПЧ в градски условия през годината, като фигура 1 илюстрира отлично разликата между иглолистен вид (*Pinus pinea*) и два широколистни вида (*Acer pseudoplatanus*) и (*Cornus mas*) особено през зимните месеци, когато листата на широколистните опадат.



Фигура 1. Абсорбция на ФПЧ за година от три различни вида

Освен *Cornus mas* други храстови видове, за които е известно, че спомагат за събирането на ФПЧ и които са подходящи за условията в България са: *Pinus mugo*, род *Viburnum*, род *Ligustrum*, *Laurocerasus officinalis*. Редно е да се отбележи, че Ogren et al. (2015) изключват птичето грозде (*Ligustrum vulgare*) поради неговия висок алергенен потенциал.

В изследване на Wang et al. (2019) фокусът попада на върха на ултрафините частици (под 1 микрометър). Учените получават редица интересни резултати. Според тях бялата бреза (*Betula pendula*) разполага със 79% възможност за задържане на ултрафини частици, тисът (*Taxus baccata*) със 71%, а черният бяз (*Sambucus nigra*) със 70.5%. **И трите вида са препоръчителни за засаждане на територията на България, но отново трябва да се отбележи, че тисът е отровен.** В същото време представителите на род *Urtica* (коприва) имат само 32% капацитет за улавяне. Електронната микроскопия показва най-висока концентрация на ултрафини частици върху власинките на листата. Авторите смятат, че засаждането на гореспоменатите три вида на височината на главата на средновисок човек или по-ниско на „горещи точки“ на замърсяване може да подобри качеството на въздуха.

Speak et al. (2012) изследват ефективността при улавянето на ФПЧ₁₀ на четири тревни вида: *Agrostis stolonifera*, *Festuca rubra*, *Plantago lanceolata* и *Sedum album*, които биват използвани като част от зелени покриви в Манчестър, Великобритания. Резултатите показват различия при улавянето на ФПЧ₁₀. Първите два вида показват по-висока ефикасност в това отношение, а следната подредба най-добре изразява постигнатите резултати: *Agrostis stolonifera* > *Festuca rubra* > *Plantago lanceolata* > *Sedum album*. Като заключение авторите посочват, че за година 0.21 тона ФПЧ₁₀ може да бъдат премахнати от центъра на Манчестър, ако бъдат изградени повече зелени покриви със споменатите видове.

Други тревни видове, за които е известно, че събират ФПЧ са: *Achillea millefolium*, *Alchemilla mollis*, представители на род *Aster* (биоиндикатор, който променя външния си вид, когато въздухът е замърсен). Род *Erysimum* също се препоръчва за тази цел.



III. Препоръчителни видове

Barwise & Kumar (2020) публикуват [доклад-обобщение](#), свързан със засаждането на растителност, която да ограничава за частици с размер $> 1 \mu\text{m}$, подходящи за територията на Обединеното Кралство. Микроморфологичните черти на листата трябва да включват присъствието на трихоми и грапава повърхност. В доклада са публикувани две таблици (Таблица 2 и Таблица 3) с видове, които може да бъдат използвани като растителни бариери (линейни форми, засадени с изпълнението на определена цел, например намаляване на скоростта на вятъра) в градски условия в Обединеното кралство. Таблиците са разделени на две части с оглед по-лесното възприемане на информацията. Те не подреждат видовете по ранг, а предоставят информация за редица фактори, която може да бъде използвана от всеки, който има подобна нужда, т.е. тя е приложима и за нашите условия. **Информацията в двете таблици е обработена за целите на настоящия доклад и включва видове, които са подходящи за територията на България. Видовете са приложими за всички изследвани общини, като тук трябва да бъде направена уговорка спрямо иглолистните представители. С изключение на община Смолян, останалите не отговарят по надморската си височина на естествени територии за разпространение на иглолистни. Допълнително, в страната напоследък се забелязва съхнене на иглолистни в следствие от различни фактори.**

Таблица 2. Видове, които се ползват като растителни бариери – част 1

Вид	Морфология		Толерантност		Емисии	
	Размер на възрастните екземпляри	Плътност на короната	Засушаване	Соленост	Биогенни летливи органични съединения	Полен
<i>Acer campestre</i>	Среден	Плътна	Умерена	Да	Ниски	Умерен
<i>Acer platanoides</i>	Едър	Плътна	Умерена	Не	Ниски	Много
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Едър	Плътна	Умерено-чувствителна	Не	Ниски	Много
<i>Crataegus monogyna</i>	Дребен	Плътна	Толерантна	Да	Ниски	Малко
<i>Pinus nigra</i>	Огромен	Плътна	Толерантна	Да	Ниски	Малко
<i>Pinus sylvestris</i>	Огромен	Умерено-плътна	Толерантна	Не	Ниски	Малко
<i>Populus nigra</i>	Огромен	Умерено-плътна	Чувствителна	Да	Много	Много
<i>Prunus avium</i>	Едър	Умерено-плътна	Умерено-чувствителна	Не	Ниски	Малко

Доклад по Дейност №1. Извършване на проучване и изготвяне на списък на препоръчителни растителни видове с принос за намаляване на вторичното разпрашаване, при отчитане на географските и метеорологичните специфики на територията на съответната община.



<i>Quercus cerris</i>	Огромен	Умерено-плътна	Толерантна	Да	Много	Много
<i>Quercus frainetto</i>	Огромен	Умерено-плътна	Толерантна	Да	Много	Много
<i>Quercus robur</i>	Огромен	Умерено-плътна	Умерена	Да	Много	Много
<i>Tilia cordata</i>	Огромен	Умерено-плътна	Умерено-чувствителна	Не	Ниски	Умерен

Таблица 3. Видове, които се ползват като растителни бариери – част 2

Вид	Характеристика на листото			
	Тип	Размер	Листна петура	Повърхност
<i>Acer campestre</i>	Листопаден широколистен	Среден	Просто	Гладка
<i>Acer platanoides</i>	Листопаден широколистен	Среден	Просто	Гладка
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Листопаден широколистен	Среден	Просто	Гладка
<i>Crataegus monogyna</i>	Листопаден широколистен	Среден	Просто	Гладка
<i>Pinus nigra</i>	Вечнозелен иглолистен	Среден	Просто	Кожеста
<i>Pinus sylvestris</i>	Вечнозелен иглолистен	Среден	Просто	Кожеста
<i>Populus nigra</i>	Листопаден широколистен	Среден	Просто	Гладка или лъскава
<i>Prunus avium</i>	Листопаден широколистен	Среден	Просто	Гладка отгоре, влакнеста отдолу
<i>Quercus cerris</i>	Листопаден широколистен	Среден	Просто	Лъскава отгоре и влакнеста отдолу
<i>Quercus frainetto</i>	Листопаден широколистен	Среден/Едър	Просто	Лъскава отгоре и влакнеста отдолу
<i>Quercus robur</i>	Листопаден широколистен	Среден	Просто	Гладка или лъскава
<i>Tilia cordata</i>	Листопаден широколистен	Среден	Просто	Основно гладка

Доклад по Дейност №1. Извършване на проучване и изготвяне на списък на препоръчителни растителни видове с принос за намаляване на вторичното разпръскване, при отчитане на географските и метеорологичните специфики на територията на съответната община.



Видовете *Tilia platyphyllos* и *Betula pendula*, представени в таблица 4, притежават лепкав секрет – мана, следствие от жизнената дейност на листните въшки, която определено увеличава адхезивността по отношение на праховите частици. *Acer campestre* сам секретира маната и ефектът е същият. Колкото по-голяма сложност има по отношение на дървесните корони, толкова възможността за поява на микротурбуленции се увеличава, а с това се подобрява и отлагането на ФПЧ. Видове като *Aesculus* и *Fraxinus* показват добри резултати със своите сложни листа. Важно е да се отбележи, че представителите на род *Populus* отделят и високи нива на летливи органични съединения (ЛОС), като местните видове обикновено отделят по-малко от неместните, но има и изключения от това правило в общия случай.

На таблица 4 „Препоръчителни видове, които задържат ФПЧ“ може да бъдат проследени видове от изследване на Yang et al. (2015), които също са обработени, съгласно целите на настоящия доклад и са подходящи за нашите условия. При вземане на решение от бенефициентите кои видове да използват за залесяване, е необходимо да бъдат отчетени и техните характеристики, представени в таблици 2 и 3. Този подход ще помогне при взимането на оптималното решение с отчитане на позитивите и негативите за даден вид, както и спецификите на съответната територия.

Представената информация в таблица 4 е високо-информативна, но разчитането само на високата оценка на даден вид от колона 2 (Ефикасност при задържане на ФПЧ_{2,5}) за приоритетното му избиране пред друг не е достатъчно. Задължително трябва да се обърне внимание на данните в следващите колони, засягащи особености на видовете, свързани с приспособимостта към определена среда. Сборът на *положителните* точки, които са представени в колона 2, се получава при събирането на следните показатели: тип растение; скорост, с която расте; височина, до която достига; гъстота и структура на короната; тип листна петура и още някои характеристики на листото. Точкуването е със стойности от 1 до 3, като се наблюдават следните зависимости:

- най-висок резултат (3) се дава за всяко едно от следните условия: вечнозелени иглолистни видове, с височина повече от 20 m, бърз растеж, плътна корона и фина текстура, среден размер на листото – по-малко или равно на 5, листа с трихоми, лепкави листа, набраздени повърхности;
- най-нисък резултат (1) се дава за всяко едно от следното: листопадни видове, височина 5-10 m, бавен растеж, корона от отворен тип, единичен лист, гладка повърхност;

По отношение на *отрицателното* въздействие: 3 точки се дават за видовете с най-висока степен на алергенност, а 1 точка за най-ниската степен; 3 точки се дават за видове, които отделят БЛОС (изопрен и монотерпени) в рамките на повече от 10g дневно⁻¹ за дърво⁻¹, а 1 точка се дава за по-малко от 1 g или 1 g дневно⁻¹ за дърво⁻¹.

По отношение на *приложимостта към урбанизирана среда*: 3 точки се дават за висока приложимост, 2 за средна и 1 за ниска.

В скоби след всеки вид в таблица 4 е посочена надморската височина, на която естествено се среща той в България и това би следвало да бъде съобразявано при избора в съответната територия.



Таблица 4. Препоръчителни видове, които задържат ФПЧ_{2.5}, подредени от най-високи към най-ниски резултати (по Yang et al., 2015 с допълнителни модификации, съгласно целите на изследването).

Дървесен вид	Ефикасност при задържане на ФПЧ _{2.5} Положителни точки	Отрицателно въздействие		Приложимост към урбанизирана среда					
		Общ резултат (тип растение; скорост, с която расте; височина, до която достига; гъстота и структура на короната; тип листна петура и други характеристики на листото)	БЛОС*	Полен	Толерантност към качеството на почвата	Устойчивост на засушавания	Устойчивост на болести и вредители	Толерантност към SO ₂	Толерантност към O ₃
<i>Fraxinus excelsior</i> (0-1500 m н.в.)	15	1	3	3	3	1	2	3	
<i>Populus alba</i> (0-1000 m н.в.)	15	2	2	3	3	1	3	1	3
<i>Picea abies</i> (1400-2200 m н.в.)	15	2	1	2	2	1	2	3	2
<i>Tilia tomentosa</i> (800-1500 m н.в.)	15	1		3	2	2	2	3	1
<i>Salix alba</i> (0-1000 m н.в.)	15	2	3	3	3	2	1	2	
<i>Ulmus glabra</i> (500-1500 m н.в.)	15		2	3	2	2	2	2	3

Доклад по Дейност №1. Извършване на проучване и изготвяне на списък на препоръчителни растителни видове с принос за намаляване на вторичното разпрашаване, при отчитане на географските и метеорологичните специфики на територията на съответната община.



<i>Acer pseudoplatanus</i> (100-1400 м н.в.)	14	1	2	3	2	1	2	3	
<i>Pinus sylvestris</i> (1000-2200 м н.в.)	14	2	1	3	3	1	1	2	1
<i>Pinus nigra</i> (0-1600 м н.в.)	14	2	2	2	3	1	2	1	1
<i>Populus tremula</i> (0-1900 м н.в.)	14	2	2	3	2	1	3		
<i>Acer platanoides</i> (500-1500 м н.в.)	13	1	2	3	2	2	3	3	2
<i>Tilia cordata</i> (0-1500 м н.в.)	13	1	2	3	2	2	3	3	1
<i>Morus alba</i> (0-500 м н.в.)	13	1	3	3	3	2	1	1	
<i>Aesculus hippocastanum</i> (200-600 м н.в.)	13	1	1	3	2	1	3	3	
<i>Fagus sylvatica</i> (100-2000 м н.в.)	13	2	1	2	2	2	3	3	3
<i>Juglans regia</i> (0-1000 м н.в.)	13	1	3	3	3	1	1	1	
<i>Populus nigra</i> (0-700 м н.в.)	13	2	2	3	3	1	2	1	1
<i>Sorbus aucuparia</i> (600-2000 м н.в.)	13	1	1	1	2	1	2	2	1
<i>Acer campestre</i>	13	1		3	3	2	2	3	

Доклад по Дейност №1. Извършване на проучване и изготвяне на списък на препоръчителни растителни видове с принос за намаляване на вторичното разпръскване, при отчитане на географските и метеорологичните специфики на територията на съответната община.



(0-1600 м н.в.)									
<i>Tilia platyphyllos</i> (500-1600 м н.в.)	13		2	3	2	2	3	1	
<i>Betula pendula</i> (0-2000 м н.в.)	12	2	2	3	2	1	1	3	1
<i>Quercus robur</i> (0-500 м н.в.)	12	2	3	2	3	1	3	3	3
<i>Salix caprea</i> (0-2500 м н.в.)	12		3	3	1	1	1	1	
<i>Prunus cerasifera</i> (0-1500 м н.в.)	11	1		1	2	1	2	2	1
<i>Carpinus betulus</i> (0-1500 м н.в.)	11	1	2	2	3	2	2	3	1
<i>Malus sylvestris</i> (300-1500 м н.в.)	11		1	2	2	1	1		
<i>Corylus colurna</i> (0-1200 м н.в.)	11	1	2	2	3	2	1	3	
<i>Prunus avium</i> (0-2000 м н.в.)	11	1	1	2	1	1	2	1	
Храстов вид									
<i>Crataegus monogyna</i> (0-1500 м н.в.)	13	2	1	3	2	1	1	1	

* (БЛОС) - Биогенни летливи органични съединения (фотохимични окислителни – замърсители на въздуха, активиращи се при слънчева светлина - смог)

н.в. – надморска височина

Доклад по Дейност №1. Извършване на проучване и изготвяне на списък на препоръчителни растителни видове с принос за намаляване на вторичното разпрашаване, при отчитане на географските и метеорологичните специфики на територията на съответната община.



Други видове, които се препоръчват по отношение на събирането на ФПЧ са:

- храстовите: *Cornus mas* (0-1300 m н.в.), *Laurocerasus officinalis* (200-1400 m н.в.), *Viburnum lantana* (0-1500 m н.в.), *Ligustrum vulgare* (0-1500 m н.в.), лавандула – род *Lavandula* и маточина – *Melissa officinalis*;
- тревните: *Agrostis stolonifera* (0-1500 m н.в.), *Festuca rubra* (0-1200 m н.в.), *Achillea millefolium* (0-2000 m н.в.), представители на родовете *Aster*, *Erysimum*, *Alchemilla*, *Vinca major* и *Vinca minor*.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ СТРУКТУРНИ И
ИНВЕСТИЦИОННИ ФОНДОВЕ



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
ОКОЛНА СРЕДА

Доклад по Дейност №1. Извършване на проучване и изготвяне на списък на препоръчителни растителни видове с принос за намаляване на вторичното разпръскване, при отчитане на географските и метеорологичните специфики на територията на съответната община.