

УСТРОЙСТВЕНО ПЛАНИРАНЕ И ПРОЕКТИРАНЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА БИОЕТАНОЛ

Стефан Аспарухов¹, Райна Кюприбашиева²

РЕЗЮМЕ

Докладът представя преглед на елементите на архитектурната планировъчна структура и тяхната обвързаност със спецификите на производствената технология. Изложени са резултати от корелационен анализ от експериментално изследване на устройствените параметри на десет предприятия за производство на биоетанол от България, Европа и САЩ. За параметрите с високи корелационни коефициенти са предложени линейни функции, организирани в алгоритъм, за изчисление на площни показатели като: площ на имота, застроена площ, минимална площ на озеленяване и други, необходими за възложителите и проектантите в началните етапи на инвестиционния процес. Предложен е типичен планировъчен модел на предприятие за производство на биоетанол, съставен с помощта на изведения алгоритъм и усреднените устройствени параметри от изследването.

Ключови думи: промишлени сгради, устройствено планиране, дизайн, биоетанол

URBAN PLANNING AND DESIGN OF BIOETHANOL PROCESSING PLANTS

Stefan Asparuhov¹, Raina Kyupribashieva²

ABSTRACT:

This paper reviews the architectural planning structure of the bioethanol processing plants. There is a case study of ten processing plants in Bulgaria, Europe and USA. It presents a result of correlation analysis of the urban development parameters. The selected data is put under regression analysis to create an algorithm for planning and design the master plan of the plants. The algorithm is illustrated in a schematic way. Its application is consecutive calculation of linear equations with two variables. The output of the estimation are approximate areal indices (e.g. plot area; developed area, built area, planted area).

In the paper is presented a typical planning model for the bioethanol processing plants designed by means of the algorithm and the average values of the case study database.

Keywords: industrial buildings, bioethanol, urban planning, design, processing plants

¹ Стефан Валтеров Аспарухов, архитект, редовен докторант в УАСГ-София
Stefan Valterov Asparuhov, architect, PhD student, UACEG–Sofia, asparuhov_stefan@abv.bg

² Райна Иванова Кюприбашиева, доктор, архитект, доцент в УАСГ-София
Rayna Ivanova Kyupribashieva, PhD architect, associate professor, UACEG–Sofia, kyupribh_far@uacg.bg

1. Увод

Широката цел на производството на биоетанол е смесването му с бензина и повишаване нивото на енергийна независимост на държавите в условията на изчерпващите се петролни ресурси. Биоетанолът се произвежда от растителни, захарни и скорбялни култури или целулозни суровини. Основната технология за преобразуване на биомасата в етанол е ферментацията, последвана от дестилация. Културите, използвани за производството на етанол, варират според региона – захарна тръстика в Бразилия, жито и царевица в Северна Америка, жито и захарно цвекло във Франция, остатъци от винено грозде в Испания.

Във втора точка на доклада е направен общ преглед върху планирането и проектирането на предприятията. В него са проучени историческото развитие на производството, факторите въздействащи върху локализацията, технологията и планировъчните елементи в генералния план, техническите ограничения и благоустройствените проблеми. В трета точка са представени резултати от експериментално изследване на планировъчната структура - усреднени устройствени параметри и алгоритъм за устройствено планиране. В заключителната част е представен типичен планировъчен модел, онагледяващ структурата на предприятие със среден производствен капацитет.

2. Комплексен анализ на производството

2.1. Исторически преглед

В края на XIX в. Хенри Форд и Николас Ото изобретяват двигател с вътрешно горене за автомобилната индустрия, задвижван от етанол или микс от бензин и етанол. Потреблението на етанол като гориво се запазва до края на военните години, след което спада рязко. През 1973г. наложеното ембарго на Бразилия за внос на петрол, принуждава интензивно изграждане на много предприятия за производство на етанол от захарна тръстика. Държавата реструктурира икономиката си и в края на 80-те години повече от половината от автомобилите в Бразилия се задвижват от етанол (E95) [5]. В началото на 80-те години в САЩ започва плавно развитие на производството на етанол предимно от царевица. Днес двете държави са най-големите производители в света.

През 1993г. Американската национална лаборатория за възобновяема енергия (NREL) публикува данни за изграждане на демонстрационно предприятие за производство на биоетанол в Голдън, Колорадо. То дава начало на комерсиализирането на технологията и развитие на биоетаноловото производство на мащабно ниво [3], [4].

В началото на XXI в. прилагането на критериите за устойчивост налагат преход от производство на етанол от първо поколение (преобразувани хранителни суровини) към производство на етанол от второ поколение (преобразувани нехранителни, лигноцелулозни суровини). През последните години в Европа се разработват предимно пилотни предприятия за преобразуване на лигноцелуозна биомаса.

Първото предприятие за производство на биоетанол в България е изградено в гр. Алфатар през 2006г., чиито мощности в момента са замразени. Предприятието в с. Горна Малина (Софийска област) също е със замразени мощности. Едно от най-големите функциониращи предприятия на Балканския полуостров е разположено на територията на „Захарни заводи“ АД в гр. Горна Оряховица.

2.2. Локализация на производството

При определяне целесъобразността на проекта се извършват подробен технически, инженерингов и екологичен анализ, разработване на бизнес план и маркетинг план за избор на подходящ терен. Най-важните фактори, влияещи върху избора на терен са: (i) суровината, (ii) енергийните потребности, (iii) транспортът, (iv) нуждите от вода за производствени цели и (v) големината на имота [2].

Значение за избор на терен за предприятието според *суровината* оказват следните характеристики: исторически, настоящи и прогнозни данни за цената на суровината; добивът в региона и потенциалните конкуренти за нейното изкупуване; разстоянието от

потенциалния имот до източника на суровината и начините за нейното транспортиране; възможностите за съхраняването ѝ – в предприятието или извън него.

Според потенциалните *енергийни потребности* от най-голямо значение са: разстоянието до енергийни източници (предприятия, проводни); достъпността и надеждността до енергийните източници; възможностите за присъединяване към енергоразпределителната мрежа.

Когато се анализира изборът на терен според *транспортните* фактори се вземат предвид следните характеристики: близост до основни международни трасета (шосейни, ж.п. и водни) за достъп до целевите пазари; потенциал за присъединяване към тези трасета; ориентация на трасетата спрямо имота; количеството и конкурентоспособността на доставчиците на транспортни услуги в региона; близостта и достъпът до терминали за разпределение на нефтени продукти.

За да се направи оценката на имота е необходимо да се вземат предвид някои характеристики според нуждите от *вода за производствени цели*: потенциал за наличност и цена на водата; цена, обем, качество и достъпност на води от собствен водоизточник на територията на имота; наличност на води за охлаждане (например лице към река); качество на водата (киселинност, минерално съдържание и др.); наличие на съществуваща инфраструктура за водоснабдяване и пречистване на отпадъчни води.

Големината на имота най-често се влияе от географските особености, цената на земята и близостта до съществуваща инфраструктура. Средноголемите предприятия за производство на биоетанол се изграждат върху имоти с площ от 4 до 6 ха. Често те се разполагат върху по-големи терени (до 15-16 ха) поради различни нормативни ограничения, възможности за бъдещи разширения и транспортни предпоставки. Големите предприятия, реализирани в САЩ с производствен капацитет около 300 000 т/год се разполагат в имоти с площ около 60 ха. Основните характеристики, които влияят върху избора на терен според необходимата големина и локация са: розата на ветровете и близостта до жилищни зони; наличието на тангиращи буферни имоти; достатъчно неусвоена площ за бъдещи разширения или изграждане на клъстер; достатъчно площ за развитие на автомобилен и железопътен транспорт; допълнително пространство за третиране на отпадъчни води или други видове замърсявания на околната среда; достатъчно пространство за посрещане на бъдещи нужди за реконфигуриране на производството, продиктувани от вътрешни потребности или законови промени.

Освен тези фактори, влияещи пряко върху избора на терен се наблюдават и други, оказващи влияние върху оценката за целесъобразност като: състоянието на пазара за пласиране на копродуктите (фуражи) и състоянието на пазара за търговия с въглеродни емисии.

Най-често предприятията се изграждат в рядко заселени територии, което оказва благоприятно влияние върху пряката и косвена заетост на местното население. Основни съображения, оказващи въздействие върху качеството на живот в близост до производството са превенцията от: шумово замърсяване; прахово замърсяване; вредни емисии; инфраструктурно амортизиране; възникване на пожари и отблясъци.

2.3. Технология и планировъчни елементи

Генералният план на предприятието за производство на биоетанол е възможно да бъде решен чрез принципа на блокирането. Той се прилага предимно в предприятията с висока цена на земята или при реновация на съществуващи предприятия. Най-често обаче архитектурната планировъчна структура има павилионен характер. Според функционалното зонироване основите зони, които се предвиждат са: товаро-разтоварна зона, складово стопанство за суровини, основен производствен блок, производствен блок за копродукти, топлоцентраля, складово стопанство за течни продукти и други спомагателни сгради към производството.

В случаите на блокиране главният производствен блок може да обедини разтоварището, склада за зърно, цеха за очистка на зърното, цеха за смилане, хидролизната зала, ферменторната зала, залата за изваряване на спирта, декантерното помещение,

обслужващия склад, административно-управленските помещения, контролната зала, лабораториите, СХЗ, графопоста и помещенията за почивка.

Производственият блок за копродукти помещава изпарителна станция, инсталация за сушене, склад за гранулиран фураж (DDGS), контролна зала и СХЗ.

Повечето предприятия имат собствена топлоцентрала и собствен водоизточник. В складовото стопанство се предвиждат помещения за складиране на денатуранти и помещения за други спомагателни материали.

В началото на технологичния процес е разтоварището на зърно, чиито капацитет трябва да задоволява производствените нужди без да се налагат изчаквания на товарните автомобили. Препоръчително е разтоварището да бъде гъвкаво, т.е. да бъде пригодено за зърновози с различни начини на разтоварване.

Зърното се отправя от бункера на разтоварището към почистващо отделение (машинно сито) посредством шнек елеватор или друг транспортър. Контролът се осъществява чрез електронен кантар, след което суровината се транспортира в бункер с капацитет предвиден за няколко дневна дажба. Един от вариантите е зърното да премине през мелница за мокро смилане, която се снабдява с резервоар за производствени води. Другият вариант е сухо смилане и пресяване на отделните части на зърното. В случая е разгледан производствения процес при мокро смилане поради възможностите за производство на копродукти с висока добавена стойност.

След смилането образуваната каша се придвижва чрез тръбни проводни към хидролизно помещение, в което се осъществява разграждането на скорбялата. Технологичната линия представлява няколко последователно свързани стоманени цилиндрични съдове. Към технологичната линия в хидролизното помещение се предвижда и пространство за топлообменник. В близост до хидролизния блок и ферментационната зала се предвижда складова площ за спомагателни материали (киселини, основи, ензими и др.), които се складираат в отделно помещение.

Във ферменторната зала захарите се разграждат до алкохол и въглероден двуокис. Процесът е екзотермичен. В предприятията с малък производствен капацитет (около 10 хил.л/д) се поместват 10-12 метални цилиндрични ферментационни съда с височина около 8-10 м, както и по-ниски дрожд-генератори (с височина около 3-5 м). Когато предприятието разполага със собствен водоизточник охлаждането на ферментационните съдове се решава чрез външно обливане на съда с оборотна вода. Това предполага съоръженията да се поставят на закрито – в зална сграда с етажерки за обслужване. Обратната вода се пречиства, въпреки че замърсяването е минимално. В пода на залата (площадката) се предвижда канализационна мрежа за аварийни разливания. При големите производства ферменторните съдове се разполагат на открито. При тях се прилага технология за охлаждане чрез система от външноохладителни ризи. Изборът на технология за охлаждане зависи от икономическия анализ на инвестицията. Необходимото време за ферментация на субстанцията е 72 часа. При проектирането броя на ферментационните съдове и респективно размерите на помещението трябва да се предвиди един съд в повече поради необходимото време за пълнене и изпразване на субстрата (около 6 часа). Съдовете имат отвор в горната част. Обслужването им става чрез метални етажерки на 2-3 нива според габаритите на съоръженията. Ферментацията е периодичен процес, докато хидролизата е непрекъснат.

При възможност за блокиране оптималното разположение на административно-обслужващата част на предприятието е в приблизителния център на производствения блок (в хоризонтално и във вертикално направление). Така персоналът има лесна и бърза връзка с всички помещения. Процесите са автоматизирани и се следят от контролна зала от поне двама оператори. Предвиждат се няколко помещения за главен технолог, дежурни технолози, оперативни работници и управител (общо 10-15 души при капацитет 10 хил.л/д), които работят на трисменен или четрисменен режим. Към административната част се разполагат гардеробно помещение, тоалетни с умивалници и кухненски офис за приготвяне на храната. Лабораторното помещение е също неизменна част към администрацията. При нейното проектиране се обръща особено внимание на довършителните материали (настилки и

облицовки), изолирането на вибрациите, хигиенните филтри за достъп, вентилационните инсталации за лабораторните камини и цялостния микроклимат в помещението.

Най-големият обем в основния производствен блок се предвижда за залата, за изваряване спирта. Процесът се осъществява в метални цилиндрични колони с височина около 25м и диаметър около 1,5м. В близост до тях са предвижда пространство за кондензатори. Постъпилият алкохол от ферменторното помещение преминава през буферен съд, след което чрез помпа се извежда до дестилационните колони. В тях алкохола кондензира в горната част, а в долната остава сироп (шлепа - обезалкохолен остатък). След това алкохолът постъпва в техническа (ректификационна) колона (със сходни размери като дестилационните), където брутовия спирт се разделя на чист спирт и технически спирт. Тези течности (като краен продукт от производството) се отвеждат към резервоари за крайно складиране. При големите производства изваряването на спирта най-често се реализира върху етажерка на открито.

Приемането на крайните продукти от клиентите става при обособени пространства - наливни за автоцистерни и/или ЖП цистерни.

Остатъчният продукт от производството (шлепата) преминава през декантер, чрез който се разделят твърдата и течната фракция (4-5% сухо вещество). Твърдата фракция преминава през сушилна инсталация (обособена в отделно помещение към производствения блок за копродукти). Тя представлява съоръжение с формата на хоризонтален цилиндър с диаметър около 2-3м. Сушилната е свързана с експандер, улавящ водните частици. Течната фракция преминава през допълнителна обработка за улавяне на сухото вещество, което се връща в системата за производство на копродукта, а отпадната вода се отвежда към инсталация за отчистка. Получената фракция след сушилната е сухо вещество (85-92%), което се придвижва чрез елеватор към бункера. Там се подава пара и чрез бункерпреса веществото придобива окончателния си вид на фураж под формата на гранули, който се отвежда в други бункери за крайно съхранение. Натоварването на фуража най-често се осъществява по гравитачен път.

В близост до изпарителната станция и основното производство се разполага парово стопанство (топлоцентра), която е препоръчително да се захранва с води от собствен водоизточник.

Обикновено сградите се изграждат от стоманена скелетна конструкция върху масивни бетонови стъпки поемащи натоварванията на инсталацията и нейното съдържание. Ослужването на съоръженията става по изградени метални етажерки през различна височина според технологичните изисквания.

Външните ограждащи елементи се изпълняват чрез метални сандвич панели, запълнени с минерална вата. Вътрешните преградни стени са леки, изпълнени чрез гипскартон на собствена конструкция или зидария от газобетонни блокчета (според функционалните и противопожарни изисквания).

Препоръчително е на територията на предприятието да се изгради система за постоянно видеонаблюдение. В близост до сградите се предвижда мрежа от противопожарни хидранти.

В отделна сграда се разполага станцията за дехидратиране на етанола, откъдето той се пренася към резервоарите за складиране посредством тръбни проводни. Други важни подобекти в предприятието са помпена станция, наливна инсталация за автоцистерни, наливна инсталация за денатуриран спирт, наливна инсталация за ЖП цистерни.

2.4. Технически ограничения

Освен общите изисквания съществуват и специфични технически ограничения, отнасящи се до: (i) противопожарните изисквания за отстоянията на леснозапалимите вещества в складовото стопанство до останалите сгради; (ii) шумовото замърсяване в товаро-разтоварната зона и цеховете за изсушаване и производство на гранулиран фураж; (iii) предпазването от неприятни миризми чрез ефективна филтрираща вентилационна система за всички помещения; (iv) праховото замърсяване в товаро-разтоварната зона; (v) санитарно-хигиенните изисквания за лабораторните помещения; (vi) екологичните ограничения, касаещи особено превенцията от замърсяване на подпочвените води чрез изграждане на

пречиствателна станция за производствени и дъждовни води от заводската площадка; (vii) преходът от едно помещение (зала или блок) в друго се осъществява чрез пожароустойчиви, самозатварящи се врати с контролиран достъп.

2.5. Благоустройство

Организацията на генералният план на предприятията за производство на биоетанол се отличава с голяма интензивност на комуникационно усвояване, особено при наличие на ЖП транспорт. Ефективното устройствено решение е пряко обвързано с мащаба на предприятието. Според обемно-планировъчното решение основните доминанти в архитектурния образ зависят от капацитета на инсталацията за ферментация и дестилация, капацитета на силозното стопанство и капацитета на складовото стопанство за крайни продукти и вида на товарния транспорт (пътен, железопътен, воден).

Често срещани проблеми са липсата на предзаводска площадка и пресичането на товарните и човешките потоци. Най-често основното производство се разполага в приблизителния геометричен център на имота, а в околността се разполагат спомагателните производства и складовата част. В много от примерите залесяването с висока дървесна растителност и обособяването на зони за рекреация се явяват сериозен проблем за благоприятните условия на труд, както и недостатъчните мерки за локализиране на шумовото и правховото замърсяване. Препоръчително е да се предвидят места за рекреация, отдалечени от производствената и складовата зона. В интериорно отношение трябва да се спазват стриктно технологичните и противопожарни изисквания - устойчивост на подовите настилки, автоматизация и контрол на противопожарните врати, цветово третиране на инсталациите и съоръженията и добро естествено и изкуствено осветление.

Архитектурният потенциал на предприятията за производство на биоетанол се съдържа във възможностите за умело композиране на характерните технологични съоръжения – дестилационни/ректификационни колони, ферменторни съдове и съоръженията за складиране.

3. Експериментално изследване на планировъчната структура

3.1. Обект на изследването

Наличността на детайлни количествени и качествени данни и научно-обосновани материали за тяхната достоверност са в основата за избор на подходящи за изследването предприятия. Обектите са локализирани в България (2), Германия (1), Испания (1), САЩ (4), Унгария (1) и Франция (1). Най-голямото предприятие е разположено в Лоулър, Айова, САЩ с производствен капацитет 315 хил.т/г, а най-малкото – в Горна Малина, България с капацитет около 7 хил.т/г. Най-старото предприятие е изградено през 2002г. в Стенли, Уисконсин, САЩ, а най-новото – през 2012г. в Панония, Унгария. В последното са наети над 150 души производствен персонал, докато предприятието в Горна Оряховица разполага с около 15 служители.

3.2. Анализ на данните

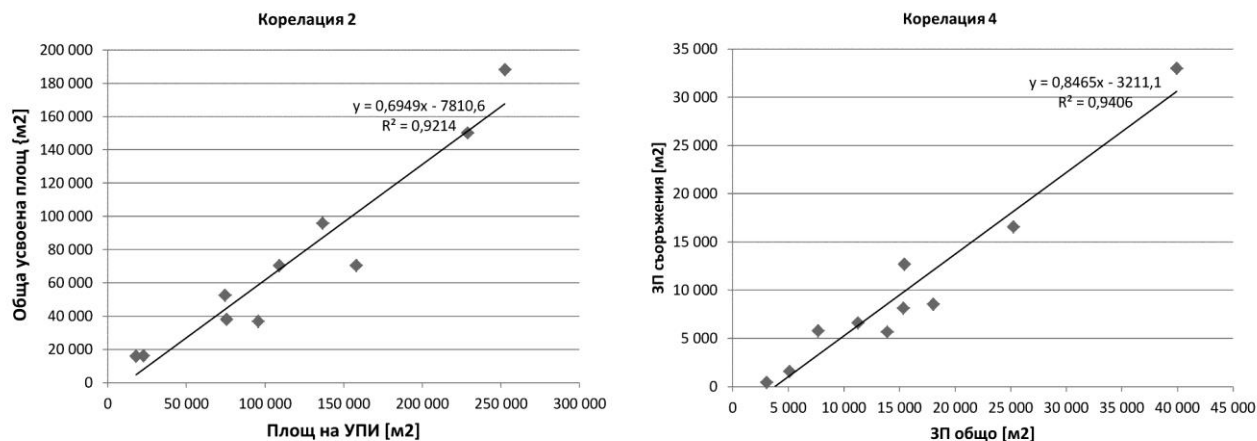
Количествените данни за десетте предприятия са подложени на корелационен анализ за определяне силата на връзката между параметрите. Този анализ е извършен чрез матрица от корелационни коефициенти, които варират в интервала от -1 до +1. Според емпиричните правила за интерпретация на корелационния коефициент са извадени стойности в матрицата с висока и много висока взаимовръзка - в интервала от 0,71 до 1,0 (*Табл. 1*).

След избора на коефициентите са изведени двоици зависимости в последователност - от площта на имота към площта на високата растителност. Това е съобразено с технико-икономическата тежест на параметрите при реализирането на генералния план. Високите корелационни коефициенти са 6 броя, което е онагледено със същия брой действия (стъпки) в алгоритъма - от А до Д.

Табл. 1. Корелация между площните показатели

	Произв. капацитет	УПИ	ЗП сгради	ЗП съор.	ЗП общо	Усвоена площ	Комуник. Усв.	Озел. Площ	Висока Раст.
Производствен капацитет	1,00								
УПИ	0,87	1,00							
ЗП сгради	0,71	0,52	1,00						
ЗП съоръжения	0,64	0,84	0,37	1,00					
Застроена площ общо	0,75	0,87	0,59	0,97	1,00				
Усвоена площ	0,84	0,96	0,43	0,81	0,82	1,00			
Комуникационна усвоеност	0,83	0,93	0,37	0,74	0,74	0,99	1,00		
Озелена Площ	0,70	0,83	0,57	0,69	0,75	0,64	0,59	1,00	
Висока Растителност	0,28	0,50	0,30	0,85	0,82	0,42	0,31	0,53	1,00

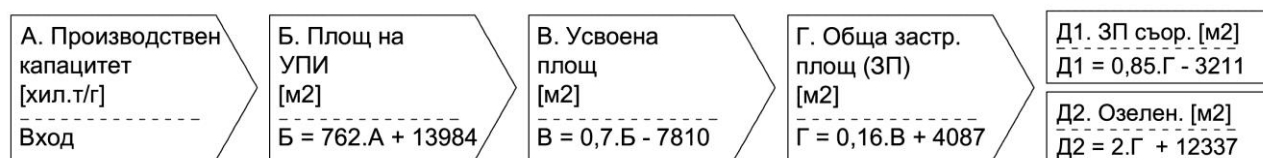
Избраните двоци параметри са подложени на отделни регресионни анализи за извеждане на линейни уравнения с две променливи. При този анализ се проучва диаграмата на разсейване, чиято прецизност е отчетена чрез квадратът на корелационния коефициент (Фиг. 1).



Фиг. 1. Регресионен анализ (извадка)

3.3. Резултати от изследването

След обобщение на направените анализи се предлага следния алгоритъм за изчисление на устройствените параметри на генералния план:



Фиг. 2. Алгоритъм за изчисление на устройствени параметри

Предприятията за производство на биоетанол се причисляват към **биоафинериите с преобладаващи технологични съоръжения**. Средното отношение на застроената площ на сградите към застроената площ на съоръженията е 45% към 55% (Табл. 2). Оттук може да се твърди, че ролята на инженерния дизайнер има по-голяма тежест от ролята на архитекта при изграждането на общия архитектурен образ [1].

Резултатите от фрагментирането на застроените площи според тяхното функционално предназначение и тяхното усредняване са показани в Табл. 3.

Табл. 2. Усреднени устройствени параметри на генералния план

	Пл. застрояване [%]	Интенз. на усвояване [%]	Пл. озеленяване. [%]	Висока растителност [%]	Отношение сгради/съор. [%/%]	Отношение ЗП/Ком.Усв.
Мин.	9,7	38,6	10,4	0,0	18/82	0,15
Макс.	22,6	89,6	61,4	22,3	85/15	0,96
Средно	15	64	36	5	45/55	0,34
Предложение за корекция	+5	-4	+4	+25	-	-
Препоръчителни устройствени параметри	20	60	40	30	45/55	0,34

Табл. 3. Дялово и площно разпределение на застроените площи според функционалното предназначение

	м. ед.	Товаро-разтоварен блок	Склад. суровини	Склад. продукция	ПРОИЗВОДСТВЕНИ			Админ	Други	ОБЩО
					сгради	съоръж.	общо			
Разпределение на застроените площи	%	13	10	15	65% от 55%	35% от 55%	55	4	3	100
Норма за проектиране според суровината	м ² / 1000 т.г.	12	9	14	30	20	50	4	3	92

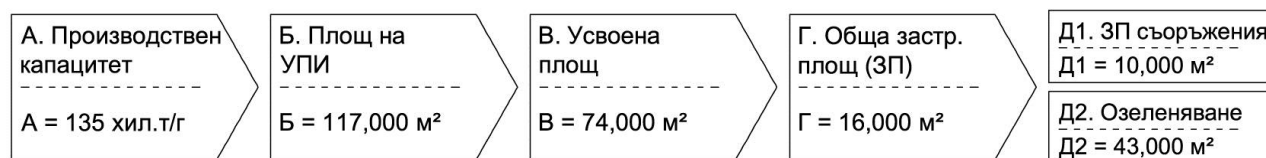
Планировъчните елементи от товаро-разтоварния блок представляват предимно зални сгради. Зоната за складиране на суровини представлява силозно стопанство с доминиращи силози за зърно. Зоната за складиране на готовата продукция е застроена основно с резервоари и по-рядко със сгради. Застрояването със сгради и съоръжения с предимно производствено предназначение заема повече от 50% от общата ЗП. Административните и други спомагателни и обслужващи функции заемат общо между 5% и 10% от ЗП на предприятието.

4. Приложение на резултатите от изследването

Средната стойност на производствения капацитет за десетте предприятия е 135 хил.т/г. Това е входната информация за изчисление на устройствените параметри чрез алгоритъма от Фиг. 2 и проверки за достоверност чрез изведените средни стойности от Табл. 2.

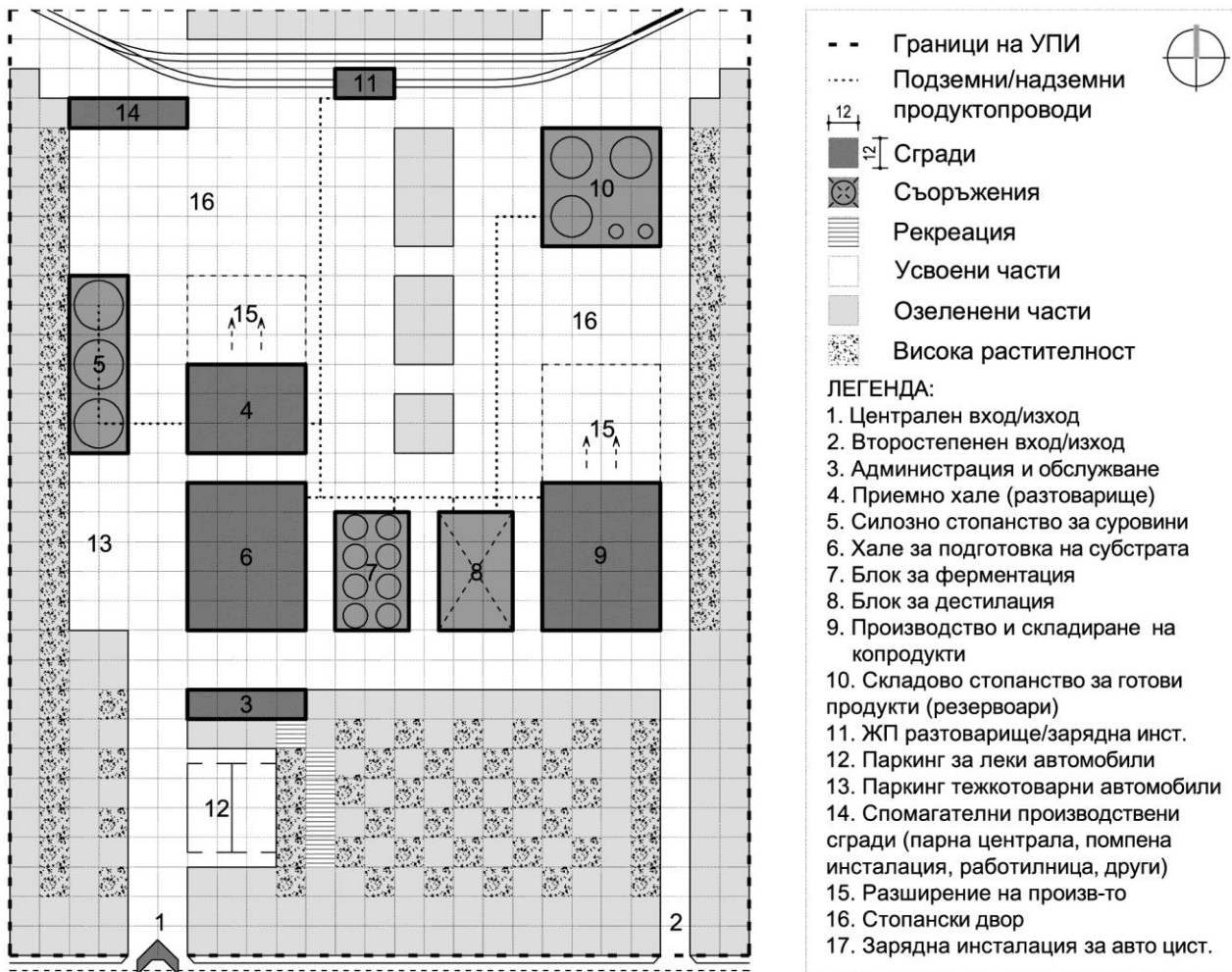
Резултатите от заместването в алгоритъма са изложени във Фиг. 3.

След проверка със средните стойности от Табл.2 е отчетено съответствие. Процентът на високата растителност (като част от общата озелелена площ) е изчислен чрез средните стойности, а не чрез регресионна формула.



Фиг. 3. Параметри за изработване на планировъчен модел

Използвайки данните за общата застроена площ (ЗП) могат лесно да бъдат изчисление площите за отделните функционални групи чрез Табл. 3. Моделът е изграден върху модулна мрежа 12x12 метра и приблизителни пропорции на лицето към дълбочината на имота – 10:13 (Фиг. 4). При избор на терен с издължена, негеометрична форма и наличие на топографски и комуникационни ограничения е възможно завишаване на площите с до 10-20%.



Фиг. 4. Планировъчен модел на предприятие за производство на биоетанол

5. Заключение

Предложеният алгоритъм позволява бързо изчисление на площни параметри в началните фази на инвестиционното проектиране. Прецизирането на резултатите може да се осъществи чрез увеличаване броя на изследваните обекти и други техники за диференциране на данните. Методиката има универсален характер и може да се използва за създаване на аналогични модели за други обекти от архитектурната област.

Препоръчителните устройствени параметри дават насока на заинтересованите страни при разработването и одобрението на ПУП и ПРЗ за територии, предвидени за изграждане на предприятия за производство на биоетанол.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Аспарухов С., „Ролята на архитекта в планирането и проектирането на биорафинериите“, сп. Архитектура, бр.1, 2013, 44 с
- [2] “A Guide for Evaluating the Requirements of Ethanol Plants”, The Clean Fuels Development Coalition, The Nebraska Ethanol Board, USDA, 06CFDC-002_0606_7.5M, 2006
- [3] “NREL Modeling Tomorrow’s Biorefinery - the NREL Biochemical Pilot Plant”, DOE/GO-102008-2403, 2008
- [4] “NREL to Build Major Biofuels Facility”, Communications and MIS Branch for the Alternative Fuels Division NREL/MK-336-5674 10/93, 1993
- [5] Solomon B., J. Barnes, K. Halvorsen, “Grain and cellulosic ethanol: History, economics, and energy policy”, Biomass and Bioenergy 31, 416–425, 2007